



Final Report

Project Title: Technology Enhanced
Accessible Interaction Method for
Visual Impairment

By Kewalin Angkananon

May / 2019

Contract No. MRG5980022

Final Report

Project Title: Technology Enhanced
Accessible Interaction Method for Visual
Impairment

Kewalin Angkananon
Suratthani Rajabhat University

Project Granted by the Thailand
Research Fund,
Office of the Higher Education
Commission and
Suratthani Rajabhat University

Contents

Contents	A
Table of contents.....	C
Table of Figures	E
Acknowledgement	F
Abstract.....	G
Executive Summary	I
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Introduction	1
1.2 Objectives.....	2
1.3 Research Questions	2
1.4 Scope of research	2
1.5 Report Structure	3
1.6 Output.....	3
Chapter 2 Literature Review	4
2.1 Visual Impairment.....	4
2.2 Review Relevant Research.....	11
2.3 Accessibility and Usability Guidelines	14
2.4 Software Design Process	14
2.5 Technology Enhanced Interaction Framework	15
Chapter 3 Research Methodology.....	18
3.1 Triangulation	18
3.2 Activities and expected output of the research.....	19
3.3 User Evaluation: Experimental Study	20
3.4 User Evaluation: Experimental Design	20
3.5 Experiment process	21
3.6 Questionnaire	22
3.7 Statistical Tests Used	22
Chapter 4 Developing TEIF Method for Visual Impairment	23
4.1 TEIF Method Process.....	23
4.2 Develop requirements into questions and multiple choices	25
4.3 Develop five scenarios to test requirement questions and multiple choices	30
4.4 Experts Validation and Reviews TEIF Method for Visual Impairments	83
Chapter 5 Results	88
5.1 Research question 1	88
5.2 Research question 2.....	89
5.3 Research Question 3	102
Chapter 6 Conclusion and Discussion	107
6.1 Research question 1	107
6.2 Research question 2.....	107
6.3 Research Question 3	109

Contents

References.....	111
Appendix A Interviewing Questionnaire.....	116
Appendix B Interviewing Results.....	126
Appendix C Printed Questionnaire for Accessibility Experts	177
Appendix D Results of Experts Validation and Reviews	205
Appendix E Blind Focus Group.....	211
Appendix F TEIF Method Material	213
Appendix G Other Method Materials	225
Appendix H Publication 1	236
Appendix I Publication 2	242
Appendix J Technology Enhanced Accessible Interaction Framework Method for Visual Impairment	250
Appendix K Activities	269

Table of contents

Table 2.1 Relationship between activities and internal perceptions	6
Table 2.2 Problems and solutions for visually impaired and blind people	6
Table 2.3 Relationship between activities, consequence situation and expected assistances	8
Table 2.4 Comparison of map services	10
Table 2.5 Time / space matrix to classify synchronous and asynchronous technology	13
Table 2.6 Interactions and Communication in the Technology Enhanced Interaction Framework.	15
Table 3.1 Activities and expected output of the research	19
Table 3.2 Experimental presentation order of solutions	21
Table 4.1 Questions and answers for five scenarios (Angkananon et al. 2014)	28
Table 4.2 Questions and answers for five scenarios (Angkananon et al., 2014)	29
Table 4.3 The relationship between requirements, main and sub-components in TEIF.	30
Table 4.4 The relationship between problems, possible solutions, and interaction types (Angkananon et. al. 2017).....	32
Table 4.5 Technology Suggestion Table for Scenario 1: a blind people shop for groceries	38
Table 4.6 the relationships between actions, interaction issues, and possible solutions of Finding rooms or buildings.....	40
Table 4.7 Technology Suggestion Table for Scenario 2: a blind person crosses the road.	43
Table 4.8 the relationships between actions, interaction issues, and possible solutions of Finding rooms or buildings.....	44
Table 4.9 Technology Suggestion Table for scenario 3: A blind person finds rooms or buildings.....	48
Table 4.10 The relationship between problems, possible solutions, and interaction types	50
Table 4.11 Technology Suggestion Table for scenario 4: Problem of a blind students studying at the University	57
Table 4.12 the relationship between problems, possible solutions, and interaction types	59
Table 4.13 The Technology Suggestion Table of scenario 4.....	63
Table 4.14 Audio description.....	67
Table 4.15 Tactile graphic for puppets and folk arts	68
Table 4.16 Tactile model	69
Table 4.17 Screen Reading Technology & OCR.....	70
Table 4.18 OrCamMyEye.....	71
Table 4.19 Indoor Navigation	72

Table of contents

Table 4.20 Braille Compass.....	74
Table 4.21 Speaking Compass.....	75
Table 4.22 Bumps on ground.....	76
Table 4.23 Rail with braille labels	77
Table 4.24 RFID sensor to tell the position of the exhibits	78
Table 4.25 The relationship between problem action, Interaction Issue Type and possible solutions.....	79
Table 5.1 Number of participants in groups	89
Table 5.2 Analyse requirement questions and answers	90
Table 5.3 Analyse requirement questions and answers for the TEIF Method.....	92
Table 5.4 Analyse requirement questions and answers for the Other Method	94
Table 5.5 Identify requirements of the Other Method	96
Table 5.6 The number of correct applicable requirements selected by each participant in each group.....	98
Table 5.7 Basic statistic of the two groups in evaluating right requirements	98
Table 5.8 Results of the Independent Samples Test	99
Table 5.9 Experts' rating on solutions A, B, and C	99
Table 5.10 differences in solution ratings between the experts' scores and participants' scores.....	100
Table 5.11 The average differences between experts and participants for the TEIF Method	101
Table 5.12 Independent Samples Test between experts and participants for the TEIF Method	101
Table 5.13 Average rankings of the two groups	102
Table 5.14 Independent Samples Test of average rankings between TEIF and Other Method	102
Table 5.15 Opinion about the TEIF steps	103
Table 5.16 Questions Related to the TEIF Method	103
Table 5.17 Mean ratings of questionnaire part 5 on the TEIF Method.....	105
Table 5.18 The independent sample t-test statistic of questions 1-5	106

Table of Figures

Figure 2.1 Computer Supported Cooperative Work – A framework.....	11
Figure 2.2 Analysis of person-computer interaction (Gaines, 1988).....	12
Figure 2.3 The Human Activity Assistive Technology Model.....	13
Figure 3.1 Triangulation Diagram	18
Figure 4.1 The steps used in the TEIF Method.....	24
Figure 4.2 Interaction Diagram.....	81
Figure 4.3 Use Case Diagram	82
Figure 5.1 Percent of participants who selected the right answer in the TEIF Method	91
Figure 5.2 Percent of participants who selected the right requirements of the TEIF Method	93
Figure 5.3 Percent of participants who selected the right answers in the Other Method, step 1	95
Figure 5.4 Percent of participants who selected the right requirements of the Other Method	97
Figure 5.5 Compare scores of questionnaire rating	104

Acknowledgement

I would like to thank my supervisors Professor Dr. Mike Wald and Assistance Professor Dr. Thimaporn Phetkaew for their wonderful support, guidance, patience, and always having time for me whenever I needed help. I am grateful to the participants and experts who so generously gave their time to take part in my experiments.

My research would not have been possible without granted support from Thailand Research Fund, Office of the Higher Education Commission, and Surattani Rajabhat University.

Last but not least, I would like to thank to all participants and experts who are generous to give their time to take part in the experiment.

Abstract

Project Code : MRG5980022

Project Title : Technology Enhanced Accessible Interaction Method for Visual Impairment

Investigator : Dr. Kewalin Angkananon Suratthani Rajabhat

E-mail Address :k.angkananon@gmail.com

Project Period : 2 years

This project addressed that there was no method to help inexperienced developers gather or evaluate requirements and design or evaluate accessible technology solutions to visually impaired people's interactions. For example, 20 Suratthani Rajabhat University visually impaired students encounter barriers learning from visual information in lectures or classes; such as difficulty reading from board, screen, paper, book or video or understanding what object is being pointed at.

This research took place from 2017 to 2018 and The Technology Enhanced Interaction Framework (TEIF) Visual Impairment (VI) Method was developed through literature review and interviews with 20 visually impaired students, 10 visually impaired adults and five accessibility experts. Four accessibility experts and three developer experts reviewed and validated the TEIF VI-Method. It was then experimentally evaluated by 18 developers using the TEIF VI-Method and another 18 developers using their existing 'Other Methods' to identify the requirements and solution to a scenario involving barriers for visually impaired people. Following completion of this experiment the 'Other Methods' group were shown the TEIF VI-Method and both groups were asked their opinions of its ease of use through a questionnaire.

The mean number of correctly selected requirements was higher significantly ($p < 0.001$) for developers following the TEIF VI-Method ($\bar{X} = 8.83$) than the Other Method ($\bar{X} = 6.22$). Developers using the TEIF VI-Method ranked technology solutions nearer to the expert rankings than developers using Other Methods ($p < 0.05$). All developers found the TEIF VI-Method easy to follow.

Developers could evaluate requirements and technology solutions to interaction problems involving visually impaired people using the TEIF VI-Method better than existing Other Methods. This research study shows that developers could benefit from using the TEIF VI-Method when developing technology solutions to problems of interaction faced by visually impaired people.

Keywords: Technology, accessibility, requirements, development, evaluation

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5980022

ชื่อโครงการ : เทคโนโลยีที่ช่วยในการติดต่อสื่อสารและเข้าถึงข้อมูลของผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน : ดร. เกวลิน อังคนานนท์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

อีเมล : k.angkananon@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

งานวิจัยนี้เกิดจากการขาดกระบวนการในการสนับสนุนนักพัฒนาเทคโนโลยีในการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือ การประเมินความต้องการในการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทุกคนเข้าถึงได้ และการขาดการสนับสนุนในการออกแบบ หรือ การประเมินเทคโนโลยีที่ทุกคนเข้าถึงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อ ผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น แรงบันดาลใจในการทำวิจัยเรื่องนี้เกิดจากปัญหาและอุปสรรคของนักศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเห็นจำนวน 20 คน ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่เกิดปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ในชั้นเรียน เช่น ไม่สามารถอ่านข้อความที่อาจารย์เขียนลงบนกระดาน หน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือ กระดาษได้ ไม่สามารถอ่านหนังสือที่ใช้ในการประกอบการเรียนได้ ไม่สามารถเห็นภาพในวิดีโอที่อาจารย์ยกตัวอย่าง และไม่สามารถเข้าใจเมื่ออาจารย์มีการอ้างอิงโดยชี้ไปยังวัตถุต่าง ๆ ภายในห้องเรียน เป็นต้น

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2559 ถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นการพัฒนากระบวนการในการช่วยเหลือนักพัฒนาเทคโนโลยีให้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีได้ตรงตามความต้องการในการใช้งานของผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น กระบวนการวิจัยเริ่มจากการสัมภาษณ์นักศึกษาผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็นจำนวน 20 คน สัมภาษณ์ผู้ดูแลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น จำนวน 10 คน และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสำหรับผู้พิการทางสายตา จำนวน 5 คน หลังจากนั้นนักวิจัยได้นำปัญหาและอุปสรรคมาพัฒนาเป็นกระบวนการในการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น และนำกระบวนการดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับผู้พิการทางสายตา จำนวน 4 คน ตรวจสอบความสมบูรณ์ของกระบวนการ และปรับปรุงกระบวนการตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ หลังจากนั้นนำกระบวนการดังกล่าวมาใช้ในการทดลองโดยแบ่งผู้ทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม TEIF VI-Method และกลุ่มอื่น (Other) โดยแบ่งผู้ทำการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การกำหนดความต้องการของผู้ใช้งานเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ และการเลือกแนวทางการออกแบบเทคโนโลยีที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น โดยผู้ทำการทดลองทั้งสองกลุ่มเลือกความต้องการที่ต้องการแก้ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น โดยพิจารณาจากเหตุการณ์ที่กำหนดไว้ และในส่วนการออกแบบเทคโนโลยี ผู้ทำการทดลองให้คะแนนความคิดเห็นเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ถูกออกแบบไว้ในแต่ละสถานการณ์ของการทดลองว่ามีความเหมาะสมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร หลังจากนั้นผู้ทำการทดลองทั้งสองกลุ่มตอบความพึงพอใจที่มีต่อกระบวนการ TEIF VI-Method โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ

ผู้ทำการทดลองกลุ่ม TEIF VI-Method เลือกความต้องการของผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็นได้ถูกต้องได้มากกว่ากลุ่มอื่น (Other) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมของผู้ทำการทดลองกลุ่ม TEIF VI-Method ($\bar{X} = 8.83$) มากกว่า ผู้ทำการทดลองกลุ่มอื่น (Other) ($\bar{X} = 6.22$) นอกจากนี้ผู้ทำการทดลองกลุ่ม TEIF VI-Method เลือกอันดับความเหมาะสมในการจัดอันดับเทคโนโลยีได้ใกล้เคียงกับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเทคโนโลยีสำหรับผู้พิการทางสายตา มากกว่าผู้ทำการทดลองกลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นักพัฒนาเทคโนโลยีทุกท่านพึงพอใจกับกระบวนการ TEIF VI-Method โดยให้เหตุผลว่าเป็นกระบวนการที่ง่ายต่อการใช้งาน

คำสำคัญ: เทคโนโลยี, การเข้าถึง, ความต้องการในการพัฒนาเทคโนโลยี, การพัฒนา, การประเมิน

Executive Summary

Approximately 10% of nearly 2 million disabled people in Thailand have a visual impairment. This research was motivated by there being no method to help inexperienced developers gather or evaluate requirements and design or evaluate accessible technology solutions to problems visually impaired people encounter in interactions with people, objects and technology. For example, some 20 Suratthani Rajabhat University visually impaired students encounter barriers learning from visual information in lectures or classes, or; such as difficulty reading from board, screen, paper, book or video or understanding what object is being pointed at.

Although some useful apps have been developed by a few people with a deep knowledge and understanding of the needs of visually impaired people, most technology developers do not learn about this on their university courses. Also visually impaired people can have complex interactions with other people, technologies and objects which present barriers not overcome by the use of one or more simple apps.

This research took place from 2017 to 2018 and The Technology Enhanced Interaction Framework (TEIF) Method for Visual Impairment was developed through literature review and interviews with 20 visually impaired students, 10 visually impaired adults and five accessibility experts. Four accessibility experts and three developer experts reviewed and validated the TEIF Method. It was then experimentally evaluated by 18 developers using the TEIF Method and another 18 developers using their existing 'Other Methods' to identify the requirements and solution to a scenario involving barriers for visually impaired people. Following completion of this experiment the 'Other Methods' group were shown the TEIF Method and both groups were asked their opinions of its ease of use through a questionnaire.

The mean number of correctly selected requirements was significantly higher for developers using the TEIF Method than the Other Method. Developers using the TEIF Method ranked technology solutions closer to the expert rankings than developers using Other Methods. All developers in both groups agreed that the TEIF Method was explained well and was easy to follow and thought that the TEIF VI-Method helped them to evaluate technology solutions and requirements.

The TEIF Method is not a replacement for other design and development methods but a support for them through the provision of requirement-questions and answers examples to help the identification of requirements and linking the answers to technology suggestions for the design stage. Developers could therefore benefit from using the TEIF Method when developing technology solutions to interaction problems faced by visually impaired people as it helps evaluate requirements and technology solutions.

Chapter 1 Introduction

1.1 Introduction

This research was motivated by there being no method to help inexperienced developers gather or evaluate requirements and design or evaluate accessible technology solutions to visually impaired people's interactions. In 1996 almost eleven percent of people registered as disabled in Thailand were visually impaired and the Thai disabled population was estimated at over 1 million by The National Statistics Office (NSO), suggesting the number of people with a visual impairment was around 110,000. 1. The National Statistics Office in 2007 estimated 3 per cent of the Thai population, almost two million people, had a disability which would suggest 220,000 people were registered as visually impaired. 2 This would appear to be a great underestimation of the actual problem in Thailand as Thailand has the third most rapidly aging population in the world³ and also has problems with obesity and diabetes. 4 In the UK over 3% of the population have a visual impairment and this has been predicted to increase dramatically with the population ageing and obesity and diabetes, important sight loss causes, growing in incidence. Twenty visually impaired Suratthani Rajabhat University students encounter barriers learning from visual information in lectures or classes, such as difficulty reading from screen, board, paper, book or video or knowing which object the teacher is pointing to.. For reducing discrimination in access to information, particularly in face-to-face situations, accessible solutions need to be created by technology developers. A thorough literature review described in section 5 found some technologies for supporting visual impairment but the only framework or method specifically designed to support developers with developing accessible technology solutions for complex interactions for people with disabilities is the Technology Enhanced Interaction Framework (TEIF) and Method developed by the Principal Investigator. This method was evaluated and developed only for hearing impairment and so the research problem that has been therefore identified is to extend this Method to help developers develop technology solutions to help people with visual impairment in their interaction with objects, technologies and people.

1.2 Objectives

The following objectives have been identified from the literature review: The TEIF Method created by the Principal Investigator was only evaluated and developed for hearing impairment and so the objectives of this research proposal is to extend this TEIF Method to help developers develop technology solutions to help people with visual impairment in their interactions with objects, people, and technologies and to evaluate this extension for visual impairment.

1.3 Research Questions

Research question 1: Can the TEIF Method be developed regarding visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

Research question 2: How the TEIF Method help with the software development process for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

Sub research question 2.1: Can developers use the TEIF Method to help in evaluating requirements for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

Sub research question 2.2: Can developers use the TEIF Method to help in evaluating technology solutions for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

Approach A: Investigate whether the TEIF Method helped developers rate technology solutions closer to the experts' ratings than the Other Methods.

Approach B: Investigated whether the TEIF Method helped rate differences between technology solutions closer to experts' difference scores than the Other Method.

Research question 3: In what way does the TEIF Method help developers?

1.4 Scope of research

1. The research will extend the TEIF Method for visual impairment and be translated into both Thai and English Languages and so help developers design better technology solutions for problems faced by visual impaired people.

2. The researcher will develop for developers in Thai and will translate it into English.

3. Three accessibility experts and three developer experts will validate and review the TEIF method for visual Impairment. An experiment with 34 developers will evaluate the method compared to their preferred method.

1.5 Report Structure

Chapter 2 presents related work and a literature review. Chapter 3 explains the research methodology. Chapter 4 provides the development of TEIF Method for visual impaired people and expert validation and review results. Chapter 5 gives details of the results. Chapter 6 presented conclusions and discussion.

1.6 Output

The following two Peer Reviewed Papers based on the work of this thesis have been published.

Angkananon, K. & Wald, M. (2017). Technology-Enhanced Accessible Interactions for Visually Impaired Thai People. In: Antona M., Stephanidis C. (eds) Universal Access in Human-Computer Interaction. Designing Novel Interactions. UAHCI 2017. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 10278. Springer, Cham. (Appendix H)

Angkananon, K. & Wald, M. (2016). Extending Accessibility Interaction Framework Method for Thai Visually Impaired people. *15th International Conference, ICCHP 2016*, Linz, Austria, July 13-15. (Appendix I)

Angkananon, K., Wald, M. & Phetkaew, T. (2019). Technology Enhanced Accessible Interaction Framework Method for Visual Impairment. *Journal of Visual Impairment & Blindness*. (submitted) (Appendix J)

Chapter 2 Literature Review

This chapter reviews definitions, levels and problem of visual impairment, requirements for visual impairment and technology related to visual impairment.

2.1 Visual Impairment

Section 2.1 includes a definition of visual impairment, numbers of people with visual impairment in Thailand, levels of visual impairment, how visually impaired people access information, problems and solutions of visual impairment, requirements for visual impairment, and technology that is related to visual impairment.

2.1.1 Definition of Visual Impairment

The Individuals with Disabilities Education Act (IDEA) defines the term of visual impairment as “impairment in vision that, even with correction, adversely affects a child’s educational performance. The term includes both partial sight and blindness.” (<http://www.specialeducationguide.com/disability-profiles/visual-impairment/>)

2.1.2 Number with Visual Impairment in Thailand

The president of the Blind Association of Thailand (2015) revealed that there were 1,918,867 registered disabled people in Thailand. There were 181,821 with visually impairment which is 9.48 % of all disabilities in Thailand.

At present, information and communication technology (ICT) has played an important role in facilitating and enhancing the efficiency of various activities including for visually impaired people. However, less than 10% of blind people have the opportunity to receive rehabilitation, education and vocational training and less than 5% of blind people have opportunities to have a career with income to support themselves and their families including being ready to participate in social development as a quality human resource.

2.1.3 Level of Visual Impairment

Duffy (2015) reveals that the term "Visual impairment" generally describes the range of visual function, from low vision through total blindness.

The World Health Organization defines Levels of Visual Impairment:

- 1) Moderate Visual Impairment: Snellen visual acuity = 20/70 to 20/160
- 2) Severe Visual Impairment: Snellen visual acuity = 20/200 to 20/400 or visual field of 20 degrees or less
- 3) Profound Visual Impairment: Snellen visual acuity = 20/500 to 20/1000 or visual field of 10 degrees or less
- 4) Light Perception and Light Projection: A person with severe visual impairment may notice light and dark, or where light comes from.
- 5) Total blindness means no light perception (NLP)

2.1.4 Visual Impairment Access to Information

Golledge (1999) revealed that there are four senses that accounted for a navigation task:

- 1) Touch is tactile perception, ability of feeling and get information from objects by touching or pressing on the skins, which is activated by Mechanoreceptor. Mechanoreceptor is one of the neural receptors detecting a pressure on human skin when something touches on it e.g. pressure on feet, hands, tongue, follicle, and body skin.
- 2) Sight is vision perception, ability to focus, interpret and detect a visible light that bounces off and reflects from objects into the eyes. It gives information such as brightness, contrast, images, and colours.
- 3) Audition is sound perception, ability to detect and interpret the vibration into various frequencies of noise in the inner ears. Hearing capability also provides another ability of detect orientation (Mile et al., 2014; Wallmeier and Wiegrebe, 2014), e.g. where the sound comes from by using both ears. This technical called echolocation.
- 4) Olfaction is Odour perception, ability to smell objects in the environment, which processes under Olfactory receptor. Olfactory reception is another one of the neural receptors that is responsible for detecting an odour molecular coming into a human nose.

The example of how visual impairment detects obstructions in different levels as shown in Table 2. Visually impaired people, for example, use a white cane for obstruction detection at the ground floor. They use a guide dog to miss the obstruction and sighted people can also miss the obstruction.

Table 2.1 shows the relationship between activities and internal perceptions.

Table 2.1 Relationship between activities and internal perceptions

Activities	Internal Perceptions (Williams et al.,2013)			External Helpers (Williams et al.,2013)		
	Touch	Audition	Olfaction	White Cane	Guide Dog	Sighted People
Obstacle Detection (Ground level)				✓		✓
Obstacle Detection (Body level)	✓		✓	✓	✓	✓
Obstacle Detection (Eye level)			✓			✓
Obstacle Avoidance					✓	✓
Crossing the street with high traffic		✓		✓	✓	✓
Walking pass thought a loud noise area (daytime) e.g., urban, shopping mall, construction area, etc.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Walking pass thought a silent area (night time) e.g., inactive construction area	✓		✓	✓	✓	✓

Source: Watthanasak (2016)

2.1.5 Problem and Solutions of Visual Impairment

Table 2.2 shows problems and solutions for visually impaired and blind people.

Table 2. 2 Problems and solutions for visually impaired and blind people

Topics	Problem	Solutions	References
Unfamiliar Places	Difficulties in navigating inside the unfamiliar places which are usually large, complex, wide-open, full of crowds and noise, and of accessibility information. Guide dog sometimes is not allowed in some buildings especially intensive care unit at the hospital.	Sighted Guide Guide Dog Accessible Map (limited)	Williams et al. (2013, 2014) Guidedogs.org.au (2016); Guidedogs.org.uk (2016)
Accessibility Information	Difficulties in navigating inside the buildings which are lack of accessibility information such as tactile pavement, Information regarding stairs, escalator, drop-offs, room number & name, etc. which are not usually provided.	Sighted Guide Accessible Map (limited)	Williams et al. (2013); Zeng (2015)

Topics	Problem	Solutions	References
Map for Blind	Information provided in the map, both of commercial or public service is limited and not enough for people with visual impairment. To provide more confidence in navigation, objects and accessibility information should be integrated into the map.	Proposed Framework	Miao et al. (2011); Google (2016); Apple (2016); OpenStreetMap (2016); Kolbe et al. (2005); Li and Lee (2013); Lee et al. (2014); Ryu et al. (2014)
Indoor Navigation system	No matter what indoor positioning techniques have been Used in the indoor navigation system, the map has come Into play in main part of navigation, which is usually Proprietary and lack of Information required by blind.	Proposed Framework	Indoors (2015); Wifarer (2016)
Obstacle Detection and Avoidance	Difficulties in detecting and dodging obstacles installed or Placed in the environment during the navigation	Echolocation Sensor: Ultrasound	Finkel (2012); Brogaard (2016); Williams et al. (2014)
Unpredictable Obstacles	Difficulties in detecting or receiving information regarding, Unpredictable objects such as crowd, noise, etc.	Sensor: Camera	Williams et al. (2013)
Studying in class	Difficulties to hear the recording properly with background noise, difficult to see/understand what is being written/drawn on board, difficult to see/understand what is being pointed at,	OrCam MyEye software, Assisted Vision Smart Glasses, FingerReader software	(Cumming, T, Strndova, 2016)
Visit museums	Cannot see a text format to explain about the exhibits, some exhibits cannot touch, cannot see the movement of the show	Audio description, 3D tactile diagram	(Angkananon, 2015)

Topics	Problem	Solutions	References
Crossing roads	Difficult to cross the road independently, difficult to travel on his own in a new environment	vibrating system at the traffic lights, sound of vision, tactile graphics	(Szabo, Z, Enikov, E, 2016), Miura, T et al. (2016), Nishikiri, M, Sakai, T, et al. (2016), Mascetti, S, Ahmetovic, D, et al. (2016)
Shopping in grocery	Difficult to identify things like cans of soup, cereal boxes, cartons of milk, and other things by touching, cannot see the detail of products	OrCam MyEye, braille labels, audio description, FingerReader	Papadopoulos, K, Charitakis, K, et al. (2014)

2.1.6 Requirement for Visual Impairment

Table 2.3 shows the relationship between activities, consequence situation and expected assistances.

Table 2.3 Relationship between activities, consequence situation and expected assistances

	Activities	Consequence	Expected Assistances
Unhelpful Assistances	Grabbing hand or white cane.	VIB people would lose their body balance and then fall down on the ground, and might be end up at hospital if the ground is hazard like escalator.	Verbal feedback With a relax tone
	Shouting or surprising blind individual.	VIB people lost their concentration to environment cues such as navigational cues, audio cues. Therefore, they are lost.	-
Missing and Misinformation	Providing misinformation	VIB people get confused, such as open door on your left but, in fact the door is held open already. Sometimes, they would have an accident.	Verbal feedback With current status.
	Giving a direction regardless which direction blind is facing at.	VIB people get confused, for example, left when sighted people meant right of blind individuals	Verbal feedback based On which direction

	Activities	Consequence	Expected Assistances
			blind individuals are facing at.
Ambiguous Phases and Measurement	Giving a wrong measurement and timing	VIB people would have accident, due to the wrong measurement such as distance, time, etc.	-
Misunderstanding Cues vs. hazards	Neglecting of giving an overall instruction or direction	VIB people would get lost and confused easier when they navigate in wide-open area.	Verbal feedback in overall direction and some significant information like landmarks.
	Avoiding helpful boundaries	VIB people would get hit or walk towards crowd people while walking on a sidewalk	Letting them walking along a fence or grass line as it is a boundary
	Walking in front of behind blind individual	VIB people would be lost or walk towards the obstacle, people or hazards.	Walking together and letting them grasp sighted guide's elbow / arm as to use them as body movement to navigate.

2.1.7 Technology Related to Visual Impairment

Table 2.4 Comparison of map services

	Google (2016)	Apple (2016)	OpenStreetMap (2016)	Wifarer (2016)	Indoo.rs (2015)	Kolbe and Bacharach	Lee et al (2014)
Map Type	Standard Map	Standard Map	Standard Map	Indoor Map	Indoor Map	3D City Map	3D City Map
Map Data Representation	GeoJSON	Vector	XML	Proprietary	Proprietary	XML	XML
License	Proprietary	Proprietary	Open Database	Proprietary	Proprietary	Open Source	Open Source
Outdoor Journey							
Driving Directions	✓	✓	Third-party			✓	
Walking Directions	beta	✓	Third-party				
Navigation and Routing	✓	✓	Third-party				
Live Traffic Information	✓	limited	Partial				
Public Transport	✓		Third-party				
Weather information			Third-party				
Indoor Journey							
Indoor Positioning	limited		limited	✓	✓		
Navigation and Routing				✓			
Indoor-Outdoor navigation				✓			
Walking Directions				✓			
Live Traffic Information							✓

Source: Watthanasak (2016)

2.2 Review Relevant Research

This section reviews related Frameworks as follows:

2.2.1 Direct Communication

Berne (1964) introduced the crossed transaction in terms of the roles they played: parent, adult, and child. The communication can break down when the interaction crossed. The learning process by Laurillard (1993) identified the activities to improve learning by analysing the role of technology in the process. Communication has roles and different in cultures in both verbal and non-verbal communication (Sacks, 1974).

2.2.2 Interactions

Dix's Framework (Dix, 1994) was called Computer Supported Cooperative Work (CSCW). His framework mentioned about the communication among participants called "direct communication". In addition, the participants could interact or control artifacts and could share artefacts among themselves. The artifacts was not only the topic of the communication but could be a medium of communication called "feedthrough". In the communication, Deixis referred to indicating artefacts. Although, Dix's Framework in Figure 2.1 mentioned about interactions involve technology it did not addressed a separate technology component. It also did not consider the same time and same place situations identified by the Technology Enhanced Interaction Framework (TEIF) (Angkananon et al, 2014).

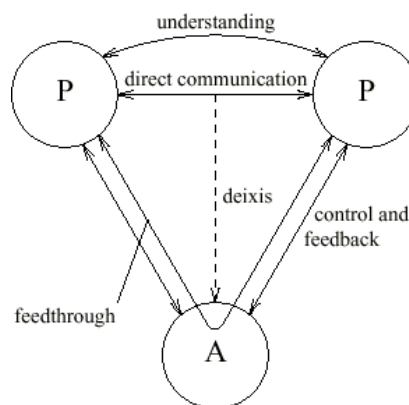


Figure 2.1 Computer Supported Cooperative Work – A framework

Source: Dix (1994)

Vyas et al. (2008) studied the role of artefacts as supporting mediated communication in referring to analogue and digital objects which served as a tool in artefacts. They highlighted that the use of communication metaphors was culturally dependent.

Gaines (1988) proposed the conceptual framework in the analysis of person-computer interaction in complex system as shown in Figure 2.2. There were six hierarchical layers in his framework as follows:

- 1) Cultural layer : a layer reflecting purpose and structure
- 2) Intentionality layer : a layer of anticipatory nature of an intelligent system that leads to acquisition of knowledge
- 3) Knowledge layer: a layer that supports modeling and control activities of the anticipatory system.
- 4) Action layer: a layer that transmits activities interfacing to the world.
- 5) Expression layer: a layer that supports encoding of communications and actions.
- 6) Physical layer: a layer that addresses how encodings exist physically in the external world.

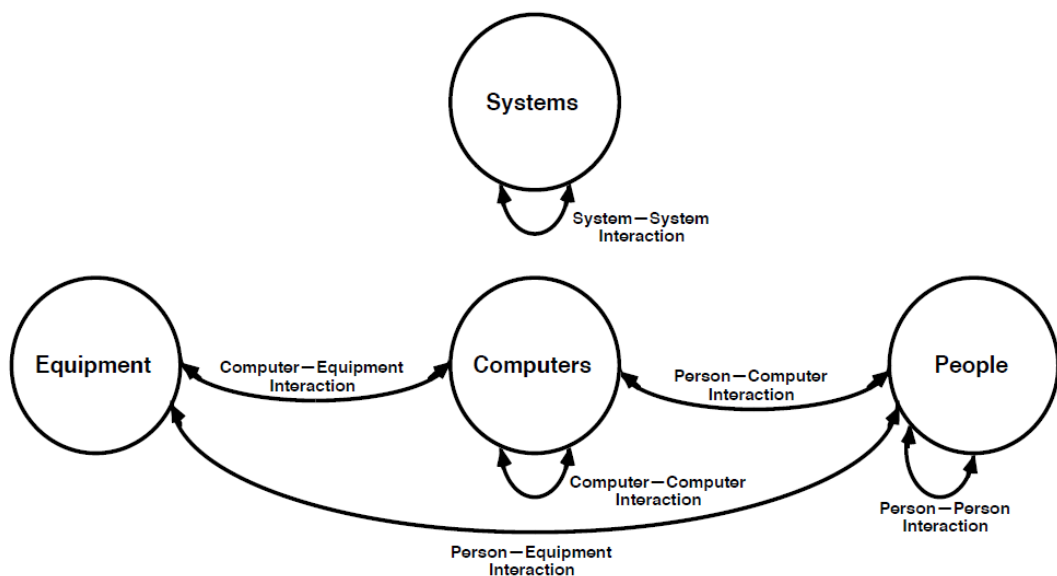


Figure 2.2 Analysis of person-computer interaction (Gaines, 1988)

Norman and Draper (1988) proposed a model of interaction between human and computer. The seven stages in his model are establishing a goal, forming intention, specifying action sequence, executing action, perceiving system state, interpreting system state, and evaluating system state with respect to intentions and goals.

A Physical Mobile Interaction Framework proposed by Rukzio (2008) for using mobile devices as mediator to interact with a physical object. There were four types of interactions:

- Human – Computer – Interaction
- Human – Real World – Interaction
- Computer – Real World – Interaction
- Computer – Computer – Interaction

2.2.3 Space/Time

A time / space matrix of Ellis et al (1991) is a classification of synchronous and asynchronous technology which facilitates interaction at the same time or different time or place. The example of technology they used is shown in Table 2.5.

Table 2.5 Time / space matrix to classify synchronous and asynchronous technology

		Time	
Place		Same	Different
	Same	Electronic Meeting System Computer conferencing Group Decision Support Systems Presentation software PC screen sharing software	Teleconferencing Video Audio
	Different	Video Conferencing Synchronous chat systems	Asynchronous Groupware Email Bulletin Boards Internet News groups Workflow software Group authoring software

Source: Ellis et al, 1991

2.2.4 Accessibility Model

The Human Activity Assistive Technology (HAAT) Model was proposed by Cook and Hussey (1995) to accommodate assistive technology as shown in Figure 2.3. The Model consisted of:

- human which can have abilities / skills
- activities which can be determined by role
- context which involve setting, social, cultural, and physical
- assistive technology which involve hardware, software, and non-electronic

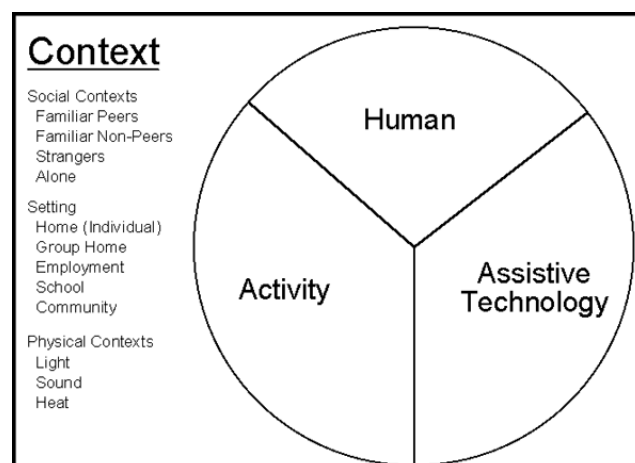


Figure 2.3 The Human Activity Assistive Technology Model

Source: Cook & Hussey (1995)

2.2.5 Assistive Technology

Previous technology research in lectures to assist blind students includes Quek and Olivereira (2013) study where blind students were trained to use a haptic glove with a diagram having raised lines. Computer-vision was used to provide feedback through the glove to tell the user where the teacher was pointing on the diagram on the board (i.e. deictic gestures) as they spoke. Pre-prepared tactile diagrams were required for this but tactile real time touch screens are now available. A mediator was used by Freire et al (2010) to enhance the electronic transmitted images of a teacher's interactive whiteboard drawings with text annotations accessible by a screen reader. Disabled people have used many assistive technologies and technology to support some interactions between people (e.g. Dix's Framework (1994) and Rukzio et al's Framework (2008)) has been studied by many researchers.

2.3 Accessibility and Usability Guidelines

The concept of usability, accessibility and user experience (UX) was discussed by Petrie and Bevan (2009) as a way to evaluate system by developers. They mentioned that there was a lack of agreement about whether accessibility means usability or universal design for disabled and elderly people among the definitions from Web Accessibility Initiative WAI, ISO usability and accessibility, and World Wide Web Consortium (W3C). Their discussion also mentioned about UX which will be more and more important as it is a person's responses and perceptions that result from the use of produce, system or service. Petrie and Bevan (2009) also discussed about UX evaluations in a design process under headings: experts, automatic checks, users, usage data, and model and simulation. In addition, there are extensive guidelines for accessibility and usability concerned about the interactions between people and technology: Shneiderman's 8 golden rules, Nielsen's usability heuristics, WCAG 2.0 etc. However, these guidelines do not consider the interactions between people and people or people and objects.

Universal Design has seven principles: flexibility in use, equitable use, perceptible information, simple and intuitive use, low physical effort, tolerance for error, size and space for approach and use (Mace, 1985). It helps decrease discrimination in the society. Although, there is not every accessible design considered as universal design such as a control panel with large membrane switches may not be suitable for blind people but may be suitable for people with limited manual dexterity (Molly Follette Story M.S., 1998).

2.4 Software Design Process

There is a wide range of traditional software design methods that developers can use in their designs which range from a linear approach such as the Waterfall Life

Cycle Model and V Model. More iterative approaches to help design process in such aspects of speed and number of iterations are the Spiral Life Cycle Model, Rapid Application Development (RAD), Agile Model, and Prototype Model. Third, user involvement approaches are ISO standard User Centred or Participatory Design, and Human-centred design for interactive systems (ISO9241-210, 2010). However, all methods involve some element of design, requirements, and evaluations (Balaji & Murugaiyan (2012); Maheshwari & Jain (2012; Preece (2002)). The use of scenarios and personas in gathering requirements for Mobile Accessible Chat System for Synchronous Computer Supported Learning Environments of Martin et al (2012) noted that the study would need experts and real users for requirements evaluation.

However, there are a few approaches that consider designing software process in a situation that gets disabled people involved. For example, Nganji and Nggada (2011) focused on the needs of disabled people in improving disability and usability. They used the Disability-aware Software Engineering Model in user evaluation with a wide range of disabilities such as hearing impairment, visually impairment, mobility difficulties etc.

2.5 Technology Enhanced Interaction Framework

Angkananon et al (2014) 's Technology Enhanced Interaction Framework (TEIF) and Method has been the only framework and method supporting developers of technologies to think about all the interactions that could take place in complex face-to-face situations when developing technology solutions for people with disabilities. Time limitations of the PhD research study meant that the TEIF Method was only developed and evaluated for hearing impairment. The TEIF and TEIF Method built upon Dix's framework for Computer Supported Cooperative Work.

Table 2.6 shows the five TEIF sub-components for the interactions and communication main component.

Table 2.6 Interactions and Communication in the Technology Enhanced Interaction Framework.

Main Component	Main and Sub-Component of Technology Enhanced Interaction Framework	
	Sub-component	Example
People	Role	A person has a role when communicating with others (e.g. presenter, audience, peer). Roles normally come in pairs such as speaker and audience (e.g. teacher and student or owner and visitor) and peer to peer (e.g. student and student or visitor and visitor).
	Ability/ Disability	People have abilities and disabilities which can affect their use of technology or understanding of language and which can lead to communication breakdown (e.g. physical, sensory, language, culture, communication, Information Technology (IT)).

Main Component	Main and Sub-Component of Technology Enhanced Interaction Framework	
	Sub-component	Example
Objects	Dimension	Objects have 2 dimensions (2D) or 3 dimensions (3D), and a 3D object may have a 2D representation.
	Property	Objects have colour, shape and size.
	Content	Objects have content which is human readable (text, pictures) and machine readable (QR code, AR tag, barcode, RFID tag, NFC).
Technology	Electronic	Electronic technology has stored information, is online (e.g. internet, phone network) or offline (e.g. not connected to the internet or phone network), and is mobile (e.g. smartphone) or non-mobile (e.g. desktop computer).
	Non-electronic	Non-electronic technology is used to store information in objects (e.g. writing with a pen on paper) and is mobile (e.g. pen) or non-mobile (e.g. full-size desktop typewriter).
	Usability and Accessibility	People interact with technology through its user interface (e.g. touch screen, keyboard).
	Application or Service	Electronic technology is an application (e.g. dictionary) or a service (e.g. weather forecast).
	Cost	Technology has cost (e.g. of hardware, software, maintenance).
Interactions and Communication	People-People (P-P)	People communicate verbally (speak, listen, ask, answer) and non-verbally (lip-read, smile, touch, sign, gesture, nod). When communicating, people may refer (speak or point) to particular objects or technology – this is known as deixis.
	People-Objects (P-O)	People interact with objects for two main purposes: controlling (e.g. touch, hold or move), and retrieving information (e.g. look, listen, read, in order to get information or construct personal understanding and knowledge).
	People-Technology (P-T)	People control technology (e.g. hold, move, use, type, scan, make image, press, swipe) and transmit and store information (e.g. send, save, store, search, retrieve).
	People-Technology-People (P-T-P)	People use technology to transmit information to assist communication with (e.g. send sms, mms, email, chat, instant message) other people.
	People-Technology-Objects (P-T-O)	People use technology (e.g. point, move, hold, scan QR codes, scan AR tag, use camera, use compass) to transmit, store, and retrieve information (send, save, store, search, retrieve) to, in, and from objects.
Time/Place	Place	Same and different time and place yield four categories: same time (ST) and same place (SP), different time (DT) and same place (SP), different time (DT) and different place (DP), same time (ST) but different place (DP).
	Time	
Context	Location	Location affects the use of technology (e.g. indoors, outdoors). For example GPS does not work well indoors.
	Weather Condition	Weather condition may affect the use of technology (e.g. rainy, cloudy, sunny, windy, hot, cold, dry, wet). For example, the mobile phone screen doesn't work well in sunshine.
	Signal Type and Quality	Signal type can affect the quality of electronic technology (e.g. broadband, GPS, 3G, 4G).
	Background Noise	Background noise can affect the communication particularly for hearing impaired people (e.g. background music, crowded situation).
	Lighting	Light can affect the interaction (e.g. Inadequate light, too bright).
Interaction Layer	Culture	Cultural layer includes countries, traditional, language and gesture (e.g. "hello" is a normal greeting used in the culture).

Main Component	Main and Sub-Component of Technology Enhanced Interaction Framework	
	Sub-component	Example
	Intentionality	Intention layer involves understanding, purpose and benefit (e.g. the intent is a greeting).
	Knowledge	Knowledge layer involves facts, concepts, procedures, and principles (e.g. how to spell the word “hello”).
	Action	Action layer involves actions and behaviours (e.g. pressing the correct key and not hitting neighbouring keys).
	Expression	Expression layer describes how actions are carried out (e.g. whether action is correct, accurate, prompt).
	Physical	Physical layer is the lowest layer at which people interact with the physical world (e.g. the button is depressed and so sends the electronic code for the letter to the application).

Source: Angkananon et al. (2014)

Three expert developers, three experts in accessibility, and an professor of HCI validated the TEIF Method which supports other methods by helping to identify requirements through providing multiple-choice questions, the answers to which help support the design stage through provided technology suggestions. An experiment showed that Developers used the TEIF HI-Method for evaluating technology solution requirements for interaction problems encountered by hearing impaired people better than any of the Other Methods they chose to use. Developers selected a best solution significantly more often than the Other Methods using the TEIF HI-Method and also rated solutions significantly closer to the experts' ratings than the Other Methods.

Chapter 3 Research

Methodology

This chapter describes the TEIF Method process for visual impairments. The TEIF VI-Method was designed to support developers designing technology solutions to inaccessible interactions involving visually impaired people through helping developers consider user requirements, the design of interactions to accessibly address these requirements and the related requirements criteria for evaluating interactions. The TEIF VI-Method is not a replacement for other design and development methods but a support for them through the provision of requirement-questions and answers examples to help the identification of requirements and linking the answers to technology suggestions for the design stage.

3.1 Triangulation

A triangulation technique is used in this research. First the theory and related works have been discussed in Chapter 2. Then the expert validation and review were used for the TEIF Method for visually impairments by answering the questionnaire and discussing it afterwards. User evaluation was used in the experiment to compare the results of the two groups. The triangulation in this research as shown in Figure 3.1

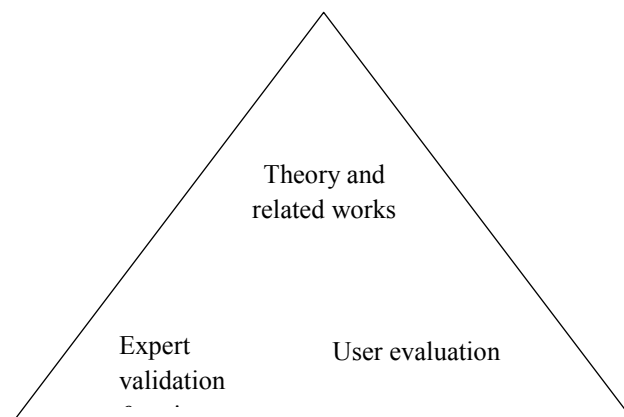


Figure 3.1 Triangulation Diagram

3.2 Activities and expected output of the research

Table 3.1 shows activities and expected output of the research process.

Table 3.1 Activities and expected output of the research

Activity	Expected Output
Literature review about visual impaired requirements	Requirements for visual impairment
Interview five accessibility experts to gather requirements about visual impairment	Requirements for visual impairment from expert's aspect
Interview 20 visually impaired students and 10 visually impaired adults	Requirements from 20 visually impaired students and 10 visually impaired adults
Develop requirements into questions and multiple choices	Requirements questions and multiple choices
Develop 5 scenarios to test requirement questions and multiple choices	Requirements questions and multiple choices that are suitable for a wide range of scenarios
Literature review about possible technology suggestions for visual impairment	Possible technology suggestions for visual impairment
The TEIF Method content will be extended through development of requirement questions in both Thai and English languages	Development of requirement questions and multiple choices in both Thai and English languages into Expert System
The TEIF Method system will be extended through a Technology Suggestions Table for visual impairment in both English and Thai languages	Development of Technology Suggestions Table for visual impairment in both Thai and English languages into Expert system
The extended TEIF Method system will be subjected to an expert review and validation by three developer experts and three visual impairment accessibility experts.	The results of the expert validation and review will help improve TEIF Method system.
Refine the TEIF Method content and system following the expert review and validation comments and show the changes to the experts	The results of the refinement will help to complete the TEIF Method content and system before user evaluation approach.
User Evaluation: Pilot Study	The suggestions will help improve a complete evaluation process.
User Evaluation: Experimental Study	Participants in the TEIF group rate better the others group.
Asking participants in both group to rate opinion about TEIF Method	Participants in both group agree that TEIF Method help them in gathering requirements and evaluating technology solution

3.3 User Evaluation: Experimental Study

The experimental study took between one hour and one hour and a half for each participant. An expected sample size for the experiment is 36, which is divided into two groups (18 participants in each group) one using the TEIF method and the other using their preferred method. The sample size has been determined using the G Power (McCrum-Garder, 2010): calculated values of

- effect size: 1 – This represent a relatively large effect size
- alpha error probability: 0.05 – normal convention
- power: 0.8 - normal convention
- test family: t test – two independent mean
- tails: two – is appropriate when a difference in any direction is expected (it could be higher or lower)
- number of group: 2
- statistic test: means: difference between two independent means (two groups)

3.4 User Evaluation: Experimental Design

3.31. Evaluate requirements and designs

The developers were asked to read a document identifying the issues faced by visually impaired users at the Shadow Puppet Museum, and then evaluate requirements for a technology solution to visual impairment related to the problems they identified from the document. This was analysed using an independent samples t-test between the two methods and through a questionnaire question (Field, A, 2013). Next, participants were asked to give ratings between 0 and 10 of three provided technology solutions A, B, C and participants were also asked to rank ordering.

3.3.2 Experimental Design

This study's aim was the evaluation of the new software engineering TEIF VI-Method for helping technology developers who are not experts in accessibility with designing technology solutions to interaction issues involving visually impaired people. This evaluation was achieved by asking the developers questions about the presented materials.

By email or in person the thirty-six participants were asked to partake in the experiment. They were at random placed into two equal groups of eighteen participants. The 1st group of participants used TEIF method consisting of four steps to complete Task 1 and Task 2. The 2nd group of participants used their preferred other method to complete Task 1 and Task 2.

For Task 1, participants selected the best ten requirements from 30 requirements provided for a technology solution to the visual impairment related problems they identified from the scenario.

For the Task 2 the three technology solutions (A, B, C) were presented in a balanced design order. For each group three developers rated the solutions in the six solution orders shown in Table 3.2.

Table 3.2 Experimental presentation order of solutions

Solution order	TEIF Method	Other Method
A,B,C	3	3
A,C,B	3	3
B,A,C	3	3
B,C,A	3	3
C,A,B	3	3
C,B,A	3	3
Total	18	18

3.5 Experiment process

The experiment process can be divided into the TEIF Method Group and Other Method Group.

3.4.1 TEIF Method Group

Step 1: The participants read a document and answered multiple choice questions analysing how visual impairment affected interactions. Where possible they underlined the words in the document that assisted them with each answer.

Step 2: The participants were asked to identify questions-answers that were related to the requirements.

For Task 1: The participants were asked to select the ten best requirements for a technology solution to the visual impairment related problems they identified from the document and underline the important words of each answer on the document.

Task 2: The participants were asked to use the technology suggestions table paper versions which had been developed and validated with experts, to identify which technologies met the provided requirements.

Then, the participants were asked to give ratings between 0 and 10 for how well each of the three solutions met each of the ten requirements and where possible underline the words on the solution sheets that assisted them with their ratings.

Questionnaire Task: The participants were asked to give responses about background information, clarity of explanation of TEIF method steps, evaluating if and how the TEIF method assisted in the experiment, imagining how the TEIF method could help in the future, and any other comments about the value or usefulness of the TEIF method.

3.4.2 Other Method Group

Task 1: The participants were asked to select the ten best requirements for a technology solution to the visual impairment related problems they identified from the document and underline the keywords of each answer on the document.

Task 2: The participants were asked to give ratings between 0 and 10 for how well each of the three solutions met each of the ten requirements and where possible underline the words on the solution sheets that assisted them with their ratings.

Questionnaire Task: The participants were asked to give responses about background information, clarity of explanation of TEIF Method steps, evaluating whether and how the TEIF method helped in the experiment, imagining how the TEIF method might help in the future, and any other comments about the usefulness or value of the TEIF method.

3.6 Questionnaire

The participants in both groups were asked to answer the questionnaire about the feedback information about the TEIF Method by giving a rating with a scale of 5. The questionnaire includes clarity of the TEIF Method steps, evaluate whether the TEIF helped in gathering requirements or evaluating solutions. Moreover, the questionnaire asked about the imagination how the TEIF might help developers in the future; comments and usefulness of the TEIF Method were also asked. The detail of questionnaire is in Appendix F.

3.7 Statistical Tests Used

The Statistical Test used varied for the experiment tasks.

1) Evaluating requirements task: using frequency and per cent to analyse the answer of how often participants get the right and wrong answer and calculate into per cent. There is also using T-test to compare the correct answer between the two groups.

2) Evaluating Technology Solution: there are 2 statistics used in this task: rating between 0-10 and rank order to compare with the expert ranking scores and orders.

3) Questionnaire Task: using mean score and standard deviation.

Chapter 4 Developing TEIF

Method for Visual Impairment

This chapter will present the developing of TEIF Method for visual impairment and production of the material for user evaluation.

4.1 TEIF Method Process

There are five steps in the TEIF Method and developers could go through steps 3 to 5 as many times as required to develop the best solution. The steps are reproduced from Angkananon et al, (2015).

Step 1: developers answer multiple-choice questions for gathering or evaluating requirements which help identify any communication or interaction issues or problems involving visually impaired people.

Step 2: developers use the technology suggestions table, which is based on answers to the multiple-choice questions, to help in designing or evaluating technology solutions.

Step 3: developers construct a technology solution scenario by using the technology suggestions table to help in designing or evaluating the solution.

Step 4: developers draw the TEIF overview Interaction Diagram showing the interactions between 'People', 'Technology', and 'Objects' to help in designing the technology solution and evaluating how technologies can be best combined.

Step 5: developers draw the TEIF overview Use Case Diagram to help in designing the technology solution, and evaluating how technologies can be best combined by showing the 'location' of interaction activities and the actions of the people and object 'actors' that are required to carry out the related tasks with the technology.

Figure 4.1 shows the TEIF Method process. (Angkananon et al. 2015)

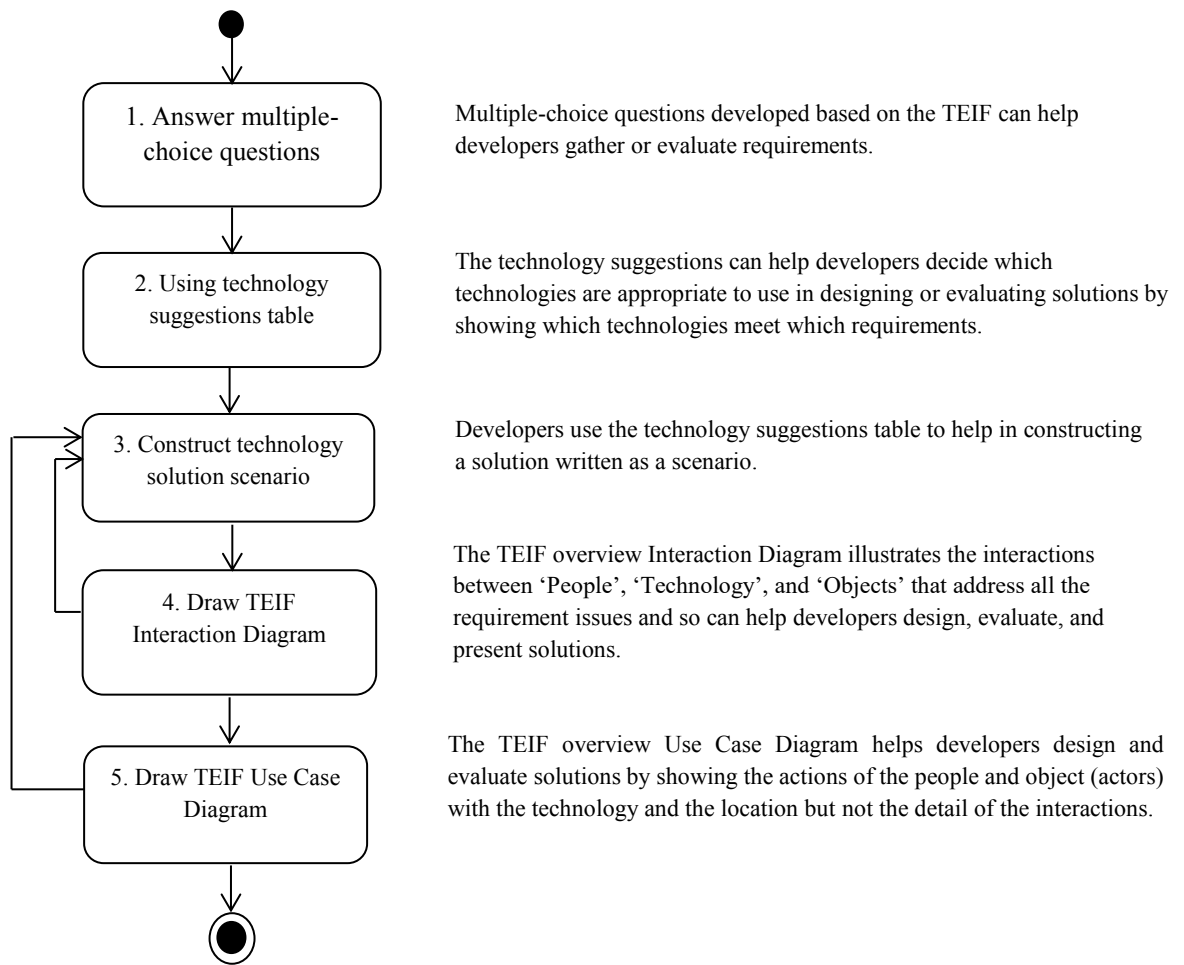


Figure 4.1 The steps used in the TEIF Method

Source: Angkananon et al (2015)

4.2 Develop requirements into questions and multiple choices

The TEIF Method helps developers gather or evaluate requirements by using multiple-choice questions which developed based on the TEIF. The questions help identify issues for which a technology solution is required. The questions are reproduced from Angkananon et al, (2015)

For the following example requirement questions ☐ means more than one answer can be chosen and ☐ means only one answer can be chosen. The example requirement questions which are shown below only include the ones that are related to the correct answer to the scenario provided.

- 1) What is the main purpose of the technology solution?
 - ☐ a. improve communication and interaction
 - ☐ b. make the service more interesting and exciting
 - ☐ c. improve the service efficiency in terms of time and ease of use
 - ☐ d. improve the storage and retrieval of information
 - ☐ e. improve the service more realistic and authentic
 - ☐ f. improve interaction accessible
- 2) Where and when does the scenario take place?
 - ☐ a. same time / same place
 - ☐ b. same time / different place
 - ☐ c. different time / same place
 - ☐ d. different time / different place
- 3) What main role do people have in the scenario?
 - ☐ a. presenter - audience (the presenter gives information to the ‘audience’ which could be only one person or many people and so controls the interaction. The audience can ask the presenter questions).
 - ☐ b. peer - peer (any person can give information or ask questions to any other person and therefore no one person controls interaction)
 - ☐ c. no communication between people only interaction with technology or objects
- 4) How many presenters and audience members are there?
 - ☐ a. one presenter – one audience member
 - ☐ b. one presenter – many audience members
 - ☐ c. many presenters – one audience member
 - ☐ d. many presenters – many audience members
- 5) Does the presenter have a disability?
 - ☐ a. Yes
 - ☐ b. No
- 6) What language does the presenter use?
 - ☐ a. English
 - ☐ b. Thai
 - ☐ c. other language
 - ☐ d. I do not know
- 7) What language does the audience use?
 - ☐ a. English
 - ☐ b. Thai
 - ☐ c. other language
 - ☐ d. I do not know

- 8) Does the audience have a disability?
- ☐ a. Yes
 - ☐ b. No
- 9) What kind of disability does the audience have?
- ☐ a. hearing impaired
 - ☐ b. visually impaired
 - ☐ c. physically impaired
 - ☐ d. none
- 10) What level of visual impairment does the presenter have?
- ☐ a. blind
 - ☐ b. has some useful sight
 - ☐ c. I do not know
- 11) What interaction types occur in the scenario?
- ☐ a. people to people
 - ☐ b. people to objects
 - ☐ c. people to technology
 - ☐ d. people to technology to people
 - ☐ e. people to technology to objects
- 12) What type of technology would be appropriate for the solution to the scenario?
- ☐ a. online technology (Internet)
 - ☐ b. off-line technology
 - ☐ c. either
 - ☐ d. I do not know
- 13) What type of technology devices would be appropriate for the solution to the scenario?
- ☐ a. mobile devices
 - ☐ b. non-mobile devices
 - ☐ c. either
 - ☐ d. I don't know
- 14) What media is used to provide information?
- ☐ a. Non-text image
 - ☐ b. Printed text
 - ☐ c. Handwritten text
 - ☐ d. non accessible electronic files
 - ☐ e. accessible electronic files e.g. pdf
- 15) Is live support available?
- ☐ a. Yes
 - ☐ b. No
- 16) Is there “Deixis”?
- ☐ a. Yes
 - ☐ b. No
- 17) Where does the situation take place?
- ☐ a. indoors
 - ☐ b. outdoors
 - ☐ c. both
 - ☐ d. I do not know

18) What are the two main environmental considerations identified that impact the scenario?

- ☐ a. noise (Background noise affects everyone's ability to hear and understand what is said.)
- ☐ b. room acoustics (surface (e.g. walls, windows, tile) and objects within every room interact to produce reverberation in response to sound.)
- ☐ c. distance (How far is the audience standing from the presenter? The further a student is from the presenter or sound source, the softer the sound they receive.)
- ☐ d. visual access (How well can the audience see everything that is happening in different locations?)
- ☐ e. lighting (Inadequate lighting or large banks of windows can be challenging for deaf or hard of hearing audience because they cannot see the speakers face well or an interpreter may be located in shadows)

19) Does the customer require a low cost solution?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No
- ☐ c. not mention

20) Should the technology solution work on a smart phone?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No
- ☐ c. not mention

Tables 4.1 and 4.2 shows the relationship between the example 20 multiple-choice requirement questions for visually impairment, main components, and sub-components in the TEIF Method.

Table 4.1 Questions and answers for five scenarios (Angkananon et al. 2014)

Requirement Questions	Scenarios				
	Blind people shop for groceries	Blind person crosses the road	Finding rooms or buildings	Problem in studying at the University	Shadow Puppet Museum Scenario
1) What is the main purpose of the technology solution?	a. improve communication and interaction	f. improve interaction accessible	f. improve interaction	a. improve communication and interaction	a. improve communication and interaction
2) Where and when does the scenario take place?	a. same time / same place b. peer - peer	a. same time / same place	a. same time / same place	a. same time / same place	a. same time / same place
3) What main role do people have in the scenario? (if the answer is 'a' go to question 4, otherwise go to question 5)	b. peer - peer	c. no communication between people only interaction with technology or objects	a. presenter - audience	a. presenter - audience	a. presenter – audience c. interaction with technology or objects
4) How many presenters and audience members are there?	b. one presenter – one audience member	a. one presenter – one audience member	a. one presenter – one audience member	b. one presenter – many audience members	b. one presenter – many audience members
5) Does the presenter have a disability? (if the answer "a. Yes")	b. No	b. No doesn't have disability	b. No doesn't have disability	b. No	b. doesn't have disability
6) What language does the presenter use?	b. Thai	b. Thai	b. Thai	b. Thai	b. Thai
7) What language does the audience use?	b. Thai	b. Thai	b. Thai	b. Thai	b. Thai
8) Does the audience have a disability?	a. Yes	a. Yes, user has disability	a. audience has disability	a. Yes	a. audience has disability
9) What kind of disability does the audience have?	b. visually impaired	b. visually impaired	b. visually impaired	b. visually impaired	b. visually impaired
10) What level visual impaired does the presenter have?	a. blind	a. blind	a. blind	a. blind	a. blind
11) What interaction types occur in the scenario?	c. people to objects	b. people to objects c. people to technology	a. people to people b. people to objects c. people to technology d. people to technology to people	c. people to technology d. people to technology to people	a. people to people b. people to objects c. people to technology d. people to technology to people

Table 4.2 Questions and answers for five scenarios (Angkananon et al., 2014)

Requirement Questions	Scenarios				
	Blind people shop for groceries	Blind person crosses the road	Finding rooms or buildings	Problem in studying at the University	Shadow Puppet Museum Scenario
12) What type of technology would be appropriate for the solution to the scenario?	d. I do not know	d. I don't know	c. either online or offline technology	c. either	c. either
13) What type of technology devices would be appropriate for the solution to the	a. mobile devices	d. I don't know	a. mobile devices	a. mobile devices	a. mobile devices
14) What media is used to provide information?	a. non-text image (touching can) b. Printed text	d. non accessible technology	b. Printed text	a. non-text image b. Printed text c. Handwritten text d. non accessible electronic files	b. Printed text
15) Is live support available?	a. Yes	b. No	b. No	b. No	b. No
16) Is there "Deixis"?	a. Yes	b. No	a. Yes	a. Yes	a. Yes
17) Where does the situation take place?	a. indoors	c. both	c. both	a. indoors	a. indoors
18) What are the two main environmental considerations identified that impact the scenario? (What should I change to)	a. noise b. room acoustic c. distance	a. noise	a. noise	a. noise	a. noise
19) Does the customer require a low cost solution?	a. Yes	a. Yes	a. yes, low cost solutions	c. not mention	a. yes, low cost solutions
20) Should the technology solution work on a smart phone?	c. not mention	c. not mention	c. yes, visitors' mobile devices	c. not mention	c. yes, visitors' mobile devices

4.3 Develop five scenarios to test requirement questions and multiple choices

TEIF is a general framework applicable in various situations, and to verify this, five scenarios and technology solutions were considered during the development process: shopping for groceries, crossing the road, finding rooms and buildings, problems in studying at the university, and visiting the Shadow Puppet Museum. This showed that the TEIF was applicable in those scenarios. The scenarios were used to check whether the TEIF main components and sub-components worked with multiple scenarios and disabilities. These scenarios were checked against the TEIF components and subcomponents by a researcher and expert as shown in Tables 4.3 which show which requirements relate to which components and sub-components.

Table 4.3 The relationship between requirements, main and sub-components in TEIF.

Main Components	Sub-components	Requirement Questions
People	Role	3, 4, 11
	Ability / disability	5, 6, 7, 8, 9, 10
Objects	Dimension	11
	Property	11
	Content	14
Technology	Electronic	12, 13, 15, 20
	Non-electronic	12, 14
	User Interface	12, 13
	Application or service	12, 13, 15
	Cost	19
Interactions and Communication	People-People (P-P)	11
	People-Objects (P-O)	11
	People-Technology (P-T)	11
	People-Technology-People (P-T-P)	11, 16
	People-Technology-Objects (P-T-O)	11, 16
Time/Place	Time	2
	Place	2
Context	Location	17
	Weather condition	18
	Signal type and quality	17, 18
	Background Noise	18
	Lighting	18
Interaction Layer	<i>Culture</i>	6, 7, 19
	<i>Intentionality</i>	1, 3, 4, 11
	<i>Knowledge</i>	14
	<i>Action</i>	11
	<i>Expression</i>	5, 8, 9, 10
	<i>Physical</i>	2, 12, 13, 17, 18, 20

Source: Angkananon et al (2015)

The five scenarios are as follows and were presented in Angkananon et al. (2017):

Scenario 1: a blind people shop for groceries

Toto is a blind person who goes shopping at Tesco Lotus in Suratthani, Thailand. Toto finds that there are many kinds of food that he can identify by touch, such as fruits and vegetables, hot dogs, chicken, and other items. However, ¹things like cans of soup, cereal boxes, cartons of milk, and other things may be hard to identify. Once Toto wanted to buy a box of cake for his mum as a birthday gift but ²he did not know where is the cake section so he had to ask someone for help. When he got to the cake section, ³he did not know what type of cake do they sell on the day. ⁴He also didn't know the price of the cake so he was a bit worried about being short of money. He decided to take a small box then go to cashier to pay and luckily the price of the cake was less than the money he had so he bought it. On the way, Toto asked a member of staff how to get to the cashier. There is background music playing in the store and there is a lot of noise from the shoppers and their trolleys. The staff member told him to walk through the corridor, he will pass the clothes' section then turn right. The staff member points out the directions with his hand. The cashier will be on his left hand side. ⁵Toto was not so sure when he will pass the clothes' section and ⁶how far he should walk but he followed the directions and finally he reached the destination.

When he got home he gave the cake to his mum, and ⁷his mum found that the sell by date had already expired as Toto could not see the expired date. If his mum did not point it out, Toto might get sick by eating expired food. Since then, Toto likes to shop with a friend who will help to find things and can read the different brands, types, price and expiry date for him. When he has to go shopping alone he prefers to ask a store employee who can help find the groceries instead of shopping on his own.

However, Toto still wants to be able to shop on his own. He would like to have a low cost technology that can assist him to shop on his own with a mobile device. Therefore, he could carry it with him everywhere.

Table 4.4 The relationship between problems, possible solutions, and interaction types (Angkananon et. al. 2017)

Actions	Interaction Issues	Possible Solutions
1. Toto cannot identify things like cans of soup, cereal boxes, cartons of milk, and other things by touching.	P-O	1) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface 2) braille labels to tell a name of product 3) audio description to explain the information of things 4) Interactive content management systems, and interactive handheld devices, providing information in various forms. 5) FingerReader, a device designed by MIT, providing an ability to read the book by scanning text with a finger. 6) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable devices by the University of Oxford, could read the information.
2. Toto wanted to buy a box of cake for his mum as a birthday gift but he did not know where is the cake section.	P-O	1) Using indoor navigation to navigate the way in the building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML 2) Audio-tactile maps 3) Brail compass to tell the direction 4) Brail labels regarding food sections 5) RFID sensor to tell the position of the food sections
3. Toto did not know what type of cake do they sell on the day.	P-O	1) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface 2) Braille labels to tell the products 3) Audio description to explain the information of things 4) FingerReader, a device designed by MIT, providing an ability to read the book by scanning text with a finger.
4. Toto also doesn't know the price of the cake so he was a bit	P-O	1) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart

Actions	Interaction Issues	Possible Solutions
worried about being short of money.		camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface 2) braille labels to tell the price 3) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could read the information. 4) Audio description to explain the information of things 5) FingerReader, a device designed by MIT, providing an ability to read the book by scanning text with a finger.
5. Toto is not sure when he will pass the clothes section.	P-O	1) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface using text to speech technology. 2) Assisted Vision Smart Glasses 3) Smart guide dog autonomous system 4) TapTapSee, an iOS application giving information about objects and background via picture. 5) indoor navigation to navigate the way in building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML. 6) audio-tactile maps navigation to navigate the way in the building. 7) braille compass to tell the direction.
6. Toto is not so sure how far he should walk to get to the destination.	P-O	1) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface using text to speech technology. 2) Assisted Vision Smart Glasses 3) Smart guide dog autonomous system 4) TapTapSee, an iOS application giving information about objects and background via picture.

Actions	Interaction Issues	Possible Solutions
		5) Using indoor navigation to navigate the way in the building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML 6) audio-tactile maps 7) Tactile pavement, Braille, compass to tell the direction, information regarding positions
7. Toto doesn't know the cake has already expired because he cannot see the information.	P-O	1) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface 2) Braille labels to tell the expired date 3) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could read the information. 4) Audio description to explain the information of things 5) FingerReader, a device designed by MIT, providing an ability to read the book by scanning text with a finger.

Table 4.4 shows an analysis of the interaction issues arising from the actions with corresponding possible solutions and changes required for these solutions. This analysis can help the developer decide on the appropriate solution.

Action 1: *Toto cannot identify things like cans of soup, cereal boxes, cartons of milk, and other things by touching.*

Interaction issues: *(P-O) Toto cannot identify things like cans of soup, cereal boxes, cartons of milk, and other things by touching.*

Possible solutions:

- i. Toto could use OrCamMyEye to read information from any surface.
- ii. Toto could use braille labels to tell a name of products.
- iii. Toto could use an audio description to explain the information of products.
- iv. Toto could use interactive content management systems, and interactive handheld devices, providing information about product in various forms.
- v. Toto could use the FingerReader to read the information of products by scanning text with a finger.
- vi. Toto could use the Assisted Vision Smart Glasses to read the information.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology

- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology
- vi. Technology

Action 2: Toto wanted to buy a box of cake for his mum as a birthday gift but he did not know where the cake section is.

Interaction issues: (P-O) Toto wanted to buy a box of cake for his mum as a birthday gift but he did not know where the cake section is.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Toto could use indoor navigation to navigate the way in building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML.
- ii. (P-T-O) Toto could use audio-tactile maps navigation to navigate the way in the building.
- iii. (P-T-O) Toto could use compass to tell the direction.
- iv. (P-T-O) Toto could use brail labels regarding food sections.
- v. (P-T-O) Toto could use RFID sensor to tell the position of the food sections.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology
- vi. Technology

Action 3: Toto did not know what type of cake do they sell on the day.

Interaction issues: (P-O) Toto did not know what type of cake do they sell on the day.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Toto could use OrCamMyEye to read information from any surface.
- ii. (P-T-O) Toto could use braille labels to tell the products' information.
- iii. (P-T-O) Toto could use audio description to explain the information of products.
- iv. (P-T-O) Toto could use the FingerReader to read the book by scanning text with a finger.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- iv. Technology

Action 4: Toto also doesn't know the price of the cake so he was a bit worried about being short of money.

Interaction issues: (P-O) Toto also doesn't know the price of the cake so he was a bit worried about being short of money.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Toto could use OrCamMyEye to read information from any surface.
- ii. (P-T-O) Toto could use braille labels to tell the products' prices.

- iii. (P-T-O) Toto could use the Assisted Vision Smart Glasses to read the information.
- iv. (P-T-O) Toto could use audio description to explain the information of products.
- v. (P-T-O) Toto could use the FingerReader to read the book by scanning text with a finger.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology

Action 5: Toto is not sure when he will pass the cloths section.

Interaction issues: (P-O) Toto is not sure when he will pass the cloths section.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Toto could use OrCamMyEye to read information from any surface.
- ii. (P-T-O) Toto could use the Assisted Vision Smart Glasses to read the information.
- iii. (P-T-O) Toto could use the smart guide dog autonomous system to navigate the way.
- iv. (P-T-O) Toto could use the TapTapSee to read information about objects and background via picture.
- v. (P-T-O) Toto could use indoor navigation to navigate the way in building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML.
- vi. (P-T-O) Toto could use audio-tactile maps navigation to navigate the way in the building.
- vii. (P-T-O) Toto could use brail compass to tell the direction.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- iv. Technology

Action 6: Toto is not so sure how far he should walk to get to the destination.

Interaction issues: (P-O) Toto is not so sure how far he should walk to get to the destination.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Toto could use OrCamMyEye to read information from any surface.
- ii. (P-T-O) Toto could use the Assisted Vision Smart Glasses to read the information.
- iii. (P-T-O) Toto could use the smart guide dog autonomous system to navigate the way.
- iv. (P-T-O) Toto could use the TapTapSee to read information about objects and background via picture.
- v. (P-T-O) Totocould use indoor navigation to navigate the way in building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML.
- vi. (P-T-O) Toto could use audio-tactile maps navigation to navigate the way in the building.

vii. (P-T-O) Toto could use tactile pavement, Braille, compass to tell the direction, information regarding positions.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology
- vi. Technology
- vii. Technology

Action 7: Toto bought expired cake as he could not see it.

Interaction issues: (P-O) Toto bought expired cake as he could not see it.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Toto could use OrCamMyEye to read information from any surface.
- ii. (P-T-O) Toto could use braille labels to tell the expired date.
- ii. (P-T-O) Toto could use the Assisted Vision Smart Glasses to read the information.
- iv. (P-T-O) Toto could use audio description to explain the information of products.
- v. (P-T-O) Toto could use the FingerReader to read the book by scanning text with a finger.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology

Table 4.5 shows Technology Suggestion Table for Scenario 1.

Table 4.5 Technology Suggestion Table for Scenario 1: a blind people shop for groceries

Technology Description	1a improve communication & interaction	2a same time / same place	3b peer - peer	4b one presenter – many audience members	5b presenter has no	6b Thai	7 b Thai	8a audience has disability	9b visually impairment	10a blind	11c P-T	12d I don't know type of	13a mobile devices	14a Non text Image	14b Printed text	15a Yes live support	16a Yes deixis	17a indoors	18a. noise	19a Yes low cost	20c smart phone not
1. OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
2. Braille labels to tell a name of product	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Audio description to explain the information of things	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓
4. Interactive content management systems, and interactive handheld devices, providing information in various forms.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓
5. FingerReader, a device designed by MIT, providing an ability to read the book by scanning text with a finger.	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗

Technology Description																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
6. Assisted Vision Smart Glasses, a wearable devices by the University of Oxford, could read the information. 7. Indoor navigation to navigate the way in the building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML 8. Audio-tactile maps 9. Brail compass to tell the direction 10. Brail labels regarding food sections 11. RFID sensor to tell the position of the food sections 12. Smart guide dog autonomous system 13. TapTapSee, an iOS application giving information about objects and background via picture. 14. Tactile pavement, Braille, compass to tell the direction, information regarding positions		1a improve communication &interaction		2a same time / same place		3b peer - peer		4b one presenter – many audience members		5b presenter has no		6b Thai		7 b Thai		8a audience has disability		9b visually impairment		10a blind		11c P-T		12d I don’t know type of		13a mobile devices		14a Non text Image		14b Printed text		15a Yes live support		16a Yes deixis		17a indoors		18a. noise		19a Yes low cost		20c smart phone not																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓</

Scenario 2: a blind person crosses the road

Nong is a blind person since birth. He usually travels alone with his white cane. Unfortunately, the traffic lights in Suratthani or even in Thailand, a blind person, like ¹ “Nong” cannot cross the road independently because we do not have a vibrating system for blind people to cross the road. On the familiar road, Nong normally crosses the road by listening to the sounds of the traffic in the safe road, if there is a silent sound then he crosses the road. When there is a red light at the traffic light at the intersection, it is easier to hear when the cars going across in front of him begin to slow down and stop, and when the cars along the side of him start to move. However, ² Nong finds it difficult to cross the road on small roads that have no traffic lights as he always listens to hear if there are any cars coming then crosses the road. ³ Nong cannot cross the road independently in a new environment. He preferred to ask for help in a new environment if there are people around. He found that crossing in the new environment is very difficult because he is not sure where is he and sometimes is a block away from where he thinks he is. ⁴ Nong is not confident to cross the road when there are a lot of motorbikes because the motorbikes’ drivers do not follow the traffic rule. It is very difficult for him to cross the road independently.

From the scenario, Nong would like to have a low cost technology that can assist him travel independently.

Table 4.6 the relationships between actions, interaction issues, and possible solutions of Finding rooms or buildings

Actions	Interaction Issues	Possible Solutions
1. Nong cannot cross the road independently as the traffic lights do not have a vibrating system.	P-T	1) Audio description with specific rhythm of sound 2) Traffic light or vibration system and guide dog to help cross the road 3) Zebra-Crossing Detection and Guidance function using image captured by smartphone, Google Maps Directions API, Pedestrian Signal Detection
2. Nong cannot cross small roads that have no traffic lights.	P-O	1) Zebra-Crossing Detection and Guidance function using image captured by smartphone, Google Maps Directions API, Pedestrian Signal Detection
3. Nong cannot travel on his own in a new environment.	P-O	1) White cane is used by many people who are blind or visually impaired. Its primary uses are as a mobility tool and as a courtesy to others, but there are at least five varieties, each serving a slightly different need. 2) Guide dog 3) Zebra-Crossing Detection and Guidance function using image captured by smartphone, Google Maps Directions API, Pedestrian Signal Detection
4. Nong is not confident to cross the road independently when lots of motorbikes around.	P-O	1) Guide dog are assistance dogs trained to lead blind and visually impaired people around obstacles. Although the dogs can be trained to

Actions	Interaction Issues	Possible Solutions
		navigate various obstacles, lots of them are (red-green) color blind and are not capable of interpreting street signs. 2) Zebra-Crossing Detection and Guidance function using image captured by smartphone, Google Maps Directions API, Pedestrian Signal Detection 3) Image process system can help this situation.

Action 1: Nong cannot cross the road independently.

Interaction issues: (P-O) Nong cannot cross the road independently as the traffic lights do not have a vibrating system.

2) traffic light or vibration system and guide dog to help cross the road

3) Zebra-Crossing Detection and Guidance function using image captured by smartphone, Google Maps Directions API, Pedestrian Signal Detection

Possible solutions:

i. (P-T) Nong could use audio description with specific rhythm of sound to assist cross the road.

ii. (P-T) Nong could use traffic light or vibration system and guide dog to help cross the road.

iii. (P-T) Nong could use Zebra-Crossing Detection and Guidance function using image captured by smartphone, Google Maps Directions API, Pedestrian Signal Detection

Changes required:

i. Technology

ii. Technology

iii. Technology

Action 2: Nong cannot cross small roads that have no traffic lights.

Interaction issues: (P-O) Nong cannot cross small roads that have no traffic lights.

Possible solutions:

i. (P-T) Nong could use Zebra-Crossing Detection and Guidance function using image captured by smartphone, Google Maps Directions API, Pedestrian Signal Detection

Changes required:

i. Technology

Action 3: Nong cannot travel on his own in a new environment.

Interaction issues: (P-O) Nong cannot travel on his own in a new environment.

Possible solutions:

i.(P-T) Nong could use white cane to assist him to travel independently in a new environment.

ii. (P-T) Nong could use guide dog to assist him to travel independently in a new environment.

iii. (P-T) Nong could use Zebra-Crossing Detection and Guidance function using image captured by smartphone, Google Maps Directions API, Pedestrian Signal Detection dog to assist him to travel independently in a new environment.

Changes required:

i. Technology

ii. Technology

iii. Technology

Action 4: Nong is not confident to cross the road independently when lots of motorbikes around.

Interaction issues: (P-O) Nong is not confident to cross the road independently when lots of motorbikes around.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Nong could use guide dog to assist him to travel independently in a new environment.
- ii. (P-T-O) Nong could use Zebra-Crossing Detection and Guidance function using image captured by smartphone, Google Maps Directions API, Pedestrian Signal Detection dog to assist him to travel independently when lots of motorbikes around.
- iii. (P-T-O) Nong could use image process system to assist him to travel independently when lots of motorbikes around.

Table 4.7 shows Technology Suggestion Table for scenario 2.

Table 4.7 Technology Suggestion Table for Scenario 2: a blind person crosses the road.

Technology Description	1. Audio description with specific rhythm of sound	✓	1f improve interaction accessible
	2. Traffic light or vibration system and guide dog to help cross the road	✓	✓ 2a same time / same place
	3. Zebra-Crossing Detection and Guidance function using image captured by smartphone, Google Maps Directions API, Pedestrian Signal Detection	✓	✓ 3c no communication between people only interaction with technology or objects
	4. White cane is used by many people who are blind or visually impaired. Its primary uses are as a mobility tool and as a courtesy to others, but there are at least five varieties, each serving a slightly different need.	✓	✓ 4a one presenter –one audience members
	5. Image process system can help this situation.	✓	✓ 5b No doesn't have disability
	6. Guide dog are assistance dogs trained to lead blind and visually impaired people around obstacles. Although the dogs can be trained to navigate various obstacles, lots of them are (red-green) color blind and are not capable of interpreting street signs.	✓	✓ 6b Thai
		✓	✓ 7b Thai
		✓	✓ 8a Yes , user has disability
		✓	✓ 9b visually impaired
		✓	✓ 10a blind
		✓	✓ 11b people to objects
		✓	✓ 11c P-T
		✓	✓ 12d I don't know which tech...
		✓	✓ 13d I don't know which type
		✓	✓ 14d non accessible technology
		✓	✓ 15b No in class support
		✓	✗ 16b No deixis
		✓	✓ 17c both indoor & outdoor
		✓	✗ 18a. noise
		✗	✓ 19a Yes low cost
		✓	✓ 20c not mention smart phone

Scenario 3: A blind person finds rooms or buildings

Nan is a new student at Suratthani Rajabhat University, Thailand, who is not familiar with the buildings. ¹She cannot find buildings and classrooms for her classes. Nan asks students who walk past how to get to the destination. The student tells her the way that “Room 5605 is on the sixth floor, you can either take the stairs or an even elevator (point at even floor elevator) to get to the even floor, then walk along the corridor after that you will pass the toilet on her left hand side, walk forward past two rooms and the destination will be on your right-hand side.” ²Nan is definitely confused when she received the information since she has never been to the building and the room before. Moreover, ³the old elevator has no audio information provided apart from text on the screen. ⁴Nan doesn’t even how to press the floor number or know about even or odd elevator numbers. ⁵Nan cannot travel independently. She requires someone to take her to the rooms.

From the scenario, Nan requires a mobile device that she can use to navigate her way around the university that she can use with her smartphone either on-line or offline technology which suit the solutions but low cost.

Table 4.8 the relationships between actions, interaction issues, and possible solutions of Finding rooms or buildings

Actions	Interaction Issues	Possible Solutions
1. Nan cannot find buildings and classrooms for her classes.	P-O	1) Using indoor navigation systems to navigate the way in the building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML 2) Tactile paving is a system of textured ground surface indicator found on footpaths, stairs and train station platforms to assist pedestrians who are blind or visually impaired. (https://en.wikipedia.org/wiki/Tactile_paving) 3) Braille compass to tell the direction, information regarding stairs, room number and name 4) Smart guide dog, autonomous system could also be used in this case. 5) Audio tactile maps are interactive devices. Electronic tactile talking touch pad instruments use Macromedia Flash software with audio files to convey information to the blind or visually impaired user. (https://en.wikipedia.org/wiki/Tactile_graphic#cite_not_e- 6) Using VizWiz, it is an iPhone app that allows blind users to receive quick answers to questions about their surroundings. (http://www.vizwiz.org/)
2. Nan is definitely confused when she received the information since	P-T-P	1) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface using text to speech technology.

Actions	Interaction Issues	Possible Solutions
she has never been to the building and the room before.		2) Assisted Vision Smart Glasses 3) Smart guide dog autonomous system 4) Using VizWiz, it is an iPhone app that allows blind users to receive quick answers to questions about their surroundings (http://www.vizwiz.org/)
3. The old elevator has no audio information provided apart from text on the screen.	P-T	1) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface using text to speech technology, audio description. (http://www.orcam.com/) 2) Assisted Vision Smart Glasses 3) TapTapSee, an iOS application giving information about objects and background via picture.
4. Nan doesn't even know how to press the floor number or know about even or odd evaluator.	P-T-O	1) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface using text to speech technology, audio description (http://www.orcam.com/) 2) Assisted Vision Smart Glasses is a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case. (http://www.digitaltrends.com/mobile/blind-technologies) 3) TapTapSee, an iOS application giving information about objects and background via picture.
5. Nan cannot travel dependently. She requires someone to take her to the rooms.	P-O	1) Using indoor navigation to navigate the way in the building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML 2) audio-tactile maps 3) tactile pavement, Braille, compass to tell the direction, information regarding stairs, room number and name 4) Smart guide dog, autonomous system 5) Using VizWiz, it is an iPhone app that allows blind users to receive quick answers to questions about their surroundings. (http://www.vizwiz.org/)

Table 4.8 shows an analysis of the interaction issues arising from the actions with corresponding possible solutions and changes required for these solutions. This analysis can help the developer decide on the appropriate solution.

Action 1: Nan tries to find buildings and classrooms but she couldn't get there.

Interaction issues: (P-O) Nan cannot find buildings and classrooms.

Possible solutions:

provides an accessible information to Nan:

- i. (P-T-O) Nan uses indoor navigation systems to navigate the way in the building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML.
- ii. Nan uses tactile pavement to assist to the buildings and rooms

- iii. Nan uses braille compass to tell the direction, information regarding stairs, room number and name
- iv. Nan could use a Smart guide dog, autonomous system to assist to the buildings and rooms
- v. Nan could use audio-tactile maps to assist to the buildings and rooms.
- vi. Nan could use VizWiz to receive quick answers to questions about their surroundings.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology
- vi. Technology

Action 2: Nan is definitely confused when she received the information.

Interaction issues: (P-P) Nan doesn't understand the information that she has received.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Nan uses the Cam MyEye to read from any surface using text to speech technology.
- ii. (P-T-O) Nan uses the Assisted Vision Smart Glasses to read information.
- iii. (P-T-O) Nan uses the Smart guide dog autonomous system to assist to the buildings and rooms.
- iv. (P-T-O) Nan uses the VizWiz to receive quick answers to questions about their surroundings.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- iv. Technology

Action 3: Nan cannot operate the elevator.

Interaction issues: (P-T-P) Nan cannot read the text on the screen.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Nan uses the Cam MyEye to read from any surface using text to speech technology.
- ii. (P-T-O) Nan uses the Assisted Vision Smart Glasses to read information.
- iii. (P-T-O) Nan uses the Smart guide dog autonomous system to assist to the buildings and rooms.
- iv. (P-T-O) Nan uses the VizWiz to receive quick answers to questions about their surroundings.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology

iv. Technology

Action 4: Nan cannot operate the elevator.

Interaction issues: (P-T-P) Nan doesn't even know how to press the floor number or know about even or odd evaluator.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Nan uses the OrCamMyEye to read from any surface using text to speech technology.
- ii. (P-T-O) Nan uses the Assisted Vision Smart Glasses to read information.
- iii. (P-T-O) Nan uses the TapTapSee to read information about objects and background via picture.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology

Action 5: Nan cannot travel dependently.

Interaction issues: (P-T-P) Nan cannot travel dependently.

Possible solutions:

- i. (P-T-O) Nan could use an indoor navigation to navigate the way in the building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML
- ii. (P-T-O) Nan could use audio-tactile maps to navigate the way in the building and rooms.
- iii. (P-T-O) Nan could use tactile pavement, Braille, compass to tell the direction, information regarding stairs, room number and name.
- iv (P-T-O) Nan could use a Smart guide dog, autonomous system to navigate the way in the building and rooms.
- v. Nan could use VizWiz to receive quick answers to questions about her surroundings.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- ivTechnology
- v Technology

Table 4.9 shows possible Technology Suggestion Table for scenario 3.

Table 4.9 Technology Suggestion Table for scenario 3: A blind person finds rooms or buildings

Technology Description	
1. Indoor navigation systems to navigate the way in the building e.g. Google Indoor Map, Indoor GML	1f improve interaction
2. Tactile paving is a system of textured ground surface indicator found on footpaths, stairs and train station platforms to assist pedestrians who are blind or visually impaired. (https://en.wikipedia.org/wiki/Tactile_paving)	2a same time / same place
3. Braille compass to tell the direction, information regarding stairs, room number and name	3a presenter – audience
4. Smart guide dog, autonomous system could also be used in this case.	4a one presenter – one audience member
5. Audio tactile maps are interactive devices. Electronic tactile talking touch pad instruments use Macromedia Flash software with audio files to convey information to the blind or visually impaired user. (https://en.wikipedia.org/wiki/Tactile_graphic#cite_note)	5b Presenter has no disability
	6b Thai
	7 b Thai
	8a Yes, have disability
	9b visually impaired
	10a blind
	11a people to people
	11b people to objects
	11c P-T
	11d P-T-P
	12c either online & offline
	13a mobile devices
	14b Printed text
	15b No live in class support
	16a yes Deixis
	17c both indoor & Outdoor
	18a noise
	19a yes , low cost solutions
	20c yes , visitors' mobile devices

Scenario 4: Problem of a blind students studying at the University

Golf is a blind student in the law faculty and the only one that being blind in the class. Golf normally sits in a front of the class as he wants to record the lectures. However, ¹ there is a lot of noise as teachers did not use the microphone and other students are also talking during the class. Therefore, the sound quality of the media file that he records is not so good. Golf uses Braille to take notes from the lecture sometimes but not so often because he is not familiar with braille.

During the class, a teacher teaches by talking in Thai because all students in the class are Thai.²When the teacher writes note on a blackboard, Golf does not know what the teacher writes. Golf sometimes asks a friend reads it for him. Also ³when the teacher refers to material by pointing at the board, Golf does not know what the teacher is pointing at. Sometimes, ⁴the teacher asked questions that related with the information on a board. Golf is not being able to answer as he does not understand the question. Sometimes ⁵the teacher gives students a case study to read in hard copy to read and analyse the case in class individually. Golf cannot read it so the teacher allows Golf to work in pair. Golf mentions to the teacher that, if she provides him a word file or information on the web then he will be able to read it. The teacher told him that she has only a pdf file only.

At the end of the class, ⁶the teacher shows an important book that every student need to read it. He is not sure what the book looks like. So he asks the teacher to touch the book. He can feel the size and thickness of the book. He normally pays for friends or professionals to turn books into text files by typing which is expensive for him as he doesn't receive financial support from university or family. He needs to do this otherwise he will not pass the course because there is no accessible material for him. ⁷Golf find it difficult when pictures, graphs or multimedia appear; he requires a detail explanation of these medias in order to fully understand.

From the scenario above Golf requires mobile devices that he can use in the class and at home. It can be online or offline, he does not mind if it is suitable to solve the problems.

Table 4.10 The relationship between problems, possible solutions, and interaction types

Actions	Interaction issues	Possible Solutions
1. Golf normally takes note by recording the lectures but the sound quality of the media file is not so good. It has a lot of noise, as teachers did not use the microphone and other students are also talking during the class.	P-T-P	1) Teacher uses microphone when talk to students that can reduce the noise.

Actions	Interaction issues	Possible Solutions
2. When the teacher writes note on a blackboard, Golf does not know what the teacher writes.	P-T-P	1) Teacher only uses pre-prepared accessible slides which Golf has access to before the lecture 2) Teacher or another student or helper read information aloud/explain it for Golf 3) Helper annotates drawing on screen with text information 4) Camera focused on board with OCR used to read text 5) Use electronic whiteboard with OCR used to read text 6) Use pre-prepared tactile diagram 7) Use electronic tactile display 8) Use OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera to read from any surface. 9) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case. 10) Optical Character Recognition (OCR) 11) Hand Writing Recognition (HWR) 12) Screen reading technology
3. When the teacher refers to material by pointing at the board, Golf does not know what the teacher is pointing at.	P-T-P	1) Teacher or another student or helper read information aloud/explain it for Golf 2) Pre-prepared tactile diagram with camera tracking of teacher's pointing and haptic glove 3) Camera focused on board with OCR used to read text 4) Use electronic whiteboard with OCR used to read text 5) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface. 6) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case. (http://www.digitaltrends.com/mobile/blind-technologies)

Actions	Interaction issues	Possible Solutions
		7) Camera and haptic glove tracking of teacher's pointing used with tactile diagram/display
4. The teacher asked questions that related with the information on a board. Golf is not being able to answer as he does not understand the question.	P-T-P	1) Helper annotates drawing on screen with text information 2) Camera focused on board with OCR used to read text 3) Use electronic whiteboard with OCR used to read text 4) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface. 5) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case. (http://www.digitaltrends.com/mobile/blind-technologies)
5. The teacher gives students a case study to read in hard copy to read and analyse the case in class individually. Golf cannot read it.	P-T-P	1) Camera focused on board with OCR used to read text 2) Use electronic whiteboard with OCR used to read text 3) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface. 4) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case. (http://www.digitaltrends.com/mobile/blind-technologies) 5) There is an ongoing research talking about "FingerReader", a device designed by MIT, providing an ability to read the book by scanning text with a finger.
6. The teacher shows an important book that every student need to buy and read it, but Golf cannot see it.	P-T-P	1) Camera focused on board with OCR used to read text 2) Use electronic whiteboard with OCR used to read text 3) OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart

Actions	Interaction issues	Possible Solutions
		camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface. 4) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case. 5) There is an ongoing research talking about “FingerReader”, a device designed by MIT, providing an ability to read the book by scanning text with a finger.
7. Golf find it difficult when pictures, graphs or multimedia appear	P-T-P	1) tactile diagram 2) alt tag that explains the detail of the graphs via a screen reader 3) Diagram mediated text annotation 4) Live electronic tactile display

Table 4.10 shows an analysis of the interaction issues arising from the actions with corresponding possible solutions and changes required for these solutions. This analysis can help the developer decide on the appropriate solution.

Action 1: Golf records teacher voice in the noise environment

Interaction issues: (P-T-P) Golf unable to hear the recording properly with background noise

Possible solutions:

i. (P-T-P) Teacher uses microphone when talk to students that can reduce the noise.

Action 2: Teacher writes/draw on board

Interaction issues: (P-T-P) Golf unable to see/understand what is being written/drawn on board

Possible solutions:

i.(P-T-P) Teacher only uses pre-prepared accessible slides which Golf has access to before the lecture

ii. (P-P) Teacher or another student or helper read information aloud/explain it for Golf

iii. (P-T-P) Helper annotates drawing on screen with text information

iv. (P-T-P) Golf uses camera focused on board with OCR used to read text

v. (P-T-P) Golf uses electronic whiteboard with OCR used to read text

vi. (P-T-P) Golf uses pre-prepared tactile diagram

vii. (P-T-P) Golf uses electronic tactile display

viii. (P-T-P) Golf uses OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera to read from any surface

ixiii. (P-T-P) Golf uses Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case

Changes required:

i. Teacher behavior

- ii. Teacher or other students' behaviour or additional helper
- iii. Technology with in class helper
- iv. Technology
- v. Technology
- vi. Technology pre-prepared by helper
- vii. Technology
- viii. Technology
- viiii. Technology

Action 3: Teacher points to writing/drawing on board

Interaction issues: (P-T-P with diexis) Golf unable to see/understand what is being pointed at.

Possible solutions:

- i. (P-P) A teacher or another student or helper explains what the teacher is pointing at
- ii. (P-T-P) A teacher provides pre-prepared tactile diagram with camera tracking of teacher's pointing and haptic glove (further development is required before this can be a feasible and affordable solution)
- iii. (P-T-P) A teacher uses Camera focused on board with OCR used to read text
- iv. (P-T-P) A teacher uses an electronic tactile display with camera tracking of teacher's pointing and haptic glove (further development is required before this can be a feasible and affordable solution)
- v. (P-T-P) A teacher uses an OrCamMyEye software which is an intuitive wearable device with a smart camera to read from any surface
- vi. (P-T-P) Golf uses an Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case

Changes required:

- i. Teacher/other students: behaviour or additional helper
- ii. Technology pre-prepared by helper
- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology
- vi. Technology

Action 4: Teacher asks a question that related to the information on a board

Interaction issues: (P-T-P with diexis) Golf unable to see/understand what is referring to

Possible solutions:

- i. (P-P) A teacher or another student or helper explains what the teacher is referring to
- ii. (P-T-P) A teacher provides pre-prepared tactile diagram with camera tracking of teacher's referring and haptic glove (further development is required before this can be a feasible and affordable solution)
- iii. (P-T-P) A teacher uses camera focused on board with OCR used to read text.
- iv. (P-T-P) A teacher uses an electronic tactile display with camera tracking of teacher's pointing and haptic glove (further development is required before this can be a feasible and affordable solution)
- v. (P-T-P) Golf uses an OrCamMyEye software which is an intuitive wearable device with a smart camera to read from any surface
- vi. (P-T-P) Golf uses an Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case.

Changes required:

- i. Teacher/other students: behaviour or additional helper
- ii. Technology pre-prepared by helper

- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology
- vi. Technology

Action 5: Teacher gives a paper to Golf to read

Interaction issues: (P-T-P) Golf unable to see/understand what is being written

Possible solutions:

- i. (P-P) A teacher or another student or helper reads it for Golf
- ii. (P-T-P) A teacher uses a camera focused on board with OCR used to read text
- iii. (P-T-P) A teacher uses an electronic tactile display with camera tracking of teacher's pointing and haptic glove (further development is required before this can be a feasible and affordable solution)
- iv. (P-T-P) Golf uses anOrCamMyEye software which is an intuitive wearable device with a smart camera to read from any surface
- v. (P-T-P) Golf uses the Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case
- vi.(P-T-P) Golf uses the FingerReader software is providing an ability to read the book by scanning text with a finger.

Changes required:

- i. Teacher/other students: behaviour or additional helper
- ii. Technology pre-prepared by helper
- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology
- vi. Technology

Action 6: Teacher shows a book to students

Interaction issues: (P-T-P) Golf unable to see/understand what is being written

Possible solutions:

- i. (P-P) Teacher or another student or helper reads it for Golf
- ii. (P-T-P) Camera focused on board with OCR used to read text
- iii. (P-T-P) Electronic tactile display with camera tracking of teacher's pointing and haptic glove (further development is required before this can be a feasible and affordable solution)
- iv. (P-T-P) Use OrCamMyEye, an intuitive wearable device with a smart camera to read from any surface
- v. (P-T-P) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case
- vi. (P-T-P) FingerReader is providing an ability to read the book by scanning text with a finger.

Changes required:

- i. Teacher/other students: behaviour or additional helper
- ii. Technology pre-prepared by helper
- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology
- vi. Technology

Action 7: Teacher shows a graph / diagram to students

Interaction issues: (P-T-P) Golf unable to see/understand what is being written

Possible solutions:

- i. (P-P) Teacher or another student or helper reads it for Golf

- ii. (P-T-P) Electronic tactile display with camera tracking of teacher's pointing and haptic glove (further development is required before this can be a feasible and affordable solution)
- iii. Electronic file that has alt tag with detailed explanation using a screen reader to read it out loud.

Changes required:

- i. Teacher/other students: behaviour or additional helper
- ii. Technology pre-prepared by helper
- iii. Technology

Table 4.11 shows the Technology Suggestion Table of scenario 4.

Table 4.11 Technology Suggestion Table for scenario 4: Problem of a blind students studying at the University

[illegible]

Scenario 5: a blind person visits the Shadow Puppet Museum Scenario

Non has been blind since birth and visits an in situ shadow puppet museum in Nakhon Si Thammarat, Thailand which is run by Suchat Trapsin who only speaks Thai and has no disability. He can only speak Thai to the visitors. There are exhibits of puppets, folk art, and potteries, inside the museum.¹ There is some printed text information provided in text format inside the museum to explain puppets' names and where are they from which helps tourists to explore rooms in the museum by themselves. Unfortunately, people are not allowed to touch exhibits so ²Non cannot gain information from touching the puppets, folk art, and pottery exhibits. Therefore, Non required someone to explain the information to him. ³Non cannot get access to all parts of the museum independently which requires staff to help navigation because Suchat's house is a Thai traditional house in which visitors have to climb up a ladder. Moreover, for ⁴the fragile exhibits like pottery and glass, navigating around the rooms without vision could damage them easily as the museum has not been well designed for blind people, and so requires a staff member to lead the way.

Normally, Suchat will give a puppet show to visitors by talking behind the screen and playing music. Non can hear the story of the show but ⁵cannot see the movement of the puppets (e.g. pointing) and cannot tell which puppet actor is on at any moment of the show and cannot imagine the appearance of each puppet as each puppet will have different characteristic eg. "Teng" is tall, thin, long body and short legs and receding hair. Therefore, Non required someone to explain the appearance of each puppet to get to understand them before the show starts. Suchat requires a low cost, online technology so he can save cost by using visitors' mobile devices.

Table 4.12 the relationship between problems, possible solutions, and interaction types

Actions	Interaction Issues	Possible Solutions
1. Non cannot see a text format to explain puppets' names and where are they from	P-T	1) Provide audio description to explain the information about puppets by providing number to press on mobile device e.g. No 1 explain "Teng" (Puppet's name), or using Screen Reading Technology to read text aloud. 2) Interactive content management systems, and interactive handheld devices, providing the information in various forms. 3) Screen Reading Technology (SRT) automatically reads displayed text aloud and allows blind user to navigate screen 4) Optical Character Recognition (OCR) converts a text image into text that can be read by a screen reader 5) Live electronic tactile display: a dynamic 3D representation of a diagram that can be explored by touch by a blind person 6) OrCamMyEye: An intuitive wearable device with a smart camera empowering

Actions	Interaction Issues	Possible Solutions
		people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface. 7) FingerReader: a device designed by MIT, providing an ability to read the book by scanning text with a finger.
2. Non cannot touch puppet exhibits.	P-T-P	1) Provide tactile graphic for puppets and folk arts, and tactile model for potteries, 3D print models that can be touched. 2) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case. (http://www.digitaltrends.com/mobile/blind-technologies)
3. Non cannot get access to all parts of the museum independently as he required staff to help navigation	P-O	1) Using indoor navigation systems or indoor maps to navigate the way in the museum e.g. Google Indoor Map, Indoor GML, audio-tactile maps, tactile pavement, commercial products (Indoo.rs, and Wifarer) 2) Speaking Compass to tell the direction, information regarding stairs, room number and name 3) use bumps on ground a blind person can feel through his shoes
4. The fragile exhibits like pottery and glass, when navigating around the rooms without vision could be damaged easily when the museum has not been well designed for blind people	P-O	1) Provide rail with braille labels to tell a position of the exhibits 2) RFID sensor to tell the position of the exhibits 3) Obstacle Detection' technology 4) use bumps on ground a blind person can feel through their shoes
5. Non cannot see the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment.	P-T-P	1) Provide audio description to explain the characteristic and appearance of each puppet 2) Using Screen Reading Technology to read text about puppet aloud from interactive content management systems, and interactive handheld devices, providing the information in various forms

Table 4.12 shows an analysis of the interaction issues arising from the actions with corresponding possible solutions and changes required for these solutions. This analysis can help the developer decide on the appropriate solution.

Action 1: Non cannot see a text format to explain puppets' names and where are they from

Interaction issues: (P-T) Non cannot see and understand a text format to explain puppets' names and where are they from

Possible solutions:

Museum owner provides an accessible information to Non:

- i. (P-T) A museum owner provides audio description to explain the information about puppets by providing number to press on mobile device e.g. No 1 explain "Teng" (Puppet's name), or using Screen Reading Technology to read text aloud.
- ii (P-T) A museum owner provides interactive content management systems, and interactive handheld devices, providing the information in various forms.
- iii (P-T-P) Non uses live electronic tactile display, a dynamic 3D representation of a diagram that can be explored by touched.
- iv (P-T-P) Non uses a Screen Reading Technology (SRT) automatically reads displayed text aloud and allows blind user to navigate screen.
- v (P-T-P) Non uses Optical Character Recognition (OCR) converts a text image into text that can be read by a screen reader.
- vi. (P-T-P) Non uses anOrCamMyEye software which is an intuitive wearable device with a smart camera to read from any surface.
- vii. (P-T-P) Non uses the FingerReader software is providing an ability to read the book by scanning text with a finger.
- viii. (P-T-P) Non uses the Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- iv. Technology
- v. Technology
- vi. Technology
- vii. Technology
- viii. Technology

Action 2: Non cannot see a text format to explain puppets' names and where they are from

Interaction issues: (P-T) Non cannot see and understand a text format to explain puppets' names and where are they from

Possible solutions:

- i. (P-T) A museum owner provides tactile graphic for puppets and folk arts, and tactile model for potteries, 3D print models that can be touched.
- ii. (P-T) Assisted Vision Smart Glasses, a wearable device by the University of Oxford, could be used in this case.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology

Action 3: Non cannot get access to all parts of the museum independently as he required staff to help navigation.

Interaction issues: (P-O) Non unable to go to all parts of the museum independently.

Possible solutions:

- i.(P-T-O) Non uses indoor navigation systems or indoor maps to navigate the way in the museum e.g. Google Indoor Map, Indoor GML, audio-tactile maps, tactile pavement, commercial products (Indoors, and Wifarer)
- ii (P-T-O) Non uses speaking compass to tell the direction, information regarding stairs, room number and name
- iii (P-T-O) Non uses bumps on ground a blind person can feel through his shoes

Changes required:

- i. additional helper to help navigate the museum
- ii. Technology
- iii. Technology

Action 4: Non could damage the fragile exhibits like pottery and glass easily as the museum has not been well designed for blind people.

Interaction issues: (P-O) Non could damage the fragile exhibits like pottery and glass easily.

Possible solutions:

- i.(P-T-O) A museum owner provides rail with braille labels to tell a position of the exhibits.
- ii (P-T-O) Non uses RFID sensor to tell the position of the exhibits.
- iii (P-T-O) Non uses Obstacle Detection' technology to navigate inside the museum.
- iv (P-T-O)Non uses road crossings bumps on ground a blind person can feel through their shoes.

Changes required:

- i. Technology
- ii. Technology
- iii. Technology
- vi. Technology

Action 5: Non cannot see the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment.

Interaction issues: (P-T-P) Non cannot see/understand the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment.

Possible solutions:

- i.(P-T-P) A museum owner provides an interactive content management system and interactive handheld devices providing the information in various forms e.g. Non uses an audio description to explain the characteristic and appearance of each puppet or Non uses a Screen Reading Technology to read text about puppet aloud.

Changes required:

- i. Technology

Table 4.13 shows Technology Suggestion Table of scenario 4.

Table 4.13 The Technology Suggestion Table of scenario 4.

Technology Description	1.1a Improve communication interaction	1.2a same time / same place	1.3a presenter – audience	1.4b one presenter – many audience members	1.5b No disability	1.6b Thai	1.7 b Thai	1.8a Yes audience has disability	1.9b visually impaired	1.10a blind	1.11c P-T	1.11d P-T-P	1.12c either online & offline	1.13a mobile devices	1.14a Non text Image	1.14b Printed text	1.14c Handwritten text	1.14d no accessible electronic	1.15b No in class support	1.16a deklis	1.17 a indoors	1.18a noise	1.19c low cost not mention	1.20c work on smartphone not mention
1. Audio description to explain the information about puppets by providing number to press on mobile device e.g. No 1 explain “Teng” (Puppet’s name), or using Screen Reading Technology to read text aloud	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓
2. Interactive content management systems, and interactive handheld devices, providing the information in various forms.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓
3. Tactile graphic for puppets and folk arts: “Tactile graphics are a means of conveying non-textual information to people who are blind or visually impaired, and may include tactile representations of pictures, maps, graphs, diagrams, and other images.” (http://www.pathstoliteracy.org/tactile-graphics)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗

Technology suggestions and descriptions are provided in a table with indications of how they meet the requirements of these technology suggestions are shown in Table 13 to Table 17. The technology suggestions are based upon an analysis of answers to the requirement questions. Note that the column furthest to the right (Total score) shows the number of scenario requirements met by each technology suggestion. Ticks indicate the requirement is met by the suggested technology) and crosses indicate the requirement is not met by the suggested technology. The online version uses tooltips to display the explanations for the ticks or crosses will develop in a next stage.

4.4 Develop Experiment Material

For Thai version is in Appendix F (TEIF Method) and G (Other Method).

Scenario:

Non is a blind person who visits an in situ shadow puppet museum in Nakhon Si Thammarat, Thailand which is run by Suchat Trapsin who only speaks Thai. There are exhibits of puppets, folk art, and pottery, inside the museum. There is some text information provided in text format inside the museum to explain puppets’ names and where they are from to help tourists explore the museum by themselves. Unfortunately, people are not allowed to touch exhibits so Non cannot gain information from touching the puppets, folk art, and pottery exhibits. Therefore, Non required someone to explain the information for him. Moreover, for the fragile exhibits like pottery and glass, navigating around the rooms without vision could damage them easily as the museum has not been well designed for blind people, and so would require a staff member to lead the way but providing someone to do this would be too expensive for Suchat.

Normally, Suchat will give a puppet show to visitors behind the screen by talking to the visitors. Non can only hear the story of the show but cannot see the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment of the show and cannot imagine the appearance of each puppet as each puppet will have

different characteristic e.g. “Teng” is tall, thin, long body and short legs and receding hair. Therefore, Non would also require someone to explain the appearance of each puppet.

Step 1: Requirement questions and answers

1) What is the main purpose of the technology solution?

- ☐ a. improve communication and interaction
- ☐ b. make the service more interesting and exciting
- ☐ c. improve the service efficiency in terms of time and ease of use
- ☐ d. improve the storage and retrieval of information
- ☐ e. improve the service more realistic and authentic

Answer: a. improve communication and interaction

2) Where and when does the scenario take place?

- ☐ a. same time / same place
- ☐ b. same time / different place
- ☐ c. different time / same place
- ☐ d. different time / different place

Answer: a. same time / same place

3) What main roles do people have in the scenario?

- ☐ a. presenter - audience (the presenter gives information to the ‘audience’ which could be only one person or many people and so controls the interaction. The audience can ask the presenter questions).
- ☐ b. peer - peer (any person can give information or ask questions to any other person and therefore no one person controls interaction)
- ☐ c. interaction with technology or objects

Answer: a. presenter - audience (the presenter gives information to the ‘audience’ which could be only one person or many people and so controls the interaction. The audience can ask the presenter questions) And c. interaction with technology or objects

4) How many presenters and audience members are there?

- ☐ a. one presenter – one audience member
- ☐ b. one presenter – many audience members
- ☐ c. many presenters – one audience member
- ☐ d. many presenters – many audience members

Answer: b. one presenter – many audience members

5) Does the presenter have a disability?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No

Answer: b. No

6) What language does the presenter use?

- ☐ a. English
- ☐ b. Thai
- ☐ c. other language
- ☐ d. I do not know

Answer: b. Thai

7) What language does the audience use?

- ☐ a. English
- ☐ b. Thai
- ☐ c. other language
- ☐ d. I do not know

Answer: b. Thai

8) Does the audience have a disability?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No

Answer: a. Yes

9) What kind of disability does the audience have?

- ☐ a. hearing impaired
- ☐ b. visually impaired
- ☐ c. physically impaired
- ☐ d. none

Answer: b. visually impaired

10) What level of visual impairment does the Audience have?

- ☐ a. blind
- ☐ b. has some useful sight
- ☐ c. I do not know

Answer: a. blind

11) What interaction types occur in the scenario?

- ☐ a. people to people
- ☐ b. people to objects
- ☐ c. people to technology
- ☐ d. people to technology to people
- ☐ e. people to technology to objects

Answer: b. people to objects

12) What type of technology would be appropriate for the solution to the scenario?

- ☐ a. online technology (Internet)
- ☐ b. off-line technology
- ☐ c. either
- ☐ d. I do not know

Answer: c. either

13) What type of technology devices would be appropriate for the solution to the scenario?

- ☐ a. mobile devices
- ☐ b. non-mobile devices
- ☐ c. either
- ☐ d. I don't know

Answer: a. mobile devices

14) What media is used to provide information?

- ☐ a. Non-text image
- ☐ b. Printed text
- ☐ c. Handwritten text
- ☐ d. non accessible electronic files
- ☐ e. accessible electronic files e.g. pdf

Answer: b. Printed text

15) Is live human support available?

- a. Yes
- b. No

Answer: b. No

16) Is there "Deixis"? (i.e. referring to person or object by pointing)

- a. Yes
- b. No

Answer: b. No

17) Where does the situation take place?

- ☐ a. indoors
- ☐ b. outdoors
- ☐ c. both
- ☐ d. I do not know

Answer: a. indoors

18) What are the main environmental considerations identified that impact the scenario?

- ☐ a. noise (Background noise affects everyone's ability to hear and understand what is said.)
- ☐ b. room acoustics (surface (e.g. walls, windows, tile) and objects within every room interact to produce reverberation in response to sound.)
- ☐ c. distance (How far is the audience standing from the presenter? The further a student is from the presenter or sound source, the softer the sound they receive.)
- ☐ d. visual access (How well can the audience see everything that is happening in different locations?)
- ☐ e. lighting (Inadequate lighting or large banks of windows can be challenging for deaf or hard of hearing audience because they cannot see the speakers face well or an interpreter may be located in shadows)

Answer: a. noise (Background noise affects everyone's ability to hear and understand what is said.)

19) Does the customer require a low cost solution?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No
- ☐ c. not mention

Answer: a. Yes

20) Should the technology solution work on a smart phone?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No
- ☐ c. not mention

Answer: a. Yes

Step 2: Technology Suggestions

Table 4.14 Audio description

Audio description	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication and interaction	✓	Can understand audio	Audio description to explain the information about puppets by providing number to press on mobile device e.g. No 1 explain “Teng” (Puppet’s name)
2a same time / same place	✓	Press button	
3a presenter – audience	✓	Can also help when presenter uses puppet as can hear description of puppet	
4b one presenter – many audience members	✓	Can also help when presenter uses puppet as can hear description of puppet	
5b No disability	✓	Can also help when presenter uses puppet as can hear description of puppet	
6b Thai	✓	Thai speech	
7 b Thai	✓	Thai speech	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online and offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	✓	Works whatever the format	
14b Printed text	✓	Works whatever the format	
14c Handwritten text	✓	Works whatever the format	
14d no accessible electronic files	✓	Works whatever the format	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	✗	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✗	Difficult to hear if background noise	
19c. low cost	✓	Low cost app	
20c. work on smartphone	✓	Works smartphone	

Table 4.14 shows detail of how audio description helps with requirements in the experiment.

Table 4.15 Tactile graphic for puppets and folk arts

Tactile graphic for puppets and folk arts	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication and interaction	✓	Blind person can follow tactile graphic	“Tactile graphics are a means of conveying non-textual information to people who are blind or visually impaired, and may include tactile representations of pictures, maps, graphs, diagrams, and other images.” (http://www.pathstoliteracy.org/tactile-graphics)
2a same time / same place	✓	Touch graphic	
3a presenter – audience	✓	Can help when presenter uses puppet as can feel shape of puppet	
4b one presenter – many audience members	✓	Can help when presenter uses puppet as can feel shape of puppet	
5b No disability	✓	Can help when presenter uses puppet as can feel shape of puppet	
6b Thai	✓	Works in any language	
7 b Thai	✓	Works in any language	
8a Yes audience has disability	✓	Tactile graphics can be understood	
9b visually impaired	✓	Tactile graphics can be understood	
10a blind	✓	Tactile graphics can be understood	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online and offline	✓	Usually offline	
13a mobile devices	✓	Can be moved but not normally a mobile electronic device	
14a Non text Image	✓	Not usually for text	
14b Printed text	✗	Not usually for text	
14c Handwritten text	✗	Not usually for text	
14d no accessible electronic files	✓	Doesn't use file	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	✗	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	background noise has no effect	
19c. low cost	✓	Low cost app	

20c. work on smartphone	×	Does not work on smartphone	
-------------------------	---	-----------------------------	--

Table 4.15 shows detail of how Tactile graphic for puppets and folk arts helps with requirements in the experiment.

Table 4.16 Tactile model

Tactile model	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Blind person can follow tactile model	Tactile model: “Blind people can recognize the shapes of 3D objects by touching them; however, it is quite difficult to recognize the shapes of 3D objects from 2D tactile plane figures.” (http://www.icchp.org/content/tactile-graphics-and-models-blind-people-and-recognition-shapes-touch) 3D printing, enables visually impaired people to learn so much more through touch and feel it and move it around, sparks much more imagination than when something is described (https://ultimaker.com/en/stories/2020-1-using-3d-printing-to-help-the-blind-and-visually-impaired)
2a same time / same place	✓	Touch model	
3a presenter – audience	✓	Can help when presenter uses puppet	
4b one presenter – many audience members	✓	Can help when presenter uses puppet	
5b No disability	✓	Can help when presenter uses puppet	
6b Thai	✓	Works in any language	
7 b Thai	✓	Works in any language	
8a Yes audience has disability	✓	Tactile model can be understood	
9b visually impaired	✓	Tactile model can be understood	
10a blind	✓	Tactile model can be understood	
11cP-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Usually offline	
13a mobile devices	✓	Can be moved but not normally a mobile electronic device	
14a Non text Image	×	Not usually for text	
14b Printed text	×	Not usually for text	
14c Handwritten text	×	Not usually for text	
14d no accessible electronic files	✓	Doesn't use file	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis		No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	background noise has no effect	
19c. low cost	✓	Low cost model	
20c. work on smartphone	×	Does not work on smartphone	

Table 4.16 shows detail of how Tactile model helps with requirements in the experiment.

Table 4.17 Screen Reading Technology & OCR

Screen Reading Technology & OCR	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can understand audio	Screen Reading Technology (SRT) which automatically reads displayed text aloud and allows blind user to navigate screen of text created by 4) Optical Character Recognition (OCR) which converts a text image into text e.g. FingerReader: a device designed by MIT, providing an ability to read the book/text by scanning text with a finger.
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	×	Helps when no presenter	
4b one presenter – many audience members	×	Helps when no presenter	
5b No disability	×	Helps when no presenter	
6b Thai	✓	Thai speech	
7 b Thai	✓	Thai speech	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	×	Only works with text	
14b Printed text	✓	Works best with printed text	
14c Handwritten text	✓	Can work with clear handwritten text	
14d no accessible electronic files	✓	Works whatever the format	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	×	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	×	Difficult to hear if background noise	
19c. low cost	✓	Low cost app	
20c. work on smartphone	✓	Works with smartphone	

Table 4.17 shows detail of how Screen Reading Technology & OCR helps with requirements in the experiment.

Table 4.18 OrCamMyEye

OrCamMyEye	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can understand audio	OrCamMyEye: An intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface.
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	✓	Face recognition	
4b one presenter – many audience members	✓	Face recognition	
5b No disability	✓	Face recognition	
6b Thai	✓	Thai speech	
7 b Thai	✓	Thai speech	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	✓	Face recognition	
14b Printed text	✓	Works best with printed text	
14c Handwritten text	✓	Can work with clear handwritten text	
14d no accessible electronic files	✓	Works whatever the format	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	×	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Difficult to hear if background noise	
19c. low cost	×	Not low cost	
20c. work on smartphone	✓	Can work with smartphone	

Table 4.18 shows detail of how OrCamMyEye helps with requirements in the experiment.

Table 4.19 Indoor Navigation

Indoor Navigation	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication and interaction	✓	Can navigate	Using indoor navigation systems or indoor maps to navigate the way in the museum e.g. Google Indoor Map, Indoor GML, audio-tactile maps, tactile pavement, commercial products (Indoor.rs, and Wifarer)
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	×	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	×	Navigation not communication	
5b No disability	×	Navigation not communication	
6b Thai	×	Navigation not communication	
7 b Thai	✓	Thai speech can be used	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online and offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	×	Navigation not communication	
14b Printed text	×	Navigation not communication	
14c Handwritten text	×	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	×	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	×	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Works in noise	
19c. low cost	✓	low cost	
20c. work on smartphone	✓	use smartphone	

Table 4.19 shows detail of how indoor navigation helps with requirements in the experiment.

Table 4.20 Braille Compass

Braille Compass	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	Braille Compass to tell the direction
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	×	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	×	Navigation not communication	
5b No disability	×	Navigation not communication	
6b Thai	×	Navigation not communication	
7 b Thai	✓	Thai Braille	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	×	Navigation not communication	
14b Printed text	×	Navigation not communication	
14c Handwritten text	×	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	×	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	×	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Works in noise	
19c. low cost	✓	low cost	
20c. work on smartphone	×	Not use smartphone	

Table 4.20 shows detail of how braille compass helps with requirements in the experiment.

Table 4.21 Speaking Compass

Speaking Compass	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	Speaking Compass to tell the direction
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	×	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	×	Navigation not communication	
5b No disability	×	Navigation not communication	
6b Thai	×	Navigation not communication	
7 b Thai	✓	Thai speech	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	×	Navigation not communication	
14b Printed text	×	Navigation not communication	
14c Handwritten text	×	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	×	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	×	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Works in noise	
19c. low cost	✓	low cost	
20c. work on smartphone	✓	use smartphone	

Table 4.21 shows detail of how speaking compass helps with requirements in the experiment.

Table 4.22 Bumps on ground

Bumps on ground	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	bumps on ground a blind person can feel through their feet
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	×	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	×	Navigation not communication	
5b No disability	×	Navigation not communication	
6b Thai	×	Navigation not communication	
7 b Thai	×	Language independent	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	offline	
13a mobile devices	✓	not mobile device	
14a Non text Image	×	Navigation not communication	
14b Printed text	×	Navigation not communication	
14c Handwritten text	×	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	×	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	×	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Works in noise	
19c. low cost	✓	low cost	
20c. work on smartphone	×	Does not use smartphone	

Table 4.22 shows detail of how bumps on ground help with requirements in the experiment.

Table 4.23 Rail with braille labels

Rail with braille labels	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	Provide rail with braille labels to tell a position of the exhibits
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	×	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	×	Navigation not communication	
5b No disability	×	Navigation not communication	
6b Thai	×	Navigation not communication	
7 b Thai	✓	Thai Braille	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Offline or online	
13a mobile devices	✓	mobile device	
14a Non text Image	×	Navigation not communication	
14b Printed text	×	Navigation not communication	
14c Handwritten text	×	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	×	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	×	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Works in noise	
19c. low cost	✓	low cost	
20c. work on smartphone	×	Can't use smartphone	

Table 4.23 shows detail of rail with braille labels on ground help with requirements in the experiment.

Table 4.24 RFID sensor to tell the position of the exhibits

RFID sensor to tell the position of the exhibits	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	RFID sensor to tell the position of the exhibits “RFID system consists of a reader and tags. The module is flexible that the number of objects to be identified can be altered according to the number of items present in the museum.” (http://www.isaet.org/images/extraimages/IJCSEE%200101320.pdf)
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	×	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	×	Navigation not communication	
5b No disability	×	Navigation not communication	
6b Thai	×	Navigation not communication	
7b Thai	✓	Thai in RFID	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Offline or online	
13a mobile devices	✓	mobile device	
14a Non text Image	×	Navigation not communication	
14b Printed text	×	Navigation not communication	
14c Handwritten text	×	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	×	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	×	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Can navigate	
18a. noise	✓	Real Time Response	
19c. low cost	✓	Navigation not communication	
20c. work on smartphone	✓	Navigation not communication	

Table 4.24 shows detail of RFID sensor to tell the position of the exhibits on ground help with requirements in the experiment.

Step3: Scenario Technology Solution and Explanation

Table 4.25 shows the relationship between problem action, Interaction Issue Type and possible solutions that were used to develop the overall solution.

Table 4.25 The relationship between problem action, Interaction Issue Type and possible solutions

Inaccessible Interaction	Interaction Type	Possible Solutions
1. Non cannot see a text format to explain puppets' names and where are they from	P-O	Provide audio description to explain the information about puppets by providing number to press on mobile device e.g. No 1 explain "Teng" (Puppet's name), or using Screen Reading Technology to read text aloud.
2. Non cannot touch puppet exhibits.	P-O	Provide tactile graphic for puppets and folk arts, and tactile model for potteries, 3D print models that can be touched.
3. Non cannot get access to all parts of the museum independently as he required staff to help navigation	P-O	i) Using audio-tactile map to navigate the way in the museum ii) Speaking Compass to tell the direction iii) use bumps on ground a blind person can feel through his shoes
4. The fragile exhibits like pottery and glass, when navigating around the rooms without vision could be damaged easily when the museum has not been well designed for blind people	P-O	Provide rail with braille labels to tell position of the exhibits use bumps on ground to indicate safe path as a blind person can feel these through their shoes
5. Noncannot see the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment.	P-O	i) Provide audio description to explain the characteristic and appearance of each puppet ii) Use Screen Reading Technology to read text about puppet aloud from interactive content management system and interactive handheld device providing the information in accessible form

Possible Overall Solution and Explanation

An audio tactile map helps Non navigate to all parts of the museum independently. The tactile map has braille numbers on it (1) which tell Non (2) which number to press on the smartphone app (3) which explains where he is and what is there (4). The Speaking compass helps Non know the direction he is facing (5,6) and bumps on ground (7) indicate the path (8) to navigate (9) around museum

Since Non cannot see a text format to explain puppets' names and where are they from a Smartphone app explains this to Non (13) who knows which number to press (11) on the app (12) from braille labels on a rail (10) which stops him from damaging the fragile exhibits like pottery and glass, when navigating around the rooms without vision. The app provides audio description to explain the information about puppets e.g. No 1 explain "Teng" (Puppet's name). Tactile graphics and 3D models are available positioned on/by rail as Non cannot touch fragile puppet exhibits. RFID and OCR (e.g. Finger Reader or OrCamMyEye) were not used as they were a more expensive solution as some sort of tactile information would still be required for Non to know where to position the RFID and/or OCR technology. Suchat has a smartphone app where Suchat presses the name (14) of the puppet on stage (15) and this is announced to Non on his smartphone (16,17) because Non cannot see the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment

Step 4: Interaction Diagram

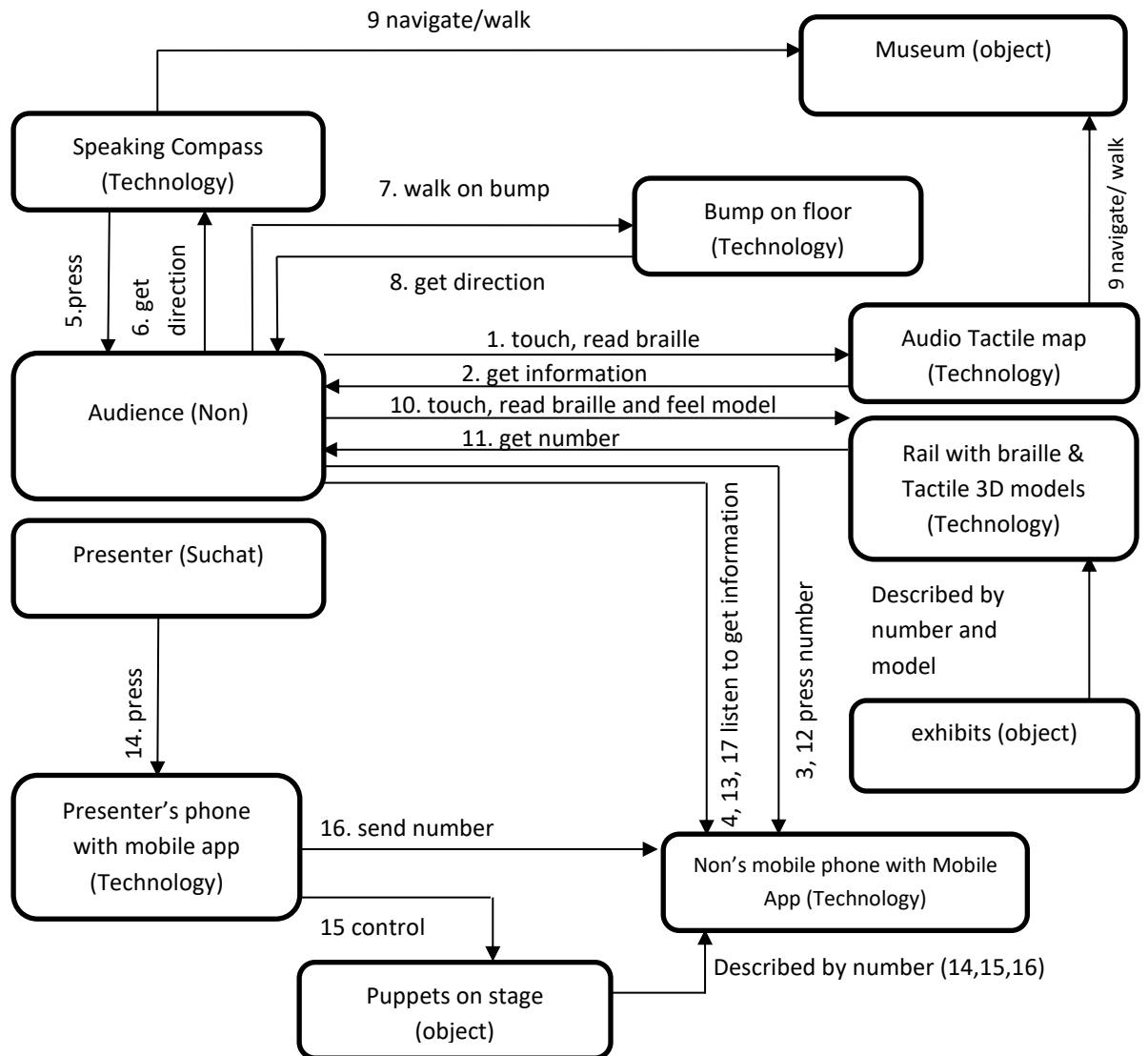
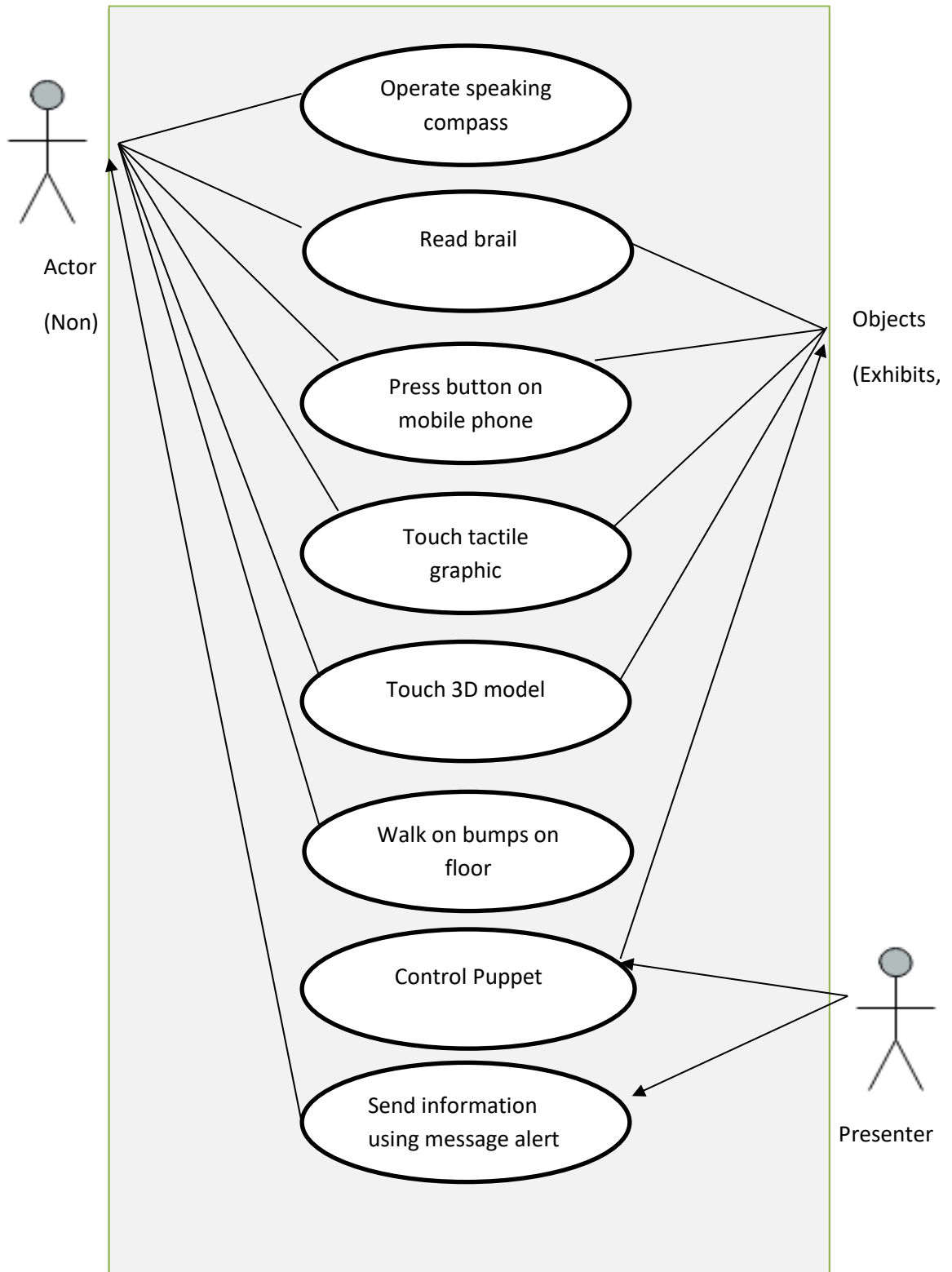


Figure 4.2 Interaction Diagram

Step 5. The Use Case Diagram

Figure 4.3 Use Case Diagram



From the Scenario Technology Solution, Non can touch a tactile map to get the information about the museum and exhibits. He can operate a speaking compass to get the direction to each point of exhibits and walk following the bumps on the floor. There

is rail to protect Non from walking into the exhibits at each point. Non can read brail at the rail to get the number of information. Then, Non presses that number on to his mobile app to listen to the information of each object. Moreover, Non can touch tactile graphic and 3D model which are provided at the rail in order to get information about objects.

A presenter has a role in the communication which is important because he can control technology to send an instant message to Non's phone to notify when he introduces or moves a puppet. The technology solution selected to enable this is instant messaging which was chosen over SMS. Instant messaging is suggested because it is free of cost using wireless and smartphones.

4.4 Experts Validation and Reviews TEIF Method for Visual Impairments

As explained in Angkananon et.al (2017) to validate the TEIF Method, closed questions were presented , with single and multiple boxes for answers in the scenario questions and answers section to select from. Closed questions were used for other sections to determine the respondents' agreement. This combination was chosen as if only open questions were provided, when the respondents left the text box blank, the data would be very difficult to analyse as it would not be certain what was meant exactly (e.g. they do not understand the questions or they may think the information is correct and have no comment and so leave the text boxes blank).Asking the respondents' agreement is better as a closed question because it is quicker for the experts and saves time for the researcher to analyse. A printed

The TEIF Method details were refined based on the following analysis of expert review and validation and focus group. The questionnaire for expert review is shown in Appendix C. Full details of expert review is shown in Appendix E and focus group is shown in the Appendix D.

Improve scenario and questions

- The scenario should say this is the first time Non has visited the museum so it is clear he hasn't memorized the layout etc. It should also mention that he uses a cane that helps him avoid obstacles.
- There is no explanation of the interaction types and what the definitions of People, Objects, Technology are for this method so really this need to be included as well as the shorthand P-P, P-O, P-T-O etc.
- Need to explain terms like same time/same place
- Need to explain that reader should ONLY use information provided in scenario and not assume anything unless stated (e.g. that presenter might have a disability or the audience might be deaf blind)
- Change Q 18) to require only 1 answer i.e. What is the main environmental consideration identified that impacts the scenario?

Improve technology suggestions tables:

- Need to explain what numbers and letters refer to by putting answers to requirement questions as column head rather than the technology.
- Should change 16a to be 16b
- Provide URLs for further information/reference
- Provide more details in explanation for people who don't know about blindness e.g.

Audio description to explain the information about puppets/exhibits to a blind person who cannot see the puppets/exhibits. This can for example be achieved by providing the blind person with a number to press on a mobile device corresponding to each puppet/exhibit e.g. No 1 explain "Teng" (Puppet's name)

- a blind person using a mobile would use a screen reader to move focus to the button and single or double tap the screen to activate the button.
- "Works whatever the format" does this mean the solution will need to work whatever the format?
- What electronic formats are you considering? For example, PDF has different issues with accessibility compared to ePub3.
- what happens when a user is blind but also has dyslexia for example?
- Noise cancelling headphones exist for mobile devices. This is a technology that may also need to be considered.
- Screen Reading is difficult to hear only if noise cancelling headphones are not used
- "Tactile graphics are a means of conveying non-textual information to people who are blind or visually impaired, and may include tactile representations of pictures, maps, graphs, diagrams, and other images. A person with a visual impairment can feel these raised lines and surfaces in order to obtain the same information that people who are sighted get through looking at pictures or other visual images." (<http://www.pathstoliteracy.org/tactile-graphics>)
- Explain more clearly the difference between braille and tactile graphics and tactile model
- Separate refreshable tactile graphics displays and braille smartwatches are available.
- Explain/clarify the difference between a technology that communicates about navigation with a user (e.g. talks a direction) is not the same as one that communicates information from a person or from text and is not a 'presenter' even if it presents information
- Explain OrCamMyEye does face recognition and OCR
- There are apps like Claro Scan, but OCR is not 100% accurate. Intelligent Character Recognition can recognise hand written text but this is also limited, especially in low light and if the user's device has no flash light. Also glossy or reflective surfaces that have text on them can be difficult for a mobile phones camera to pick up.
- IndoorGML is the representation of indoor map rather than the indoor navigation.

- Have you come across NavCog?
https://www.youtube.com/watch?v=nUucN_X7x24. The only problem with apps like this is, what happens when there is an unexpected item overhanging or in the way. You'll notice the lady in the video walks into an unannounced column. NavCog also works for going up stairs, so detects altitude changes indoors.
- Could the presenter send a time and location notification to the audience?
- Use the term Tactile pavement rather than just 'bumps on the ground'
- You have a tick for 13a 'not mobile' for Bumps on ground
- Explain what is braille and how a braille compass works
- Table 8 in questionnaire Needs more detailed explanation (e.g. is it a standalone device or a mobile app) and a URL
- Explain why a rail (e.g. to guide blind person and stop them going somewhere they shouldn't go) and what is braille
- might be more helpful to specify 'hand rail' rather than just 'rail'.
- Need to explain RFID stands for Radio Frequency Identification and the distance it works from and whether it is stand alone or a mobile app
- Provide an overview diagram that shows how the method works.

Improve technology suggestions tables:

- Need to explain what numbers and letters refer to by putting answers to requirement questions as column head rather than the technology
- 16a should be 16b
- Provide URLs for further information/reference
- Provide more details in explanation for people who don't know about blindness e.g. Audio description to explain the information about puppets/exhibits to a blind person who cannot see the puppets/exhibits. This can for example be achieved by providing the blind person with a number to press on a mobile device corresponding to each puppet/exhibit e.g. No 1 explain "Teng" (Puppet's name)
- a blind person using a mobile would use a screen reader to move focus to the button and single or double tap the screen to activate the button.
- "Works whatever the format" does this mean the solution will need to work whatever the format?
- What electronic formats are you considering? For example, PDF has different issues with accessibility compared to ePub3.
- what happens when a user is blind but also has dyslexia for example?
- Noise cancelling headphones exist for mobile devices. This is a technology that may also need to be considered.
- Screen Reading is difficult to hear only if noise cancelling headphones are not used

- “Tactile graphics are a means of conveying non-textual information to people who are blind or visually impaired, and may include tactile representations of pictures, maps, graphs, diagrams, and other images. A person with a visual impairment can feel these raised lines and surfaces in order to obtain the same information that people who are sighted get through looking at pictures or other visual images.” (<http://www.pathstoliteracy.org/tactile-graphics>)
- Explain more clearly the difference between braille and tactile graphics and tactile model
- Separate refreshable tactile graphics displays and braille smart watches are available.
- Explain/clarify the difference between a technology that communicates about navigation with a user (e.g. talks a direction) is not the same as one that communicates information from a person or from text and is not a ‘presenter’ even if it presents information
- Explain OrCamMyEye does face recognition and OCR
- There are apps like Claro Scan, but OCR is not 100% accurate. Intelligent Character Recognition can recognise hand written text but this is also limited, especially in low light and if the users’ device has no flash light. Also glossy or reflective surfaces that have text on them can be difficult for a mobile phones camera to pick up.
- IndoorGML is the representation of indoor map rather than the indoor navigation.
- Have you come across NavCog?
https://www.youtube.com/watch?v=nUucN_X7x24
- The only problem with apps like this is, what happens when there is an unexpected item overhanging or in the way. You’ll notice the lady in the video walks into an unannounced column. NavCog also works for going up stairs, so detects altitude changes indoors.
- Could the presenter send a time and location notification to the audience?
- Use the term Tactile pavement rather than just “bumps on the ground”
- You have a tick for 13a “not mobile” for Bumps on ground
- Explain what is braille and how a braille compass works
- Table 8 in questionnaire Needs more detailed explanation (e.g. is it a standalone device or a mobile app) and a URL
- Explain why a rail (e.g. to guide blind person and stop them going somewhere they shouldn’t go) and what is braille might be more helpful to specify ‘hand rail’ rather than just ‘rail’.
- Need to explain RFID stands for Radio Frequency Identification and the distance it works from and whether it is stand alone or a mobile app
- Provide an overview diagram that shows how the method works.

Improve scenario solution description and explanation:

- Provide an overview diagram that shows how the method works.

- Explain that the numbers refer to the numbers in the interaction diagram
- Can 3D models be manufactured locally at an affordable price to Suchat?
- How can interaction diagram be improved?
- ‘4, 13, 17 listen to get information’ arrow pointing wrong way
- Need to explain why ‘9 navigate/walk’ goes from technology to museum as technology can’t walk: i.e. T is mediating the P-O interaction
- It would help further if the interaction diagram was more clearly separated between the audience and the presenter. Perhaps by using two square boxes that surround the interactions of the audience and separately those of the presenter, it would then have just two lines connecting the boxes for ‘Non’s mobile phone with Mobile App’.
- Braille was misspelt

Improve Use Case Diagram:

The use case diagram is helpful to get an overview of the method but a walkthrough would also be helpful. So for example, what is the sequence and exact tasks that *Non* has to take when moving through an interacting with the space, the audience and the presenter?

Analysis of Focus Group Results

- All 6 blind people agreed it was a realistic scenario and solution (a few of group had visited this museum and a few knew the different technologies)
- Having the audio description use different voices for different puppets and describe backgrounds would be helpful
- It would be helpful if presenter mentions the name of which puppet was talking
- All agreed that being told the number of footsteps to navigate will be more useful for them than number of metres
- Visually impaired people need more explanation about how RFID and speaking tactile map can tell the position of the exhibits. They could not imagine how to use it.
- One suggested that using bumps on ground with cane will be more effective in independent visiting the museum
- It wasn’t clear what mobile app will do need more explanation and he also suggested that in the mobile should have menu to listen to each character. He is confused how can Non in the scenario press number on mobile app before the solution scenario is not connected.

The detail of focus group results is in Appendix D.

The online tools have been developed to use in the user evaluation: English version at URL: <https://www.isurvey.soton.ac.uk/23754> and Thai version at URL <https://www.isurvey.soton.ac.uk/23633>.

Chapter 5 Results

This chapter reports the statistical analysis and results for the experiments to help answer research questions as follows:

Research question 1: Can the TEIF Method be developed regarding visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

Research question 2: How can the TEIF Method help with the software development process for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

Sub research question 2.1: Can developers use the TEIF Method to help in evaluating requirements for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

Sub research question 2.2: Can developers use the TEIF Method to help in evaluating technology solutions for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

Approach A: Investigate whether the TEIF Method helped developers rate technology solutions closer to the experts' ratings than the Other Methods.

Approach B: Investigated whether the TEIF Method helped rank technology solutions closer to experts' rankings than the Other Method.

Question 3: In what way does the TEIF Method help developers?

5.1 Research question 1

Can the TEIF Method be developed regarding visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

The TEIF Method was developed regarding visually impaired people interacting with people, technologies, and objects. The TEIF Method supported other design stage methods to help provide technology suggestions that support the design stage. Ten experts, 20 visual impaired students and 10 visually impaired adults were interviewed in order to develop scenarios, gather problems of visual impairment and

requirements for technology solutions. The detail of interviewing questions is in Appendix A. The detail of results of interview question is in Appendix B.

The TEIF method was successfully validated and reviewed by 10 experts, 20 visual impaired students and 10 visual impaired adults with modifications as described in the previous chapter.

5.2 Research question 2

How can the TEIF Method help with the software development process for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

5.2.1 Sub research question 2.1

Can developers use the TEIF Method to help in evaluating requirements for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

To answer this question details are as follows:

Participants' profiles

There were 36 participants who participated in this user evaluation for both experiment and questionnaire. They were separated equally into two groups: the TEIF Method and the Other Method as shown in Table 4.1. All participants had experiences in designing technology solutions for one year and none of them had experience in designing technology solutions for disabled people.

Table 5.1 Number of participants in groups

Method	Frequency	Percent
TEIF	18	50
Other	18	50
Total	36	100

5.2.1.1 Evaluation of TEIF Method in evaluating requirements

There were eighteen participants used the TEIF Method in the experiment tasks. The TEIF Method step' materials are shown in Appendix F. The results are as follows:

Step 1: Analyse requirement questions and answers

There were twenty questions and multiple choice answers in step 1. The questions were linked back to the TEIF which helped participants analyse how interactions are affected by visual impairment. The results are shown in Table 5.2 and Figure 5.1.

Table 5.2 Analyse requirement questions and answers

Questions	Answers	Number of participants who selected the right answers	Percent of participants who selected the right answers
1. What is the main purpose of the technology solution?	1a. improve communication and interaction	15	83
2. Where and when does the scenario take place?	2a. same time/same place	16	89
3. What main role did people have in the scenario?	3a. presenter and audience	16	89
4. How many presenter and audience are there?	4b. one presenter and many audience members	17	94
5. Does the presenter have a disability?	5b. No disability	18	100
6. What language does the presenter use?	6b. Thai	18	100
7. What language does the audience use?	7b. Thai	18	100
8. Does the audience have a disability?	8a. Yes, has disability	16	89
9. What kind of disability does the audience have?	9b. Visually impairment	18	100
10. What level of visual impairment does the audience have?	10a. blind	18	100
11. What interaction types occur in the scenario?	11b. people to objects	13	72
12. What type of Technology would be appropriate for the solution to the scenario?	12c. online and offline	7	39
13. What type of technology devices would be appropriate for the solution to the scenario?	13a. mobile devices	9	50
14. What media is used to provide information?	14a. non-text image	15	83
	14b. printed text		
15. Is live human support available?	15a. yes	18	100
16. Is there deixis?	16b. yes	18	100
17. Where does the situation take place?	17a. indoors	10	56
18. What are the main environmental considerations identified that impact the scenario?	18d. visual access	3	17
19. Does the customer require a low cost solution?	19a. yes	11	61
20. Should the technology solution work on a smart phone?	20a. yes	17	94
Mean	14.55		
Standard Deviation	4.35		

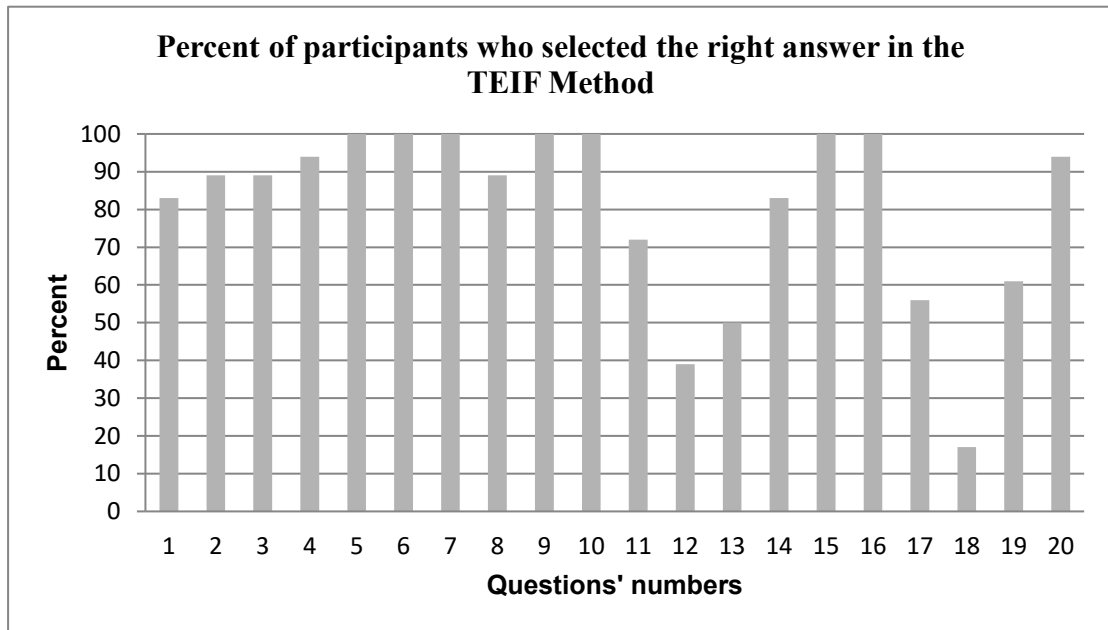


Figure 5.1 Percent of participants who selected the right answer in the TEIF Method

Table 5.2 and illustrated in Figure 5.1 show percentage of participants who selected the right answers in the TEIF Method, step 1. Details are as follows:

- 1) The answer numbers 5b, 6b, 7b, 9b, 10a, 15a, and 16b were selected correctly by 100% of participants in the TEIF Method group.
- 2) The answer numbers 4b and 20a were selected correctly by 94% of participants in the TEIF Method group.
- 3) The answer numbers 2a, 3a, and 8a were selected correctly by 89% of participants in the TEIF Method group.
- 4) The answer numbers 1a, 14a, and 14b were selected correctly by 83% of participants in the TEIF Method group.
- 5) The answer number 11b was selected correctly by 72% of participants in the TEIF Method group.
- 6) The answer number 19a was selected correctly by 61% of participants in the TEIF Method group.
- 7) The answer number 17a was selected correctly by 56% of participants in the TEIF Method group.
- 8) The answer number 13a was selected correctly by 50% of participants in the TEIF Method group.
- 9) The answer number 12c was selected correctly by 39% of participants in the TEIF Method group.
- 10) The answer number 18d was selected correctly by 17% of participants in the TEIF Method group.

Step 2: Identify requirements

In step 2, participants in both groups had to match ten question-answers with thirty provided requirements and select only the best ten requirements for a technology solution that solves the related problems identified from the scenario.

To explore sub research question 2.1, participants in both groups were asked to evaluate requirements. An independent sample t-test was used to analyse the differences between using the TEIF Method and the Other Method in evaluating requirements.

Table 5.3 Analyse requirement questions and answers for the TEIF Method

Requirements	Number of participants who selected the right answers	Percent of participants who selected the right answers
1. Require audio description that can explain details about the object	18	100
4. Require a screen reader program to read electronic data	15	83
7. Require braille block that has a rough surface in the navigation of the building	13	72
8. Require a walkway with a rail	17	94
12. Require technology to convert text images to be electronic data (OCR)	14	78
14. Require a 3D printing to help with touch	17	94
18. Require various explanations in braille	15	83
22. Require a white cane in navigation	17	94
25. Require detail information describing people with visual disabilities in the case of pointing to an object	18	100
28. Require headphones	15	83
Mean	15.90	
Standard Deviation	1.73	

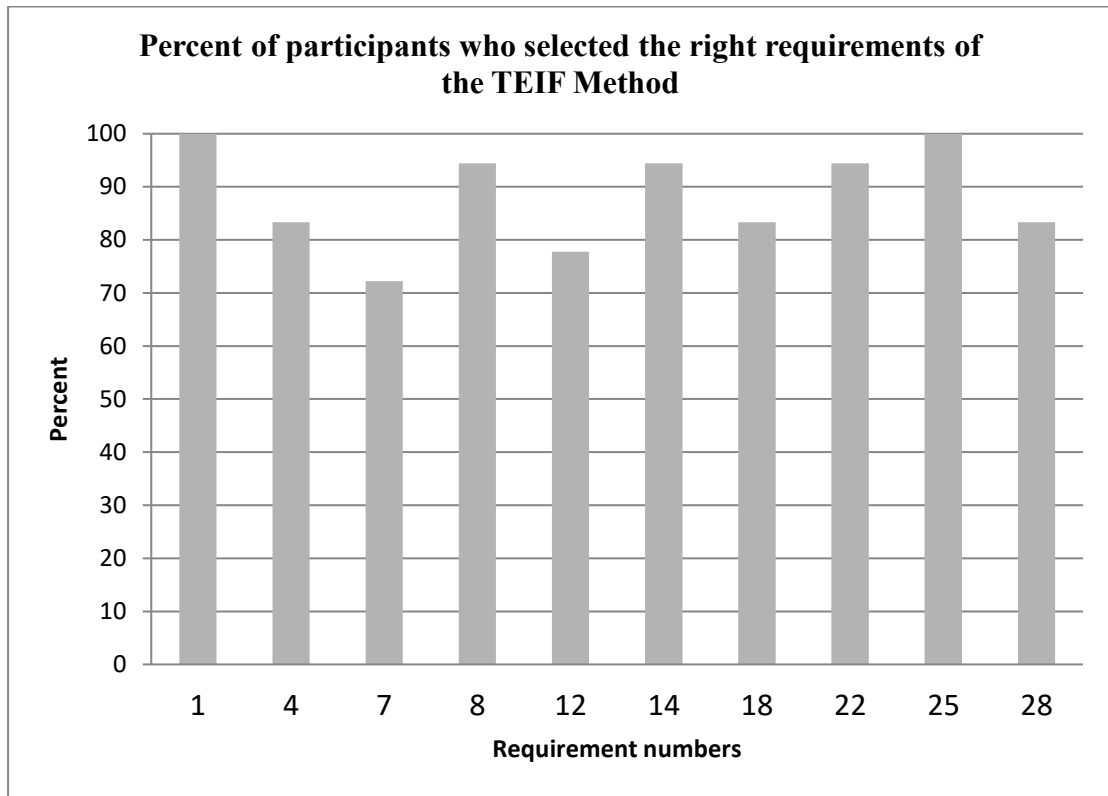


Figure 5.2 Percent of participants who selected the right requirements of the TEIF Method

Table 5.3 and Figure 5.2 show results as follows:

- 1) Requirements 1 and 25 were selected correctly by 100% of participants in the TEIF Method group.
- 2) Requirements 8, 14, and 22 were selected correctly by 94% of participants in the TEIF Method group.
- 3) Requirements 4, 18, and 28 were selected correctly by 83% of participants in the TEIF Method group.
- 4) Requirement 12 was selected correctly by 78% of participants in the TEIF Method group.
- 5) Requirement 13 was selected correctly by 72% of participants in the TEIF Method group.

5.2.1.2 Evaluation of Other Method

There were eighteen participants used the TEIF Method in the experiment tasks. The Other Method step' materials are shown in Appendix G. The results are as follows:

Step 1: Analyse requirement questions and answers

There were twenty questions and multiple choices answers in step 1. The questions were link back to the TEIF which help participants analyse how

interactions are affected by visually impairment. The results are shown in Table 5.4 and Figure 5.3.

Table 5.4 Analyse requirement questions and answers for the Other Method

Questions	Answers	Number of participants who selected the right answers	Percent of participants who selected the right answers
1. What is the main purpose of the technology solution?	1a. improve communication and interaction	8	44
2. Where and when does the scenario take place?	2a. same time/same place	14	78
3. What main role did people have in the scenario?	3a. presenter and audience	7	39
4. How many presenter and audience are there?	4b. one presenter and many audience members	11	61
5. Does the presenter have a disability?	5b. No disability	17	94
6. What language does the presenter use?	6b. Thai	18	100
7. What language does the audience use?	7b. Thai	16	89
8. Does the audience have a disability?	8a Yes, has disability	17	94
9. What kind of disability does the audience have?	9b. Visually impairment	17	94
10. What level of visual impairment does the audience have?	10a. blind	16	89
11. What interaction types occur in the scenario?	11b. people to objects	7	39
12. What type of Technology would be appropriate for the solution to the scenario?	12c. online and offline	5	28
13. What type of technology devices would be appropriate for the solution to the scenario?	13a. mobile devices	7	39
14. What media is used to provide information?	14a. non-text image 14b. printed text	4	22
15. Is live human support available?	15a. yes	16	89
16. Is there deixis?	16b. yes	16	89
17. Where does the situation take place?	17a. indoors	16	89
18. What are the main environmental considerations identified that impact the scenario?	18d. visual access	0	0
19. Does the customer require a low cost solution?	19a. yes	9	50
20. Should the technology solution work on a smart phone?	20a. yes	14	78
Mean	11.75		
Standard Deviation	5.41		

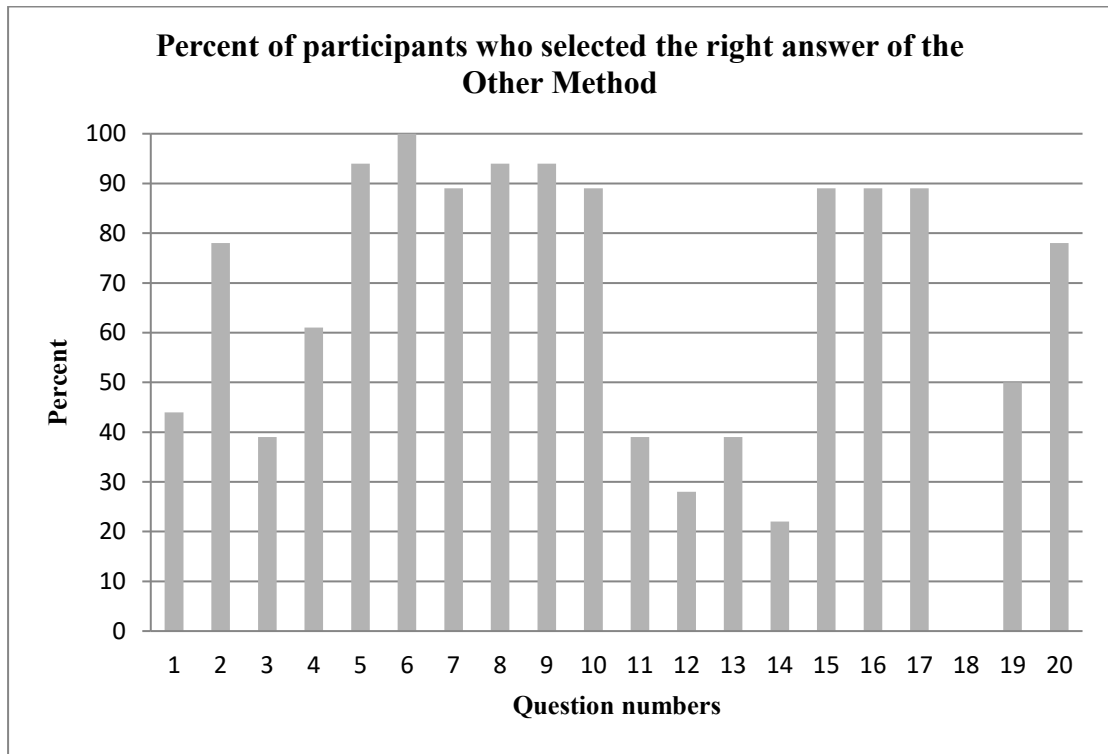


Figure 5.3 Percent of participants who selected the right answers in the Other Method, step 1

Table 5.4 and Figure 5.3 show percent of participants who selected the right answers in the Other Method as follows:

- 1) The answer number 6b was selected correctly by 90% of participants in the Other Method group.
- 2) The answer numbers 5b, 8a, and 9b were selected correctly by 85% of participants in the Other Method group.
- 3) The answer numbers 7b, 10a, 15a, 16b, and 18d were selected correctly by 80% of participants in the Other Method group.
- 4) The answer numbers 2a and 20a were selected correctly by 70% of participants in the Other Method group.
- 5) The answer number 4b was selected correctly by 55% of participants in the Other Method group.
- 6) The answer number 19a was selected correctly by 45% of participants in the Other Method group.
- 7) The answer number 1a was selected correctly by 40% of participants in the Other Method group.
- 8) The answer number 3a, 11b, and 13a were selected correctly by 35% of participants in the Other Method group.
- 9) The answer number 14a and 14b were selected correctly by 35% of participants in the Other Method group.
- 10) The answer number 12c was selected correctly by 25% of participants in the Other Method group.

Step 2: Identify requirements of the Other Method

In step 2 participants had to match ten question-answers with thirty provided requirements and select only the best ten requirements for a technology solution that solves the related problems identified from the scenario.

Table 5.5 Identify requirements of the Other Method

Requirements	Number of participants who selected the right answers	Percent of participants who selected the right answers
1. require audio description that can explain details about the object	18	100
4. require a screen reader program to read electronic data	5	28
7. require braille block that has a rough surface in the navigation of the building	9	50
8. require a walkway with a rail	15	83
12. require technology to convert text images to be electronic data (OCR)	8	44
14. require a 3D printing to help with touch	12	67
18. require various explanations in braille	16	89
22. require a white cane in navigation	10	56
25. require detail information describing people with visual disabilities in the case of pointing to an object	16	89
28. require headphones	3	17
Mean	11.20	
Standard Deviation	5.05	

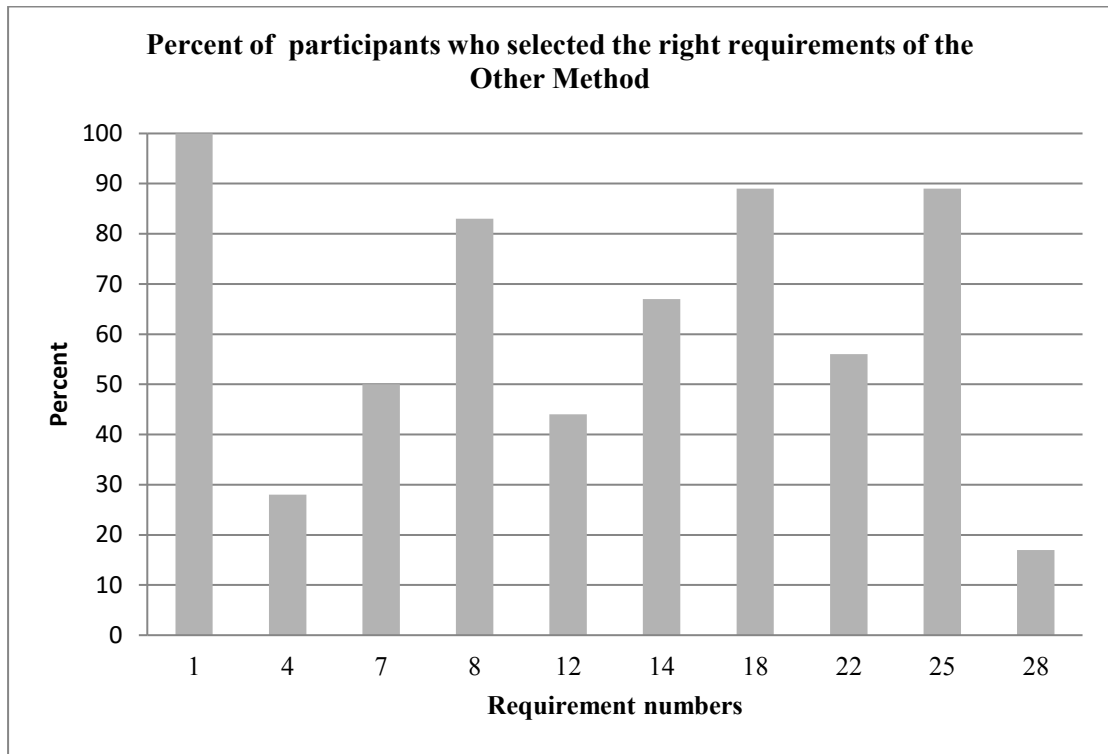


Figure 5.4 Percent of participants who selected the right requirements of the Other Method

Table 5.5 and illustrated in Figure 5.4 show percent of participants who selected the right requirements of the Other Method as follows:

- 1) Requirement 1 was selected correctly by 100% of participants in the Other Method group.
- 2) Requirements 18 and 25 were selected correctly by 89% of participants in the Other Method group.
- 3) Requirement 8 was selected correctly by 83% of participants in the Other Method group.
- 4) Requirement 14 was selected correctly by 67% of participants in the Other Method group.
- 5) Requirement 22 was selected correctly by 56% of participants in the Other Method group.
- 6) Requirement 7 was selected correctly by 50% of participants in the Other Method group.
- 7) Requirement 12 was selected correctly by 44% of participants in the Other Method group.
- 8) Requirement 4 was selected correctly by 28% of participants in the Other Method group.
- 9) Requirement 28 was selected correctly by 17% of participants in the Other Method group.

5.2.13 Comparison in evaluating requirements between the TEIF and Other Method

To explore the sub research question 2.1 in evaluating requirements between the TEIF and Other Method

Comparing Evaluate Requirements

Using the data from Table 5.6, the Independent Samples Test was applied and Table 5.7 and 5.8 show the mean numbers of correct applicable requirement was significantly higher ($p < .001$) for participants using the TEIF Method ($\bar{X} = 8.83$) than the Other Method ($\bar{X} = 6.22$) .

Table 5.6 The number of correct applicable requirements selected by each participant in each group

Participant No	TEIF Correct	Other Correct
1	10	5
2	9	6
3	10	5
4	10	7
5	10	8
6	9	5
7	8	5
8	9	8
9	8	7
10	8	7
11	8	7
12	10	5
13	10	7
14	8	5
15	7	6
16	9	6
17	8	7
18	8	6

Table 5.7 Basic statistic of the two groups in evaluating right requirements

Basic Statistics					
	method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Right requirements	TEIF	18	8.83	.985	.232
	Other	18	6.22	1.060	.250

Table 5.8 Results of the Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Right requirements	Equal variances assumed	.155	.696	7.654	34	.000	2.611	.341	1.918	3.304
	Equal variances not assumed			7.654	33.818	.000	2.611	.341	1.918	3.305

5.2.2 Sub research question 2.2

Can developers use the TEIF Method to help in evaluating technology solutions for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

5.2.2.1 Approach A

Investigate whether the TEIF Method helped developers rate technology solutions closer to the experts' ratings than the Other Methods.

1) Experts' rating on solutions A, B, and C

Table 5.9 Experts' rating on solutions A, B, and C

Requirement	Expert's rating on Solution A	Expert's rating on Solution B	Expert's rating on Solution C
1	10	6	8
4	0	10	0
7	0	7	0
8	10	0	2
12	0	0	0
14	8	0	8
18	10	0	8
22	0	0	0
25	0	0	0
28	0	0	0
Rank Order	1	3	2

From Table 5.9 the results show that experts rated the solution order as $A > C > B$.

2) Rating of Technology Solutions Compared to Expert Ratings

Exploring whether the TEIF Method helped developers rate technology solutions closer to the experts' ratings than the Other Method, involved analysing the ratings of both groups to see if there was any differences between the methods.

Table 5.10 differences in solution ratings between the experts' scores and participants' scores

Participant No	Differences TEIF Method			Differences Other Method		
	Solution A	Solution B	Solution C	Solution A	Solution B	Solution C
1	1.2	0.9	1.7	1.32	0.69	1.67
2	1.9	1.1	2.1	1.89	1.01	2.11
3	1	0.6	0.8	0.8	0.56	0.78
4	0.9	1	2.8	0.79	0.8	3.08
5	1	1.6	2.8	1.1	1.66	3.08
6	0.8	0.9	2.9	0.88	0.69	2.99
7	1.4	1.3	2.9	1.24	1.23	2.99
8	1.2	0.9	2.3	1.12	0.89	2.53
9	1.8	1.3	2.8	1.78	1.13	3.08
10	1.1	0.7	3.6	0.91	0.57	3.76
11	0.2	1	3.8	0.22	1	3.98
12	0.2	0.6	2.8	0.22	0.46	2.88
13	5.8	1.2	4.4	6.38	1.12	4.64
14	4	1.1	3.8	3.9	1.11	3.98
15	1.5	1.9	2.5	1.65	1.69	2.45
16	0.2	0.3	1.4	0.22	0.23	1.34
17	1.3	0.8	3.4	1.03	0.48	3.54
18	1.9	0.5	3.2	2.09	0.45	3.52

Table 5.10 shows the scores of differences in solutions rating between participants in TEIF Method and Other Method compare to experts' ratings on solutions A, B, and C.

3) The average differences between experts and participants for the two methods

Table 5.9 shows average differences scores between experts and participants for the TEIF Method. Table 5.10 shows independent samples test between experts and participants for the TEIF Method.

Table 5.11 The average differences between experts and participants for the TEIF Method

Group Statistics					
	group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Difference A	TEIF	18	1.5222	1.37094	.32313
	Other	18	1.5300	1.48376	.34973
Difference B	TEIF	18	.9833	.39295	.09262
	Other	18	.8761	.40671	.09586
Difference C	TEIF	18	2.7778	.89873	.21183
	Other	18	2.9111	.98249	.23158

Table 5.12 Independent Samples Test between experts and participants for the TEIF Method

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. 2 tailed	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Difference A	Equal variances assumed	.049	.826	-.016	34	.987	-.00778	.47616	-.97544	.95989
	Equal variances not assumed			-.016	33.790	.987	-.00778	.47616	-.97566	.96011
Difference B	Equal variances assumed	.182	.673	.804	34	.427	.10722	.13330	-.16367	.37811
	Equal variances not assumed			.804	33.960	.427	.10722	.13330	-.16368	.37813
Difference C	Equal variances assumed	.167	.685	-.425	34	.674	-.13333	.31385	-.77115	.50448
	Equal variances not assumed			-.425	33.734	.674	-.13333	.31385	-.77133	.50467

There was no significant different in the ratings between the TEIF and Other Method for solutions A, B, and C.

5.2.2.2 Approach B

Investigated whether the TEIF Method helped rank technology solutions closer to the experts' ranking than the Other Method

1) Comparing Ranking of Technology Solutions by TEIF and Other Method with Expert Rankings

The experts ranked the solutions in the order A, C, and B. Thirteen participants in the TEIF Method ranked the solutions in the same order as the experts. Five participants in the Other Method ranked the solutions in the same order as the experts.

Giving a 1 if participant rank was same as expert rank ACB and a 0 if participant rank was different from experts' rank solutions A, C, and B and undertaking an independent t-test.

Table 5.11 shows mean score of ranking on solutions A, B, and C of the TEIF and Other Methods.

Table 5.13 Average rankings of the two groups

Group Statistics					
	method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	TEIF	18	.67	.485	.114
	Other	18	.28	.461	.109

Table 5.14 Independent Samples Test of average rankings between TEIF and Other Method

Independent Samples Test									
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. 2 tailed	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference
									Lower Upper
score	Equal variances assumed	.493	.487	2.466	34	.019	.389	.158	.068 .709
	Equal variances not assumed			2.466	33.911	.019	.389	.158	.068 .709

Table 5.14 shows that there is therefore a significant difference at $p < 0.05$ level between rankings by the two groups and so the TEIF method helps participants rank technology solutions closer to the expert rankings.

5.3 Research Question 3

In what way does the TEIF Method help developers?

There were four parts of questionnaire: experience, opinion about TEIF steps, and opinion about TEIF Method.

5.3.1 Part 1: Experience

The participants from both groups have experiences in designing information system for one year. All of them have no experience in designing assistive technology.

5.3.2 Part 2: Opinion about the TEIF steps

Table 5.15 Opinion about the TEIF steps

Questions	TEIF Method		Other Method	
	N	Percent	N	Percent
1. Do you think TEIF steps are complex and difficult to understand?	2	11.11	1	5.55
2. Do you think TEIF Method was explained well and easy to follow?	18	100	18	100

Table 5.15 shows only 11.11% of participants in the TEIF Method group and 5.55% of participant in the Other Method group thought TEIF steps are complex and difficult to understand. All participants in both groups agreed that the TEIF Method was explained well and easy to follow.

5.3.3 Part 3: Questions Related to the TEIF Method

Participants in both groups were asked to complete the part 3 questionnaire about TEIF Method. The results as shown in Table 5.14 and Figure 5.5.

Table 5.16 Questions Related to the TEIF Method

Questions	Method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
1. The TEIF Method helped you in Task 1 to evaluate requirements.	TEIF	18	4.22	0.43	1.00
	Other	18	4.28	0.46	1.01
2. The TEIF Method helped you in Task 2 to evaluate technology solution designs.	TEIF	18	4.11	0.32	0.97
	Other	18	4.39	0.50	1.03
3. The whole TEIF Method more helpful for designing technology solutions to interaction problems involving visually impaired people.	TEIF	18	4.61	0.50	1.09
	Other	18	4.22	0.43	1.00
4. If information was also provided about other disabilities you would find the TEIF Method helpful in evaluating requirements for technology solutions to interact problems involving disabled people.	TEIF	18	4.22	0.43	1.00
	Other	18	4.33	0.59	1.02
5. If information was also provided about other disabilities you would find the TEIF Method helpful in evaluating technology solutions to interact problems involving disabled people.	TEIF	18	4.28	0.46	1.01
	Other	18	4.33	0.59	1.02

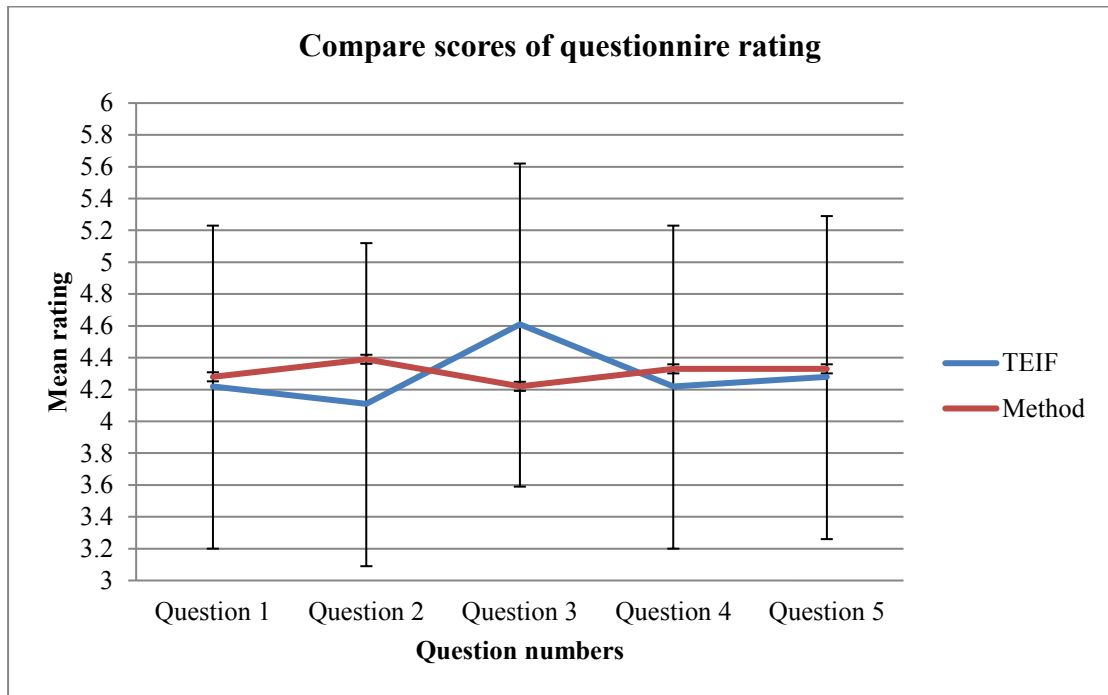


Figure 5.5 Compare scores of questionnaire rating

Table 5.16 and Figure 5.5 show the mean ratings of questions 1 – 5 between the TEIF Method group and the Other Method group were similar. The participants in the TEIF Method group gave the higher rating in all questions apart from question 3 at the participants from the Other Method rated higher than other questions.

5.3.4 Part 4: Participants' comments were:

- 1) Three participants commented on the TEIF steps that “it was complex and difficult to carry out”.
- 2) It would have been better if an overview of the TEIF Method was presented before the participant gets down to actually performing the task.
- 3) Three participants would have preferred a single choice out of three (bad, moderate, good) rather than 0-10 in evaluation technology solution task.
- 4) Two participants were confused because they could not understand the purpose.

5.3.5 Compare mean ratings of questionnaire part 3 using One sample t-test

Table 5.17 shows that 36 participants from both groups gave mean rating of questions numbers 1-5 in the part 3 of questionnaire. The one sample t-test statistic was used to help answer research question part 3. There was a significant difference between “3” ($p < .001$) and the mean ratings on questions 1-5.

Table 5.17 Mean ratings of questionnaire part 5 on the TEIF Method

	One-Sample Test					
	Test Value = 3					
	t	df	Sig. 2 tailed	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
1. The TEIF Method helped you in Task 1 to evaluate requirement.	17.078	35	.000	1.25000	1.1014	1.3986
2. The TEIF Method helped you in Task 2 to evaluate technology solution designs	17.078	35	.000	1.25000	1.1014	1.3986
3. The whole TEIF Method more helpful for designing technology solutions to interaction problems involving visually impaired people.	17.000	35	.000	1.41667	1.2475	1.5858
4. If information was also provided about other disabilities you would find the TEIF Method helpful in evaluating requirements for technology solutions to interact problems involving disabled people.	14.936	35	.000	1.27778	1.1041	1.4515
5. If information was also provided about other disabilities you would find the TEIF Method helpful in evaluating technology solutions to interact problems involving disabled people.	14.927	35	.000	1.30556	1.1280	1.4831

5.3.6 Comparing mean ratings of questionnaire part 3 using Independent Samples Test

The independent sample t-test statistic was used to help answer the questions part 3. There were no significant differences on the mean ratings of questions 1-5 between both two methods as shown in Table 5.16.

Table 5.18 The independent sample t-test statistic of questions 1-5

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. 2 tailed	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Question 1	Equal variances assumed	.564	.458	-.375	34	.710	-.05556	.14822	-.35677	.24566
	Equal variances not assumed			-.375	33.813	.710	-.05556	.14822	-.35683	.24572
Question 2	Equal variances assumed	18.35	.000	-1.975	34	.056	-.27778	.14067	-.56366	.00811
	Equal variances not assumed			-1.975	29.049	.058	-.27778	.14067	-.56547	.00991
Question 3	Equal variances assumed	4.389	.044	2.503	34	.017	.38889	.15539	.07309	.70468
	Equal variances not assumed			2.503	33.173	.017	.38889	.15539	.07280	.70497
Question 4	Equal variances assumed	4.310	.046	-.644	34	.524	-.11111	.17255	-.46178	.23956
	Equal variances not assumed			-.644	30.894	.524	-.11111	.17255	-.46309	.24086
Question 5	Equal variances assumed	2.246	.143	-.313	34	.756	-.05556	.17723	-.41572	.30461
	Equal variances not assumed			-.313	32.022	.756	-.05556	.17723	-.41654	.30543

Chapter 6 Conclusion and Discussion

This chapter discusses the results for the experiments to answer the research questions. Section 6.1 discusses research question 1 which concerns the TEIF Method. Section 6.2 discusses research question 2 which addresses the use of the TEIF Method by developers. Section 6.3 investigates the ways the TEIF Method helps developers.

6.1 Research question 1

Can the TEIF Method be developed regarding visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

The TEIF method was successfully validated and reviewed by 10 experts, 20 visual impaired students and 10 visual impaired adults. The suggestions from experts and visually impairment were addressed before the user evaluation.

6.2 Research question 2

How can the TEIF Method help with the software development process for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

6.2.1 Sub research question 2.1

Can developers use the TEIF Method to help in evaluating requirements for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

Developers were able to use the TEIF Method to evaluate requirements for technology solutions to problems involving interaction with visually impaired people better than the Other Methods. More participants in the TEIF Method group selected each correct requirement than the Other Methods group. The mean numbers of correct applicable requirement was significantly higher ($p < .001$) for participants using the TEIF Method ($\bar{X} = 8.83$) than the Other Method ($\bar{X} = 6.22$).

All participants in the TEIF Method group selected correct requirements number 1 and 25, while 17 developers selected correct requirement numbers 8, 14, 22. All participants in the Others Method group selected correct requirements number 1, while developers selected correct requirement number 8, 16, 25. The requirements most frequently correctly selected by developers in both groups were requirements 1 and 25.

“1. Require audio description that can explain details about the object”

“25. Require detail information describing people with visual disabilities in the case of pointing to an object”

For requirement 1, 100% of all participants in both groups selected this requirement. It might be because the transcript mentioned so clearly that a blind person cannot see. Therefore, the requirement of audio description will be needed by him.

For requirement 25, most developers from both groups selected this requirement. It might be because the transcript mentioned so clearly about the problem in pointing to an object when a blind person cannot see. Therefore, the developers realized that detailed information describing in the case of pointing to an object was needed.

Developers agreed that the TEIF Method has more detail and steps to help them in evaluating requirements compared to the Other Methods. Therefore, they selected the right requirements more often than the Other Methods.

6.2.2 Sub research question 2.2

Can developers use the TEIF Method to help in evaluating technology solutions for visually impaired people interacting with people, technologies, and objects?

6.2.2.1 Approach A

This investigated whether the TEIF Method helped developers rate technology solutions closer to the experts' ratings than the Other Methods.

There was no significant difference in how close to the experts' ratings were the ratings between the TEIF and Other Method for solutions A, B, and C. This shows that it is more important that the TEIF method helps developers rank the solutions in the same order as the experts as it is the developers' relative ratings between solutions compared to the relative ratings of experts that are more important than absolute ratings.

6.2.2.2 Approach B

This investigated whether the TEIF Method helped rank technology solutions closer to the experts' rankings than the Other Method.

The experts ranked the solutions in the order A, C, and then B. Thirteen participants in the TEIF Method ranked the solutions in the same order as the experts. Five participants in the Other Method ranked the solutions in the same order as the experts.

Giving a 1 if a participant rank was the same as expert solutions rank A, C, B and a 0 if a participant rank was different from experts' solutions rank A, C, B and undertaking an independent t-test there was a significant difference at $p < 0.05$ level between rankings by the two groups and so the TEIF method helps participants rank technology solutions closer to the expert rankings.

This shows that the TEIF method helps developers evaluate technology solutions for blind people and so should also help them design solutions through evaluating their designs.

6.3 Research Question 3

In what way does the TEIF Method help developers?

All participants in both groups agreed that the TEIF Method was explained well and easy to follow. There were only 11.11% of participants in the TEIF Method group and 5.55% of participant in the Other Method group who thought TEIF steps are complex and difficult to understand. The developers might think the TEIF Method useful for identifying requirements and technology solutions to interact problems involving visually impaired people.

The mean ratings of questions 1 – 5 between the TEIF Method group and the Other Method group were similar. The participants in the TEIF Method group gave the higher rating in all questions apart from question 3 (The whole TEIF Method more helpful for designing technology solutions to interaction problems involving visually impaired people) which the participants from the Other Method rated higher than other questions.

It is because developers might find the technology solution rating quite complex as they need an easier tool to help them rate solutions such as low, medium, and high levels. It might be a way for them in help differentiate the differences between solutions.

The one sample t-test statistic was used to help answer research question part 3. There was a significant difference between “3” ($p < .001$) and the mean ratings on questions 1-5.

The independent sample t-test statistic was used to help answer the questions part 3. There were no significant differences on the mean ratings of questions 1-5 between both two methods.

The results above showed that participants thought that the TEIF Method had helped them to:

- evaluate requirements for technology solutions to interaction problems involving visually impaired people
- evaluate the technology solutions to interaction problems involving visually impaired people
- improve their understanding of how environment context affects interaction when visually impaired people are involved
- Improve their awareness of interaction issues involving visually impaired people
- The TEIF Method was helpful for identifying requirements involving visually impaired people and would be also helpful for other disabilities

- The technology suggestion table in the TEIF Method was helpful for identifying technology solutions involving visually impaired people and would be also helpful for other disabilities
- The whole TEIF Method for designing technology solutions to interact with visually impaired people was better than just using a part of it

This research study has shown that the TEIF Method helps developers with little experience evaluate technology solutions for visually impaired people and suggests it should also help them design solutions through evaluating their own designs.

The TEIF Method involves providing information about existing available technologies and which requirements they can address. This information therefore would need continuous updating to reflect the latest technologies.

It was suggested that it might be more helpful if information was provided about how well the technologies met requirements (e.g. not at all, low, medium, and high levels) rather than a simple binary ‘yes/no’ tick/cross classification.

A limitation of this research study was that in such a controlled experiment and with the time and resources available it was not possible to ask the developers to interview visually impaired people to gather requirements and actually develop technology solutions for actual barriers faced by specific visually impaired people who would evaluate these solutions in the actual situations.

Future work could therefore involve a case study where developers use the TEIF Method to actually develop technology solutions for actual barriers faced by specific visually impaired people who would evaluate these solutions in the actual situations.

References

- Angkananon, K. & Wald, M. (2017). Technology-Enhanced Accessible Interactions for Visually Impaired Thai People. In: Antona M., Stephanidis C. (eds) Universal Access in Human-Computer Interaction. Designing Novel Interactions. UAHCI 2017. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 10278. Springer, Cham.
- Angkananon, K. & Wald, M. (2016). Extending Accessibility Interaction Framework Method for Thai Visually Impaired people. *15th International Conference, ICCHP 2016*, Linz, Austria, July 13-15.
- Angkananon, K., Wald, M. & Gilbert, L. (2015). *Technology enhanced accessible interaction framework and a method for evaluating requirements and designs*. PhD thesis, University of Southampton, 2015.
- Angkananon, K., Wald, M. & Gilbert, L. (2014). Developing and Evaluating a Technology Enhanced Interaction Framework and Method that can enhance the Accessibility of Mobile Learning. *Themes in Science & Technology Education*. 2014 7(2). 99-118.
- Apple.com (2016). *Apple Maps*. Retrieved from <http://www.apple.com/ios/maps/>. Accessed 17 Nov 2016.
- Balaji, S. & Murugaiyan, M. S. (2012). WATEERFALLVs V-MODEL Vs AGILE: A COMPARATIVE STUDY ON SDLC. *International Journal of Information Technology and Business Management*, 2.
- Berne, E. 1964. *Games People Play – The Basic Hand Book of Transactional Analysis*, New York, Ballantine Books.
- Brogaard, B. & Marlow, K. (2016). *The blind individuals who see by sound*. Retrieve from <http://discovermagazine.com/2015/july-aug/27-sonic-vision>. [Online; accessed 14-March-2016].
- Cook, A. & Hussey, S. 1995. *Assistive Technologies: Principles and Prattice*, Mosby, St. Louis, MO.
- Cumming T.M., Strnadová I. (2016). Parents' and Teachers' Perspectives on Using iPads with Students with Developmental Disabilities. In: Miesenberger K., Bühler C., Penaz P. (eds) Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2016. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 9759. Springer, Cham
- Dix, A. (1994). Computer supported cooperative work - a framework. In Design Issues in CSCW Eds. D. Rosenberg and C. Hutchison. *Springer Verlag*, pp. 23-37.
- Ellis, J. R., Ridolfi & G. & Zwirner, F. (1991). Groupware: Some issues and experiences. *Communications of the ACM*, 34.
- McCrum-Garder, E. (2010). *Sample size and power calculations made simple*. Retrieved from http://www.uv.es/uvetica/files/McCrum_Gardner2010.pdf
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. London, Sage Publication.
- Finkel, M. *The blind man who taught himself to see*. (2012). Retrieved from

- <http://www.mensjournal.com/magazine/the-blind-man-who-taught-himself-to-see-20120504>. Accessed 13 Nov 2016.
- Freire, A. P., Linhalis, F., Bianchini, S.L., Fortes, R. P. & Pimentel, M. C. (2010). Revealing the whiteboard to blind students: An inclusive approach to provide mediation in synchronous e-learning activities. *Computers & Education* 54(4): 866-876.
- Gaines, B. R. (1988). A conceptual framework for person-computer interaction in complex systems. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 18, 532-541.
- Golledge, R.G. (1999). *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes*. JHU Press.
- Google Map. Google - indoor maps. (2016). Retrieve from <https://www.google.co.uk/maps/about/partners/indoormaps/>. Accessed 17 Dec 2016.
- Guidedogs.org.au. (2017). Frequently asked questions - guidedogs sa/nt. <https://www.guidedogs.org.au/frequently-asked-questions> [Online; accessed 5-May2017].
- Guidedogs.org.uk. (2017). Are dogs allowed everywhere? - all access areas — guide dogs. <https://www.guidedogs.org.uk/supportus/campaigns/access-all-areas/are-dogs-allowed-everywhere> [Online; accessed 5-May-2017].
- Indoo.rs. (2015). indoo.rs guides blind travellers at san francisco international airport. <http://indoo.rs/sfo/>, 2015. [Online; accessed 13-March-2016].
- ISO9241-210. (2010). Human-centred design for interactive systems. Retrieved 22/04/2019, from <https://www.iso.org/standard/52075.html>.
- Kolbe, T.H., Groger, G. & Plumer, L.(2015). Citygml: interoperable access to 3D city models. In: van Oosterom, P., Zlatanova, S., Fendel, E.M. (eds.) *Geo-information for Disaster Management*, pp. 883–899. Springer, Heidelberg.
- Laurillard, D. (1993). *Rethinking University Teaching: a framework for the effective use of educational technology*, London, Routledge.
- Li, K.J. & Lee, J.Y. (2013). Basic concepts of indoor spatial information candidate standard indoorgml and its applications. *J. Korea Sp. Inf. Soc.* 21(3), 1.
- Mace, R. (1985). *Universal Design, Barrier-Free Environments for Everyone*. Los Angeles, USA: Designers West.
- Molly Follette Story M.S. (1998). Maximizing Usability: The Principles of Universal Design, Assistive Technology. *The Official Journal of RESNA*.
- Maheshwari, S. & Jain, D. C. (2012). A Comparative Analysis of Different types of Models in Software Development Life Cycle. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2.
- Martin, R. C., Moreno, L., & Iglesias, A. (2012). Requirements elicitation for designing an accessible chat. *Spanish Journal of Software Engineering, Quality and Innovation*, 8(1), 7-21.
- Mascetti S., Ahmetovic D., Gerino A., Bernareggi C., Busso M. & Rizzi A. (2016) Supporting Pedestrians with Visual Impairment During Road Crossing: A Mobile Application for Traffic Lights Detection. In: Miesenberger K., Bühler

- C., Penaz P. (eds) Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2016. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 9759. Springer, Cham.
- Miao, M., Spindler, M. & Weber, G. (2011). Requirements of indoor navigation system from blind users. In: Holzinger, A., Simoncic, K.-M. (eds.) USAB 2011. LNCS, vol. 7058, pp. 673–679. Springer, Heidelberg (2011). doi: 10.1007/978-3-642-25364-5_48
- Duffy, M. A. (2015) Making Life More Livable: Simple Adaptations for Living at Home after Vision Loss. *American Printing House for the Blind*.
- Miura T. et al. (2016) Sharing Real-World Accessibility Conditions Using a Smartphone Application by a Volunteer Group. In: Miesenberger K., Bühler C., Penaz P. (eds) Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2016. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 9759. Springer, Cham.
- Milne, J. L., Goodale, M. A. & Thaler, L. (2014). The role of head movements in the discrimination of 2-D shape by blind echolocation experts. *Attention, Perception, & Psychophysics* 76(6): 1828-1837.
- Nganji, J. T. & Nggada, S. H. (2011). Disability-Aware Software Engineering for Improved System Accessibility and Usability. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 5.
- Norman, D. A. & Draper, S. W. (1986). *User Centered System Design: New Perspectives On Human-Computer Interaction*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J.
- Nishikiri M., Sakai T., Kudo H., Matsumoto T., Takeuchi Y. & Ohnishi N. (2016). System Supporting Independent Walking of the Visually Impaired. In: Miesenberger K., Bühler C., Penaz P. (eds) Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2016. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 9759. Springer, Cham
- OpenStreetMap. Openstreetmap - indoor mapping (2016). Retrieved from http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Indoor_Mapping. Accessed 17 April 2016.
- Papadopoulos K., Barouti M., Charitakis K. (2014) A University Indoors Audio-Tactile Mobility Aid for Individuals with Blindness. In: Miesenberger K., Fels D., Archambault D., Peñáz P., Zagler W. (eds). Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 8548. Springer, Cham
- Petrie, H. & Bevan, N. (2009). The evaluation of accessibility, usability and user experience. *The Universal Access Handbook*, 20.1-20.14.
- Preece, J. (2002). *Interaction design*, United State of America, Wiley & Sons, Inc.
- Quek, F., Oliveira, F. (2013). Enabling the blind to see gestures. *ACM Trans Comput Hum Interact.* 20(1), 4.
- Rukzio, E., Wetzstein, S. & Schmidt, A. (2008). The Physical Mobile Interaction Framework (PMIF). *Technical Report LMU-MI-2008-2*.

- Ryu, H.-G., Kim, T. & Li, K.-J. (2014). Indoor navigation map for visually impaired people. *In: Proceedings of the Sixth ACM SIGSPATIAL International Workshop on Indoor Spatial Awareness*, pp. 32–35. ACM.
- Sacks, H. 1974. *An Analysis of the Course of a Joke's Telling in Conversation* Cambridge, Cambridge University Press.
- Szabo Z. & Enikov E.T. (2016) Electromagnetic Microactuator-Array Based Virtual Tactile Display. In: Miesenberger K., Bühler C., Penaz P. (eds) *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2016. Lecture Notes in Computer Science*, vol 9759. Springer, Cham.
- Thailand Association of the Blind. (2015). Disability statistics. retrieved from <http://tabgroup.tab.or.th/node/91>
- Wallmeier, L. & Wiegrebe, L. (2014). Self-motion facilitates echo-acoustic orientation in humans. *R. Soc. Open Sci.* 1(3), 140185.
- Wattanasak, J. (2016). Unpublished interim PhD Report University of Southampton, UK.
- Williams, M.A., Hurst, A. & Kane, S.K. (2013). Pray before you step out: describing personal and situational blind navigation behaviors. *In: Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, p. 28. ACM.
- Williams, M.A., Galbraith, C., Kane, S.K. & Hurst, A.(2014). Just let the cane hit it: how the blind and sighted see navigation differently. *In: Proceedings of the 16th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*, pp. 217–224. ACM
- Wifarer. Wifarer - indoor positioning — indoor gps — location analytics. <http://wifarer.com>, 2016. [Online; accessed 13-March-2016].
- Vyas, D., Dix, A. & Nijholt, A. (2008). Role of Artefacts in Mediated Communication. *CHI Conference 2008*. Florence, Italy: ACM SIGCHI.
- Zeng, L. (2015). A survey: outdoor mobility experiences by the visually impaired. *In: Mensch und Computer 2015—Workshopband*.

Appendix

Appendix A

Interviewing Questionnaire

This document presents questions used for the in-person interview. The interviews will be conducted in order to acquire information regarding behavior of visually impaired and blind people while navigating inside buildings. The interview would take 30-40 minutes to finish.

Direction: Please put a tick ☒ in the box next to the answer that all apply interviewee or write the answer in the space provided. In some questions, please choose the letter of the best answer.

SECTION 1: *Basic Information*

1. What is your gender?
 - a. Male
 - b. Female
2. Please specify your age range?
 - a. 18-29 years old (Young adult)
 - b. 30-49 years old (Middle-aged adult)
 - c. 50-64 years old (Older adult)
 - d. 65+ years old (Elder)
 - e. Prefer not to say
3. Which of the following describes your sight?
 - a. I am blind, BUT I had sight before. When did you lose it? ____ years old
 - b. I was born blind
 - c. I am visually impaired. Please check all that apply

☐ I can see LIGHTS
☐ I can see SHADOWS
☐ I can see COLORS
☐ I can see MOVEMENT
 - d. Other _____

SECTION 2: *Behavior and Indoor Navigation*

4. Did you attend a mobility training course, e.g. orientation and mobility?
 - a. Yes
 - b. No
5. Which assistance do you use when you navigate inside buildings by yourself? How often do you use the assistance for your daily routines?

Assistance	Everyday	Few/week	Once/week	Once/month	Occasionally	Never
White Cane	☐	☐	☐	☐	☐	☐ Why _____
Guide Dog	☐	☐	☐	☐	☐	☐ Why _____
Sighted Guide	☐	☐	☐	☐	☐	☐ Why _____
Tactile Map	☐	☐	☐	☐	☐	☐ Why _____
Other _____	☐	☐	☐	☐	☐	☐ Why _____

6. How do you estimate the distance while navigating inside buildings by yourself?

- a. By foot steps
- b. By length unit, e.g. feet or meter
- c. By time, e.g. 5 seconds
- d. Other, please specify _____

SECTION 3: *Unfamiliar Spaces*

Definition: Unfamiliar spaces are places that you rarely visit or you have not learnt to navigate by yourself. For example, university, hospital, museum, department store or airport.

7. How often do you navigate by yourself inside unfamiliar spaces, e.g. university, hospital, department store, museum, and airport?

Example of Unfamiliar Spaces	Everyday	Few/week	Once/week	Once/month	Occasionally	Never	Why?
University	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Hospital	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Department Store	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Museum	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Airport	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Other _____	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

8. What is the level of difficulty to navigate the following unfamiliar spaces?

Example of Unfamiliar Spaces	Level of Difficulty Easy (E)/ Moderate (M)/ Hard (H)	Reason
University		
Hospital		
Department Store		
Museum		
Airport		
Other _____		

9. Are you comfortable to navigate inside buildings by yourself through the following unfamiliar spaces?

Example of Unfamiliar Spaces	Yes	No	Not sure	Reason
Wide-open spaces without any landmarks	☐	☐	☐	
Hallway	☐	☐	☐	
Room (e.g. office)	☐	☐	☐	
Large room (e.g. auditorium, conference room, movie theatre, and exhibition)	☐	☐	☐	

10 Inside unfamiliar spaces inside buildings, how do you know where you are?

11. Inside unfamiliar spaces inside buildings, how do you reach your destination?

12. How can you find your orientation or the direction you are heading to? Orientation means knowing which direction you are heading to, and where landmarks are located.

13. What landmarks are you looking for in order to learn or to help you to navigate by yourself through unfamiliar spaces?

14. Have you ever asked anybody (e.g. reception and local people) for directions or instructions to reach the destination?

- a. Yes, I have
- b. No, I have not

15. Have you ever found any directions or instructions from local people has been confusing or ambiguous?

- c. Yes, I have. Please give example _____
- d. No, I have not

SECTION 4: *Obstacles and Dangerous Areas*

16. Have you experienced any problems or challenges while navigating by yourself inside buildings? For example, ground/body/head-level obstacles, noise, silent, or light.

- e. Yes, please give example _____
- f. No

17. By navigating inside buildings by yourself, have you ever experienced hitting or being hit by the following obstacles?

Obstacles	Always	Often	Sometimes	Rare	Never
Ground-Level Obstacles e.g. <i>Curb, drop-off, sloped floor, hole</i>	☐	☐	☐	☐	☐
Body-Level Obstacles e.g. <i>Furniture, wall-mounted equipment</i>	☐	☐	☐	☐	☐
Head-Level Obstacles e.g. <i>Stairs and hanging objects</i>	☐	☐	☐	☐	☐
Noise e.g. <i>Too much noise in the area</i>	☐	☐	☐	☐	☐
Silent e.g. <i>Too silent in the area</i>	☐	☐	☐	☐	☐
Light e.g. <i>Too much lighting</i>	☐	☐	☐	☐	☐
Moving Obstacles e.g. <i>People, pet, trolley</i>	☐	☐	☐	☐	☐
Other e.g. _____	☐	☐	☐	☐	☐

18. What obstacles can you detect by your assistance (e.g. white cane, guide dog, tactile map)?

Please select all that apply.

- ☐ Objects on the floor
- ☐ Edges and holes
- ☐ Other, please specify _____

19. What obstacles are you not able to detect by your assistance (e.g. white cane, guide dog, tactile map)? Please select all that apply.

- ☐ Slippery and sloped surfaces
- ☐ Objects above waist (body and head level obstacles)
- ☐ Other, please specify _____

20. While navigating inside buildings, how do you sense or know any dangers in your way? Please select all that apply.

- ☐ Using assistance (cane, guide dog, sighted guide, or tactile map)
- ☐ Using hearing sense
- ☐ Using odor sense
- ☐ Other, please specify _____

21. Have you ever found that using stairs, escalators, or elevators is difficult and dangerous? For example, the handrail is difficult to find or installed at a level too high or too low. Another example is that the stair width is too wide and non-standard.

- g. Yes, please give example _____
- h. No
- i. Not sure

SECTION 5: Accessibility

22. While navigating inside buildings, is any accessibility information available to you? For example, tactile maps, tactile pavements, Braille, audio or haptic feedback?

- j. Yes, please give example _____
- k. No

23. Have you ever used any accessibility information from Question 22 to help you to navigate inside buildings?

- l. Yes, please give example_____
- m. No

24. Do you know that there is a tactile map available in some buildings for visually impaired and blind people which provides you with information about the buildings and spaces such as rooms, corridors, and landmark that help you to walk by yourself?

- n. Yes
- o. No

25. Have you used a tactile map to help you find directions to your destination?

- p. Yes IF "YES", GO TO QUESTION 26
- q. No IF "NO", GO TO QUESTION 28

26. Did the tactile map take you to your destination?

- r. Always
- s. Sometimes, why_____
- t. Never, why_____

27. What is the most important information you look for while using a tactile map in order to reach your destination?

28.To help you navigate by yourself inside buildings with safety awareness, how can you rate the following information in terms of importance to you while you are navigating?

Information	Very Important	Important	Somewhat Important	Not at all Important	No Opinion
Building profile (e.g. opening hours)	☐	☐	☐	☐	☐
Floor Plan (e.g. rooms and layout)	☐	☐	☐	☐	☐
Floor Number	☐	☐	☐	☐	☐
Room Number	☐	☐	☐	☐	☐
Toilet and Bathroom	☐	☐	☐	☐	☐
Entrance and Exit	☐	☐	☐	☐	☐
Door	☐	☐	☐	☐	☐
Emergency Exit	☐	☐	☐	☐	☐
Lighting	☐	☐	☐	☐	☐
Wi-Fi Coverage	☐	☐	☐	☐	☐
Walkable Path	☐	☐	☐	☐	☐
Tactile Pavement	☐	☐	☐	☐	☐
Stairs	☐	☐	☐	☐	☐
Steps, Drop-off, and Curb	☐	☐	☐	☐	☐
Elevator	☐	☐	☐	☐	☐
Escalator	☐	☐	☐	☐	☐
Event and Exhibition	☐	☐	☐	☐	☐
Furniture	☐	☐	☐	☐	☐
Dangerous Areas	☐	☐	☐	☐	☐
People are walking	☐	☐	☐	☐	☐
Weather	☐	☐	☐	☐	☐
Reception	☐	☐	☐	☐	☐
Noise	☐	☐	☐	☐	☐

29. How important is it to you to know where landmarks are located while navigating inside buildings by yourself?

- u. Very important
- v. Important
- w. Somewhat important
- x. Not at all important
- y. No Opinion

30. While navigating inside buildings by yourself, which of the following are important to you in order to learn and remember the buildings? Please select all that apply.

- ☐ Landmarks (e.g. escalators, elevators, pillars, office plants, and statues)
- ☐ Sound and noise
- ☐ Floor texture
- ☐ Smell
- ☐ Other, please example _____

Interview for Visual impaired students: A study of Teaching and Learning, Doing Exam, Shopping, crossing roads.

Privacy Information

What is your gender?

☐ female ☐ male

How old are you?

What is your faculty?

What is your department?

Which year are you in?

What is your telephone number?

Who is your supervisor?

Do you know Braille?

Where did you graduate?

☐ graduate from normal school ☐ graduate from blind school

What is your level of seeing?

☐ blind since was born ☐ blind after years ☐ can see some of it

Teaching and Learning

1. Do you have any problem in studying? How?

.....

2. Do you think the media that teachers have used in classroom suitable for you? How?

.....

3. If it is not suitable, what sort of media that you would like to have? Why?

.....

Using Technology in teaching and learning

1. Do you use any technology to help you in leaning in classroom?

2. Do your teachers use any technology to help you in leaning in classroom?

3. Do you use any technology to help you in leaning outside classroom?

4. Do you know about screen reader software?

5. Have you ever used any screen reader software?

6. Do you have any problem in using screen reader software?

7. Who do you ask for help if you have any problem in using technology to support learning?

8. Do you use voice recorder in a classroom? Why?

9. How can you cope if teachers ask you to read a book? Do they have any support?

10. Do you have any ability in using word, pdf, and powerpoint files in learning?

11. Do you have any problem in access to those programs?

12. Do you have any problem in access to picture? How?

13. Do you have any problem when teachers write on the board?

Doing assignment / single assignment / group assignment

1. Do you have any problem in doing single assignment?
2. Do you have any problem in doing group assignment?
3. Which information resources do you use in searching information for your assignment?
☐ Library ☐ Internet ☐ asking people who know about it
4. Do you have any problem in searching information from the Internet? How?

Doing exam

1. Do you have any problem in doing midterm exam?
2. How do you do midterm exam?
3. How many score will you give for satisfaction of midterm exam system from 1-10?
4. How do you want midterm system to be?
5. Do you have any problem in doing final exam?
6. How do you do final exam?
7. How many score will you give for satisfaction of final exam system from 1-10?
8. How do you want final exam system to be?
9. Do you have practical exam?
10. How do you do the practical exam?
11. Do you have any problem in doing practical exam? How?
12. What should the university improve in any exam system?

Other suggestions

Do you have any other suggestions? Please explain

Shopping

1. How do you normally shop?
2. Do you have any problem when shopping on your own?
3. How did you solve those problems?
4. How do you want shopping system to be?
5. How do you recognize note banks or coins?
6. What should the department stores or shops improve in any shopping system?

Using Technology in shopping

1. Do you use any technology to help you in shopping in department store?
2. Do department stores / shops use any technology to help you in shopping?
3. Do you know about technology that have been available to help you in shopping process?
4. Have you ever used any technology to help you shop?
5. Do you ask for help if you have any problem in using technology to support shopping?
6. How can you cope if you have problems in shopping? Do they have any support?
7. Do you have any problem in access to information?
14. Do you have any problem in access to picture on products? How?
15. Do you have any problem when buying food in order to check expired date?

Appendix B

Interviewing Results

Interviewing Results – 20 Visual impaired students

ตารางผลการสัมภาษณ์ผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป							
1. เพศ	หญิง	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	หญิง
2. ชั่วอายุ	18-29 ปี	18-29 ปี	18-29 ปี	18-29 ปี	18-29 ปี	13 ปี	14 ปี
3. ความสามารถของดวงตา	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	มีความบกพร่องทางสายตา แต่สามารถเห็นแสงและเงา	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	-มีความบกพร่องทาง -สายตา มองเห็นไม่ชัด	-ตาบอดแต่สูญเสียความสามารถในการมองเห็นเมื่ออายุ 6 ปี	-ตาบอดแต่สูญเสียความสามารถในการมองเห็นเมื่ออายุ 6 ปี	-ตาช่วยบอดแต่สูญเสียความสามารถในการมองเห็นเมื่ออายุ 5 ปี
ส่วนที่ 2 พฤติกรรมและการเดิน					มีความบกพร่องทางสายตา แต่สามารถเห็นสี		
ภายในอาคาร							
4. คุณเคยผ่านการฝึกอบรมทักษะการทำความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและการเคลื่อนไหวหรือไม่	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	เคย	เคย	เคย	เคย

5. คุณใช้ตัวช่วยเหล่านี้น้ำสำหรับทำ กิจวัตรประจำวันสม่ำเสมอ เท่าใด							
● ไม้เท้าขาว	บางโอกาส	1 ครั้ง/สัปดาห์	บางโอกาส	1 ครั้ง/สัปดาห์	บางโอกาส เพราะ อยู่ที่นั่นไม่ได้ไปไหน เช่น ลงมากินข้าว	ไม่เคย เพราะ สามารถมองเห็น ได้	ไม่เคย
● สุนัขนำทาง	บางโอกาส	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย เพราะนับ ถือศาสนาอิสลาม	ไม่เคย เพราะ สามารถมองเห็น ได้	ไม่เคย
● คนนำทาง	บางโอกาส	ทุกวัน	บางโอกาส	ไม่เคย	หลายครั้ง/สัปดาห์ เพราะชอบไปเป็น กลุ่ม	ไม่เคย เพราะ สามารถมองเห็น ได้	หลายครั้ง/ สัปดาห์
● แผนที่คนตาบอด	-	ไม่เคย	บางโอกาส	ไม่เคย	ไม่เคย เพราะไม่มี ใครนำมา	ไม่เคย เพราะ สามารถมองเห็น ได้	ไม่เคย
● อื่นๆ	-	GPS	-	-	Google Map บางโอกาส	ไม่เคย เพราะ สามารถมองเห็น ได้	-

6. ในกรณีที่คุณเดินภายในอาคารด้วยตัวเอง คุณใช้ชีวิตได้ในการคำนวณระยะทาง	ใช้การนับจำนวนก้าวเท้า	รู้ความแม่นยำ	โดยการจับเวลา	มองเห็นใกล้	เดินเป็นกลุ่มเดินกับเพื่อน	เดินได้ทุกที่	-ใช้การนับจำนวนก้าวเท้า -หาห้องใช้การนับประตู
ส่วนที่ 3 สถานที่ไม่คุ้นเคย							
7. โอกาสและระดับความยากง่ายที่ต้องเดินด้วยตัวเองภายในอาคารที่ไม่คุ้นเคย							
● มหาวิทยาลัย	ไม่เคย	-บางโอกาส -ง่าย เพราะมีทักษะ	-บางโอกาส -ยาก	ไม่เคย	-บางโอกาส -ปานกลาง ด้วยตัวเอง	-บางโอกาส -ปานกลาง	ไม่เคย
● โรงพยาบาล	บางโอกาส	-บางโอกาส -ยาก เพราะต้องมีคนพาไป	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ยาก	-บางโอกาส เวลาเจ็บป่วย เวลาเยี่ยมไข้	-บางโอกาส -ปานกลาง	ไม่เคย

● ห้องสรรพสินค้า	บางโอกาส ง่าย เพราะมีคนสูง	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ปานกลาง	-1 ครั้ง/เดือน -ง่าย	-บางโอกาส -ปานกลาง เพราะ สินค้าอยู่เป็นลือต ทำให้สืบสน	-บางโอกาส -ปานกลาง	-ไม่เคย
● พิพิธภัณฑ	บางโอกาส	-บางโอกาส -ยาก	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ปานกลาง ทาง แคบ	-บางโอกาส -ปานกลาง	-ไม่เคย
● สนามบิน	ไม่เคย	-บางโอกาส -ง่าย	ไม่เคย	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ยาก เพราะไม่ เคยเข้าไปข้างใน	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ยาก เพราะเดิน ไม่ถูก

● อื่นๆ	-	-โรงเรียน -ง่าย เพราะไปกับ ผู้ปกครอง	-	-วัด บางโอกาส -ง่าย -ทะเล บางโอกาส -ยาก	-สถานีรถไฟ สถานีขนส่ง เวลา เดินทางไป กรุงเทพฯ บางครั้ง บางโอกาส	-ท่าเรือ เกาะ	-
8. คุณมีความมั่นใจในการเดินทาง ด้วยตัวเอง ในสถานที่ที่คุณเคย ต่อไปนี้หรือไม่							
● พื้นที่เปิดโล่งกว้าง ไม่มีจุด สังเกต	มั่นใจ เพราะที่ โรงเรียน	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ	ไม่แน่ใจ เพราะว่า พื้นที่ไม่เคยสัมผัส	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ
● ห้องโถง	ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ เพราะเขา ไปกับเพื่อน	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ
● ห้องที่มีขนาดเล็ก	ไม่มั่นใจ	ไม่แน่ใจ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ	ไม่แน่ใจ เพราะไม่ เคยเข้าไป	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ

● ห้องที่มีขนาดใหญ่	มั่นใจ เพราะมีคนสูง	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ	ไม่แน่ใจ เพราะพื้นที่จำกัด ส่องข้างทางเต็มไปด้วยที่นั่ง	ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ
9. คุณจะทำอย่างไรให้รู้ได้ว่าคุณอยู่ตรงไหนของอาคาร ในกรณีที่คุณอยู่ในอาคาร สถานที่ที่ไม่คุ้นเคย	มีราวจับ	ใช้โทรศัพท์ในการบอกตำแหน่ง	-ต้องดูระยะ -ดูทิศทาง	สอบถามคนใกล้ตัว	-คาดเดา -สอบถาม	เนื่องจากมองเห็นจึงสามารถรู้ได้	ถามคนอื่น
10. ในอาคารสถานที่ที่คุณไม่คุ้นเคย คุณจะทำอย่างไรเพื่อให้สามารถเดินไปยังปลายทางที่คุณต้องการ	มีคนสูง	ถามคนรอบข้าง	รู้จักสถานที่ว่าเป็นอย่างไร	มีคนนำทาง	สอบถาม	สามารถเดินเองได้	ใช้ไม้เท้า
11. ในขณะที่เดินด้วยตัวเองในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย คุณมีวิธีในการค้นหาทิศทางตรงหน้าคุณได้อย่างไร	มีการค้นหาทิศทาง	ถามคนรอบข้างและให้ผู้นำไป	ค้นหาทิศทาง	พยายามมองใกล้ๆหาตำแหน่ง	-วิธีการจำ -รอเค้าบอกมา	สามารถมองเห็นได้	ติดนิ้วโป้งเสียงสะท้อนจากกำแพง

12. ในขณะที่เดินด้วยตัวเองในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย คุณใช้จุดสังเกตอะไรเพื่อช่วยให้คุณสามารถเดินได้	บ่อยๆ ก้าวขึ้น	ใช้ไม่เท่าก้าวนไปก่อน	การสัมผัส		-ระดับพื้น -อะไรที่ใช้ในการจำพื้น -บรรยากาศ (โรงภาพยนตร์ต้องอากาศเย็น)	-สิ่งรอบข้าง -สามารถอ่านได้ แบบเลื่อนราง	กำแพง
13. คุณเคยสอบถามคนในพื้นที่หรือไม่ เพื่อหาทิศทางหรือวิธีการเพื่อให้สามารถเดินไปยังปลายทางที่ต้องการได้หรือไม่	เคย	ไม่เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย
14. คุณเคยได้รับข้อมูลที่สับสนหรือไม่ชัดเจนในการสอบถามข้อมูลจากคนในพื้นที่หรือไม่	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย เวลากลับบ้านเกือบขึ้นรถผิดคัน	เคย ไปโรงพยาบาล สอบถามห้องเยี่ยมไข้ไปทางไหน แต่ข้อมูลไม่ชัดเจน	ไม่เคย	เคย
ส่วนที่ 4 สิ่งกีดขวางและพื้นที่อันตราย							

15. คุณเคยประสบปัญหาใดๆ ในขณะที่ที่ดินภายในอาคาร ด้วยตัวเองหรือไม่	เคย สะดุดบันได	เคย สิ่งกีดขวาง ระดับพื้น	เคย	เคย	เคย เดินไปชน และติดกับสิ่งกีด ขวาง	ไม่เคย	เคย
16. ในขณะที่เดินทางภายในอาคาร ด้วยตัวเอง คุณเคยประสบ ปัญหาเดินชนหรือถูกชนโดยสิ่ง กีดขวางต่อไปนี้หรือไม่							
● สิ่งกีดขวางระดับพื้น	ไม่เคย	บางครั้ง	ไม่เคย	น้อยครั้ง	บ่อยครั้ง	ไม่เคย	บางครั้ง
● สิ่งกีดขวางระดับร่างกาย	ไม่เคย	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	น้อยครั้ง	บ่อยครั้ง	ไม่เคย	ไม่เคย
● สิ่งกีดขวางระดับหัว	ไม่เคย	น้อยครั้ง	บ่อยครั้ง	น้อยครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย
● พื้นที่มีสิ่งยักรบกวน	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	ไม่เคย	บางครั้ง	ไม่เคย	บางครั้ง
● พื้นที่ไม่เรียบเกินไป	บางครั้ง	น้อยครั้ง	บ่อยครั้ง	ไม่เคย	บางครั้ง	ไม่เคย	บางครั้ง
● พื้นที่มีแสงสว่างมากเกินไป	บางครั้ง	น้อยครั้ง	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	ไม่เคย	ไม่เคย	บางครั้ง
● สิ่งกีดขวางที่เดินได้	-	บ่อยครั้ง	ไม่เคย	น้อยครั้ง	บางครั้ง	น้อยครั้ง	บางครั้ง

● อื่นๆ	-	-	-	-	บางครั้ง เดินไป สะดุดขาตัวเอง โดยเผลอพาดขาซ้าย เพราะหลักการ เดินไม่ดี	-	
17. สิ่งกีดขวางอะไรบ้างที่คุณ สามารถตรวจหาได้โดยใช้ตัว ช่วยทั่วไป	ไม่เท่า	สิ่งของที่วางบน พื้น	-	สิ่งของที่วางบน พื้น	สิ่งของที่วางบน พื้น	ไม่เคยใช้	สิ่งของที่วางบน พื้น
18. สิ่งกีดขวางอะไรบ้างที่คุณไม่ สามารถตรวจหาได้โดยใช้ตัว ช่วยทั่วไป	สิ่งของระดับเอว ขึ้นไป	พื้นที่ไม่เป็นน้ำ เรียบ	สอเบตาม	ผ้า	พื้นเอียงและลิ้น		สิ่งของระดับเอว ขึ้นไป
19. ในขณะที่คุณอยู่ในอาคาร ด้วยตัวเอง คุณมีวิธีหรือตัว ช่วยในการรับรู้ได้อย่างไรว่า มีสิ่งอันตรายกีดขวางทางเดิน ของคุณ	มีคนพาไป	-ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท่าขาว สุนัขนำทาง แม่นที่ คนตา	ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท่าขาว สุนัขนำทาง แม่น ที่คนตา	ใช้สายตามอง ใกล้ๆ	ใช้การได้ยิน	-	ใช้การได้ยิน
20. คุณเคยประสบปัญหากับการ ใช้งานบันได บันไดเลื่อน หรือ ลิฟต์นั้น มีความยากอันตราย ในการใช้งานหรือไม่	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย เดินก้าว พลาดผิดจังหวะ	เคย สะดุดบันได เพราะเดินอย่าง รวดเร็ว	ไม่เคย	เคย

ส่วนที่ 5 การเข้าถึงข้อมูล							
21. ในขณะที่เดินภายในอาคารด้วยตัวเอง มีข้อมูลอะไรบ้างที่คุณสามารถนำมาใช้เพื่อให้สามารถเดินในอาคารได้	มี	มี ทางเท้า	มี อักษรเบรลล์	มี	มี เหมอนไต่บันได เสียงคนคุยกัน เลยเดินเข้าไป	ไม่มี	มี
22. จากข้อ คุณเคยใช้ข้อมูล 21 เหล่านี้หรือไม่เพื่อช่วยให้คุณสามารถเดินในอาคารได้ด้วยตัวเอง	มี	ไม่มี	มี	มี ช่วงเช้าเรียน ใหม่ๆ	มี เดินไปตามเสียง	ไม่มี	มี ใช้การติดนิ้ว
23. คุณรู้หรือไม่ว่าในบางอาคารแผนที่สำหรับคนตาบอดได้ถูกติดตั้งไว้เพื่อบอกรายละเอียดของอาคาร	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้
24. คุณเคยใช้แผนที่สำหรับคนตาบอดหรือไม่	เคย	เคย	ไม่เคย	เคย	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย
25. แผนที่คุณตาบอดนั้นพาคุณไปถึงเป้าหมายปลายทางหรือไม่	ทุกครั้ง	บางครั้ง เพราะใช้ การนำทาง	-	ทุกครั้ง	บางครั้ง เพราะ เวลาเรียน เวลา สังคม การสำรวจ	-	-
26. ในขณะที่ใช้งานแผนที่คนตาบอด คุณคิดว่าอะไรคือข้อมูลที่สำคัญที่สุดให้คุณสามารถเดินไปยังปลายทางที่ต้องการได้	-	แผนที่บอก ระยะทาง	-	ตัวอาคารที่อยู่ใน แผนที่	สถานที่	ไม่เคยใช้	-ทิศทาง -ระยะ

27. เพื่อให้ผู้โดยสารสามารถเดิน ภายในอาคารได้ด้วยตนเอง และตระหนักถึงความปลอดภัย คุณคิดว่าข้อต่อไปนี้มีความสำคัญมากน้อยเท่าใดใน ขณะที่คุณเดินอยู่ในอาคาร							
● ข้อมูลอาคาร	ไม่มีความเห็น	สำคัญมาก	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ
● แผนผัง	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ
● เลขชั้น	ไม่มีความเห็น	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ
● เลขห้อง	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● ห้องน้ำ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก
● ทางเข้าและทางออก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ
● ประตู	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ
● ทางออกฉุกเฉิน	ไม่มีความเห็น	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ
● แสงสว่าง	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ
● พื้นที่ WIFI	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ
● ทางเดิน	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก

● ทางเข้าสำหรับผู้คนตาบอด	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ
● บันได	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ
● ทางขึ้น ทางลาดขึ้น และขอบ พื้น	สำคัญ	ไม่มีความเห็น	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ		บางส่วนสำคัญ
● ลิฟต์	ไม่มีความเห็น	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก
● บันไดเลื่อน	ไม่มีความเห็น	สำคัญ	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ
● พื้นที่กิจกรรมและการแสดง นิทรรศการ	สำคัญ	ไม่มีความเห็น	สำคัญ	สำคัญ	ไม่มีความคิดเห็น	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ
● เฟอรัลเจอร์	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	ไม่มีความคิดเห็น	สำคัญ	สำคัญ
● พื้นท่อนทราย	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ
● ผู้คนกำลังเดิน	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ
● สภาพอากาศ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ		สำคัญ
● แผนกต้อนรับ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ
● เสียงรบกวน	ไม่สำคัญ	ไม่มีความเห็น	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ		ไม่สำคัญ

28. ในขณะเดินอยู่ในอาคารด้วยตัวเอง คุณคิดว่ามีความสำคัญมากหรือน้อย สำหรับคุณอย่างไร ถ้าคุณสามารถระบุตำแหน่งของจุดสังเกตภายในอาคารได้	สำคัญมาก	สำคัญ		สำคัญ	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
29. ในขณะที่ดินอยู่ภายในอาคารด้วยตัวเอง คุณคิดสิ่งใดบ้างต่อไปนี้มีค่ามากที่สุดเกี่ยวกับคุณเพื่อการเรียนรู้และจดจำพื้นที่เพื่อที่คุณสามารถเดินภายในอาคารได้ด้วยตัวเอง	-ลักษณะของพื้นที่ -กลิ่น	จุดสังเกต ลิฟต์ บันไดเลื่อน เสา ต้นไม้ม ูบปูน	-จุดสังเกต ลิฟต์ บันไดเลื่อน เสา ต้นไม้ม ูบปูน	-ลักษณะของพื้นที่ -กลิ่น	จุดสังเกต ลิฟต์ บันไดเลื่อน เสา ต้นไม้ม ูบปูน	จุดสังเกต ลิฟต์ บันไดเลื่อน เสา ต้นไม้ม ูบปูน	จุดสังเกต ลิฟต์ บันไดเลื่อน เสา ต้นไม้ม ูบปูน	จุดสังเกต ลิฟต์ บันไดเลื่อน เสา ต้นไม้ม ูบปูน

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป							
1. เพศ	หญิง	หญิง	หญิง	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย
2. ชั่วอายุ	18-29 ปี	17 ปี	15 ปี	17 ปี	18-29 ปี	15 ปี	18-29 ปี
3. ความสามารถของดวงตา	-ตาบอดตั้งแต่ สูญเสีย ความสามารถในการมองเห็นเมื่อ อายุ 6 ปี	ตาบอดตั้งแต่ กำเนิด	-ตาบอดตั้งแต่ กำเนิด	-ตาบอดตั้งแต่ สูญเสีย ความสามารถในการมองเห็นเมื่อ อายุ 4 ปี	ตาบอดตั้งแต่ กำเนิด	-ตาบอดแต่สูญเสีย ความสามารถในการมองเห็นเมื่อ อายุ 4 ปี	ตาบอดตั้งแต่ กำเนิด
ส่วนที่ 2 พฤติกรรมและการเดิน ภายในอาคาร	-มีความบกพร่อง ทางสายตา แต่ สามารถเห็นเงา		-มีความบกพร่อง ทางสายตา แต่ สามารถมองเห็น แสง เงา สี การ เคลื่อนไหวของ วัตถุได้				
4. คุณสมบัติผ่านการฝึกอบรมทักษะ การทำควมคุ้นเคยกับ สภาพแวดล้อมและการ เคลื่อนไหวหรือแม่	เคย	เคย	ไม่เคย	เคย	เคย	เคย	ไม่เคย

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
5. คุณใช้ตัวช่วยเหลือสำหรับผู้ทำกิจกรรมประจำวันสม่ำเสมอเท่าใด							
● ไม่เท่าขาว	บางโอกาส เพราะไม่ถนัด	บางโอกาส เพราะไม่ค่อยได้ออกไปไหน	1 ครั้ง/เดือน	หลาย/สัปดาห์	หลาย/สัปดาห์	ทุกวัน	1 ครั้ง/สัปดาห์
● สู้จนไม่ทาง	1 ครั้ง/เดือน	-	บางโอกาส	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย
● คมนำทาง	ทุกวัน	ทุกวัน	ทุกวัน	หลาย/สัปดาห์	ทุกวัน	หลาย/สัปดาห์	ทุกวัน
● แผนมีคนตาบอด	บางโอกาส	-	บางโอกาส	-	-	ไม่เคย	ไม่เคย
● อื่นๆ	-	-	-	-	-	-	-
6. ในกรณีที่คุณเดินภายใต้การช่วยเหลือด้วยตัวคุณเอง คุณใช้ชีวิตในการคำนวณระยะทาง	เคยชินกับเส้นทาง	โดยใช้การนับจำนวนการก้าวเท้า	โดยใช้การนับจำนวนการก้าวเท้า	โดยใช้การนับจำนวนการก้าวเท้า	โดยการจับเวลา	ความเคยชิน	ความชำนาญ
ส่วนที่ 3 สถานที่ไม่เคย							
7. โอกาสและระดับความง่ายที่ต้องเดินด้วยตัวเองภายในอาคารที่ไม่คุ้นเคย							

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
มหาวิทยาลัย	-ไม่เคย เพราะไม่กล้าเดิน -ปานกลาง เพราะน่าจะมึนสิ่งอำนวยความสะดวก	- โรงเรียน -หลายครั้ง/สัปดาห์ -ง่าย เพราะการเดินทางสะดวก	- โรงเรียน -1 ครั้ง/สัปดาห์ -ยาก	- โรงเรียน -หลายครั้ง/สัปดาห์ -ยาก	-บางโอกาส -ปานกลาง	-ไม่เคย -ปานกลาง	-ไม่เคย เพราะไม่เคยไปคนเดียว -ยาก
โรงพยาบาล	-ไม่เคย เพราะไม่ถนัด -ยาก เพราะมีผู้คนเยอะ	-บางโอกาส -ยาก เพราะต้องมีคนนำทางตลอดเวลา	-1 ครั้ง/สัปดาห์ -ยาก	-บางโอกาส -ยาก	-บางโอกาส -ปานกลาง	-ไม่เคย -ปานกลาง	-ไม่เคย -ปานกลาง
ห้องสรรพสินค้า	-1 ครั้ง/เดือน -ยาก เพราะมีสินค้าเป็นลือดตลอดเวลา	-บางโอกาส -ยาก เพราะต้องมีคนนำทางตลอดเวลา	-1 ครั้ง/สัปดาห์ -ยาก	-บางโอกาส -ปานกลาง	-หลายครั้ง/สัปดาห์ -ปานกลาง	-ไม่เคย -ยาก	-ไม่เคย -ปานกลาง
พิพิธภัณฑ์	-บางโอกาส	-ไม่เคย เพราะไม่เคยไป	-1 ครั้ง/สัปดาห์ -ยาก	-หลายครั้ง/สัปดาห์ -ยาก	-บางโอกาส	-ไม่เคย -ยาก	-ไม่เคย -ยาก

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
	-ปานกลาง เพราะน่าจะมีความเรียบร้อย						
• สวมเบิน	-บางโอกาส -ยาก เพราะอาจารย์ต้องพาไปทุกครั้ง	ไม่เคย เพราะไม่เคยไป	ไม่เคย	-หลายครั้ง/สัปดาห์ -ปานกลาง	-ไม่เคย	-ไม่เคย -ปานกลาง	-ไม่เคย -ยาก
• อื่นๆ	-	-	-	-	-	-	-
8. คุณมีความมั่นใจในการเดินทางด้วยตัวเอง ในสถานที่ที่คุณเคยต่อไปหรือไม่							
• พื้นที่เปิดโล่งกว้าง ไม่มีจุดสังเกต	ไม่แน่ใจ เพราะกลัวสิ่งกีดขวาง	ไม่แน่ใจ เพราะกลัวดินชนสิ่งของ	ไม่แน่ใจ	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	ไม่แน่ใจ	ไม่มั่นใจ
• ห้องโล่ง	ไม่มั่นใจ เพราะกลัวสิ่งกีดขวาง	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ	มั่นใจ	-	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ
• ห้องที่มีขนาดเล็ก	มั่นใจ เพราะมีสิ่งกีดขวางน้อยกว่า	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ	มั่นใจ	-	ไม่แน่ใจ	มั่นใจ

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
ห้องที่มีขนาดใหญ่	โรงภาพยนตร์ ไม่ มั่นใจ เพราะมีสิ่ง อำนวยความสะดวก สะดวก	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ	หอประชุม มั่นใจ	หอประชุม มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ
9. คุณจะทำอย่างไรให้รู้ว่าคุณอยู่ ตรงไหนของอาคาร ในกรณีที่ คุณอยู่ในอาคาร สถานที่ที่ไม่ คุ้นเคย	-สอบถาม -โทรศัพท์ไปถาม คนรู้ทาง	-ต้องใช้คนนำทาง ตลอด -ใช้ไม้เท้านำทาง	ไม่เคย	ใช้ไม้เท้า	-คลำทาง -ใช้ไม้เท้า	สังเกตสิ่งรอบข้าง	มาจากไหน เดิน กลับทางเดิน หรือ สอบถาม
10. ในอาคารสถานที่ที่คุณไม่คุ้นเคย คุณจะทำอย่างไรเพื่อให้สามารถ เดินไปยังปลายทางที่คุณต้องการ	-สอบถาม -โทรศัพท์ไปถาม คนรู้ทาง	ใช้ไม้เท้า	บางครั้งใช้ไม้เท้า นำทางไป	ใช้ไม้เท้า	ใช้ไม้เท้า	จำ	ใช้โทรศัพท์ติดต่อ หรือสอบถามคน ใกล้ๆ
11. ในขณะที่เดินด้วยตัวเองใน สถานที่ที่ไม่คุ้นเคย คุณมีวิธีใน การค้นหาทิศทางที่คุณได้ อยู่หรือไม่	-ใช้ไม้เท้า -ถามทาง	-ไม่เคย	ไม่เคย	เสียงดัง	เดินแฉ่งแฉ่งไป มา	ฟังเสียง	ใช้เท้าหาทาง
12. ในขณะที่เดินด้วยตัวเองใน สถานที่ที่ไม่คุ้นเคย คุณใช้จุด สังเกตอะไรเพื่อช่วยให้คุณสามารถ หาทางเดินได้	-เสียงของผู้อื่น	ไม่เคยไปใน สถานที่ที่ไม่คุ้นเคย	ใช้ความจำในการ จดจำ	ลักษณะทางเดิน จะไม่เหมือนกับที่ เราเคยไป	ใช้ไม้เท้า	ฟังเสียง	สังเกตทางเดิน

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
13. คุณเคยสอบถามคนในพื้นที่หรือไม่ว่า เพื่อหาทิศทางหรือวิธีการเพื่อให้สามารถเดินไปยังปลายทางที่ต้องการได้หรือไม่	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย สอบถามเจ้าหน้าที่	เคย ถามบุคคลทั่วไป	เคย	เคย
14. คุณเคยได้รับข้อมูลที่สืบค้นหรือไม่ชัดเจนในการสอบถามข้อมูลจากคนในพื้นที่หรือไม่	เคย โรงเรียนไปเรียนที่อาคาร ได้คำตอบไม่ชัดเจน	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย สอบถามชาวบ้าน	เคย ถามเพื่อนๆ	ไม่เคย	ไม่เคย
ส่วนที่ 4 สิ่งกีดขวางและพื้นที่อันตราย							
15. คุณเคยประสบปัญหาใดๆ ในขณะที่ดินภายในอาคารด้วยตัวเองหรือไม่	เคย ปั่นจักรยานชนบั้ง	เคย ถ้าเสียงดังมากทำให้เดินไม่ถูกทาง	เคย	เคย สิ่งกีดขวางระดับพื้น	เคย เสာ รถ ประตู	ไม่เคย	เคย เสာ ทางต่างระดับ
16. ในขณะที่ดินทางภายในอาคารด้วยตัวเอง คุณเคยประสบปัญหาเดินชนหรือถูกชนโดยสิ่งกีดขวางต่อไปนี้หรือไม่							
● สิ่งกีดขวางระดับพื้น	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	น้อยครั้ง	น้อยครั้ง
● สิ่งกีดขวางระดับร่างกาย	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	น้อยครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
● สิ่งกีดขวางระดับหัว	น้อยครึ่ง	บ่อยครึ่ง	บ่อยครึ่ง	บางครั้ง	น้อยครึ่ง	ไม่เคย	บางครั้ง
● พื้นที่มีเสียงรบกวน	ไม่เคย	บ่อยครึ่ง	บ่อยครึ่ง	บางครั้ง	-	ไม่เคย	ไม่เคย
● พื้นที่มีเสียงเบกเกินไป	น้อยครึ่ง	น้อยครึ่ง	บ่อยครึ่ง	บางครั้ง	-	ไม่เคย	ไม่เคย
● พื้นที่มีแสงสว่างมากเกินไป	บางครั้ง	น้อยครึ่ง	ทุกครั้ง	บางครั้ง	-	ไม่เคย	ไม่เคย
● สิ่งกีดขวางที่เดินได้	ทุกครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	บ่อยครึ่ง	บ่อยครึ่ง	บางครั้ง	ไม่เคย
● อื่นๆ	-	-	-	-	-	-	-
17. สิ่งกีดขวางอะไรบ้างที่คุณสามารถตรวจหาได้โดยใช้ตัวช่วยทั่วไป	ขอบพื้นและหลุมพื้น	สิ่งของที่วางบนพื้น	สิ่งของที่วางบนพื้น	ใช้ไม้เท้าหาตรวจหา -สิ่งของที่วางบนพื้น -ขอบพื้นและหลุมพื้น	-สิ่งของที่วางบนพื้น -ขอบพื้นและหลุม	ขอบพื้นและหลุม	-สิ่งของที่วางบนพื้น
18. สิ่งกีดขวางอะไรบ้างที่คุณไม่สามารถตรวจหาได้โดยใช้ตัวช่วยทั่วไป	ถนนปกติที่อยู่ข้างหน้า	สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	พื้นเอียงและลิ้น	-	สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	เส้นสังเกต

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
19. ในขณะที่เดินภายในอาคารด้วยตัวคุณเอง คุณมีวิธีหรือตัวช่วยให้ในการรับรู้ได้อย่างรวดเร็วถึงอันตรายเกิดขวางทางเดินของคุณ	ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว สุนัขนำทาง ที่คนตาบอด	-ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น สุนัขนำทาง แผนที่คนตาบอด -ใช้การได้ยิน	-ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น สุนัขนำทาง แผนที่คนตาบอด -ใช้การได้ยิน	ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว -ใช้การได้ยิน	-ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น สุนัขนำทาง แผนที่คนตาบอด -ใช้การได้ยิน	ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว สุนัขนำทาง ที่คนตาบอด	ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว
20. คุณเคยประสบปัญหากับการใช้งานบันได บันไดเลื่อน หรือลิฟต์นั้น มีความยากอันตรายในการใช้งานหรือไม่	เคย สั้น	เคย บันไดเลื่อน การใช้งานจะยาก	เคย	ไม่เคย	เคย บันไดเลื่อน	ไม่เคย	ไม่เคย
ส่วนที่ 5 การเข้าถึงข้อมูล							
21. ในขณะที่เดินภายในอาคารด้วยตัวเอง มีข้อมูลอะไรบ้างที่คุณสามารถนำมาใช้เพื่อให้สามารถเดินในอาคารได้	มี ไม่เท้า	มี	ไม่มี	มี -ทางเท้าสำหรับ คนตาบอด -เสียงและการ สัมผัส	มี ใช้เสียงและการ สัมผัส	มี หากจุดสังเกต	ไม่มี
22. จากข้อ คุณเคยใช้ข้อมูล 21 เหล่านี้หรือไม่เพื่อช่วยให้คุณ สามารถเดินภายในอาคารได้ ด้วยตัวเอง	มี ใช้ไม่เท่าในการ นำทาง เชี่ยวชาญ จะโดนสิ่งกีดขวาง	มี	ไม่มี	มี ใช้ราว	มี ใช้เสียง	-	-

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
23. คุณรู้หรือไม่ว่าในบางอาคารแผน ที่สำหรับคนตาบอดได้ถูกติดตั้ง ไว้เพื่อบอกรายละเอียดขอ อาคาร	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	รู้	รู้	ไม่รู้	ไม่รู้
24. คุณเคยใช้แผนที่สำหรับคนตา บอดหรือไม่	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย
25. แผนที่คนตาบอดนั้นพาคุณไปถึง เป้าหมายปลายทางหรือไม่	-	-	-	-	-	-	-
26. ในขณะที่ทำงานแผนที่คนตาบอด คุณคิดว่าอะไรคือข้อมูลที่สำคัญ ที่ช่วยให้คุณสามารถเดินไปยัง ปลายทางที่ต้องการได้	แผนที่ในการนำ ทาง	-	-	ใช้ไม้เท้า	ใช้เสียงในการ เดินทาง	ไม่รู้	แผนที่
27. เพื่อให้คุณสามารถเดินภายใน อาคารได้ด้วยตนเองและ ตระหนักถึงความปลอดภัย คุณ คิดว่าข้อมูลต่อไปนี้มีความสำคัญ มากน้อยเท่าใดในขณะที่คุณเดิน อยู่ภายในอาคาร							
● ข้อมูลอาคาร	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ
● แผนผัง	บางส่วนสำคัญ	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	ไม่มีความคิดเห็น	สำคัญ	สำคัญ
● เลขชั้น	สำคัญ	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
● เลขห้อง	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก
● ห้องน้ำ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก
● ทางเข้าและทางออก	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก
● ประตู	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก
● ทางออกฉุกเฉิน	บางส่วนสำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● แสงสว่าง	ไม่สำคัญ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก
● ฟ้าท์ WIFI	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ
● ทางเดิน	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก
● ทางเท้าสำหรับคนตาบอด	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก
● บันได	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ
● ทางขึ้น ทางลาดขึ้น และขอบฟ้าท์	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ
● ลิฟท์	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ
● บันไดเลื่อน	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
● พื้นที่กิจกรรมและการแสดงนิทรรศการ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ
● เพอร์ซิเจอร์	สำคัญ	ไม่สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ
● พื้นที่อันตราย	สำคัญ	ไม่สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก
● ผู้คนกำลังเดิน	สำคัญ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก
● สภาพอากาศ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก
● แผนกต้อนรับ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก
● เสี่ยงรบกวน	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ
28. ในขณะที่เดินอยู่ในอาคารด้วยตัวเอง คุณคิดว่ามีความสำคัญมากหรือน้อย สำหรับคุณอย่างไร ถ้าคุณสามารถระบุตำแหน่งของจุดสังเกตภายในอาคารได้	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ
29. ในขณะที่เดินอยู่ภายในอาคารด้วยตัวเอง คุณคิดสิ่งใดบ้างต่อไปนี้มีค่าสำคัญกับคุณเพื่อการเรียนรู้และจดจำพื้นที่ เพื่อที่	จุดสังเกต ลิฟต์บันไดเลื่อน เสาต้นไม้ม ูบปั้น	-	จุดสังเกต บันไดเลื่อน เสา ต้นไม้ม ูบปั้น	ลักษณะของพื้น	จุดสังเกต บันไดเลื่อน เสา ต้นไม้ม ูบปั้น	ลักษณะของพื้น	จุดสังเกต บันไดเลื่อน

	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14
คุณสมารถเดินภายในอาคารได้ด้วยตัวเอง							

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป							
1. เพศ	ชาย	หญิง	หญิง	หญิง	ชาย	หญิง	
2. ช่วยอายุ	16 ปี	18-29 ปี	18-29 ปี	16 ปี	17 ปี	15 ปี	
3. ความสามารถของดวงตา	ตาบอดแต่สูญเสียความสามารถในการมองเห็นเมื่ออายุ 10 ปี	-ตาบอดตั้งแต่กำเนิด -มีความบกพร่องทางสายตา แต่สามารถมองเห็นเงา	-ตาบอดตั้งแต่กำเนิด -มีความบกพร่องทางสายตา แต่สามารถมองเห็นแสง	-ตาบอดสนิทตั้งแต่กำเนิด	-ตาบอดตั้งแต่กำเนิด -มีความบกพร่องทางสายตา แต่สามารถมองเห็นเงา และการ	-มีความบกพร่องทางสายตา แต่สามารถมองเห็นแสง 1 ข้าง อีกข้างมองไม่เห็น	

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
ส่วนที่ 2 พฤติกรรมและการเดิน ภายในอาคาร					เคลื่อนไหวของ วัตถุ		
4. คุณเคยผ่านการฝึกอบรมทักษะ การทำงานกับหุ่นยนต์กับ สภาพแวดล้อมและการ เคลื่อนไหวหรือไม่	เคย เดินบริเวณ โรงเรียน	ไม่เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	
5. คุณใช้ตัวช่วยเหลือน้ำสำหรับทำ กิจกรรมประจำวันสม่ำเสมอ เท่าใด							
● ไม่เท่าพอ	หลายครั้ง/สัปดาห์	ทุกวัน	บางโอกาส	บางโอกาส	บางโอกาส	ทุกวัน	
● สุนัขนำทาง	ไม่เคยทดลอง	-	ไม่เคย	เคย เพราะไม่มี	ไม่เคย	ไม่เคย	
● คนนำทาง	หลายครั้ง/สัปดาห์	หลายครั้ง/สัปดาห์	ทุกวัน	ทุกวัน	หลายครั้ง/สัปดาห์	บางโอกาส	
● แผนที่คุณตาบอก	1 ครั้ง/สัปดาห์	-	ไม่เคย	ไม่เคย เพราะไม่ เคยใช้	ไม่เคย	ไม่เคย	
● อื่นๆ	-	-	-	-	มีถืองู	-	

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
6. ในกรณีที่คุณเดินภายในอาคารด้วยตัวคุณเอง คุณใช้วิธีใดในการคำนวณระยะทางเท้า	โดยใช้การนับจำนวนการก้าวเท้า	จากจุดมาร์ค	โดยใช้การนับจำนวนการก้าวเท้า	เดินจนชินกับเส้นทาง	วัดด้วยระยะทาง	โดยใช้การนับจำนวนการก้าวเท้า	
ส่วนที่ 3 สถานที่ไม่คุ้นเคย							
7. โอกาสและระดับความยากง่ายที่ต้องเดินด้วยตัวเองภายในอาคารที่ไม่คุ้นเคย							
● มหาวิทยาลัย	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ยาก	-ไม่เคย -ปานกลาง	-ไม่เคย เพราะไม่เคยไป	-บางโอกาส -ปานกลาง	-1 ครั้ง/เดือน -ยาก	
● โรงพยาบาล	-บางโอกาส -ปานกลาง	-ไม่เคย	-บางโอกาส -ยาก	-บางโอกาส -ยาก เพราะไม่รู้สถานที่	-ปานกลาง -ยาก	-หลายครั้ง/สัปดาห์ -ยาก	
● ห้างสรรพสินค้า	-1 ครั้ง/เดือน -ปานกลาง	-หลายครั้ง/สัปดาห์ -ง่าย	-บางโอกาส -ยาก	-บางโอกาส -ยาก เพราะไม่รู้สภาพแวดล้อม	-ปานกลาง -ยาก	-บางโอกาส -ง่าย เพราะไปจนชิน	

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
• พิพิธภัณฑท์	-1 ครึ่ง/สี่ปดาท์ -ปานกลาง	-บางโอกาส -ยาก	-บางโอกาส -ง่าย	-ไม่เคย เพราะไม่ เคยไป	-ปานกลาง -ยาก	-บางโอกาส -ปานกลาง	
• สนามบิน	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ยาก	-บางโอกาส -ยาก	-บางโอกาส -ยาก เพราะไม่รู้ สถานที่	-ปานกลาง -ยาก	-บางโอกาส -ยาก	
• อื่นๆ	-	-	-	-	ตลาดนัด วัด	-	
8. คุณมีความมั่นใจในการเดินทาง ด้วยตัวเอง ในสถานที่ที่คุณเคย ต่อไปนี้หรือไม่							
• พื้นที่เปิดโล่งกว้าง ไม่มีจุด สังเกต	ไม่มั่นใจ	ไม่แน่ใจ	ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ เพราะไม่ เคยชิน	ไม่มั่นใจ เพราะ พื้นที่โล่ง ไม่มีจุด สังเกต	ไม่แน่ใจ	
• ห้องโถง	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ	ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ เพราะไม่ เคยชิน	ไม่แน่ใจ เพราะไม่ มีจุดสังเกต	ไม่แน่ใจ	
• ห้องที่มีขนาดเล็ก	ไม่มั่นใจ	ไม่แน่ใจ	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ เพราะไม่ เคยชิน	มั่นใจ	มั่นใจ	

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
● ห้างที่มีขนาดใหญ่	ไม่มั่นใจ	ไม่แน่ใจ	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ เพราะไม่เคยชิน	ไม่มั่นใจ เพราะพื้นที่กว้างไม่สามารถสังเกตหรือวัดระยะทางได้	ไม่แน่ใจ	
9. คุณจะทำอย่างไรเพื่อให้รู้ได้ว่าคุณอยู่ตรงไหนของอาคาร ในกรณีที่คุณอยู่ในอาคาร สถานที่ที่ไม่คุ้นเคย	เดินหาประตูทางออก	ต้องทำซ้ำๆ บ่อยๆ จนเกิดความเคยชิน	ใช้แผนที่	ต้องถามคนบริเวณนั้น	จะหาสิ่งที่พอบอกตำแหน่งได้ เช่น ประตู ฝาผนัง	ดูจากแสง	
10. ในอาคารสถานที่ที่คุณไม่คุ้นเคย คุณจะทำอย่างไรเพื่อให้สามารถเดินไปยังปลายทางที่คุณต้องการ	ขอความช่วยเหลือ	ต้องถามคนที่อยู่บริเวณนั้น	ให้คนพาไป	ต้องถามคนบริเวณนั้น	หาแผนผัง เดินตามหาผังนั้น	เดินไปเรื่อยๆ จนใครก็สอบถาม	
11. ในขณะที่คุณเดินด้วยตัวเองในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย คุณมีวิธีในการค้นหาทิศทางที่คุณได้หรือไม่	มองแสงอาทิตย์ ทำให้สามารถจับทิศทางได้	ไม่เคยสังเกตทิศ	มีคนบอก	ต้องฟังเสียง	ยาก ถ้าเป็นที่โล่ง แฉ่งจะรู้	ดูจากแสงพระอาทิตย์	
12. ในขณะที่คุณเดินด้วยตัวเองในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย คุณใช้จุดสังเกตอะไรเพื่อช่วยให้คุณสามารถเดินได้	กลิ่น สิ่งแวดล้อม	ใช้การจำและใช้แผนที่	เอามือไปจับ	ต้องฟังเสียงพูด	จุดสำคัญ เช่น บันได ทางขึ้นลง	ใช้แผนที่	

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
13. คุณเคยสอบถามคนในพื้นที่หรือไม่ เพื่อหาทิศทางหรือวิธีการเพื่อให้สามารถเดินไปยังปลายทางที่ต้องการได้หรือไม่	เคย	เคย	เคย	เคย ส่วนใหญ่จะมีคนนำทาง	เคย	ไม่เคย	
14. คุณเคยได้รับข้อมูลที่สับสนหรือไม่ชัดเจนในการสอบถามข้อมูลจากคนในพื้นที่หรือไม่	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย เดินทางไปคิวรถโดยสาร	เคย เดินเล่น	
ส่วนที่ 4 สิ่งกีดขวางและพื้นที่อันตราย							
15. คุณเคยประสบปัญหาใดๆ ในขณะที่เดินภายในอาคารด้วยตัวเองหรือไม่	เคย สิ่งกีดขวางระดับพื้น	เคย สิ่งของตั้งอยู่ระดับพื้นขึ้นไป	เคย ชนเสา	เคย เคยชนอาจารย์ล้มลงกับพื้น	เคย พื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง และพื้นที่ที่มีเสียงดัง	เคย งานวันเกิดงานเลี้ยง	
16. ในขณะที่เดินทางภายในอาคารด้วยตัวเอง คุณเคยประสบปัญหาเดินชนหรือถูกชนโดยสิ่งกีดขวางต่อไปนี้หรือไม่							
● สิ่งกีดขวางระดับพื้น	บางครั้ง	น้อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	
● สิ่งกีดขวางระดับร่างกาย	บางครั้ง	น้อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	
● สิ่งกีดขวางระดับหัว	ไม่เคย	น้อยครั้ง	บ่อยครั้ง	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
● ผู้ที่สัมผัสเสี่ยงรบกวน	บางครั้ง	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	น้อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	
● ผู้ที่สัมผัสยบกันไป	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	
● ผู้ที่สัมผัสแสงสว่างมากเกินไป	ไม่เคย	ไม่เคย	น้อยครั้ง	ไม่เคย	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	
● สิ่งกีดขวางที่เดินได้	บางครั้ง	น้อยครั้ง	ทุกครั้ง	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	
● อื่นๆ	-	-	-	-	-	-	
17. สิ่งกีดขวางอะไรบ้างที่คุณสามารถตรวจหาได้โดยใช้ตัวช่วยทั่วไป	ไม่เข้าถูกเสา	-สิ่งของวางบนพื้น-ขอบพื้นและหลุม	ไม่เข้าขา	-สิ่งของวางบนพื้น-ขอบพื้นและหลุม	-สิ่งของวางบนพื้น-ขอบพื้นและหลุม	-สิ่งของวางบนพื้น-ขอบพื้นและหลุม	
18. สิ่งกีดขวางอะไรบ้างที่คุณไม่สามารถตรวจหาได้โดยใช้ตัวช่วยทั่วไป	สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	-พื้นเอียงและลิ้น-สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	-พื้นเอียงและลิ้น	สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	
19. ในขณะที่คุณเดินในอาคารด้วยตัวคุณเอง คุณมีวิธีหรือตัวช่วยให้ในการรับรู้ได้อย่างรวดเร็วว่ามีสิ่งอันตรายกีดขวางทางเดินของคุณ	-ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เข้าขา-มองเห็นเงา	-ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เข้าขา-สัญญาณทาง แผนที่คนตาบอด	-ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เข้าขา-สัญญาณทาง แผนที่คนตาบอด	-ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เข้าขา-สัญญาณทาง แผนที่คนตาบอด	-ใช้ตัวช่วยไม่เข้าขา-ใช้การได้ยิน-ใช้การดมกลิ่น	-ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เข้าขา-สัญญาณทาง แผนที่คนตาบอด	

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
		-ใช้การได้ยิน	-ใช้การได้ยิน -ใช้การดมกลิ่น	-ใช้การได้ยิน -ใช้การดมกลิ่น		-ใช้การได้ยิน	
20. คุณเคยประสบปัญหาเกี่ยวกับการใช้ งานบันได บันไดเลื่อน หรือ ลิฟต์นี้ มีความยากอันตราย ในการใช้งานหรือไม่	-ไม่เคย	เคย ขึ้น สะพานลอย บันได ขึ้นและระดับของ ขั้นบันไดไม่เท่ากัน	เคยขึ้นลิ้ม	เคยวิ่งตกบันได	-ไม่เคย	เคย ไป ห้างสรรพสินค้า	
ส่วนที่ 5 การเข้าถึงข้อมูล							
21. ในขณะเดินทางในอาคารด้วย ตัวเอง มีข้อมูลอะไรบ้างที่คุณ สามารถนำมาใช้เพื่อให้ สามารถเดินในอาคารได้	มี ใช้การเดิน	มี ใช้ทางเท้า และเบลล์ลิฟท์	มี ใช้การสัมผัส	ไม่มี	ไม่มี	มี ใช้เสียง	
22. จากข้อ คุณเคยใช้ข้อมูล 21 เหล่านั้นหรือไม่เพื่อช่วยให้คุณ สามารถเดินภายในอาคารได้ ด้วยตัวเอง	มี ใช้สายตา	มี ใช้ในการ เดินทางไปสถานที่ อื่นๆ	มี ใช้ไม่เท่า	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	
23. คุณรู้หรือไม่ว่าในบางอาคาร แผนที่สำหรับคนตาบอดได้ถูก ติดตั้งไว้เพื่อบอกรายละเอียด ของอาคาร	ไม่รู้	ไม่รู้	รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
24. คุณเคยใช้แผนที่สำหรับคนตาบอดหรือไม่	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	
25. แผนที่คนตาบอดนั้นพาคุณไปถึงเป้าหมายปลายทางหรือไม่	-	-	-	-	-	-	
26. ในขณะที่ทำงานแผนที่คนตาบอด คุณคิดว่าอะไรคือข้อมูลที่สำคัญที่ช่วยให้คุณสามารถเดินไปยังปลายทางที่ต้องการได้	-	ถามคนที่อยู่ในบริเวณใกล้ๆ	ใช้มือ	ความเคยชินกับสถานที่	ข้อมูลทิศทาง	-	
27. เพื่อให้คุณสามารถเดินภายในอาคารได้ด้วยตนเอง และตระหนักถึงความปลอดภัย คุณคิดว่าข้อมูลต่อไปนี้มีความสำคัญมากน้อยเท่าใดในขณะที่คุณเดินอยู่ในอาคาร							
● ข้อมูลอาคาร	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	
● แผนผัง	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	
● เลขชั้น	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	
● เลขห้อง	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	
● หองน้ำ	สำคัญ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
● ทางเข้าและทางออก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	
● ประตู	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	
● ทางออกฉุกเฉิน	สำคัญมาก	ไม่สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	
● แสงสว่าง	สำคัญมาก	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	
● พื้นที่ WI-FI	สำคัญ	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	
● ทางเดิน	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	
● ทางเข้าสำหรับคนตาบอด	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	
● บันได	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	
● ทางขึ้น ทางลาดชัน และขอบพื้นที่	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	
● ลิฟต์	สำคัญ	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	
● บันไดเลื่อน	สำคัญ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	
● พื้นที่กิจกรรมและการแสดงนิทรรศการ	บางส่วนสำคัญ	บางส่วนสำคัญ	ไม่มีความเห็น	ไม่สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญมาก	
● เฟอร์นิเจอร์	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	

	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 17	คนที่ 18	คนที่ 19	คนที่ 20	
● พี่พี่นองตราย	สำคัญมาก	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	
● ผู้คนกำลังเดิน	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	บางส่วนสำคัญ	ไม่สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	
● สภาพอากาศ	สำคัญ	ไม่มีความคิดเห็น	สำคัญมาก	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	
● แผนกต้อนรับ	สำคัญมาก	ไม่สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	
● เสียรบกวน	สำคัญ	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	
28. ในขณะที่เดินอยู่ในอาคารด้วยตัวเอง คุณคิดว่ามีความสำคัญมากหรือน้อย สำหรับคุณอย่างไร ถ้าคุณสามารถระบุตำแหน่งของจุดสังเกตภายในอาคารได้	บางส่วนสำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	
29. ในขณะที่เดินอยู่ภายในอาคารด้วยตัวเอง คุณคิดสิ่งใดบ้างต่อไปนี้มีความสำคัญกับคุณ เพื่อการเรียนรู้และจดจำพื้นที่เพื่อที่คุณสามารถเดินภายในอาคารได้ด้วยตัวเอง	จุดสังเกต เช่น บันไดเลื่อน ลิฟต์ เสา ต้นไม้ หรือรูปปั้น	-จุดสังเกต เช่น บันไดเลื่อน ลิฟต์ เสา ต้นไม้ หรือรูปปั้น -จดจำสภาพแวดล้อม	-จุดสังเกต เช่น บันไดเลื่อน ลิฟต์ เสา ต้นไม้ หรือรูปปั้น -เสียงรบกวน -กลิ่น	-จุดสังเกต เช่น บันไดเลื่อน ลิฟต์ เสา ต้นไม้ หรือรูปปั้น -เกิดจากความเคยชิน	-จุดสังเกต เช่น บันไดเลื่อน ลิฟต์ เสา ต้นไม้ หรือรูปปั้น -เสียงรบกวน -กลิ่น	-เสียงรบกวน	

Interviewing 7 Visual impaired experts

ตารางสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่และผู้ดูแลใกล้ชิด

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป							
30. เพศ	ชาย	หญิง	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
31. ช่วยอายุ	50-64 ปี	30-49 ปี	18-29 ปี	30-49 ปี	50-64 ปี	30-49 ปี	50-64 ปี
32. คุณทำงานทางด้านนี้เป็นระยะเวลา กี่ปี (โดยประมาณ)	29 ปี	15 ปี	2 ปี	5 ปี	24 ปี	6 ปี	30 ปี
ส่วนที่ 2 พฤติกรรมและการเดินทางใน อาคาร							
33. การฝึกอบรมทักษะการทำงาน ความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและ การเคลื่อนไหวมีความสำคัญต่อผู้มีความบกพร่องทางสายตาและคนตาบอดหรือไม่	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ
34. คุณใช้ตัวช่วยเหล่านี้สำหรับทำ กิจวัตรประจำวันสม่ำเสมอเท่าใด							
ไม้เท้าขาว	ทุกวัน	1 ครั้ง/สัปดาห์	ทุกวัน	ทุกวัน	ทุกวัน	บางโอกาส	บางโอกาส เพราะเป็นที่คุ้นเคย

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
• ผู้นำทาง	ไม่เคย เพราะราคาแพง ต้องใช้เวลาฝึกฝน	บางโอกาส	บางโอกาส	บางโอกาส	ไม่เคย	-	บางโอกาส เพราะเป็นที่คุ้นเคย
• คนนำทาง	บางโอกาส	1 ครั้ง/สัปดาห์	1 ครั้ง/สัปดาห์	ทุกวัน	บางโอกาส	หลายครั้ง/สัปดาห์	บางโอกาส เพราะเป็นที่คุ้นเคย
• แผนที่คนตอบ	บางโอกาส	บางโอกาส	บางโอกาส	บางโอกาส	ไม่เคย	บางโอกาส	บางโอกาส เพราะเป็นที่คุ้นเคย
• อื่นๆ	ระบบเสียง เพราะใช้เสียงช่วยในการบอกทิศทาง	-	-		-	-	-
35. ในกรณีที่มีผู้มีความบกพร่องทางสายตาและคนตาบอดเดินภายในอาคารด้วยตนเอง เขาใช้วิธีใดในการคำนวณระยะทาง	ความเคยชิน	โดยใช้การนับจำนวนการก้าวเท้า	ใช้ความรู้สึกละและความเคยชิน	ใช้ความรู้สึกละและความเคยชิน	โดยใช้การนับจำนวนการก้าวเท้า	ใช้ความคุ้นเคย	โดยใช้การนับจำนวนการก้าวเท้า
ส่วนที่ 3 สถานที่ไม่คุ้นเคย							
36. บ่อยครั้งไหมที่ผู้มีความบกพร่องทางสายตาและคนตาบอดต้องเดินด้วยตนเองภายในอาคารสถานที่ที่ไม่							

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
คุ้นเคย และในมุมมองของคุณ คุณคิดว่าระดับความยากง่ายในการเดินทางภายในอาคาร สถานที่ที่ไม่คุ้นเคยเป็นอย่างไร							
● มหาวิทยาลัย	-บางโอกาส -ง่าย เพราะการจัดวางสถานที่เป็นสัดส่วน	-บางโอกาส -ยาก	-หลายครั้ง/ สัปดาห์ -ปานกลาง	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ปานกลาง เพราะมีสิ่งของอำนวยความสะดวก	-บางโอกาส -ยาก เพราะมีพื้นที่ขนาดใหญ่	-บางโอกาส เพราะคุ้นเคย ออกไปในรายวิชา
● โรงพยาบาล	-บางโอกาส -ยาก เพราะคนเยอะ ไม่มีรูปแบบอาคารหรือทางเดินที่ชัดเจน ไม่มีเบาะลิ้นชัก	-บางโอกาส -ยาก	-หลายครั้ง/ สัปดาห์ -ยาก	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ยาก	-บางโอกาส -ยาก เพราะมีผู้คนพลุกพล่าน	-บางโอกาส เพราะคุ้นเคย ออกไปในรายวิชา
● ห้างสรรพสินค้า	-1 ครั้ง/เดือน -ง่าย เพราะจัดพื้นที่เป็นโซน	-บางโอกาส -ปานกลาง	-หลายครั้ง/ สัปดาห์ -ปานกลาง	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ง่าย เพราะมีระบบแบ่งโซนเป็นสัดส่วน	-บางโอกาส -ปานกลาง เพราะมีสิ่งอำนวยความสะดวก	-บางโอกาส เพราะคุ้นเคย ออกไปในรายวิชา

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
						สะดวกสำหรับ ผู้พิการ	-ยาก เพราะเป็น ที่ที่ไม่คุ้นเคย และผู้คน พลุกพล่าน
● พิพิธภัณฑ์	-บางโอกาส -ยาก เพราะไม่ กล้าเดินโดย ลำพัง กลัวเดิน ชนข้าวของ	-บางโอกาส -ยาก	-หลายครั้ง/ สัปดาห์ -ยาก	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ยาก เพราะตะ ต้องไม่ไ้	-บางโอกาส -ง่าย เพราะมี พื้นที่กว้าง	-บางโอกาส เพราะคุ้นเคยพา ออกไปใน รายวิชา
							-ปานกลาง เพราะเป็นที่ที่ไม่ คุ้นเคย และผู้คน พลุกพล่าน
● สนามบิน	-บางโอกาส -ง่าย เพราะมีคน คอย ให้บริการใน ระหว่างทาง เดินทาง	-บางโอกาส -ปานกลาง	-หลายครั้ง/ สัปดาห์ -ปานกลาง	-บางโอกาส -ปานกลาง	-บางโอกาส -ง่าย เพราะมี เจ้าหน้าที่บริการ ดี	-บางโอกาส -ปานกลาง เพราะมีสิ่ง อำนวยความสะดวก สำหรับผู้พิการ	-บางโอกาส เพราะคุ้นเคยพา ออกไปใน รายวิชา -ยาก เพราะเป็น ที่ที่ไม่คุ้นเคย และผู้คน พลุกพล่าน

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
อื่นๆ	-	-	-	-	-	-	-
37. ในมุมมองของคุณ คุณคิดว่า ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดมีความมั่นใจในการเดินทางด้วยตัวเอง ในสถานที่ที่คุณเคยต่อไปนี้หรือไม่							
พื้นที่เปิดโล่งกว้าง ไม่มีจุดสังเกต	ไม่มั่นใจ เพราะจำทิศทางไม่ได้ ไม่มีจุดให้สังเกต	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ เพราะพื้นที่เปิดโล่งกว้างไม่มีจุดสังเกต
ห้องโถง	ไม่มั่นใจ เพราะจำทิศทางไม่ได้ ไม่มีจุดให้สังเกต	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ
ห้องที่มีขนาดเล็ก	มั่นใจ เพราะพื้นที่ไม่ได้กว้าง	ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ เพราะเรียนรู้และทำความเข้าใจความคุ้นเคยได้เร็ว	มั่นใจ	มั่นใจ
ห้องที่มีขนาดใหญ่	ไม่มั่นใจ เพราะจำทิศทางไม่ได้ ไม่มีจุดให้สังเกต	ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	มั่นใจ เพราะผู้พิการสร้างจุด	ไม่มั่นใจ

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
	ถ้ามีเส้นนูน ก็ พอจะเดินได้					สังเกตให้ตนเอง ได้	
38. ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดจะทำอย่างไรเพื่อให้รู้ได้ว่าคุณอยู่ตรงไหนของอาคาร ในกรณีที่คุณอยู่ในอาคาร สถานที่ที่ไม่คุ้นเคย	ถ้าไปคนเดียว ก็ จะยึดหลักของ ฝาผนังด้านใด ด้านหนึ่งเอาไว้ เช่น ริมประตู	ประสาทสัมผัสที่ มีอยู่ เสีย กลิ้น การสัมผัส ฯลฯ	-	หลักขณะที่อยู่ ใกล้ เช่น เสา เก้าอี้	-	การหาจุดสังเกต ของอาคารหรือ สถานที่นั้น มี ลักษณะเป็น อย่างไร มีเสียง รบกวนบ้างไหม	-
39. ในอาคารสถานที่ที่คุณไม่เคย ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดจะทำอย่างไรเพื่อให้สามารถเดินไปยังปลายทางที่คุณต้องการ	-	ใช้ทักษะ O&M	สอบถามจาก บุคคลใกล้เคียง	ไม่ทราบ	-	ขอความช่วยเหลือ หรือ ใช้ไม้เท้า	-
40. ในขณะที่เดินด้วยตนเองในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดมีวิธีการค้นหาทิศทางที่คุณได้หรือไม่	ความร้อนของ ผนังที่ช่วยบอก ทิศ ถ้าผนังร้อน ตอนบ่ายก็จะรู้ ว่าอยู่ทางทิศ ตะวันตก และใช้ นาฬิกาช่วย เพื่อทำให้รู้ว่า	ใช้ทักษะ O&M การรับรู้ถึง อุณหภูมิ แสงแดด	-	หันหลังชน กำแพงเพื่อจะได้ รู้ว่าด้านหน้าอยู่ ทางไหน	-	สังเกตแสงแดด	-

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
	เวลาเช้าหรือ บ่าย						
41. ในขณะที่เดินด้วยตัวเองในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดใช้จุดสังเกตอะไรเพื่อช่วยให้คุณสามารถเดินได้	จดจำรายละเอียดของสถานที่ เช่น สบถถามจากผู้ให้ข้อมูล	- บันได -ทางขึ้น -ทางลาด	-	กำแพง	-	เส้นทางที่ใช้เดินไป หรือหันผิว	-
42. ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดเคยสอบถามคนในพื้นที่หรือไม่ เพื่อหาทิศทางหรือวิธีการเพื่อให้สามารถเดินไปยังปลายทางที่ต้องการได้หรือไม่	เคย	เคย	เคย	เคย	-	เคย	เคย
43. ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดเคยได้รับข้อมูลที่สับสนหรือไม่ชัดเจนในการสอบถามข้อมูลจากคนในพื้นที่หรือไม่	ไม่เคย บางครั้งมีคนพาไปส่งถึงที่หมาย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย สอบถามจากคนบริเวณนั้น	-	ไม่เคย	เคย พวกกลับช่วย ขวา
ส่วนที่ 4 สิ่งกีดขวางและพื้นที่อันตราย							
44. ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดเคยประสบปัญหาใดๆ ในขณะที่ดินภายในอาคารด้วยตัวเองหรือไม่	เคย เดินชนเก้าอี้	เคย เดินชนเสา	ไม่เคย	เคย สิ่งกีดขวางวางไว้ไม่เป็นระเบียบ	ไม่เคย	เคย เดินชนถึงขยะ	ไม่เคย
45. ในขณะที่เดินทางภายในอาคารด้วยตัวเอง ผู้มีความบกพร่องทางสายตา							

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
หรือคนตาบอดเคยประสบปัญหา เดินชนหรือถูกชนโดยสิ่งกีดขวาง ต่อไปนี้หรือไม่							
● สิ่งกีดขวางระดับพื้น	ไม่เคย	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง
● สิ่งกีดขวางระดับร่างกาย	ไม่เคย	บางครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง
● สิ่งกีดขวางระดับหัว	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง
● พื้นที่มีเสียงรบกวน	ทุกวัน	ไม่เคย	บางครั้ง	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง
● พื้นที่มีสิ่งของเกิไป	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง
● พื้นที่มีสิ่งขวางกั้น	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง
● สิ่งกีดขวางที่เดินได้	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง
● อื่นๆ	ประตู น้อยครั้ง	-	-	-	-	-	-
46. สิ่งกีดขวางอะไรบ้างที่มีความ บกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอด สามารถตรวจหาได้โดยใช้ตัวช่วย ทั่วไป	ขอบพื้นและ หลุม	ขอบพื้นและ หลุม	สิ่งของที่วางบน พื้น	-สิ่งของที่วางบน พื้น -ขอบพื้นและ หลุม	-สิ่งของที่วางบน พื้น -ขอบพื้นและ หลุม	-สิ่งของที่วางบน พื้น -ขอบพื้นและ หลุม	ขอบพื้นและ หลุม

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
47. สิ่งกีดขวางอะไรบ้างที่ผู้มีความบกพร่องทางสายตารู้สึกว่าตนอาจไม่สามารถตรวจหาได้โดยใช้ตัวช่วยทั่วไป	- ฟันเยียงและลิ้นจะขึ้นเพื่াত্রาตรวจหา - สิ่งของระดับเอวขึ้นไป ใช้หลังมือสัมผัส	-	ฟันเยียงและลิ้น	- สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	- ฟันเยียงและลิ้น - สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	- ฟันเยียงและลิ้น - สิ่งของระดับเอวขึ้นไป	สิ่งของระดับเอวขึ้นไป
48. ในขณะที่ยืนภายในอาคารด้วยตนเอง ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดมีวิธีหรือตัวช่วยใดในการรับรู้ได้อย่างไรว่าสิ่งอันตรายกีดขวางทางเดินของคุณ	- ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว สุนัขนำทาง แผนทึคนตาบอด - ใช้การดมกลิ่น - ใช้ผิวสัมผัส	- ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว สุนัขนำทาง แผนทึคนตาบอด	- ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว สุนัขนำทาง แผนทึคนตาบอด	- ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว สุนัขนำทาง แผนทึคนตาบอด - ใช้การได้ยิน - ใช้การดมกลิ่น	- ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว สุนัขนำทาง แผนทึคนตาบอด - ใช้การได้ยิน - ใช้การดมกลิ่น	- ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว สุนัขนำทาง แผนทึคนตาบอด - ใช้การได้ยิน - ใช้การดมกลิ่น	ใช้ตัวช่วยทั่วไป เช่น ไม่เท้าขาว สุนัขนำทาง แผนทึคนตาบอด
49. ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดเคยประสบปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานบันได บันไดเลื่อน หรือลิฟต์นั้น มีความยากอันตรายเป็นการใช้งานหรือไม่	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	-
ส่วนที่ 5 การเข้าถึงข้อมูล							
50. ในขณะเดินภายในอาคารด้วยตนเอง มีข้อมูลอะไรบ้างที่ผู้มีความบกพร่องมีอีกประเภทหนึ่งหรือสอง	มี อีกประเภทหนึ่งหรือสอง	มี	ไม่มี	มี ลักษณะพื้นผิว	มี	มี อีกประเภทหนึ่งหรือสอง	มี

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
ทางสายตาหรือคนตาบอดสามารถนำมาใช้เพื่อให้สามารถเดินในอาคารได้	ทางข้ามถนนจะมีเสียงเตือนแต่จะมีเพียงบางจุด						
51. จากข้อ 21 ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดเคยใช้ข้อมูลเหล่านี้หรือไม่ เพื่อช่วยให้ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดสามารถเดินภายในอาคารได้ด้วยตัวเอง	มี อักษรเบรลล์ หน้าห้อง และทางข้ามถนนจะมีเสียงเตือนนอกจะช่วยให้เดินข้ามได้	มี	ไม่มี	มี	มี	มี ขึ้นลิฟต์ในอาคารสูง	-
52. คุณคิดว่าผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดรู้หรือไม่ว่าในบางอาคารแผนที่สำหรับคนตาบอดได้ถูกติดตั้งไว้เพื่อบอกรายละเอียดของอาคาร	รู้ ถ้าติดอักษรเบรลล์	รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	รู้	-
53. ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดเคยใช้แผนที่สำหรับคนตาบอดหรือไม่	ไม่เคย	เคย	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย
54. แผนที่คนตาบอดนั้นพาผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดไปถึงเป้าหมายปลายทางหรือไม่	-	บางครั้ง	ทุกครั้ง	-	-	-	-
55. ในขณะที่ใช้งานแผนที่คนตาบอด คุณคิดว่าอะไรคือข้อมูลที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้มีความบกพร่องทาง	ไม่เคยใช้	-	-	-	-	-จุดสังเกต	-

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
สายตาหรือคนตาบอดสามารถเดินไปยังปลายทางที่ต้องการได้						-ลักษณะของเส้นทางที่ใช้	
56. เพื่อให้ผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดสามารถเดินภายในอาคารได้ด้วยตนเองและตระหนักถึงความปลอดภัย คุณคิดว่าข้อมูลต่อไปนี้มีความสำคัญมากน้อยเท่าใดในขณะที่คุณเดินอยู่ภายในอาคาร							
● ข้อมูลอาคาร	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● แผนผัง	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● เลขชั้น	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● เลขห้อง	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● ห้องน้ำ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● ทางเข้าและทางออก	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● ประตู	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● ทางออกฉุกเฉิน	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● แสงสว่าง	ไม่สำคัญ	สำคัญ	ไม่สำคัญ	ไม่มีความคิดเห็น	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
● พืชที่ WIFI	บางส่วนสำคัญ	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก
● ทางเดิน	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● ทางเท้าสำหรับคนตาบอด	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก
● บันได	ไม่สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● ทางขึ้น ทางลาดขึ้น และขอบขั้น	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● ลิฟต์	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● บันไดเลื่อน	ไม่มีความคิดเห็น	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● พื้นที่กิจกรรมและการแสดง นิทรรศการ	ไม่สำคัญ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● เฟอร์นิเจอร์	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● พื้นชั้นตราชาย	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	ไม่มีความคิดเห็น	ไม่มีความคิดเห็น	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● ผู้คนกำลังเดิน	ไม่สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● สภาพอากาศ	ไม่สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ
● แผนกต้อนรับ	ไม่สำคัญ	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก
● เสียงรบกวน	สำคัญมาก	บางส่วนสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญ	สำคัญมาก

	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7
57. ในขณะที่เดินอยู่ในอาคารด้วยตัวเอง คุณคิดว่ามีความสำคัญมากหรือน้อยสำหรับผู้มีความบกพร่องทางสายตาหรือคนตาบอดอย่างไร? ถ้าเขาสามารถระบุตำแหน่งของจุดสังเกตภายในอาคารได้	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมาก	สำคัญมาก	-
58. ในขณะที่เดินอยู่ภายในอาคารด้วยตัวเอง คุณคิดสิ่งใดบ้างต่อไปนี้มีความสำคัญกับการเรียนรู้และจดจำพื้นที่ เพื่อที่คุณสามารถเดินภายในอาคารได้ด้วยตัวเอง	-จุดสังเกต -ลักษณะของพื้น	ลักษณะของพื้น	ลักษณะของพื้น	-จุดสังเกต -ลักษณะของพื้น -กลิ่น	-จุดสังเกต -กลิ่น	-จุดสังเกต -เสียงรบกวน	-จุดสังเกต -เสียงรบกวน -ลักษณะของพื้น -กลิ่น

Appendix C
Printed Questionnaire for
Accessibility Experts

Experts Validation and Review

Participant Information Sheet

Study Title: Technology Enhanced Accessible Interaction Method for Visual Impairment

Researcher: Kewalin Angkananon

Please read this information carefully before deciding to take part in this research. If you are happy to participate you will be asked to sign a consent form.

What is the research about?

The purpose of this study is to evaluate the Technology Enhanced Interaction Method for Visual Impairment which can help people design technology enhanced interactions particularly in complex situations involving visual impaired people. This evaluation is to be achieved by asking participants questions about the materials presented.

Why have I been chosen?

You have been approached to participate in this study because you are an expert who has relevant knowledge.

What will happen to me if I take part?

You will be asked to read and evaluate a scenario and answer questions about requirements and then comment on the feedback provided. You will be asked whether you understand the suggestions offered by the tool and whether they are correct. You will be asked to check whether the example solution meets the scenario's requirements. You will be asked if you can follow the explanation of how the solution was derived

Are there any benefits in my taking part?

By taking part, you have the opportunity to assist the development of a new method to help design technology in complex situations involving disabled people. You may also view the study as an opportunity to find out about alternative design techniques, and to meet other participants.

Are there any risks involved?

There is no risk involved in taking part in this study. It is important to note that you are welcome to pause for a rest, or fully withdraw from the study, at any time.

Will my participating be confidential?

Yes. Your personal details will not be included on any written materials which you are asked to provide. Any audio recordings will be edited to maintain anonymity. For example, if a person's name is mentioned; the stored data will remove this detail.

What happens if I change my mind?

You have the right to withdraw at any time without your legal rights being affected.

What happens if something goes wrong?

If you have a concern or complaint, please contact k.angkananon@gmail.com 062-3249853

Where can I get more information?

Feel free to get in touch with Kewalin Angkananon: k.angkananon@gmail.com

Expert Evaluation of Technology Enhanced Interaction Method for Visual Impairment

Section 1. Name

Question 1.1

Please provide your name:

Section 2. Evaluate the Scenario, Questions, and Answers

Instructions: Please read and analyse the following scenario which should provide all the information required for you to be able to answer the following questions. What we think is the correct answer is shown in red. You will be asked to suggest improvements to the questions, answers and explanations. The answers to the questions will help determine the requirements of the technology solution for the scenario. The requirement numbers shown next to the questions are also used in the Technology Suggestions tables in the following sections.

Non is a blind person who visits an in situ shadow puppet museum in Nakhon Si Thammarat, Thailand which is run by Suchat Trapsin who only speaks Thai. There are exhibits of puppets, folk art, and pottery, inside the museum. There is some text information provided in text format inside the museum to explain puppets' names and where they are from to help tourists explore the museum by themselves. Unfortunately, people are not allowed to touch exhibits so Non cannot gain information from touching the puppets, folk art, and pottery exhibits. Therefore, Non required someone to explain the information for him. Moreover, for the fragile exhibits like pottery and glass, navigating around the rooms without vision could damage them easily as the museum has not been well designed for blind people, and so would require a staff member to lead the way but providing someone to do this would be too expensive for Suchat.

Normally, Suchat will give a puppet show to visitors behind the screen by talking to the visitors. Non can only hear the story of the show but cannot see the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment of the show and cannot imagine the appearance of each puppet as each puppet will have different characteristic e.g. "Teng" is tall, thin, long body and short legs and receding hair. Therefore, Non would also require someone to explain the appearance of each puppet.

Develop requirements into questions and multiple choices

The Technology Enhanced Interaction Method helps developers gather or evaluate requirements by using multiple-choice questions developed based on the Technology Enhanced Interaction Framework (TEIF). The questions help identify issues for which a technology solution is required.

For the following example requirement questions ☐ means more than one answer can be chosen and ☐ means only one answer can be chosen. The example requirement questions which are shown below only include the ones that are related to the correct answer to the scenario provided.

- 21) What is the main purpose of the technology solution?
- ☐ a. improve communication and interaction
 - ☐ b. make the service more interesting and exciting
 - ☐ c. improve the service efficiency in terms of time and ease of use
 - ☐ d. improve the storage and retrieval of information
 - ☐ e. improve the service more realistic and authentic
- Answer:** a. improve communication and interaction
- 22) Where and when does the scenario take place?
- ☐ a. same time / same place
 - ☐ b. same time / different place
 - ☐ c. different time / same place
 - ☐ d. different time / different place
- Answer:** a. same time / same place
- 23) What main roles do people have in the scenario?
- ☐ a. presenter - audience (the presenter gives information to the ‘audience’ which could be only one person or many people and so controls the interaction. The audience can ask the presenter questions).
 - ☐ b. peer - peer (any person can give information or ask questions to any other person and therefore no one person controls interaction)
 - ☐ c. interaction with technology or objects
- Answer:** a. presenter – audience and c. interaction with technology or objects
- 24) How many presenters and audience members are there?
- ☐ a. one presenter – one audience member
 - ☐ b. one presenter – many audience members
 - ☐ c. many presenters – one audience member
 - ☐ d. many presenters – many audience members
- Answer:** b. one presenter – many audience members
- 25) Does the presenter have a disability?
- ☐ a. Yes
 - ☐ b. No
- Answer:** b. No
- 26) What language does the presenter use?
- ☐ a. English
 - ☐ b. Thai
 - ☐ c. other language
 - ☐ d. I do not know
- Answer:** b. Thai
- 27) What language does the audience use?
- ☐ a. English
 - ☐ b. Thai
 - ☐ c. other language
 - ☐ d. I do not know
- Answer:** b. Thai
- 28) Does the audience have a disability?
- ☐ a. Yes
 - ☐ b. No
- Answer:** a. Yes
- 29) What kind of disability does the audience have?
- ☐ a. hearing impaired
 - ☐ b. visually impaired

- ☐ c. physically impaired
- ☐ d. none

Answer: b. visually impaired

30) What level of visual impairment does the Audience have?

- ☐ a. blind
- ☐ b. has some useful sight
- ☐ c. I do not know

Answer: a. blind

31) What interaction types occur in the scenario?

- ☐ a. people to people
- ☐ b. people to objects
- ☐ c. people to technology
- ☐ d. people to technology to people
- ☐ e. people to technology to objects

Answer: a. people to people and b. people to objects

32) What type of technology would be appropriate for the solution to the scenario?

- ☐ a. online technology (Internet)
- ☐ b. off-line technology
- ☐ c. either
- ☐ d. I do not know

Answer: c. either

33) What type of technology devices would be appropriate for the solution to the scenario?

- ☐ a. mobile devices
- ☐ b. non-mobile devices
- ☐ c. either
- ☐ d. I don't know

Answer: a. mobile devices

34) What media is used to provide information?

- ☐ a. Non-text image
- ☐ b. Printed text
- ☐ c. Handwritten text
- ☐ d. non accessible electronic files
- ☐ e. accessible electronic files e.g. pdf

Answer: b. Printed text

35) Is live human support available?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No

Answer: b. No

36) Is there “Deixis”? (i.e. referring to person or object by pointing)

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No

Answer: b. No

37) Where does the situation take place?

- ☐ a. indoors
- ☐ b. outdoors
- ☐ c. both
- ☐ d. I do not know

Answer: a. indoors

38) What are the main environmental considerations identified that impact the scenario?

- ☐ a. noise (Background noise affects everyone's ability to hear and understand what is said.)
- ☐ b. room acoustics (surface (e.g. walls, windows, tile) and objects within every room interact to produce reverberation in response to sound.)
- ☐ c. distance (How far is the audience standing from the presenter? The further a student is from the presenter or sound source, the softer the sound they receive.)
- ☐ d. visual access (How well can the audience see everything that is happening in different locations?)
- ☐ e. lighting (Inadequate lighting or large banks of windows can be challenging for deaf or hard of hearing audience because they cannot see the speakers face well or an interpreter may be located in shadows)

Answer: a. noise

39) Does the customer require a low cost solution?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No
- ☐ c. not mention

Answer: a. Yes

40) Should the technology solution work on a smart phone?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No
- ☐ c. not mention

Answer: a. Yes

QUESTION 1: How can the scenario and questions be improved?

--

QUESTION 2: How can the following technology suggestions tables and explanations be improved?

Section 3: The Technology Suggestions Table

Please read the technology suggestions, descriptions, and explanations are provided in



Tables 1 –X to explain why each technology meets (or does not meet) each requirement. Then, please answer the questions that follow.

Table 1: Audio description

Audio description	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication and interaction	✓	Can understand audio	Audio description to explain the information about puppets by providing number to press on mobile device e.g. No 1 explain “Teng” (Puppet’s name)
2a same time / same place	✓	Press button	
3a presenter – audience	✓	Can also help when presenter uses puppet as can hear description of puppet	
4b one presenter – many audience members	✓	Can also help when presenter uses puppet as can hear description of puppet	
5b No disability	✓	Can also help when presenter uses puppet as can hear description of puppet	
6b Thai	✓	Thai speech	
7 b Thai	✓	Thai speech	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online and offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	✓	Works whatever the format	
14b Printed text	✓	Works whatever the format	
14c Handwritten text	✓	Works whatever the format	
14d no accessible electronic files	✓	Works whatever the format	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	×	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	×	Difficult to hear if background noise	
19c. low cost	✓	Low cost app	
20c. work on smartphone	✓	Works smartphone	

QUESTION 3: Are the descriptions of the technologies in Table 1 clear?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No

QUESTION 4: How can they be improved?

QUESTION 5: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 1?

- ☐ a. Yes, I agree
- ☐ b. No, I do not agree

Please explain

Table 2: Tactile graphic for puppets and folk arts

Tactile graphic for puppets and folk arts	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication and interaction	✓	Blind person can follow tactile graphic	“Tactile graphics are a means of conveying non-textual information to people who are blind or visually impaired, and may include tactile representations of pictures, maps, graphs, diagrams, and other images.” (http://www.pathstoliteracy.org/tactile-graphics)
2a same time / same place	✓	Touch graphic	
3a presenter – audience	✓	Can help when presenter uses puppet as can feel shape of puppet	
4b one presenter – many audience members	✓	Can help when presenter uses puppet as can feel shape of puppet	
5b No disability	✓	Can help when presenter uses puppet as can feel shape of puppet	
6b Thai	✓	Works in any language	
7 b Thai	✓	Works in any language	
8a Yes audience has disability	✓	Tactile graphics can be understood	
9b visually impaired	✓	Tactile graphics can be understood	
10a blind	✓	Tactile graphics can be understood	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online and offline	✓	Usually offline	
13a mobile devices	✓	Can be moved but not normally a mobile electronic device	
14a Non text Image	✓	Not usually for text	
14b Printed text	×	Not usually for text	
14c Handwritten text	×	Not usually for text	
14d no accessible electronic files	✓	Doesn't use file	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	×	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	background noise has no effect	
19c. low cost	✓	Low cost app	
20c. work on smartphone	×	Does not work on smartphone	

QUESTION 6: Are the descriptions of the technologies in Table 2 clear?

- ☐ a. Yes
☐ b. No

QUESTION 7: How can they be improved?

QUESTION 8: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 2?

- ☐ a. Yes, I agree
☐ b. No, I do not agree

Please explain

Table 3: Tactile model

Tactile model	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Blind person can follow tactile model	Tactile model: “Blind people can recognize the shapes of 3D objects by touching them; however, it is quite difficult to recognize the shapes of 3D objects from 2D tactile plane figures.” (http://www.icchp.org/content/tactile-graphics-and-models-blind-people-and-recognition-shapes-touch) 3D printing, enables visually impaired people to learn so much more through touch and feel it and move it around, sparks much more imagination than when something is described (https://ultimaker.com/en/stories/2020-1-using-3d-printing-to-help-the-blind-and-visually-impaired)
2a same time / same place	✓	Touch model	
3a presenter – audience	✓	Can help when presenter uses puppet	
4b one presenter – many audience members	✓	Can help when presenter uses puppet	
5b No disability	✓	Can help when presenter uses puppet	
6b Thai	✓	Works in any language	
7 b Thai	✓	Works in any language	
8a Yes audience has disability	✓	Tactile model can be understood	
9b visually impaired	✓	Tactile model can be understood	
10a blind	✓	Tactile model can be understood	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	

Tactile model	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
12c either online & offline	✓	Usually offline	
13a mobile devices	✓	Can be moved but not normally a mobile electronic device	
14a Non text Image	✗	Not usually for text	
14b Printed text	✗	Not usually for text	
14c Handwritten text	✗	Not usually for text	
14d no accessible electronic files	✓	Doesn't use file	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis		No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	background noise has no effect	
19c. low cost	✓	Low cost model	
20c. work on smartphone	✗	Does not work on smartphone	

QUESTION 9: Are the descriptions of the technologies in Table 3 clear?

- ☐ a. Yes
☐ b. No

QUESTION 10: How can they be improved?

QUESTION 11: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 3?

- ☐ a. Yes, I agree
☐ b. No, I do not agree

Please explain

Table 4: Screen Reading Technology & OCR

Screen Reading Technology & OCR	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can understand audio	Screen Reading Technology (SRT) which automatically reads displayed text aloud and allows blind user to navigate screen of text created by 4) Optical Character Recognition (OCR) which converts a text image into text e.g. FingerReader: a device designed by MIT, providing an ability to read the book/text by scanning text with a finger.
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	✗	Helps when no presenter	
4b one presenter – many audience members	✗	Helps when no presenter	
5b No disability	✗	Helps when no presenter	
6b Thai	✓	Thai speech	
7 b Thai	✓	Thai speech	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	✗	Only works with text	
14b Printed text	✓	Works best with printed text	
14c Handwritten text	✓	Can work with clear handwritten text	
14d no accessible electronic files	✓	Works whatever the format	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	✗	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✗	Difficult to hear if background noise	
19c. low cost	✓	Low cost app	
20c. work on smartphone	✓	Works with smartphone	

QUESTION 12: Are the descriptions of the technologies in Table 4 clear?

☐ a. Yes

☐ b. No

QUESTION 13: How can they be improved?

QUESTION 14: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 4?

☐ a. Yes, I agree

☐ b. No, I do not agree

Please explain

Table 5: OrCam MyEye

OrCam MyEye	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can understand audio	OrCam MyEye: An intuitive wearable device with a smart camera empowering people who are blind, visually impaired, have a reading disability or other conditions from any surface.
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	✓	Face recognition	
4b one presenter – many audience members	✓	Face recognition	
5b No disability	✓	Face recognition	
6b Thai	✓	Thai speech	
7 b Thai	✓	Thai speech	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	✓	Face recognition	
14b Printed text	✓	Works best with printed text	
14c Handwritten text	✓	Can work with clear handwritten text	
14d no accessible electronic files	✓	Works whatever the format	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	✗	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Difficult to hear if background noise	
19c. low cost	✗	Not low cost	
20c. work on smartphone	✓	Can work with smartphone	

QUESTION 15: Are the descriptions of the technologies in Table 5 clear?

- ☐ a. Yes
☐ b. No

QUESTION 16: How can they be improved?

QUESTION 17: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 5?

- ☐ a. Yes, I agree
☐ b. No, I do not agree

Please explain

Table 6: Indoor Navigation

Indoor Navigation	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication and interaction	✓	Can navigate	Using indoor navigation systems or indoor maps to navigate the way in the museum e.g. Google Indoor Map, Indoor GML, audio-tactile maps, tactile pavement, commercial products (Indoo.rs, and Wifarer)
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	✗	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	✗	Navigation not communication	
5b No disability	✗	Navigation not communication	
6b Thai	✗	Navigation not communication	
7 b Thai	✓	Thai speech can be used	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online and offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	✗	Navigation not communication	
14b Printed text	✗	Navigation not communication	
14c Handwritten text	✗	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	✗	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	✗	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Works in noise	
19c. low cost	✓	low cost	
20c. work on smartphone	✓	use smartphone	

QUESTION 18: Are the descriptions of the technologies in Table 6 clear?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No

QUESTION 19: How can they be improved?

QUESTION 20: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 6?

☐ a. Yes, I agree

☐ b. No, I do not agree

Please explain

Table 7: Braille Compass

Braille Compass	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	Braille Compass to tell the direction
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	✗	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	✗	Navigation not communication	
5b No disability	✗	Navigation not communication	
6b Thai	✗	Navigation not communication	
7 b Thai	✓	Thai Braille	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	

Braille Compass	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
14a Non text Image	✕	Navigation not communication	
14b Printed text	✕	Navigation not communication	
14c Handwritten text	✕	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	✕	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	✕	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Works in noise	
19c. low cost	✓	low cost	
20c. work on smartphone	✕	Not use smartphone	

QUESTION 21: Are the descriptions of the technologies in Table 7 clear?

☐ a. Yes

☐ b. No

How can they be improved?

QUESTION 22: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 7?

☐ a. Yes, I agree

☐ b. No, I do not agree

Please explain

Table 8: Speaking Compass

Speaking Compass	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	Speaking Compass to tell the direction
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	✗	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	✗	Navigation not communication	
5b No disability	✗	Navigation not communication	
6b Thai	✗	Navigation not communication	
7 b Thai	✓	Thai speech	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Can be online & offline	
13a mobile devices	✓	Can be mobile device	
14a Non text Image	✗	Navigation not communication	
14b Printed text	✗	Navigation not communication	
14c Handwritten text	✗	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	✗	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	✗	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Works in noise	
19c. low cost	✓	low cost	
20c. work on smartphone	✓	use smartphone	

QUESTION 23: Are the descriptions of the technologies in Table 8 clear?

- ☐ a. Yes
☐ b. No

QUESTION 24: How can they be improved?

QUESTION 25: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 8?

- ☐ a. Yes, I agree
☐ b. No, I do not agree

Please explain

Table 9: Bumps on ground

Bumps on ground	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	bumps on ground a blind person can feel through their feet
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	✗	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	✗	Navigation not communication	
5b No disability	✗	Navigation not communication	
6b Thai	✗	Navigation not communication	
7 b Thai	✗	Language independent	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	offline	
13a mobile devices	✓	not mobile device	
14a Non text Image	✗	Navigation not communication	
14b Printed text	✗	Navigation not communication	
14c Handwritten text	✗	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	✗	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	✗	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Works in noise	
19c. low cost	✓	low cost	
20c. work on smartphone	✗	Does not use smartphone	

QUESTION 26: Are the descriptions of the technologies in Table 9 clear?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No

QUESTION 27: How can they be improved?

QUESTION 28: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 9?

- ☐ a. Yes, I agree
☐ b. No, I do not agree

Please explain

Table 10: Rail with braille labels

Rail with braille labels	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	Provide rail with braille labels to tell a position of the exhibits
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	✗	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	✗	Navigation not communication	
5b No disability	✗	Navigation not communication	Provide rail with braille labels to tell a position of the exhibits
6b Thai	✗	Navigation not communication	
7 b Thai	✓	Thai Braille	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Offline or online	
13a mobile devices	✓	mobile device	
14a Non text Image	✗	Navigation not communication	
14b Printed text	✗	Navigation not communication	
14c Handwritten text	✗	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	✗	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	✗	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Works indoors	
18a. noise	✓	Works in noise	
19c. low cost	✓	low cost	
20c. work on smartphone	✗	Can't use smartphone	

QUESTION 29: Are the descriptions of the technologies in Table 10 clear?

- ☐ a. Yes
☐ b. No

QUESTION 30: How can they be improved?

QUESTION 31: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 10?

- ☐ a. Yes, I agree
☐ b. No, I do not agree

Please explain

Table 11: RFID sensor to tell the position of the exhibits

RFID sensor to tell the position of the exhibits	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	RFID sensor to tell the position of the exhibits “RFID system consists of a reader and tags. The module is flexible that the number of objects to be identified can be altered according to the number of items present in the museum.” (http://www.isaet.org/images/extraimages/IJCSEE%200101320.pdf)
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	✗	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	✗	Navigation not communication	
5b No disability	✗	Navigation not communication	
6b Thai	✗	Navigation not communication	
7b Thai	✓	Thai in RFID	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Offline or online	
13a mobile devices	✓	mobile device	
14a Non text Image	✗	Navigation not communication	
14b Printed text	✗	Navigation not communication	
14c Handwritten text	✗	Navigation not communication	

RFID sensor to tell the position of the exhibits	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
14d no accessible electronic files	✗	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	✗	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Can navigate	
18a. noise	✓	Real Time Response	
19c. low cost	✓	Navigation not communication	
20c. work on smartphone	✓	Navigation not communication	

QUESTION 32: Are the descriptions of the technologies in Table 11 clear?

- ☐ a. Yes
☐ b. No

QUESTION 33: How can they be improved?

QUESTION 34: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 11?

- ☐ a. Yes, I agree
☐ b. No, I do not agree

Please explain

Section 4: Scenario Technology Solution and Explanation

Please read the scenario technology solution suggested and then answer the questions.

The following Table shows the relationship between problem action, Interaction Issue Type and possible solutions that were used to develop the overall solution.

Inaccessible Interaction	Interaction Type	Possible Solutions
1. Non cannot see a text format to explain puppets' names and where are they from	P-O	Provide audio description to explain the information about puppets by providing number to press on mobile device e.g. No 1 explain "Teng" (Puppet's name), or using Screen Reading Technology to read text aloud.

Inaccessible Interaction	Interaction Type	Possible Solutions
2. Non cannot touch puppet exhibits.	P-O	Provide tactile graphic for puppets and folk arts, and tactile model for potteries, 3D print models that can be touched.
3. Non cannot get access to all parts of the museum independently as he required staff to help navigation	P-O	i) Using audio-tactile map to navigate the way in the museum ii) Speaking Compass to tell the direction iii) use bumps on ground a blind person can feel through his shoes
4. The fragile exhibits like pottery and glass, when navigating around the rooms without vision could be damaged easily when the museum has not been well designed for blind people	P-O	Provide rail with braille labels to tell position of the exhibits use bumps on ground to indicate safe path as a blind person can feel these through their shoes
5. Non cannot see the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment.	P-O	i) Provide audio description to explain the characteristic and appearance of each puppet ii) Use Screen Reading Technology to read text about puppet aloud from interactive content management system and interactive handheld device providing the information in accessible form

QUESTION 35: Is the method of identifying the solution from the inaccessible interactions easy to understand?

- ☐ a. Yes, I agree
☐ b. No, I do not agree

Please explain

QUESTION 36: How can it be improved?

Possible Overall Solution and Explanation

An audio tactile map helps Non navigate to all parts of the museum independently. The tactile map has braille numbers on it (1) which tell Non (2) which number to press on the smartphone app (3) which explains where he is and what is there (4). The Speaking compass helps Non know the direction he is facing (5,6) and bumps on ground (7) indicate the path (8) to navigate (9) around museum

Since Non cannot see a text format to explain puppets' names and where are they from a Smartphone app explains this to Non (13) who knows which number to press (11) on the app (12) from braille labels on a rail (10) which stops him from damaging the fragile exhibits like pottery and glass, when navigating around the rooms without vision. The app provides audio

description to explain the information about puppets e.g. No 1 explain “Teng” (Puppet’s name). Tactile graphics and 3D models are available positioned on/by rail as Non cannot touch fragile puppet exhibits. RFID and OCR (e.g. Finger Reader or OrCam MyEye) were not used as they were a more expensive solution as some sort of tactile information would still be required for Non to know where to position the RFID and/or OCR technology

Suchat has a smartphone app where Suchat presses the name (14) of the puppet on stage (15) and this is announced to Non on his smartphone (16,17) because Non cannot see the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment.

QUESTION 37: Is the scenario solution and explanation clearly described and does it meet the scenario requirements?

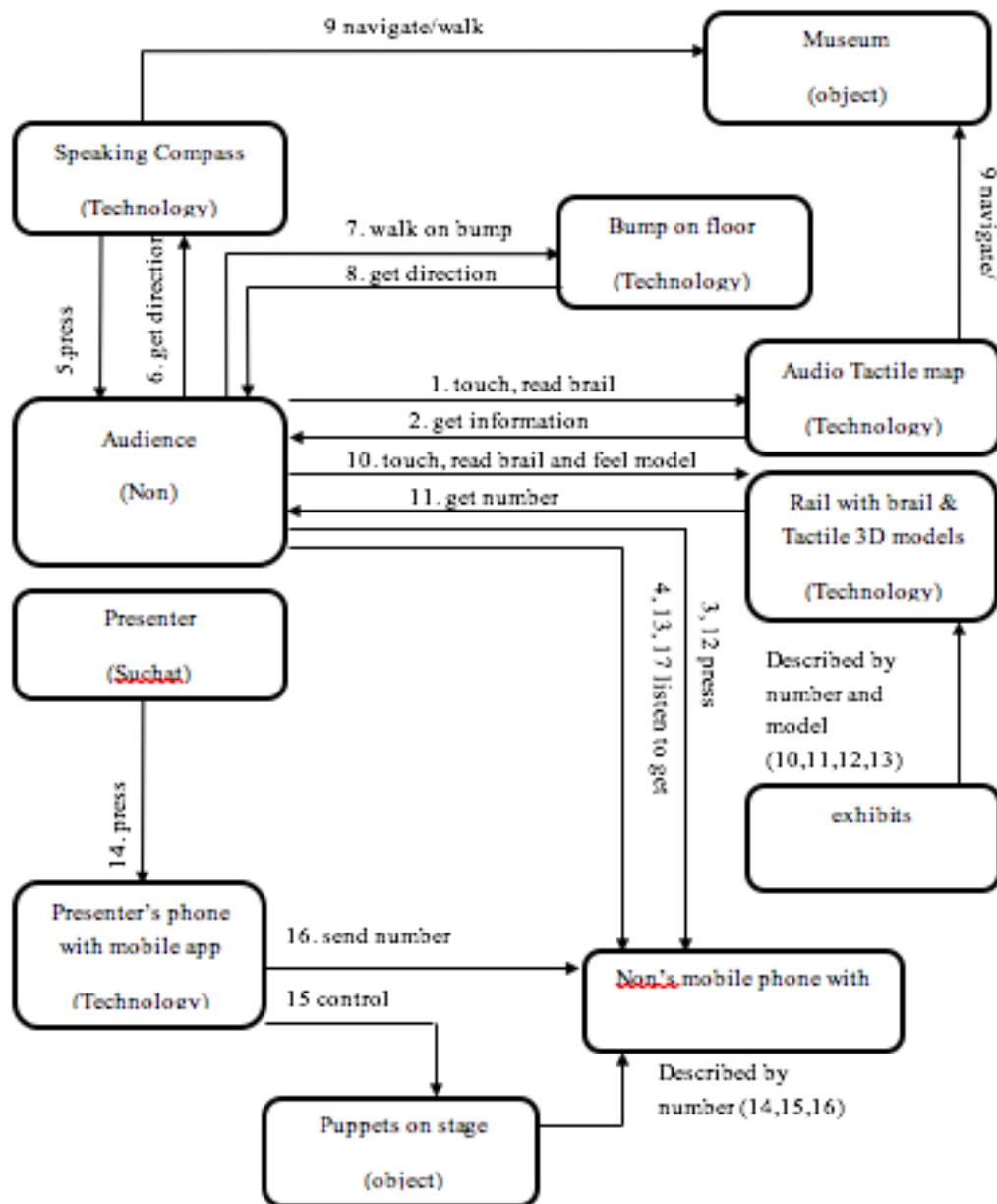
- ☐ a. Yes
- ☐ b. No

QUESTION 38: How can the scenario solution description and explanation be improved?

Section 5: Interaction Diagram

Please look at the Interactions Diagram and then answer the question.

1



QUESTION 39: Does the Interactions diagram help understand the scenario solution?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No

QUESTION 40: How can it be improved?

Section 6. The Use Case Diagram

Please look at the Use Case Diagram and then answer the question.

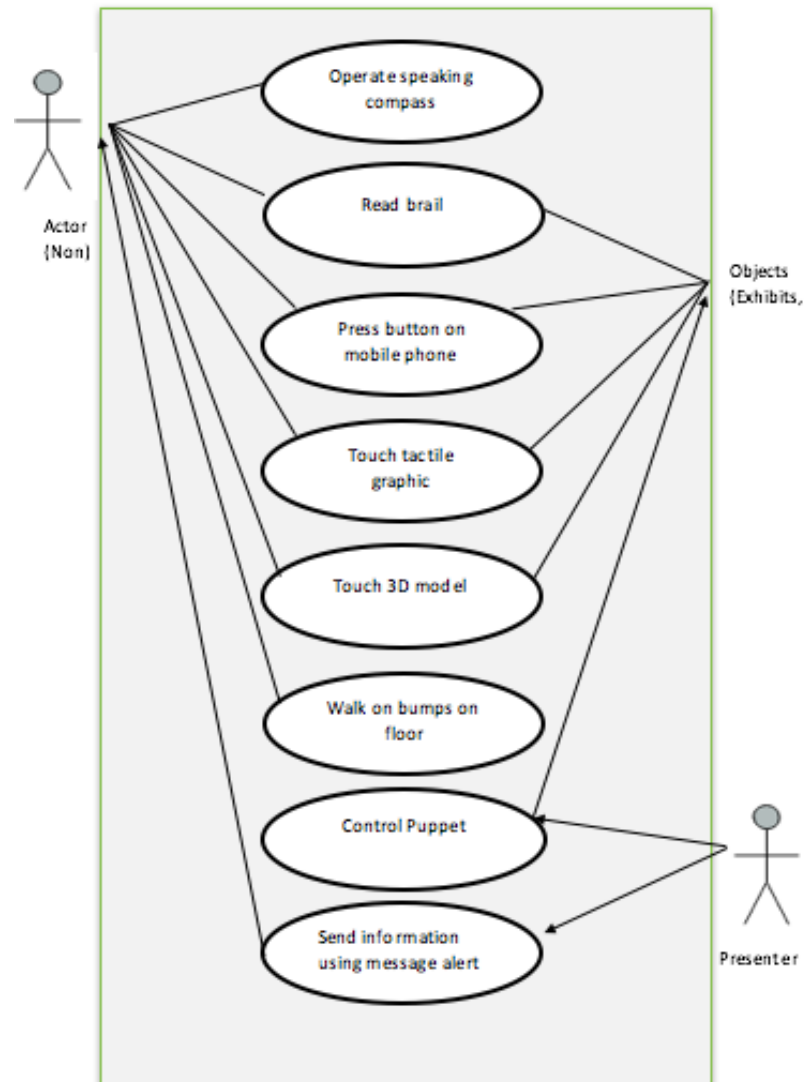


Figure 5 Use Case Diagram

QUESTION 41: Does the Use Case Diagram help understand the scenario solution?

- ☐ a. Yes
- ☐ b. No

QUESTION 42: How can it be improved?

From the Scenario Technology Solution, Non can touch a tactile map to get the information about the museum and exhibits. He can operate a speaking compass to get the direction to each point of exhibits and walk following the bumps on the floor. There is rail to protect Non from walking into the exhibits at each point. Non can read brail at the rail to get the number of information. Then, Non presses that number on to his mobile app to listen to the information of each object. Moreover, Non can touch tactile graphic and 3D model which are provided at the rail in order to get information about objects.

A presenter has a role in the communication which is important because he can control technology to send an instant message to Non's phone to notify when he introduces or moves a puppet. The technology solution selected to enable this is instant messaging which was chosen over SMS. Instant messaging is suggested because it is free of cost using wireless and smartphones

QUESTION 43: Are there any other comments you would like to make about the method?



Appendix D
Results of Experts
Validation and Reviews

Reviewer 1 Suggestions

QUESTION 1: How can the scenario and questions be improved?

The scenario should say this is the first time Non has visited the museum so it is clear he hasn't memorized the layout etc. It should also mention that he uses a cane that helps him avoid obstacles.

There is no explanation of the interaction types and what the definitions of People, Objects, Technology are for this method so really this need to be included

QUESTION 2: How can the following technology suggestions tables and explanations be improved?

Provide URLs for further information/reference

16a should be 16b

QUESTION 4: How can they be improved?

Provide more detail in explanation for somebody who doesn't know anything about blindness e.g. Audio description to explain the information about puppets/exhibits to a blind person who cannot see the puppets/exhibits. This can for example be achieved by providing the blind person with a number to press on a mobile device corresponding to each puppet/exhibit e.g. No 1 explain "Teng" (Puppet's name)

Provide URLs for further information/reference

QUESTION 7: How can they be improved?

"Tactile graphics are a means of conveying non-textual information to people who are blind or visually impaired, and may include tactile representations of pictures, maps, graphs, diagrams, and other images. A person with a visual impairment can feel these raised lines and surfaces in order to obtain the same information that people who are sighted get through looking at pictures or other visual images." (<http://www.pathstoliteracy.org/tactile-graphics>)

QUESTION 13: How can they be improved?

Add URLs for further info and remove 4)

QUESTION 16: How can they be improved?

Explain it does face recognition and OCR and Include URL for further information

QUESTION 19: How can they be improved

Needs more details and URLs

QUESTION 21: Are the descriptions of the technologies in Table 7 clear?

☐ b. No

How can they be improved?

Need to explain what is braille and how a braille compass works and give URL

QUESTION 23: Are the descriptions of the technologies in Table 8 clear?

☐ b. No

QUESTION 24: How can they be improved?

Needs more detailed explanation (e.g. is it a standalone device or a mobile app) and URL

QUESTION 29: Are the descriptions of the technologies in Table 10 clear?

☐ b. No

QUESTION 30: How can they be improved?

Need to explain why a rail (e.g. to guide blind person and stop them going somewhere they shouldn't go) and what is braille

QUESTION 32: Are the descriptions of the technologies in Table 11 clear?

☐ b. No

QUESTION 33: How can they be improved?

Need to explain RFID stands for Radio Frequency Identification and the distance it works from and whether it is stand alone or a mobile app

QUESTION 38: How can the scenario solution description and explanation be improved?

Explain that the numbers refer to the numbers in the interaction diagram

QUESTION 40: How can Interaction Diagram be improved?

‘4, 13, 17 listen to get information’ arrow pointing wrong way

Reviewer 2 Suggestions

Scenario:

There is some text information provided in text format inside the museum to explain puppets’ names and where they are from to help tourists explore the museum by themselves. (Just text, no implication mentioned this text is whether tactile or not.)

Non required someone to explain the information for him. (Sighted people) navigating around the rooms without vision (obstacle avoidance)

2) Where and when does the scenario take place?

d) It could be different time in a day (there would not be only one blind in the museum), and also different places (e.g. exhibitions, museums, and others elsewhere that required this framework)

3) What main roles do people have in the scenario?

b) Chaperone/friend/others may give information about the puppet, although they are not a presents. Note that they may study in the history, and may have a good insight rather than the presenter.

4) How many presenters and audience members are there?

d) Don’t you think there might be two more? Some exhibitions may require two presenters.

5) Does the presenter have a disability?

a) What if the presenter has motor disability or ambulant disabled?

6) What language does the presenter use?

a), c) depending on the audiences nationality and primary (mother tongue) language

7) What language does the audience use?

a),c) depending on the audiences nationality and primary (mother tongue) language

9) What kind of disability does the audience have?

How about deaf-blind?

10) What level of visual impairment does the Audience have?

To be specific, you need to classify it into:

1. Normal (no assistance needed)

2. Partially sighted impaired (need helpers e.g. magnifier)

3. Severely sighted impaired

13) What type of technology devices would be appropriate for the solution to the scenario?

c) Excluding the mobile devices, three alternatives are shown as follows:

- Copy of the puppet with feature of tactile would be required and helpful to blind people to touch by themselves.
- (optional) with touch sensor on the copy of the puppet would be helpful to blind to learn what part of the body is.
- Stationary-audio-feedback device for blind would be required.

e) If state-of-the-art devices come into play, why we don't need the accessible electronic one?

14) What media is used to provide information?

a) How about Tactile image?

17) Where does the situation take place?

18) What are the main environmental considerations identified that impact the scenario?

b) some museums have exhibitions outdoors

b) echo may be counted as a noise

2a same time / same place I don't understand this term

It is totally different from what mentioned in the Q2. This term refers to an incidence of audio description will be used.

Q3 Description is clear,

but the table is quite hard to read and understand, e.g.

what is 1a, 2a, 3a, 4b,... You may need to put another column e.g. "Question" to avoid the confusion.

Q4 Explanation may need to be revised. The table is hard to read and understand as it made me confused.

QUESTION 6: Are the descriptions of the technologies in Table 2 clear?

b. No

QUESTION 7: How can they be improved?

Braille may be taken into the consideration

QUESTION 10: How can they be improved?

Maybe you should make the definitions clear between 2D and 3D

2D: Tactile graphic

3D: Tactile model

Table 6

3a presenter -audience - This could be presenter-technology-audience

Navigation not communication : Some indoor navigation have used people to tell blind people remotely telling which direction to go. Technically, navigation communicate to blind people which direction to go.

QUESTION 18: Are the descriptions of the technologies in Table 6 clear?

b. No

QUESTION 19: How can they be improved?

IndoorGML is the representation of indoor map rather than the indoor navigation.

Thus, IndoorGML cannot navigate blind people

QUESTION 20: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 6?

b. No, I do not agree

Some indoor navigation have used people to tell blind people remotely telling which direction to go. Technically, navigation communicate to blind people which direction to go. Therefore, presenter is indoor navigation, in this case.

Table 9: Bumps on ground

QUESTION 26: Are the descriptions of the technologies in Table 9 clear?

b. No

QUESTION 27: How can they be improved?

Tactile pavement is better off to call

QUESTION 37: Is the scenario solution and explanation clearly described and does it meet the scenario requirements?

b. No

QUESTION 38: How can the scenario solution description and explanation be improved

Bumps on ground may be changed to "tactile pavement"

QUESTION 40: How can it be improved?

Changed

9 navigate/walk >> technology can't navigate to go directly from Non to museum rather than from technology to museum

Remove Line/Arrow/Text by the highlight COLOUR (I think this meant the arrow is in the wrong direction for 4, 13, 17 listen to get information

Reviewer 3 suggestions

QUESTION 1: How can the scenario and questions be improved?

Two lists would be helpful.

- List 1: Problems encountered *eg.* Background Noise
- List 2: Potential solutions *eg.* Smartphone using headphones

QUESTION 2: How can the following technology suggestions tables and explanations be improved?

It is not immediately obvious that P-O (P-T-O) is people to object. Replace '11c P-O' with 11c People to Object (P-T-O)

a multiple choice question (MCQ) header and column would be helpful.

QUESTION 4: How can they be improved?

2a same time / same place – press button (is this to press the button on a mobile?) If so, a blind person using a mobile would use a screen reader to move focus to the button and single or double tap the screen to activate the button.

“Works whatever the format” does this mean the solution will need to work whatever the format?

What electronic formats are you considering? For example, PDF has different issues with accessibility compared to ePub3.

Also a multiple choice question (MCQ) header and column would be helpful.

Noise cancelling headphones exist for mobile devices. This is a technology that may also need to be considered.

QUESTION 5: Do you agree that the ticks and explanation correctly identify the requirements met by the technology suggested in Table 1?

Yes, but what happens when a user is blind but also has dyslexia for example?

QUESTION 7: How can they be improved?

Separate refreshable tactile graphics displays and braille smartwatches are available.

QUESTION 13: How can they be improved?

There are apps like Claro Scan, but OCR is not 100% accurate. Intelligent Character Recognition can recognise hand written text but this is also limited, especially in low light and if the users device has no flash light. Also glossy or reflective surfaces that have text on them can be difficult for a mobile phones camera to pick up.

Screen Reading is difficult to hear only if noise cancelling headphones are not used.

QUESTION 19: How can they be improved?

Have you come across NavCog? https://www.youtube.com/watch?v=nUucN_X7x24

The only problem with apps like this is, what happens when there is an unexpected item overhanging or in the way. You'll notice the lady in the video walks into an unannounced column. NavCog also works for going up stairs, so detects altitude changes indoors.

Could the presenter send a time and location notification to the audience?

QUESTION 26: Are the descriptions of the technologies in Table 9 clear?

a. Yes (except one: 13a)

b. No

QUESTION 27: How can they be improved?

You have a tick for 'not mobile'

QUESTION 30: How can they be improved?

Although it might be more helpful to specify 'hand rail' rather than just 'rail'.

QUESTION 33: How can they be improved?

RFID needs to have a definition.

QUESTION 36: How can it be improved?

Provide an overview diagram that shows how the method works.

QUESTION 38: How can the scenario solution description and explanation be improved?

Can 3D models be manufactured locally at an affordable price to Suchat?

QUESTION 40: How can it be improved?

It would help further if the interaction diagram was more clearly separated between the audience and the presenter. Perhaps by using two square boxes that surround the interactions of the audience and separately those of the presenter, it would then have just two lines connecting the boxes for 'Non's mobile phone with Mobile App'.

Braille was misspelt

QUESTION 42: How can it be improved?

The use case diagram is helpful to get an overview of the method but a walkthrough would also be helpful. So for example, what is the sequence and exact tasks that *Non* has to take when moving through an interacting with the space, the audience and the presenter?

Appendix E

Blind Focus Group

Focus group 6 blind people.

Nong has been to the shadow puppet museum. The other 4 people haven't been there but have watched the live shadow puppet show before.

The problem when Nong visit the museum, the ladder wasn't strong enough when he walked on the ladder, it moved a bit. At the museum, there is an exhibit shows how to make a puppet. Nong cannot see how to make it but he can listen to the present telling the process how to do it but in a very brief summary and he also can hear the sound of an axe push to the nail. He also has been to the pottery room which show the pottery and fragile objects. He nearly broke the objects because he cannot see it but his friend leads him out from the way.

Peak and Bank told that the problem in listening to the live puppet show is the presenter ignored to explain the scene of the show just focused on the speech of the puppet. The sound of is puppet is very similar, made it hard to the blind listeners to tell which voice is which character as only one presenter played all character.

Peak also mentioned that he is interested in listening to the story but sometime it is difficult to know what is going on along the sound music e.g. the sound of gun but he didn't know who shot who.

Toto suggested that in the show should mention the name in the conversation so blind people know who is talking to who without have to send the message to mobile phone.

He normally remembers the voice of each character.

Five blind expert all agree with the five interaction problem that would occur in the shadow puppet situation.

Peak used the OCR technology before on his laptop but he mentioned that the OCR technology wasn't compatible with Thai. However, he doesn't know about OrCam MyEye and Finger Reader technology. He knew about the smart glasses technology but has not used it.

Peak, Too and Bank weren't sure about indoor navigation will work in door because he thought it is not giving a great detail of how to travel from point to point e.g. if the distance is quite far away what measure the navigator will tell e.g. meter or the number of footsteps.

Five of them have discussed about it and all agree that the number of footsteps will be more useful for them.

The expert need more explanation about how RFID and speaking tactile map can tell the position of the exhibits. They could not imagine how to use it. Peak used the speaking compass on iphone to tell the direction before and he confirmed it works the other have not got the iphone so they haven't use it before.

Non suggested that using bump on ground with cane will be more effective in independent visiting the museum.

Toto suggested that audio description should distinguish the voice of each character of puppets then they can remember the voice while the live puppet show on because it is more enjoyable to follow the story. Nong more pays attention on the post of the puppets while showing but Toto disagreed before he more fun to follow the story by listening and not focusing on the post.

Peak wasn't clear what mobile app will do need more explanation and he also suggested that in the mobile should have menu to listen to each character. He is confused how can Non in the scenario press number on mobile app before the solution scenario is not connected.

Appendix F

TEIF Method Material

การทดลองโดยใช้กระบวนการ TEIF Method

ตอนที่ 1 กรณีศึกษา

คำชี้แจง

จงอ่านกรณีศึกษาต่อไปนี้ และขีดเส้นใต้ประโยคที่ท่านคิดว่าเป็นปัญหาและอุปสรรคในการท่องเที่ยว
พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ

กรณีศึกษา

นนท์ผู้พิการทางการเห็นตั้งแต่กำเนิดเข้าเยี่ยมชมพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติสุโขทัย จังหวัดนครศรีธรรมราช ประเทศไทย ภายในพิพิธภัณฑสถานมีการนำเที่ยวโดยครอบครัวของนายหญิงสุชาติซึ่งเป็นคนไทยจะเป็นคนบรรยายเป็นภาษาไทย ครอบครัวสุชาติไม่มีความบกพร่องใด ๆ สื่อสารเป็นภาษาไทยเท่านั้น ส่วนใหญ่ใช้ภาษาถิ่นใต้ในการสื่อสาร ภายในพิพิธภัณฑสถานมีการแสดงนิทรรศการเกี่ยวกับหนังตะลุง ของใช้พื้นบ้านในสมัยก่อน มีการนำเสนอข้อมูลที่เป็นข้อความภาษาไทยบรรยายชื่อ ภาพ และแหล่งที่มาของหนังตะลุง หรือ ของใช้พื้นบ้าน ซึ่งช่วยบรรยายนักท่องเที่ยวให้ทราบในขณะที่นักท่องเที่ยวเยี่ยมชมนิทรรศการด้วยตนเอง แต่นนท์ไม่สามารถอ่านข้อความและเห็นรูปภาพเหล่านั้นได้

น่าเสียดายที่ผู้เข้าชมไม่ได้รับอนุญาตให้สัมผัสตัวหนังตะลุงที่จัดแสดง นนท์ไม่สามารถรับข้อมูลจากการสัมผัสตัวหนังตะลุง งานศิลปะพื้นบ้านและเครื่องปั้นดินเผาที่จัดแสดงได้ ดังนั้นนนท์จึงต้องการคนช่วยอธิบายข้อมูลต่าง ๆ ให้กับเขา ทำให้นนท์ไม่สามารถเข้าชมทุกส่วนของพิพิธภัณฑสถานได้อย่างอิสระด้วยตนเอง นอกจากนี้ภายในพิพิธภัณฑสถานมีการจัดแสดงสิ่งของที่เปราะบาง เช่น เครื่องปั้นดินเผาและวัสดุที่ทำจากแก้ว การเดินรอบ ๆ ห้อง โดยนนท์อาจเดินชนสิ่งของเหล่านั้นจนเกิดความเสียหายแก่พิพิธภัณฑสถาน และอาจได้รับบาดเจ็บได้ หากพิพิธภัณฑสถานไม่ได้รับการออกแบบสำหรับผู้พิการทางการเห็น ดังนั้นนนท์จึงต้องการเจ้าหน้าที่ หรือ เทคโนโลยีในการนำทาง ซึ่งเทคโนโลยีแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความถนัดในการใช้ของผู้พิการคนนั้น ๆ

โดยปกติแล้วในพิพิธภัณฑสถานสุโขทัยสุชาติจะเล่นหนังตะลุงสดให้ผู้มาเยือนด้วยการแสดง และพูดบรรยายหลังจอภาพ พร้อมทั้งเล่นดนตรีบรรเลงประกอบ นนท์สามารถได้ยินเรื่องราวที่แสดงได้ แต่ไม่สามารถจินตนาการรูปลักษณ์ของหนังตะลุงแต่ละตัวได้ เนื่องจากหนังตะลุงแต่ละตัวจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น “เท่ง” มีรูปร่างสูงบางลำตัวยาว ขาสั้นและหัวเล็ก ดังนั้นนนท์จึงต้องการข้อมูลเพื่ออธิบายรูปร่างลักษณะของตัวหุ่นแต่ละตัวเพื่อให้เข้าใจก่อนที่การแสดงจะเริ่ม พิพิธภัณฑสถานสุโขทัยต้องการเทคโนโลยีต้นทุนต่ำ ที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายโดยผู้เข้าชมใช้อุปกรณ์โทรศัพท์มือถือของตนเองในการดาวน์โหลดเทคโนโลยีนำเที่ยว

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับกรณีศึกษา

คำชี้แจง

หลังจากที่ท่านอ่านกรณีศึกษาเรียบร้อยแล้ว ให้ท่านตอบคำถามด้านล่างโดยทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดย ☐ หมายถึง สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ และ ☐ หมายถึงตอบได้เพียงข้อเดียว

1. อะไรคือวัตถุประสงค์หลักของการใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหา

- ☐ ก. ปรับปรุงการสื่อสารและการปฏิสัมพันธ์
- ☐ ข. ช่วยให้บริการมีความน่าสนใจ และดึงดูดความสนใจ
- ☐ ค. ปรับปรุงบริการให้มีประสิทธิภาพ และง่ายต่อการใช้งาน
- ☐ ง. ปรับปรุงบริการเพื่อจัดเก็บ และสืบค้นข้อมูล
- ☐ จ. ปรับปรุงบริการเพื่อใช้กับสถานที่นั้น ณ ขณะนั้น
- ☐ ฉ. ปรับปรุงการปฏิสัมพันธ์ให้สามารถเข้าถึงได้

2. เหตุการณ์เกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไหร่

- ☐ ก. ณ เวลาเดียวกัน | สถานที่เดียวกัน
- ☐ ข. ณ เวลาเดียวกัน | ต่างสถานที่กัน

- ☐ ค. ณ เวลาต่างกัน | สถานที่เดียวกัน
- ☐ ง. ณ เวลาต่างกัน | สถานที่ต่างกัน
3. ผู้ที่เกี่ยวข้องในเหตุการณ์มีบทบาทอะไรบ้าง
- ☐ ก. ผู้นำเสนอ – ผู้ฟัง (ผู้นำเสนอให้ข้อมูลแก่ผู้ฟัง ซึ่งผู้ฟังอาจมีจำนวน 1 คน หรือมากกว่าหนึ่งคนในการควบคุมปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ผู้ฟังสามารถสอบถามคำถามผู้นำเสนอได้)
- ☐ ข. เพื่อน – เพื่อน (ใครคนใดคนหนึ่งสามารถให้ข้อมูล หรือ ถามคำถามกับอีกคนหนึ่ง ดังนั้นไม่มีใครเป็นคนควบคุมปฏิสัมพันธ์)
- ☐ ค. ไม่มีการสนทนา ระหว่าง ผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ มีเพียงแต่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเทคโนโลยี หรือ วัตถุ
4. มีผู้นำเสนอและผู้ฟังจำนวนกี่คน
- ☐ ก. ผู้นำเสนอ 1 คน – ผู้ฟัง 1 คน
- ☐ ข. ผู้นำเสนอ 1 คน – ผู้ฟังหลายคน
- ☐ ค. ผู้นำเสนอหลายคน – ผู้ฟัง 1 คน
- ☐ ง. ผู้นำเสนอหลายคน – ผู้ฟัง 1 คน
5. ผู้นำเสนอมีความพิการหรือไม่
- ☐ ก. มี
- ☐ ข. ไม่มี
6. ผู้นำเสนอใช้ภาษาอะไรในการนำเสนอ
- ☐ ก. ภาษาอังกฤษ
- ☐ ข. ภาษาไทย
- ☐ ค. ภาษาอื่นๆ
- ☐ ง. ไม่ทราบ
7. ผู้ฟังใช้ภาษาอะไรในการสื่อสาร
- ☐ ก. ภาษาอังกฤษ
- ☐ ข. ภาษาไทย
- ☐ ค. ภาษาอื่นๆ
- ☐ ง. ไม่ทราบ
8. ผู้ฟังมีความบกพร่อง หรือไม่
- ☐ ก. มี
- ☐ ข. ไม่มี
9. ผู้ฟังมีความบกพร่องด้านใดบ้าง
- ☐ ก. ความบกพร่องทางการได้ยิน
- ☐ ข. ความบกพร่องทางการเห็น
- ☐ ค. ความบกพร่องทางร่างกาย
- ☐ ง. ไม่มีความบกพร่อง
10. ผู้ฟังมีความบกพร่องทางการเห็นในระดับใด
- ☐ ก. ตาบอด
- ☐ ข. สายตาบกพร่องบางส่วน
- ☐ ค. ไม่ทราบ
11. ปฏิสัมพันธ์ประเภทใดเกิดขึ้นในเหตุการณ์
- ☐ ก. ระหว่างคน กับ คน
- ☐ ข. ระหว่างคน กับ วัตถุ

- ☐ ค. ระหว่างคน กับ เทคโนโลยี
 - ☐ ง. ระหว่างคน เทคโนโลยี และคน
 - ☐ จ. ระหว่าง คน เทคโนโลยี และวัตถุ
12. เทคโนโลยีประเภทใด เหมาะกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น
- ☐ ก. เทคโนโลยีออนไลน์ (อินเทอร์เน็ต)
 - ☐ ข. เทคโนโลยีออฟไลน์ (ไม่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต)
 - ☐ ค. เทคโนโลยีออนไลน์ และ เทคโนโลยีออฟไลน์
 - ☐ ง. ไม่ทราบ
13. อุปกรณ์ชนิดใด เหมาะสมในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น
- ☐ ก. อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้
 - ☐ ข. อุปกรณ์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
 - ☐ ค. อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ และ เคลื่อนที่ไม่ได้
 - ☐ ง. ไม่ทราบ
14. สื่อประเภทใดที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล
- ☐ ก. ข้อความที่อยู่ในรูปแบบรูปภาพ
 - ☐ ข. ข้อความที่พิมพ์ออกมาในรูปแบบกระดาษ
 - ☐ ค. ข้อความที่เขียนด้วยลายมือ
 - ☐ ง. ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ เช่น ไฟล์ pdf
 - ☐ จ. ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเข้าถึงได้ เช่น ไฟล์ word
15. ต้องการความช่วยเหลือหรือไม่
- ☐ ก. ต้องการ
 - ☐ ข. ไม่ต้องการ
16. มีการอ้างถึงวัตถุ หรือ คน หรือไม่
- ☐ ก. มี
 - ☐ ข. ไม่มี
17. เหตุการณ์เกิดขึ้นที่ไหน
- ☐ ก. ภายในอาคาร
 - ☐ ข. ภายนอกอาคาร
 - ☐ ค. ทั้งภายในอาคารและนอกอาคาร
 - ☐ ง. ไม่ทราบ
18. อะไรคือสิ่งแวดล้อมหลักที่ส่งผลกระทบต่อเหตุการณ์
- ☐ ก. เสียงรบกวน (เสียงรบกวนซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถของคนในการได้ยิน และเข้าใจในสิ่งที่พูด)
 - ☐ ข. การสะท้อนเสียงในห้อง (พื้นผนัง เช่น กำแพง กระจก กระเบื้อง และ วัตถุ ซึ่งอยู่ภายในห้อง ส่งผลต่อเสียงพูด)
 - ☐ ค. ระยะทาง (ระยะห่างที่ผู้ฟังยืนห่างจากผู้นำเสนอ หรือ เสียงต้นกำเนิด ซึ่งส่งผลกระทบต่อเสียงที่ผู้ฟังได้รับ ทำให้มีเสียงที่เบาลง)
 - ☐ ง. การเข้าถึงข้อมูล (ความสามารถของผู้ฟังในการมองเห็นข้อมูลในตำแหน่งที่แตกต่างกัน)
 - ☐ จ. แสง (แสงไม่เพียงพอ หรือ ตำแหน่งการยืนส่งผลต่อการสะท้อนของกระจก)
19. ลูก้าต้องการวิธีการแก้ปัญหากที่ใช้ค่าใช้จ่ายต่ำหรือไม่
- ☐ ก. ใช่
 - ☐ ข. ไม่ใช่
 - ☐ ค. ไม่ได้กล่าวถึง

20. วิธีการที่ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาควรจะสามารถทำงานได้บนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนใช้หรือไม่

- ☐ ก. ใช่
- ☐ ข. ไม่ใช่
- ☐ ค. ไม่ได้กล่าวถึง

ตอนที่ 3 ขั้นตอนการเลือกความต้องการในการหาแนวทางแก้ไขปัญหา

คำชี้แจง

โปรดจับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและคำตอบจากกรณีศึกษา โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในข้อที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยท่านสามารถเลือกตอบได้ 1 ข้อ ต่อ 1 ช่อง ท่านจะทำเครื่องหมาย ✓ เพียง 10 ครั้งเท่านั้น

	10. ก. ตาบอด	11. ข. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับวัตถุ	12. ค. เทคโนโลยีออนไลน์ ออฟไลน์	13. ก. อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้	14. ก. และข. สื่อข้อความ และรูปภาพ	16. ก. มีการอ้างอิงวัตถุหรือคน	17. ก. เหตุการณ์เกิดขึ้นภายในอาคาร	18. ก. เสียงรบกวน ค. ระยะทาง	19. ก. ต้องการค่าใช้จ่ายต่ำ	20. ต้องการเทคโนโลยีบนสมาร์ทโฟน
1. ต้องการข้อมูลเสียงที่สามารถอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุได้ (Audio Description)										
2. ต้องการระบบนำทางจากบ้านไปยังพิพิธภัณฑ์ (GPS)										
3. ต้องการให้พิพิธภัณฑ์ปรับปรุงความเร็วของสัญญาณไวไฟ										
4. ต้องการโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Rader) ในการอ่านข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์										
5. ต้องการให้ปรับปรุงห้องน้ำที่คนที่มีความบกพร่องทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้										
6. ต้องการให้ปรับปรุงที่จอดรถสำหรับผู้พิการ										
7. ต้องการทางเดินที่มีพื้นผิวขรุขระในการนำทางภายในอาคาร (Braille Block)										
8. ต้องการทางเดินที่มีราวจับ (Rail)										
9. ต้องการข้อมูลที่เป็นข้อความ และรูปภาพเพิ่มเติมเพื่ออธิบายถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น รูปสัญลักษณ์ คุณลักษณะเฉพาะของหนังสือ										
10. ต้องการเทคโนโลยีที่หาร้านอาหารที่ใกล้ที่สุด										
11. ต้องการเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่พิพิธภัณฑ์										
12. ต้องการเทคโนโลยีในการแปลงภาพตัวอักษร ให้เป็นข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (OCR)										
13. ต้องการระบบสารสนเทศที่สามารถแบ่งปันประสบการณ์ในการท่องเที่ยวระหว่างนักท่องเที่ยวได้										
14. ต้องการโมเดล 3 มิติ เพื่อช่วยในการสัมผัส (3D Printing)										
15. ต้องการเทคโนโลยีที่สามารถแสดงภาษามือได้										

	10. ดาบิด	11. ข. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับวัตถุ	12. ค. เทคโนโลยีออนไลน์ ออฟไลน์	13. ก. อุปกรณ์ที่เคลื่อนไหวได้	14. ก. และข. สื่อข้อความ และรูปภาพ	16. ก. มีการอ้างอิงวัตถุหรือคน	17. ก. เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร	18. ก. เสียกรบกวน ค. ระยะทาง	19. ก. ต้องการค่าใช้จ่ายต่ำ	20. ต้องการเทคโนโลยีบนสมาร์ตโฟน
16. ต้องการเทคโนโลยี QR-Code ในการสแกนไปยังข้อมูลเพิ่มเติม										
17. ต้องการเครื่องช่วยฟัง										
18. ต้องการคำอธิบายต่าง ๆ ที่เป็นอักษรเบรลล์										
19. ต้องการเทคโนโลยี GPS ในการนำทางภายในพิพิธภัณฑ์										
20. ต้องการเทคโนโลยีที่สามารถขยายภาพหรือขนาดของตัวอักษร										
21. ต้องการเทคโนโลยีที่สามารถแปลภาษามือได้										
22. ต้องการไม้เท้าในการนำทาง										
23. ต้องการสื่อรูปภาพในการอธิบายข้อมูลต่าง ๆ										
24. ต้องการโปรแกรมในการขยายจอภาพ										
25. ต้องการข้อมูลอธิบายผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็นในกรณีที่มีการซื้อไปยังวัตถุ										
26. ต้องการเทคโนโลยีที่ใช้ในการจดจำเสียง										
27. ต้องการโปรแกรม Eye Tracking เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของสายตา										
28. ต้องการหูฟัง										
29. ต้องการอุปกรณ์ช่วยฟังส่วนบุคคล และอุปกรณ์ขยายเสียงส่วนบุคคล										
30. ต้องการข้อความ SMS ในการให้ข้อมูลตัวละครหนังตะลุงที่กำลังแสดง										

ตอนที่ 4 ขั้นตอนการเลือกความต้องการ (Requirements) ในการออกแบบพิพิธภัณฑ์ให้คนพิการสามารถเข้าถึงได้

คำชี้แจง : จงเลือกความต้องการ (Requirement) ของเจ้าของพิพิธภัณฑ์ จำนวน 10 ข้อ ในการออกแบบและพัฒนาาระบบเทคโนโลยีที่ช่วยให้คนพิการในการเข้าถึงข้อมูลที่จัดแสดงในพิพิธภัณฑ์ได้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ไว้หน้าข้อที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

- ☐ 1. ต้องการข้อมูลเสียงที่สามารถอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุได้ (Audio Description)
- ☐ 2. ต้องการระบบนำทางจากบ้านไปยังพิพิธภัณฑ์ (GPS)
- ☐ 3. ต้องการให้พิพิธภัณฑ์ปรับปรุงความเร็วของสัญญาณไวไฟ
- ☐ 4. ต้องการโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Rader) ในการอ่านข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์
- ☐ 5. ต้องการให้ปรับปรุงห้องน้ำที่คนที่มีความบกพร่องทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้
- ☐ 6. ต้องการให้ปรับปรุงที่จอดรถสำหรับผู้พิการ
- ☐ 7. ต้องการทางเดินที่มีพื้นผิวขรุขระในการนำทางภายในอาคาร (Braille Block)
- ☐ 8. ต้องการทางเดินที่มีราวจับ (Rail)

- ☐ 9. ต้องการข้อมูลที่เป็นข้อความ และรูปภาพเพิ่มเติมเพื่ออธิบายถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น รูปสัญลักษณ์คุณลักษณะเฉพาะของหนังสือ
- ☐ 10. ต้องการเทคโนโลยีที่หาร้านอาหารที่ใกล้ที่สุด
- ☐ 11. ต้องการเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่พิพิธภัณฑ์
- ☐ 12. ต้องการเทคโนโลยีในการแปลงภาพตัวอักษร ให้เป็นข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (OCR)
- ☐ 13. ต้องการระบบสารสนเทศที่สามารถแบ่งปันประสบการณ์ในการท่องเที่ยวระหว่างนักท่องเที่ยวได้
- ☐ 14. ต้องการโมเดล 3 มิติ เพื่อช่วยในการสัมผัส (3D Printing)
- ☐ 15. ต้องการเทคโนโลยีที่สามารถแสดงภาษามือได้
- ☐ 16. ต้องการเทคโนโลยี QR-Code ในการแสกนไปยังข้อมูลเพิ่มเติม
- ☐ 17. ต้องการเครื่องช่วยฟัง
- ☐ 18. ต้องการคำอธิบายต่าง ๆ ที่เป็นอักษรเบรลล์
- ☐ 19. ต้องการเทคโนโลยี GPS ในการนำทางภายในพิพิธภัณฑ์
- ☐ 20. ต้องการเทคโนโลยีที่สามารถขยายภาพหรือขนาดของตัวอักษร
- ☐ 21. ต้องการเทคโนโลยีที่สามารถแปลภาษามือได้
- ☐ 22. ต้องการไม้เท้าในการนำทาง
- ☐ 23. ต้องการสื่อรูปภาพในการอธิบายข้อมูลต่าง ๆ
- ☐ 24. ต้องการโปรแกรมในการขยายจอภาพ
- ☐ 25. ต้องการข้อมูลอธิบายผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็นในกรณีที่มีการซื้อไปยังวัตถุ
- ☐ 26. ต้องการเทคโนโลยีที่ใช้ในการจดจำเสียง
- ☐ 27. ต้องการโปรแกรม Eye Tracking เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของสายตา
- ☐ 28. ต้องการหูฟัง
- ☐ 29. ต้องการอุปกรณ์ช่วยฟังส่วนบุคคล และอุปกรณ์ขยายเสียงส่วนบุคคล
- ☐ 30. ต้องการข้อความ SMS ในการให้ข้อมูลตัวละครหนังสือที่กำลังแสดง

ตอนที่ 5 ขั้นตอนการระบุว่าเทคโนโลยีบ้างที่ตรงความต้องการ (Requirements)

คำชี้แจง : จงเลือกเทคโนโลยีที่ปรากฏอยู่ในตารางเทคโนโลยีที่สามารถนำมาแก้ปัญหาการเข้าถึงข้อมูลในพิพิธภัณฑ์ให้กับนักท่องเที่ยวโดยระบุชื่อของเทคโนโลยีนั้น ๆ ที่สอดคล้องกับความต้องการ ในช่องที่กำหนดไว้ โดย 1 เทคโนโลยีสามารถนำไปใช้ได้มากกว่า 1 ครั้ง และแต่ละความต้องการสามารถนำเทคโนโลยีมากกว่า 1 เทคโนโลยีไปช่วยแก้ปัญหา

ความต้องการ	เทคโนโลยีในการแก้ปัญหา
1. ต้องการข้อมูลเสียงที่สามารถอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุได้ (Audio Description)	
4. ต้องการโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Rader) ในการอ่านข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์	
7. ต้องการทางเดินที่มีพื้นผิวขรุขระในการนำทางภายในอาคาร (Braille Block)	
8. ต้องการทางเดินที่มีราวจับ (Rail)	
12. ต้องการเทคโนโลยีในการแปลงภาพตัวอักษร ให้เป็นข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (OCR)	
14. ต้องการโมเดล 3 มิติ เพื่อช่วยในการสัมผัส (3D Printing)	
18. ต้องการคำอธิบายต่าง ๆ ที่เป็นอักษรเบรลล์	
22. ต้องการไม้เท้าในการนำทาง	
25. ต้องการข้อมูลอธิบายผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็นในกรณีที่มีการซื้อไปยังวัตถุ	
28. ต้องการหูฟัง	

เทคโนโลยี	ความหมาย	10. ดาเบอด	11. ข. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับวัตถุ	12. ค. เทคโนโลยีออนไลน์ ออฟไลน์	13. ก. อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้	14. ก. และข. สื่อข้อความ และรูปภาพ	16. ก. มีการอ้างอิงวัตถุหรือคน	17. ก. เหตุการณ์เกิดขึ้นภายในอาคาร	18. ก. เสียงรบกวน ค. ระยะทาง	19. ก. ต้องการค่าใช้จ่ายต่ำ	20. ต้องการเทคโนโลยีแบบสมาร์ตโฟน	คะแนน
1. เทคโนโลยีแปลงภาพเป็นตัวอักษร (OCR)	เทคโนโลยี OCR คือเทคโนโลยีในการแปลงภาพเป็นตัวอักษร สามารถแปลงไฟล์รูปภาพมาเป็นไฟล์ข้อความได้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
2. เทคโนโลยี GPS	GPS คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งทำงานร่วมกับดาวเทียมบอกตำแหน่งทั้งหมด 24 ดวง ส่วนใหญ่ใช้ในการนำทางจากที่หนึ่งยังอีกที่หนึ่ง	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	5
3. เทคโนโลยี QR Code	เทคโนโลยี QR Code คือ สัญลักษณ์ที่มีรูปร่างเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ผู้ใช้ใช้โทรศัพท์มือถือในการสแกนสัญลักษณ์นี้เพื่อเชื่อมโยงไปยัง URL ของเว็บไซต์ หรือไฟล์อิเล็กทรอนิกส์	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9
4. โปรแกรมอ่านหน้าจอสำหรับผู้พิการทางการเห็น (Screen Reader)	โปรแกรมอ่านหน้าจอสำหรับผู้พิการทางการเห็น (Screen Reader) ทำงานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั้งประเภทตั้งโต๊ะและพกพา และโทรศัพท์เคลื่อนที่ ใช้คู่กับเสียงสังเคราะห์ได้หลากหลายภาษา	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	8
5. โมเดล 3 มิติ (3D Printing)	เป็นเทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน โดยการยิงแสงเลเซอร์ไปบนของเหลว เพื่อให้ของเหลวในแต่ละชั้นแข็งตัว โดยวัตถุที่ขึ้นรูปจะอยู่ในรูปผง เช่น โลหะ พลาสติก เซรามิก และแก้ว	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	7
6. แผ่นทางเท้าสำหรับผู้พิการทางการเห็น (Braille Block)	แผ่นทางเท้าสำหรับผู้พิการทางการเห็น คือ กระเบื้องยางผิวสัมผัส ปุ่มทางเดินคนพิการ ท่งเดินคนตาบอด ยางกันลื่น กระเบื้องยางสำหรับผู้พิการทางสายตา	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	4
7. ข้อมูลเสียงที่อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุได้ (Audio Description)	เสียงบรรยายภาพ (Audio Description) คือ เสียงบรรยายภาพเพื่อผู้พิการทางสายตาที่เพิ่มเติมเข้าไปเพื่อบรรยายรายละเอียดที่สำคัญของภาพ ในช่วงที่ไม่มีการสนทนา เช่น การแสดงออกเกี่ยวกับหน้า การเคลื่อนย้ายวัตถุ หรือ ลักษณะของบรรยากาศรอบๆ เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้แก่ผู้พิการทางสายตา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	5
8. อักษรเบรลล์ (Braille)	อักษรเบรลล์ ประกอบด้วยจุด 6 ตำแหน่ง ซึ่งนำมาจัดสลับกันไปมาเป็นรหัสแทนอักษรตัวดี หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โน้ตดนตรี ฯลฯ การเขียนใช้เครื่องมือเฉพาะเรียก สเลต (Slate) และดินสอ (Stylus)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	9
9. ไม้เท้าขาว (White Cane)	ไม้เท้าขาวมีหลายชนิด และทำจากวัสดุที่แตกต่างกัน ไม้เท้าที่ดีควรมีน้ำหนักเบา แข็งแรง และมีความยืดหยุ่น ความยาวของไม้เท้าขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าสูงเท่าไร ขนาดมาตรฐานที่ใช้ทั่วไป คือ ควรสูงจากพื้นถึงลิ้นปี่ของผู้ใช้	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	7
10. รองเท้าที่มีเซ็นเซอร์	รองเท้าที่มีเซ็นเซอร์ตรวจสอบ สิ่งกีดขวาง ซึ่งนั้นที่สิ่งกีดขวางใช้ในชีวิตประจำวัน หากมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าก็จะมีการสั่นเตือนที่รองเท้า เพื่อป้องกันการชนสิ่งกีดขวาง	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	6

ตอนที่ 6 จงเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

คำชี้แจง

จงอ่านแนวทางในการแก้ไขปัญหา 3 แนวทาง ที่มอบหมายให้ และให้คะแนนการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นของแต่ละแนวทาง โดยมีคะแนน 0 - 10 คะแนน พร้อมทั้งขีดเส้นใต้ประโยคที่ให้คะแนน

ความต้องการ	แนวทาง การแก้ปัญหา A	แนวทาง การแก้ปัญหา B	แนวทาง การแก้ปัญหา C
1. ต้องการข้อมูลเสียงที่อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุได้ (Audio Description)			
4. ต้องการโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Rader) ในการอ่านข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์			
7. ต้องการทางเดินที่มีพื้นผิวขรุขระในการนำทางภายในอาคาร (Braille Block)			
8. ต้องการทางเดินที่มีราวจับ (Rail)			
12. ต้องการเทคโนโลยีในการแปลงภาพตัวอักษร ให้เป็นข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (OCR)			
14. ต้องการโมเดล 3 มิติ เพื่อช่วยในการสัมผัส (3D Printing)			
18. ต้องการคำอธิบายต่าง ๆ ที่เป็นอักษรเบรลล์			
22. ต้องการไม้เท้าในการนำทาง			
25. ต้องการข้อมูลอธิบายผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็นในกรณีที่มีการชี้ไปยังวัตถุ			
28. ต้องการหูฟัง			

แนวทางการแก้ปัญหา A

ทางพิพิธภัณฑ์ได้ออกแบบการนำทางไปยังนิทรรศการต่าง ๆ ที่จัดแสดงภายในอาคารโดยใช้ราวบันไดพร้อมป้ายบอกทางอักษรเบรลล์เพื่อช่วยบอกทางคนที่ไปยังจุดต่าง ๆ รอบพิพิธภัณฑ์ได้อย่างอิสระ นนทพิการทางการเห็นตั้งแต่กำเนิดไม่สามารถมองเห็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบข้อความได้ โดยทางพิพิธภัณฑ์มีการให้บริการโมบายแอปพลิเคชันที่คนที่สามารถดาวน์โหลดการใช้งานจากเครื่องโทรศัพท์สมาร์ทโฟนของตน แอปพลิเคชันดังกล่าวช่วยในการอธิบายข้อมูลต่าง ๆ โดยคนที่รับทราบข้อมูลหมายเลขจากป้ายอักษรเบรลล์ที่ติดอยู่ที่ราวบันไดที่ทางพิพิธภัณฑ์ออกแบบไว้ ทำให้คนที่ทราบว่าควรกดหมายเลขใดบนแอปพลิเคชันเพื่อรับฟังข้อมูลจากหูฟังที่ตนเองเตรียมไป นอกจากนี้ราวบันไดยังช่วยป้องกันไม่ให้นนทเดินชนนิทรรศการที่จัดไว้ ซึ่งอาจเกิดความเสียหายได้ เช่น ชนเครื่องปั้นดินเผา หรือ วัตถุที่ทำมาจากแก้ว เพราะหากนนทเดินชนพิพิธภัณฑณ์คนเดียวโดยปราศการผู้ช่วยเหลืออาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีการอัดเสียงบรรยายข้อมูลต่างๆ รวมถึงรายละเอียดเกี่ยวกับหนังสือ เช่น กตหมายเลข 1 อธิบายเกี่ยวกับ “เท่ง” (ชื่อของหนังสือ) และคุณลักษณะของตัวหนังสือ เช่น ทำจากหนังสือ มีขนนุ่ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุอื่น ๆ เช่น ของใช้ภายในบ้าน โดยมีการอธิบายรายละเอียดของพื้นผิวของภาชนะแต่ละชิ้น เช่น ผิวเรียบ ผิวขรุขระ ทางพิพิธภัณฑ์ได้จัดเตรียมรูปทรงกราฟฟิกแบบ 3 มิติ ไว้ให้บริการแก่ผู้พิการทางการเห็นตรงตำแหน่งของราวบันไดของแต่ละจุดของนิทรรศการ ซึ่งคนที่สามารถสัมผัสเพื่อรับรู้ข้อมูลของวัตถุได้

เมื่อการแสดงหนังสือเริ่มขึ้น นนทสามารถรับฟังการแสดงได้อย่างไม่มีปัญหา เนื่องจากศึกษาข้อมูลลักษณะของตัวละครจากแอปพลิเคชันมาบ้างแล้ว ทำให้แยะแยะออกว่าตัวละครใดกำลังแสดงอยู่ หากอยากทราบข้อมูลเพิ่มเติมก็สามารถสอบถามนายหน้าได้หลังจากการแสดงเสร็จสิ้น สำหรับกิจกรรมการแกะสลักหนังสือนนท

สามารถเข้าร่วมได้โดยฟังการบรรยายขั้นตอนต่าง ๆ ในการแกะสลักจากผู้บรรยาย พร้อมทั้งสามารถถามคำถามต่าง ๆ ได้

แนวทางการแก้ปัญหา B

พิพิธภัณฑ์หนังตะลุงสุชาติ ทรัพย์สิน มีเว็บไซต์ไว้ให้บริการข้อมูลเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์ ได้แก่ ประวัติความเป็นมาของพิพิธภัณฑ์ นิทรรศการที่จัดแสดงภายในพิพิธภัณฑ์ คุณลักษณะของตัวหนังตะลุงแต่ละตัว และผลิตภัณฑ์ของใช้พื้นบ้านต่าง ๆ รวมถึงรายละเอียดการเดินทางมายังพิพิธภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งนักท่องเที่ยวตบอดตั้งแต่กำเนิดสามารถเข้าถึงข้อมูลที่จัดเตรียมไว้บนเว็บไซต์ของพิพิธภัณฑ์ได้ก่อนและหลังการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ โดยใช้โปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) ในการเข้าถึงข้อมูล นนทสามารถแสดงความคิดเห็น หรือ ถามคำถามเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์ผ่านเว็บบอร์ดของพิพิธภัณฑ์ได้ทั้งก่อนและหลังการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ นนทใช้แผนที่กราฟิกที่มีเสียงสัมผัสในการนำทางภายในพิพิธภัณฑ์

นอกจากนี้นนทยังสวมรองเท้าที่มีเซ็นเซอร์ตรวจสอบ สิ่งกีดขวาง ซึ่งนนทสั่งซื้อพิเศษมาใช้ในชีวิตประจำวัน หากมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าก็จะมีการสั่นเตือนที่รองเท้า เพื่อป้องกันการชนสิ่งกีดขวาง หรือ วัตถุที่แสดง ณ พิพิธภัณฑ์ ได้อย่างอิสระ นนทสามารถตั้งค่าระยะห่างของการตรวจสอบของเซ็นเซอร์ที่ติดอยู่กับรองเท้าได้ ว่าต้องการให้ตรวจจับสิ่งกีดขวางในระยะทางเท่าไร เช่น 50 เมตร 100 เมตร หรือ 200 เมตร

นอกจากนี้ทางพิพิธภัณฑ์มีการให้บริการข้อมูลเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์ผ่านทาง Facebook Page ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถเข้ามาร่วมแบ่งปันภาพถ่าย และแชร์ประสบการณ์ในการท่องเที่ยวอีกด้วย

เมื่อการแสดงหนังตะลุงเริ่มขึ้น นนทสามารถรับฟังการแสดงได้อย่างไม่มีปัญหา เนื่องจากศึกษาข้อมูลลักษณะของตัวละครจากเว็บไซต์มาบ้างแล้ว หากอยากทราบอะไรเพิ่มเติมก็สามารถสอบถามได้หลังจากการแสดงเสร็จสิ้น สำหรับกิจกรรมการแกะสลักหนังตะลุง นนทสามารถเข้าร่วมได้ โดยฟังการบรรยายขั้นตอน ต่าง ๆ ในการแกะสลักจากผู้บรรยาย พิพิธภัณฑ์หนังตะลุงสุชาติมีการจำหน่ายสินค้าที่ระลึก ได้แก่ ตัวหนังตะลุง เสื้อยืด และผลิตภัณฑ์พื้นเมืองต่าง ๆ ซึ่งเป็นช่องทางในการหารายได้ในการทำบำรุงพิพิธภัณฑ์

แนวทางการแก้ปัญหา C

นนทนักท่องเที่ยวตบอดตั้งแต่กำเนิดใช้เทคโนโลยี GPS บนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนของเขาเองในการนำทางจากบ้านมายังพิพิธภัณฑ์ เนื่องจากเป็นการเดินทางครั้งแรกของนนทในการมาเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ เมื่อมาถึงพิพิธภัณฑ์ตัวอาคารของพิพิธภัณฑ์เป็นอาคารไม่มีใต้ถุนสูงซึ่งให้เยี่ยมชมนิทรรศการจำนวน 2 หลัง นนทใช้ราบบันไดจับนำทางขึ้นไปยังตัวอาคาร เมื่อขึ้นมาถึงตัวอาคารนนทใช้ระบบนำทางภายในอาคารในการนำทางไปยังนิทรรศการห้องต่าง ๆ โดยอาศัยเข็มทิศอักษรเบรลล์เพื่อบอกทิศทาง ภายในพิพิธภัณฑ์ได้จัดเตรียมป้ายอักษรเบรลล์เพื่อบอกตำแหน่งของการจัดแสดงนิทรรศการแต่ละตำแหน่งไว้บริการ

ภายในห้องนิทรรศการมีการออกแบบเทคโนโลยี QR Code เพื่ออธิบายข้อมูลตัวอักษรและภาพด้วยเสียง ซึ่งผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์สามารถสแกน QR Code จากโทรศัพท์สมาร์ทโฟนของตน เพื่อเข้าถึงข้อมูลรายละเอียดของวัตถุแต่ละชนิดในพิพิธภัณฑ์ได้ รวมถึงข้อมูลเสียงที่ใช้อธิบายคุณลักษณะและรูปร่างของหนังตะลุงแต่ละตัว ซึ่งภายในห้องนิทรรศการแต่ละห้องจะมีโมเดล 3 มิติ ให้นนทได้สัมผัสเพื่อรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุนั้น ๆ ทางพิพิธภัณฑ์มีการออกแบบห้องน้ำ และที่จอดรถสำหรับผู้พิการใช้บริการ และมีร้านอาหารไว้บริการสำหรับนักท่องเที่ยวที่ต้องการใช้บริการอีกด้วย

ทางพิพิธภัณฑ์ได้จัดแสดงหนังตะลุงให้กับผู้ที่มาเยี่ยมชมได้รับชม และมีการบริการคำอธิบายเกี่ยวกับบทละครของเรื่องที่จะแสดงไว้บริการสำหรับผู้พิการทางการเห็น เมื่อนนทเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับตัวหุ่นหนังตะลุงนนทสามารถใช้เทคโนโลยีการอ่านหน้าจอทางโทรศัพท์มือถือของเขาเพื่ออ่านข้อคำอธิบายบทละครเพิ่มเติมได้ นอกจากนี้ผู้เข้าชมยังสามารถเพิ่มเพื่อนในกลุ่ม Line และ Facebook Page เพื่อรับรู้ข่าวสารการประชาสัมพันธ์ของทาง

พินิจภัณฑ์ได้ เช่น ตัวอย่างวิดีโอหนึ่งตระกูลที่แสดงในโอกาสต่าง ๆ กิจกรรมการแกะสลักตัวหนังสือตระกูล นนทสามารถพิมพ์คำถามผ่านทางช่องทางแชทของเทคโนโลยีไลน์ (Line) และ Facebook เมื่อเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับพินิจภัณฑ์ โดยทางพินิจภัณฑ์จะตอบคำถามผ่านทางเหล่านั้น หากคนที่ต้องการผู้ช่วยในการนำทางและอธิบายข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับนิทรรศการ และกิจกรรมที่จัดแสดงภายในพินิจภัณฑ์สามารถจองบริการคนสำหรับช่วยเหลือได้ แต่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนนี้

แบบสอบถาม

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

1. คุณมีประสบการณ์ในการออกแบบระบบสารสนเทศเป็นระยะเวลากี่ปี
2. คุณเคยมีประสบการณ์ในการออกแบบเทคโนโลยีสำหรับผู้พิการหรือไม่
☐ มี โปรดระบุประสบการณ์
☐ ไม่มี

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับ TEIF Method

1. คุณคิดว่า TEIF Method ขั้นตอนใดบ้างที่มีความยุ่งยาก หากมียุ่งยากอย่างไร โปรดอธิบาย
☐ มี โปรดอธิบาย.....
☐ ไม่มี
2. กระบวนการใช้วิธีการของ TEIF มีการอธิบายอย่างเป็นขั้นตอน สามารถเข้าใจได้ง่าย
☐ มี
☐ ไม่มี โปรดระบุ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นในการนำ TEIF Method ไปใช้ในอนาคต

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดย 5 หมายถึงเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง และ 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง

ประเด็นคำถาม	เห็นด้วย เป็นอย่าง ยิ่ง (5)	เห็นด้วย มาก (4)	เห็นด้วย ปานกลาง (3)	เห็นด้วย น้อย (2)	เห็นด้วย น้อย ที่สุด (1)
1. คุณคิดว่าขั้นตอนของ TEIF ขั้นที่ 1 ช่วยในการเลือกความต้องการในการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับผู้พิการทางการเห็นได้ง่ายขึ้น					
2. คุณคิดว่าขั้นตอนของ TEIF ขั้นที่ 2 ช่วยในการเลือกเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาสำหรับผู้พิการทางการเห็นได้ง่ายขึ้น					
3. คุณคิดว่าการนำขั้นตอนของ TEIF ทั้งสองขั้นตอนมาช่วยในการเลือกเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา มีประโยชน์มากกว่านำขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งมาใช้งาน					
4. คุณคิดว่าสามารถนำกระบวนการหาความต้องการในการออกแบบเทคโนโลยีของ TEIF ไปประยุกต์ใช้กับความพิการอื่น ๆ					

5. คุณคิดว่าสามารถนำกระบวนการในการเลือก เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาของ TEIF ไปประยุกต์ใช้กับความคิดอื่น ๆ					
--	--	--	--	--	--

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

Appendix G

Other Method Materails

การทดลองโดยใช้กระบวนการอื่น ๆ (Other Method)

ตอนที่ 1 กรณีศึกษา

คำชี้แจง

จงอ่านกรณีศึกษาต่อไปนี้ และขีดเส้นใต้ประโยคที่ท่านคิดว่าเป็นปัญหาและอุปสรรคในการท่องเที่ยวพืชรักของนนท์

กรณีศึกษา

นนท์ผู้พิการทางการเห็นตั้งแต่กำเนิดเข้าเยี่ยมชมพืชรักหนึ่งตระกูล สุชาติทรัพย์สิน จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ภายในพืชรักมีการนำเที่ยวโดยครอบครัวของนายหนึ่งสุชาติซึ่งเป็นคนไทยจะเป็นคนบรรยายเป็นภาษาไทย ครอบครัวสุชาติไม่มีความบกพร่องใด ๆ สื่อสารเป็นภาษาไทยเท่านั้น ส่วนใหญ่ใช้ภาษาถิ่นใต้ในการสื่อสาร ภายในพืชรักมีการแสดงนิทรรศการเกี่ยวกับหนึ่งตระกูล ของใช้พื้นบ้านในสมัยก่อน มีการนำเสนอข้อมูลที่เป็นข้อความภาษาไทยบรรยาย ชื่อ ภาพ และแหล่งที่มาของหนึ่งตระกูล หรือ ของใช้พื้นบ้าน ซึ่งช่วยบรรยายนักท่องเที่ยวให้ทราบในกรณีที่นักท่องเที่ยวเยี่ยมชมนิทรรศการด้วยตนเอง แต่นนท์ไม่สามารถอ่านข้อความ และเห็นรูปภาพเหล่านั้นได้

นำเสียดายที่ผู้เข้าชมไม่ได้รับอนุญาตให้สัมผัสตัวหนึ่งตระกูลที่จัดแสดง นนท์ไม่สามารถรับข้อมูลจากการสัมผัสตัวหนึ่งตระกูล งานศิลปะพื้นบ้านและเครื่องปั้นดินเผาที่จัดแสดงได้ ดังนั้นนนท์จึงต้องการคนช่วยอธิบายข้อมูลต่าง ๆ ให้กับเขา ทำให้นนท์ไม่สามารถเข้าชมทุกส่วนของพืชรักได้ อย่างอิสระด้วยตนเอง นอกจากนี้ภายในพืชรักมีการจัดแสดงสิ่งของที่เปราะบาง เช่น เครื่องปั้นดินเผาและวัสดุที่ทำจากแก้ว การเดินรอบ ๆ ห้อง โดยนนท์อาจเดินชนสิ่งของเหล่านั้นจนเกิดความเสียหายแก่พืชรัก และอาจได้รับบาดเจ็บได้ หากพืชรักนั้นไม่ได้รับการออกแบบสำหรับผู้พิการทางการเห็น ดังนั้นนนท์จึงต้องการเจ้าหน้าที่ หรือ เทคโนโลยีในการนำทาง ซึ่งเทคโนโลยีแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความถนัดในการใช้ของผู้พิการคนนั้น ๆ

โดยปกติแล้วในพืชรักหนึ่งตระกูลสุชาติทรัพย์สินจะเล่นหนึ่งตระกูลสดให้ผู้มาเยือนด้วยการแสดง และพูดบรรยายหลังจอภาพ พร้อมทั้งเล่นดนตรีบรรเลงประกอบ นนท์สามารถได้ยินเรื่องราวที่แสดงได้ แต่ไม่สามารถจินตนาการรูปลักษณ์ของหนึ่งตระกูลแต่ละตัวได้ เนื่องจากหนึ่งตระกูลแต่ละตัวจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น “เท่ง” มีรูปร่างสูงบางลำตัวยาว ขาสั้นและหัวเล็ก ดังนั้นนนท์จึงต้องการข้อมูลที่อธิบายรูปร่างลักษณะของตัวหุ่นแต่ละตัวเพื่อให้เข้าใจก่อนที่การแสดงจะเริ่ม พืชรักหนึ่งตระกูล สุชาติทรัพย์สินต้องการเทคโนโลยีต้นทุนต่ำ ที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายโดยผู้เข้าชมใช้อุปกรณ์โทรศัพท์มือถือของตนเองในการดาวน์โหลดเทคโนโลยีนำเที่ยว

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับกรณีศึกษา

คำชี้แจง

หลังจากที่ท่านอ่านกรณีศึกษาเรียบร้อยแล้ว ให้ท่านตอบคำถามด้านล่างโดยทำเครื่องหมาย

✓ หน้าข้อที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดย ☐ หมายถึง สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ และ ☐ หมายถึงตอบได้เพียงข้อเดียว

1. อะไรคือวัตถุประสงค์หลักของการใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหา

- ☐ ก. ปรับปรุงการสื่อสารและการปฏิสัมพันธ์
- ☐ ข. ช่วยให้บริการมีความน่าสนใจ และดึงดูดความสนใจ
- ☐ ค. ปรับปรุงบริการให้มีประสิทธิภาพ และง่ายต่อการใช้งาน
- ☐ ง. ปรับปรุงบริการเพื่อจัดเก็บ และสืบค้นข้อมูล
- ☐ จ. ปรับปรุงบริการเพื่อใช้กับสถานนั้น ณ ขณะนั้น
- ☐ ฉ. ปรับปรุงการปฏิสัมพันธ์ให้สามารถเข้าถึงได้

2. เหตุการณ์เกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไหร่

- ☐ ก. ณ เวลาเดียวกัน | สถานที่เดียวกัน
- ☐ ข. ณ เวลาเดียวกัน | ต่างสถานที่กัน
- ☐ ค. ณ เวลาต่างกัน | สถานที่เดียวกัน
- ☐ ง. ณ เวลาต่างกัน | สถานที่ต่างกัน

3. ผู้ที่เกี่ยวข้องในเหตุการณ์มีบทบาทอะไรบ้าง

- ☐ ก. ผู้นำเสนอ – ผู้ฟัง (ผู้นำเสนอให้ข้อมูลแก่ผู้ฟัง ซึ่งผู้ฟังอาจมีจำนวน 1 คน หรือมากกว่าหนึ่งคนในการควบคุมปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ผู้ฟังสามารถสอบถามคำถามผู้นำเสนอได้)
- ☐ ข. เพื่อน – เพื่อน (ใครคนใดคนหนึ่งสามารถให้ข้อมูล หรือ ถามคำถามกับอีกคนหนึ่ง ดังนั้นไม่มีใครเป็นคนควบคุมปฏิสัมพันธ์)
- ☐ ค. ไม่มีการสนทนา ระหว่าง ผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ มีเพียงแค่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเทคโนโลยี หรือ วัตถุ

4. มีผู้นำเสนอและผู้ฟังจำนวนกี่คน

- ☐ ก. ผู้นำเสนอ 1 คน – ผู้ฟัง 1 คน
- ☐ ข. ผู้นำเสนอ 1 คน – ผู้ฟังหลายคน
- ☐ ค. ผู้นำเสนอหลายคน – ผู้ฟัง 1 คน
- ☐ ง. ผู้นำเสนอหลายคน – ผู้ฟัง 1 คน

5. ผู้นำเสนอมีความพิการหรือไม่
- ☐ ก. มี
 - ☐ ข. ไม่มี
6. ผู้นำเสนอใช้ภาษาอะไรในการนำเสนอ
- ☐ ก. ภาษาอังกฤษ
 - ☐ ข. ภาษาไทย
 - ☐ ค. ภาษาอื่นๆ
 - ☐ ง. ไม่ทราบ
7. ผู้ฟังใช้ภาษาอะไรในการสื่อสาร
- ☐ ก. ภาษาอังกฤษ
 - ☐ ข. ภาษาไทย
 - ☐ ค. ภาษาอื่นๆ
 - ☐ ง. ไม่ทราบ
8. ผู้ฟังมีความบกพร่อง หรือไม่
- ☐ ก. มี
 - ☐ ข. ไม่มี
9. ผู้ฟังมีความบกพร่องด้านใดบ้าง
- ☐ ก. ความบกพร่องทางการได้ยิน
 - ☐ ข. ความบกพร่องทางการเห็น
 - ☐ ค. ความบกพร่องทางด้านร่างกาย
 - ☐ ง. ไม่มีความบกพร่อง
10. ผู้ฟังมีความบกพร่องทางการเห็นในระดับใด
- ☐ ก. ตาบอด
 - ☐ ข. สายตาบกพร่องบางส่วน
 - ☐ ค. ไม่ทราบ
11. ปฏิสัมพันธ์ประเภทใดเกิดขึ้นในเหตุการณ์
- ☐ ก. ระหว่างคน กับ คน
 - ☐ ข. ระหว่างคน กับ วัตถุ
 - ☐ ค. ระหว่างคน กับ เทคโนโลยี
 - ☐ ง. ระหว่างคน เทคโนโลยี และคน
 - ☐ จ. ระหว่าง คน เทคโนโลยี และวัตถุ

12. เทคโนโลยีประเภทใด เหมาะกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น
- ☐ ก. เทคโนโลยีออนไลน์ (อินเทอร์เน็ต)
 - ☐ ข. เทคโนโลยีออฟไลน์ (ไม่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต)
 - ☐ ค. เทคโนโลยีออนไลน์ และ เทคโนโลยีออฟไลน์
 - ☐ ง. ไม่ทราบ
13. อุปกรณ์ชนิดใด เหมาะสมในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น
- ☐ ก. อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้
 - ☐ ข. อุปกรณ์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
 - ☐ ค. อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ และ เคลื่อนที่ไม่ได้
 - ☐ ง. ไม่ทราบ
14. สื่อประเภทใดที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล
- ☐ ก. ข้อความที่อยู่ในรูปแบบรูปภาพ
 - ☐ ข. ข้อความที่พิมพ์ออกมาในรูปแบบกระดาษ
 - ☐ ค. ข้อความที่เขียนด้วยลายมือ
 - ☐ ง. ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ เช่น ไฟล์ pdf
 - ☐ จ. ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเข้าถึงได้ เช่น ไฟล์ word
15. ต้องการความช่วยเหลือหรือไม่
- ☐ ก. ต้องการ
 - ☐ ข. ไม่ต้องการ
16. มีการอ้างถึงวัตถุ หรือ คน หรือไม่
- ☐ ก. มี
 - ☐ ข. ไม่มี
17. เหตุการณ์เกิดขึ้นที่ไหน
- ☐ ก. ภายในอาคาร
 - ☐ ข. ภายนอกอาคาร
 - ☐ ค. ทั้งภายในอาคารและนอกอาคาร
 - ☐ ง. ไม่ทราบ
18. อะไรคือสิ่งแวดล้อมหลักที่ส่งผลกระทบต่อเหตุการณ์
- ☐ ก. เสียงรบกวน (เสียงรบกวนซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถของคนในการได้ยิน และเข้าใจในสิ่งที่พูด)
 - ☐ ข. การสะท้อนเสียงในห้อง (พื้นผนัง เช่น กำแพง กระจก กระจก เบื้อง และ วัตถุ ซึ่งอยู่ภายในห้อง ส่งผลกระทบต่อเสียงพูด)

- ☐ ค. ระยะทาง (ระยะห่างที่ผู้ฟังยืนห่างจากผู้นำเสนอ หรือ เสียงต้นกำเนิด ซึ่งส่งผลต่อเสียงที่ผู้ฟังได้รับ ทำให้มีเสียงที่เบาลง)
- ☐ ง. การเข้าถึงข้อมูล (ความสามารถของผู้ฟังในการมองเห็นข้อมูลในตำแหน่งที่แตกต่างกัน)
- ☐ จ. แสง (แสงไม่เพียงพอ หรือ ตำแหน่งการยืนส่งผลต่อการสะท้อนของกระจก)

19. ลูกค้าต้องการวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ค่าใช้จ่ายต่ำหรือไม่

- ☐ ก. ใช่
- ☐ ข. ไม่ใช่
- ☐ ค. ไม่ได้กล่าวถึง

20. วิธีการที่ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาควรจะสามารถทำงานได้บนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนใช่หรือไม่

- ☐ ก. ใช่
- ☐ ข. ไม่ใช่
- ☐ ค. ไม่ได้กล่าวถึง

ตอนที่ 3 เลือกความต้องการ (Requirements) ในการออกแบบพิพิธภัณฑ์ให้คนพิการเข้าถึงได้

คำชี้แจง : จงเลือกความต้องการ (Requirement) ของเจ้าของพิพิธภัณฑ์ จำนวน 10 ข้อ ในการออกแบบและพัฒนาาระบบเทคโนโลยีที่ช่วยให้นักพิการในการเข้าถึงข้อมูลที่จัดแสดงในพิพิธภัณฑ์ได้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ไว้หน้าข้อที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

- | | |
|--------------------------|--|
| ☐ | 1. ต้องการข้อมูลเสียงที่สามารถอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุได้ (Audio Description) |
| ☐ | 2. ต้องการระบบนำทางจากบ้านไปยังพิพิธภัณฑ์ (GPS) |
| ☐ | 3. ต้องการให้พิพิธภัณฑ์ปรับปรุงความเร็วของสัญญาณไวไฟ |
| ☐ | 4. ต้องการโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Rader) ในการอ่านข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ |
| ☐ | 5. ต้องการให้ปรับปรุงห้องน้ำที่คนที่มีความบกพร่องทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้ |
| ☐ | 6. ต้องการให้ปรับปรุงที่จอดรถสำหรับผู้พิการ |
| ☐ | 7. ต้องการทางเดินที่มีพื้นผิวขรุขระในการนำทางภายในอาคาร (Braille Block) |
| ☐ | 8. ต้องการทางเดินที่มีราวจับ (Rail) |
| ☐ | 9. ต้องการข้อมูลที่เป็นข้อความ และรูปภาพเพิ่มเติมเพื่ออธิบายถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น รูปสัญลักษณ์คุณลักษณะเฉพาะของหนังสือ |
| ☐ | 10. ต้องการเทคโนโลยีที่หาร้านอาหารที่ใกล้ที่สุด |
| ☐ | 11. ต้องการเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่พิพิธภัณฑ์ |
| ☐ | 12. ต้องการเทคโนโลยีในการแปลงภาพตัวอักษร ให้เป็นข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (OCR) |
| ☐ | 13. ต้องการระบบสารสนเทศที่สามารถแบ่งปันประสบการณ์ในการท่องเที่ยวระหว่างนักท่องเที่ยวได้ |
| ☐ | 14. ต้องการโมเดล 3 มิติ เพื่อช่วยในการสัมผัส (3D Printing) |
| ☐ | 15. ต้องการเทคโนโลยีที่สามารถแสดงภาษามือได้ |
| ☐ | 16. ต้องการเทคโนโลยี QR-Code ในการแสกนไปยังข้อมูลเพิ่มเติม |
| ☐ | 17. ต้องการเครื่องช่วยฟัง |
| ☐ | 18. ต้องการคำอธิบายต่าง ๆ ที่เป็นอักษรเบรลล์ |
| ☐ | 19. ต้องการเทคโนโลยี GPS ในการนำทางภายในพิพิธภัณฑ์ |
| ☐ | 20. ต้องการเทคโนโลยีที่สามารถขยายภาพหรือขนาดของตัวอักษร |
| ☐ | 21. ต้องการเทคโนโลยีที่สามารถแปลภาษามือได้ |
| ☐ | 22. ต้องการไม้เท้าในการนำทาง |
| ☐ | 23. ต้องการสื่อรูปภาพในการอธิบายข้อมูลต่าง ๆ |
| ☐ | 24. ต้องการโปรแกรมในการขยายจอภาพ |
| ☐ | 25. ต้องการข้อมูลอธิบายผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็นในกรณีที่มีการซื้อไปยังวัตถุ |
| ☐ | 26. ต้องการเทคโนโลยีที่ใช้ในการจดจำเสียง |
| ☐ | 27. ต้องการโปรแกรม Eye Tracking เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของสายตา |
| ☐ | 28. ต้องการหูฟัง |
| ☐ | 29. ต้องการอุปกรณ์ช่วยฟังส่วนบุคคล และอุปกรณ์ขยายเสียงส่วนบุคคล |
| ☐ | 30. ต้องการข้อความ SMS ในการให้ข้อมูลตัวละครหนังสือที่กำลังแสดง |

ตอนที่ 4 จงเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

คำชี้แจง

จงอ่านแนวทางในการแก้ไขปัญหา 3 แนวทาง ที่มอบหมายให้ และให้คะแนนการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นของแต่ละแนวทาง โดยมีคะแนน 0 - 10 คะแนน พร้อมทั้งขีดเส้นใต้ประโยคที่ให้คะแนน

ความต้องการ	แนวทาง การแก้ปัญหา A	แนวทาง การแก้ปัญหา B	แนวทาง การแก้ปัญหา C
1. ต้องการข้อมูลเสียงที่อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุได้ (Audio Description)			
4. ต้องการโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Rader) ในการอ่านข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์			
7. ต้องการทางเดินที่มีพื้นผิวขรุขระในการนำทางภายในอาคาร (Braille Block)			
8. ต้องการทางเดินที่มีราวจับ (Rail)			
12. ต้องการเทคโนโลยีในการแปลงภาพตัวอักษร ให้เป็นข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (OCR)			
14. ต้องการโมเดล 3 มิติ เพื่อช่วยในการสัมผัส (3D Printing)			
18. ต้องการคำอธิบายต่าง ๆ ที่เป็นอักษรเบรลล์			
22. ต้องการไม้เท้าในการนำทาง			
25. ต้องการข้อมูลอธิบายผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็นในกรณีที่มีการชี้ไปยังวัตถุ			
28. ต้องการหูฟัง			

แนวทางการแก้ปัญหา A

ทางพิพิธภัณฑ์ได้ออกแบบการนำทางไปยังนิทรรศการต่าง ๆ ที่จัดแสดงภายในอาคารโดยใช้ราวบันได พร้อมป้ายบอกทางอักษรเบรลล์เพื่อช่วยบอกทางคนที่ไปยังจุดต่าง ๆ รอบพิพิธภัณฑ์ได้อย่างอิสระ นนทบุรีการทางการเห็นตั้งแต่กำเนิดไม่สามารถมองเห็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบข้อความได้ โดยทางพิพิธภัณฑ์มีการให้บริการโมบายแอปพลิเคชันที่นักท่องเที่ยวสามารถดาวน์โหลดการใช้งานจากเครื่องโทรศัพท์มือถือของตนเอง แอปพลิเคชันดังกล่าวช่วยในการอธิบายข้อมูลต่าง ๆ โดยนักท่องเที่ยวสามารถรับข้อมูลหมายเลขจากป้ายอักษรเบรลล์ที่ติดอยู่ที่ราวบันไดที่ทางพิพิธภัณฑ์ออกแบบไว้ ทำให้นักท่องเที่ยวสามารถจดหมายเลขไดบนแอปพลิเคชันเพื่อรับฟังข้อมูลจากหูฟังที่ตนเองเตรียมไป นอกจากนี้ราวบันไดยังช่วยป้องกันไม่ให้นักเดินชมนิทรรศการที่จัดไว้ ซึ่งอาจเกิดความเสี่ยงได้ เช่น ชนเครื่องปั้นดินเผา หรือ วัสดุที่ทำมาจากแก้ว เพราะหากนักท่องเที่ยวคนเดียวโดยปราศจากผู้ช่วยเหลืออาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีการอัดเสียงบรรยายข้อมูลต่างๆ รวมถึงรายละเอียดเกี่ยวกับหนังสือ เช่น กทมหมายเลข 1 อธิบายเกี่ยวกับ “เท่ง” (ชื่อของหนังสือ) และคุณลักษณะของตัวหนังสือ เช่น ทำจากหนังสือ มีขนนุ่ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุ อื่น ๆ เช่น ของใช้ภายในบ้าน โดยมีการอธิบายรายละเอียดของพื้นผิวของภาชนะแต่ละชิ้น เช่น ผิวเรียบ ผิวขรุขระ ทางพิพิธภัณฑ์ได้จัดเตรียมรูปทรงกราฟฟิกแบบ 3 มิติ ไว้ให้บริการแก่ผู้พิการทางการเห็นตรงตำแหน่งของราวบันไดของแต่ละจุดของนิทรรศการ ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถสัมผัสเพื่อรับรู้ข้อมูลของวัตถุได้

เมื่อการแสดงหนังสือเริ่มขึ้น นักท่องเที่ยวสามารถรับฟังการแสดงได้อย่างไม่มีปัญหา เนื่องจากศึกษาข้อมูลลักษณะของตัวละครจากแอปพลิเคชันมาบ้างแล้ว ทำให้แยกแยะออกว่าตัวละครใดกำลังแสดงอยู่ หากอยากรับข้อมูลเพิ่มเติมก็สามารถสอบถามนายหน้าได้หลังจากการแสดงเสร็จสิ้น สำหรับกิจกรรมการแกะสลักหนังสือให้นักท่องเที่ยว

สามารถเข้าร่วมได้โดยฟังการบรรยายขั้นตอนต่าง ๆ ในการแกะสลักจากผู้บรรยาย พร้อมทั้งสามารถถามคำถามต่าง ๆ ได้

แนวทางการแก้ปัญหา B

พิพิธภัณฑ์หนังตะลุงสุชาติ ทรัพย์สิน มีเว็บไซต์ไว้ให้บริการข้อมูลเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์ ได้แก่ ประวัติความเป็นมาของพิพิธภัณฑ์ นิทรรศการที่จัดแสดงภายในพิพิธภัณฑ์ คุณลักษณะของตัวหนังตะลุงแต่ละตัว และผลิตภัณฑ์ของใช้พื้นบ้านต่าง ๆ รวมถึงรายละเอียดการเดินทางมายังพิพิธภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งนักท่องเที่ยวตบอดตั้งแต่กำเนิดสามารถเข้าถึงข้อมูลที่จัดเตรียมไว้บนเว็บไซต์ของพิพิธภัณฑ์ได้ก่อนและหลังการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ โดยใช้โปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) ในการเข้าถึงข้อมูล นนทสามารถแสดงความคิดเห็น หรือ ถามคำถามเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์ผ่านเว็บบอร์ดของพิพิธภัณฑ์ได้ทั้งก่อนและหลังการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ นนทใช้แผนที่กราฟฟิกที่มีเสียงสัมผัสในการนำทางภายในพิพิธภัณฑ์

นอกจากนี้นนทยังสวมรองเท้าที่มีเซ็นเซอร์ตรวจสอบ สิ่งกีดขวาง ซึ่งนนทสั่งซื้อพิเศษมาใช้ในชีวิตประจำวัน หากมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าก็จะมีการสั่นเตือนที่รองเท้า เพื่อป้องกันการชนสิ่งกีดขวาง หรือ วัตถุที่แสดง ณ พิพิธภัณฑ์ ได้อย่างอิสระ นนทสามารถตั้งค่าระยะห่างของการตรวจสอบของเซ็นเซอร์ที่ติดอยู่กับรองเท้าได้ ว่าต้องการให้ตรวจจับสิ่งกีดขวางในระยะทางเท่าไร เช่น 50 เมตร 100 เมตร หรือ 200 เมตร

นอกจากนี้ทางพิพิธภัณฑ์มีการให้บริการข้อมูลเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์ผ่านทาง Facebook Page ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถเข้ามาร่วมแบ่งปันภาพถ่าย และแชร์ประสบการณ์ในการท่องเที่ยวอีกด้วย

เมื่อการแสดงหนังตะลุงเริ่มขึ้น นนทสามารถรับฟังการแสดงได้อย่างไม่มีปัญหา เนื่องจากศึกษาข้อมูลลักษณะของตัวละครจากเว็บไซต์มาบ้างแล้ว หากอยากทราบอะไรเพิ่มเติมก็สามารถสอบถามได้หลังจากการแสดงเสร็จสิ้น สำหรับกิจกรรมการแกะสลักหนังตะลุง นนทสามารถเข้าร่วมได้ โดยฟังการบรรยายขั้นตอนต่าง ๆ ในการแกะสลักจากผู้บรรยาย พิพิธภัณฑ์หนังตะลุงสุชาติมีการจำหน่ายสินค้าที่ระลึก ได้แก่ ตัวหนังตะลุง เสื้อยืด และผลิตภัณฑ์พื้นเมืองต่าง ๆ ซึ่งเป็นช่องทางในการหารายได้ในการทำนุบำรุงพิพิธภัณฑ์

แนวทางการแก้ปัญหา C

นนทนักท่องเที่ยวตบอดตั้งแต่กำเนิดใช้เทคโนโลยี GPS บนโทรศัพท์สมาร์โฟนของเขาเองในการนำทางจากบ้านมายังพิพิธภัณฑ์ เนื่องจากเป็นการเดินทางครั้งแรกของนนทในการมาเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ เมื่อมาถึงพิพิธภัณฑ์ตัวอาคารของพิพิธภัณฑ์เป็นอาคารไม้มีใต้ถุนสูงซึ่งให้เยี่ยมชมนิทรรศการจำนวน 2 หลัง นนทใช้ราบบันไดจับนำทางขึ้นไปยังตัวอาคาร เมื่อขึ้นมาถึงตัวอาคารนนทใช้ระบบนำทางภายในอาคารในการนำทางไปยังนิทรรศการห้องต่าง ๆ โดยอาศัยเข็มทิศอักษรเบรลล์เพื่อบอกทิศทาง ภายในพิพิธภัณฑ์ได้จัดเตรียมป้ายอักษรเบรลล์เพื่อบอกตำแหน่งของการจัดแสดงนิทรรศการแต่ละตำแหน่งไว้บริการ

ภายในห้องนิทรรศการมีการออกแบบเทคโนโลยี QR Code เพื่ออธิบายข้อมูลตัวอักษรและภาพด้วยเสียง ซึ่งผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์สามารถสแกน QR Code จากโทรศัพท์สมาร์โฟนของตน เพื่อเข้าถึงข้อมูลรายละเอียดของวัตถุแต่ละชนิดในพิพิธภัณฑ์ได้ รวมถึงข้อมูลเสียงที่ใช้อธิบายคุณลักษณะและรูปร่างของหนังตะลุงแต่ละตัว ซึ่งภายในห้องนิทรรศการแต่ละห้องจะมีโมเดล 3 มิติ ให้นนทได้สัมผัสเพื่อรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุนั้น ๆ ทางพิพิธภัณฑ์มีการออกแบบห้องน้ำ และที่จอดรถสำหรับผู้พิการไว้บริการ และมีร้านอาหารไว้บริการสำหรับนักท่องเที่ยวที่ต้องการใช้บริการอีกด้วย

ทางพิพิธภัณฑ์ได้จัดแสดงหนังตะลุงให้กับผู้ที่มาเยี่ยมชมได้รับชม และมีการบริการคำอธิบายเกี่ยวกับบทละครของเรื่องที่จะแสดงไว้บริการสำหรับผู้พิการทางการเห็น เมื่อนนทเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับตัวหุ่นหนังตะลุงนนทสามารถใช้เทคโนโลยีการอ่านหน้าจอทางโทรศัพท์มือถือของเขาเพื่ออ่านข้อคำอธิบายบทละครเพิ่มเติมได้ นอกจากนี้ผู้เข้าชมยังสามารถเพิ่มเพื่อนในกลุ่ม Line และ Facebook Page เพื่อรับรู้ข่าวสารการประชาสัมพันธ์ของทางพิพิธภัณฑ์ได้ เช่น ตัวอย่างวิดีโอหนังตะลุงที่แสดงในโอกาสต่าง ๆ กิจกรรมการแกะสลักตัวหนังตะลุง นนทสามารถพิมพ์คำถามผ่านทางช่องทางของทางแชทของเทคโนโลยีไลน์ (Line) และ Facebook เมื่อเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์ โดยทางพิพิธภัณฑ์จะตอบคำถามผ่านช่องทางเหล่านั้น หากนนทต้องการผู้ช่วยในการนำทางและอธิบายข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับนิทรรศการ และกิจกรรมที่จัดแสดงภายในพิพิธภัณฑ์สามารถจองบริการคนสำหรับช่วยเหลือได้ แต่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนนี้

ตารางเทคโนโลยี

เทคโนโลยี	ความหมาย
1. เทคโนโลยีแปลงภาพเป็นตัวอักษร (OCR)	เทคโนโลยี OCR คือเทคโนโลยีในการแปลงภาพเป็นตัวอักษร สามารถแปลงไฟล์รูปภาพมาเป็นไฟล์ข้อความได้
2. เทคโนโลยี GPS	GPS คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งทำงานร่วมกับดาวเทียมบอกตำแหน่งทั้งหมด 24 ดวง ส่วนใหญ่ใช้ในการนำทางจากที่หนึ่งยังอีกที่หนึ่ง
3. เทคโนโลยี QR Code	เทคโนโลยี QR Code คือ สัญลักษณ์ที่มีรูปร่างเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ผู้ใช้ใช้โทรศัพท์มือถือในการสแกนสัญลักษณ์นี้เพื่อเชื่อมโยงไปยัง URL ของเว็บไซต์ หรือ ไฟล์อิเล็กทรอนิกส์
4. โปรแกรมอ่านหน้าจอสำหรับผู้พิการทางการเห็น (Screen Reader)	โปรแกรมอ่านหน้าจอสำหรับผู้พิการทางการเห็น (Screen Reader) ทำงานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั้งประเภทตั้งโต๊ะและพกพา และโทรศัพท์เคลื่อนที่ ใช้คู่กับเสียงสังเคราะห์ได้หลากหลายภาษา
5. โมเดล 3 มิติ (3D Printing)	เป็นเทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน โดยการยิงแสงเลเซอร์ไปบนของเหลวเพื่อให้ของเหลวในแต่ละชั้นแข็งตัว โดยวัตถุดิบที่ใช้จะอยู่ในรูปผง เช่น โลหะ พลาสติก เซรามิก และแก้ว
6. แผ่นทางเท้าสำหรับผู้พิการทางการเห็น (Braille Block)	แผ่นทางเท้าสำหรับผู้พิการทางการเห็น คือ กระเบื้องยางผิวสัมผัส ปุ่มทางเดินคนพิการ ท่งเดินคนตาบอด ยางกันลื่น กระเบื้องยางสำหรับผู้พิการทางสายตา
7. ข้อมูลเสียงที่อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุได้ (Audio Description)	เสียงบรรยายภาพ (Audio Description) คือ เสียงบรรยายภาพเพื่อผู้พิการทางสายตาที่เพิ่มเติมเข้าไปเพื่อบรรยายรายละเอียดที่สำคัญของภาพ โดยจะเพิ่มการบรรยายด้วยเสียงในช่วงที่ไม่มีภาพเคลื่อนไหว เช่น การแสดงออกเกี่ยวกับหน้า การเคลื่อนย้ายวัตถุ หรือ ลักษณะของบรรยากาศรอบๆ เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้แก่ผู้พิการทางสายตา
8. อักษรเบรลล์ (Braille)	อักษรเบรลล์ ประกอบด้วยจุด 6 ตำแหน่ง ซึ่งนำมาจัดสลับกันไปมาเป็นรหัสแทนอักษร ดาติ หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โน้ตดนตรี ฯลฯ การเขียนใช้เครื่องมือเฉพาะเรียก สเลต (Slate) และดินสอ (Stylus)
9. ไม้เท้าขาว (White Cane)	ไม้เท้าขาวมีหลายชนิด และทำจากวัสดุที่แตกต่างกัน ไม้เท้าที่ดีควรมีน้ำหนักเบา แข็งแรง และมีความยืดหยุ่น ความยาวของไม้เท้าขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าสูงเท่าไร ขนาดมาตรฐานที่ใช้ทั่วไป คือ ควรสูงจากพื้นถึงลำตัวของผู้ใช้
10. รองเท้าที่มีเซ็นเซอร์	รองเท้าที่มีเซ็นเซอร์ตรวจสอบ สิ่งกีดขวาง ซึ่งนั่นก็สิ่งข้อพิเศษมาใช้ในชีวิตประจำวัน หากมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าก็จะมีการสั่นเตือนที่รองเท้า เพื่อป้องกันการชนสิ่งกีดขวาง

แบบสอบถาม

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

3. คุณมีประสบการณ์ในการออกแบบระบบสารสนเทศเป็นระยะเวลากี่ปี
4. คุณเคยมีประสบการณ์ในการออกแบบเทคโนโลยีสำหรับผู้พิการหรือไม่

☐ มี โปรดระบุประสบการณ์

☐ ไม่มี

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับ TEIF Method

6. คุณคิดว่า TEIF Method ขั้นตอนใดบ้างที่มีความยุ่งยาก หากมียุ่งยากอย่างไร โปรดอธิบาย

☐ มี โปรดอธิบาย.....

☐ ไม่มี
7. กระบวนการใช้วิธีการของ TEIF มีการอธิบายอย่างเป็นขั้นตอน สามารถเข้าใจได้ง่าย

☐ มี

☐ ไม่มี โปรดระบุ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นในการนำ TEIF Method ไปใช้ในอนาคต

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดย 5 หมายถึงเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง และ 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง

ประเด็นคำถาม	เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วยมาก (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	เห็นด้วยน้อย (2)	เห็นด้วยน้อยที่สุด (1)
1. คุณคิดว่าขั้นตอนของ TEIF ขั้นที่ 1 ช่วยในการเลือกความต้องการในการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับผู้ประกอบการเห็นได้ง่ายขึ้น					
2. คุณคิดว่าขั้นตอนของ TEIF ขั้นที่ 2 ช่วยในการเลือกเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาสำหรับผู้ประกอบการเห็นได้ง่ายขึ้น					
3. คุณคิดว่าการนำขั้นตอนของ TEIF ทั้งสองขั้นตอนมาช่วยในการเลือกเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา มีประโยชน์มากกว่านำขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งมาใช้งาน					
4. คุณคิดว่าสามารถนำกระบวนการหาความต้องการในการออกแบบเทคโนโลยีของ TEIF ไปประยุกต์ใช้กับความพิการอื่น ๆ					
5. คุณคิดว่าสามารถนำกระบวนการในการเลือกเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาของ TEIF ไปประยุกต์ใช้กับความพิการอื่น ๆ					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

Appendix H

Publication 1

Extending the Technology Enhanced Accessible Interaction Framework Method for Thai Visually Impaired People

Kewalin Angkananon¹ and Mike Wald^{2(✉)}

¹ Surattani Rajabhat University Thailand, Surat Thani, Thailand
pla_u@hotmail.com

² ECS, University of Southampton, Southampton, UK
m.wald@soton.ac.uk

Abstract. This paper focuses on extending the Technology Enhanced Accessible Interaction Framework Method for visual impairment based on interviews with people with visual impairment to help developers develop accessible technology solutions to help people with visual impairment to interact with people, technologies and objects.

Keywords: Accessible interaction · Visual impairment · Thailand

1 Introduction

No method helps developers with gathering or evaluating requirements and designing or evaluating of technology solutions to accessible interactions between people, technology, and objects in face-to-face situations involving visually impaired people in Thailand. Nearly 11 % of Thailand's registered disabled population had a visual impairment in 1996 and the National Statistics Office 2007 data estimating nearly two million women and men in Thailand, or approximately 3 per cent of the population, had a disability would suggest 220,000 people had a registered visual impairment¹. There are 20 visually impaired students at Surattani Rajabhat University Thailand with problems accessing information presented visually (e.g. difficulty reading from a board or screen and understanding what is being pointed at). To reduce discrimination in access requires accessible technology solutions, an accessible learning environment, accessible documents and teaching accessibly.

2 Literature Review

Quek and Oliveira [2] trained blind students to use a haptic glove with a raised line diagram and computer-vision-based tracking to provide awareness of deictic gestures to inform the user where on the diagram on the board the teacher was pointing as they spoke. The tactile diagrams was pre-prepared however tactile touch screens could be

¹ http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-ed_emp/-ifp_skills/documents/publication/wcms_112307.pdf.

used in real-time. Freire et al. [3] used a mediator to add screen reader accessible text annotations to the electronic images transmitted from teacher interactive whiteboard drawings. Technologies can assist disabled people and support some interactions between people (e.g. [4, 5]) however, until Angkananon et al.'s [6] Technology Enhanced Interaction Framework (TEIF) and Method there had been no consideration of all interactions occurring at the same time and in the same place and no method to guide the development of technology solutions for complex face-to-face situations for people with disabilities. The TEIF Method was only developed and evaluated for hearing impairment because of time limitations and this paper explains extending the TEIF Method for visual impairment. The TEIF and TEIF Method were developed by analysing, adapting and extending Dix's framework for Computer Supported Cooperative Work [6]. Table 1 shows the five TEIF sub-components for the interactions and communication main component.

Table 1. Interactions and Communication in the technology enhanced interaction framework

Main component	Sub-component	Explanation and example
Interactions and Communi-cation	People-People (P-P)	People communicate verbally (speak, listen, ask, answer) and non-verbally (lip-read, smile, touch, sign, gesture, nod). When communicating, people may refer (speak or point) to particular objects or technology – this is known as 'deixis'
	People-Objects (P-O)	People interact with objects for two main purposes: controlling (e.g. touch, hold or move), and retrieving information (e.g. look, listen, read, in order to get information or construct personal understanding, and knowledge)
	People-Technology (P-T)	People control technology, (e.g. hold, move, use, type, scan, make image, press, swipe) transmit and store information (e.g. send, save, store, search, retrieve)
	People-Technology-People (P-T-P)	People use technology to transmit information to assist communication with (e.g. send sms, mms, email, chat, instant message) other people
	People-Technology-Objects (P-T-O)	People use technology (e.g. point, move, hold, scan QR codes, scan AR tag, use camera, use compass) to transmit, store, and retrieve information (send, save, store, search, retrieve) to, in, and from objects

The TEIF Method was successfully validated by developer and accessibility experts, and an HCI professor and supports other methods by providing multiple-choice questions to help identify requirements, the answers to which help provide technology suggestions that support the design stage. An experiment with 36 developers showed that the 18 developers using the TEIF Method evaluated requirements for technology solutions to problems involving interaction with hearing impaired people better than the 18 developers using their preferred Other Methods. The TEIF Method also helped the developers select a best solution significantly more often and rate the best solution significantly closer to expert ratings.

3 Research Methodology

Requirement questions and answers and technology suggestions and example scenarios for visually impaired people have been extended and developed based on a literature review and interviews with visually impaired people in Thailand e.g.:

“Golf is a blind student in the law faculty. In the class, when the teacher write or draws on a blackboard Golf needs the teacher or another student to read it aloud or explain it to him. Also when the teacher refers to material by pointing at the board he does not know what the teacher is pointing at.”

The following relevant questions help elicit requirements and the corresponding answers for this scenario aspect are given:

1. Question: What media is used to provide information? Answer: (a) Non-text image, (b) Printed text, (c) Handwritten text
2. Question: What live in-class support is available? Answer: (a) None
3. Question: What interaction types take place? Answer: (a) People to People (i.e. speech) (b) People to Technology to People (i.e. writing/drawing on board)
4. Question: Is there Deixis? Answer: (a) Yes

Table 2 describes a few suggested technologies (some at prototype stage) with a tick indicating whether it could address the identified requirements.

Table 2. Technology Suggestions

Technology Suggestions	Technology Description	1a Non-text Image	1b Printed text	1c Handwritten text	2a No in class support	3b P-1-p	4a Deixis
Screen Reading Technology (SRT)	Automatically reads displayed text aloud and allows blind user to navigate screen	x	✓	x	✓	✓	x
Optical Character Recognition (OCR)	Converts a text image into text that can be read by a screen reader	x	✓	x	✓	✓	x
Handwriting recognition (HWR)	Converts a handwritten image into text that can be read by a screen reader	x	✓	✓	✓	✓	x
Diagram mediated text annotation	Adds text to a diagram	✓	x	x	✓	✓	x
Camera focused on board with OCR/HWR to read text & SRT	Enables text on a non electronic board in class to be read by a screen reader	x	✓	✓	✓	✓	x
Electronic whiteboard with OCR/HWR to read text & SRT	Enables text on an electronic board in class to be read by a screen reader	x	✓	✓	✓	✓	x
Pre-prepared paper tactile diagram	Static 3D representation of a diagram that can be explored by touch by a blind person	✓	✓	✓	✓	✓	x
Live electronic tactile display	Dynamic 3D representation of a diagram that can be explored by touch by a blind person	✓	✓	✓	✓	✓	x
Camera and haptic glove tracking of teacher's pointing used with tactile diagram/display	Information is provided about what the teacher is pointing at using vibration in an electronic glove	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4 Conclusion and Planned Activities

Through interviews with visually impaired people the TEIF Method has been extended to help developers develop technology solutions to help people with visual impairment to interact with people, technologies and objects. Future work is planned to evaluate its use with developers and visually impaired students.

References

1. Petrie, H., Fisher, W., Langer, I., Weber, G., Gladstone, K., Rundle, C., Pyfers, L.: Universal interfaces to multimedia documents. In: Fourth IEEE International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI 2002), pp. 319–324 (2002)
2. Quek, F., Oliveira, F.: Enabling the blind to see gestures. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* **20**(1), Article 4 (2013)
3. Freire, A.P., Linhalis, F., Bianchini, S.L., Fortes, R.P., Pimentel, M.C.: Revealing the whiteboard to blind students: an inclusive approach to provide mediation in synchronous e-learning activities. *Comput. Edu.* **54**(4), 866–876 (2010)
4. Dix, A.: Computer supported cooperative work - a framework. In: Rosenburg, C., Hutchison, C. (eds.) *Design Issues in CSCW*, pp. 23–37. Springer, London (1994)
5. Rukzio, E., Broll, G., Wetzstein, S.: *The Physical Mobile Interaction Framework (PMIF)*. Technical report LMU-MI-2008-2 (2008)
6. Angkananon, K., Wald, M., Gilbert, L.: Developing and evaluating a technology enhanced interaction framework and method that can enhance the accessibility of mobile learning. *Themes Sci. Technol. Edu.* **7**(2), 99–118 (2014)

Appendix I

Publication 2

Developing and Evaluating a Thai Website Accessibility Checker

Kewalin Angkananon¹, Mike Wald^{2(✉)}, and Piyabud Ploadaksorn¹

¹ Surattani Rajabhat University, Surat Thani, Thailand
k.angkananon@gmail.com

² University of Southampton, Southampton, UK
mw@ecs.soton.ac.uk

Abstract. This research addresses the lack of a method to help with the evaluation of the accessibility of Thai websites and web applications by developing and evaluating an online tool with developers, experts and disabled users. The results suggest it is reliable and valid. Future work will extend the evaluation criteria for mobile accessibility.

Keywords: Web accessibility · Check · Thailand

1 Introduction

The motivation for this research is the lack of a method to help users, managers and developers with the evaluation of the accessibility of Thai websites and web applications. The National Statistics Office (NSO) estimated the number of disabled people in Thailand as over 1 million in 1996¹ and a majority of these could benefit from accessible websites: a report commissioned by Microsoft in 2003 estimated that 62% of people in the US of working age could benefit from accessible technologies². Research in 2006 reported that ninety seven percent of websites in Argentina, Australia, Brazil, Canada, Chile, China, France, Germany, India, Japan, Kenya, Mexico, Morocco, Russia, Singapore, South Africa, Spain, United Arab Emirates, United Kingdom and United States of America did not provide even minimum levels of accessibility³ and while there are no published figures for Thai websites it is very unlikely that they are more accessible as many of the countries tested have web accessibility legislation. Another benefit for making websites accessible to disabled people is that they are then also more likely to be usable on mobile devices.⁴

¹ http://siteresources.worldbank.org/DISABILITY/Resources/Regions/East-Asia-Pacific/JICA_Thailand.1.pdf.

² <https://www.microsoft.com/enable/research/phase1.aspx>.

³ <http://news.bbc.co.uk/1/hi/technology/6210068.stm>.

⁴ <http://www.thedrum.com/news/2014/03/04/91-smc-websites-are-not-accessible-mobile-according-basekit-survey>.

2 Literature Review

Tim Berners-Lee, W3C Director and inventor of the World Wide Web stated “The power of the Web is in its universality. Access by everyone regardless of disability is an essential aspect.”⁵ The Web was therefore invented to be used by everyone, irrespective of their ability, technology used, or culture and has the potential to remove barriers for people with disabilities, but only if websites are designed accessibly. Access to information through the Web is a basic human right according to The UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities.⁶ Making the web accessible can help elderly people and those in poorer countries as well as people with disabilities in many aspects of their lives including education, employment, health care and social lives. Accessible websites can provide social, technical, financial, and legal benefits for companies, government and education [1].

Corporation benefits include:

- financial gains and cost savings due to increased potential market share, search engine optimization (SEO), and usability⁷.
- reducing risk of legal action, high legal expenses, and negative image⁸.
- public relations demonstrating corporate social responsibility (CSR)
- an inclusive workplace that supports employees with disabilities
- increased productivity supporting and retaining older experienced employees

Government ministry or agency benefits include:

- laws and policies requiring public services available to all
- provision of information and services that are accessible to all citizens
- savings from improved server performance and decreased site maintenance
- enabling people with disabilities and older users to interact with them online

An educational institution benefits from:

- students, faculty, or staff with disabilities
- students with different learning styles, older computer equipment, or low bandwidth Internet connections
- increasing percentage of older employees with age-related impairments
- legal or policy requirements

When web pages are not designed accessibly, many people cannot use the Web. For example, people who cannot use a mouse need keyboard access and people who are blind need alternative text for images and this affects many people as they get older. There are estimated to be about two million people in Thailand, the majority in rural areas with 65 per cent unemployed and over 50 per cent working in agriculture and fishing and although there are anti-discrimination laws and guidance for disability

⁵ <http://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility>.

⁶ <http://www.un.org/disabilities/default.asp?navid=12&pid=150>.

⁷ <http://www.w3.org/WAI/bcase/tesco-case-study>.

⁸ <http://www.w3.org/WAI/bcase/socog-case-study>.

development practice there are no specific laws or regulations for website accessibility.⁹ There has been a great deal of international research on the accessibility of websites resulting in the web accessibility guidelines¹⁰ which have been adopted in some countries.¹¹ However these guidelines were developed for English and simply translating them would not address all the localisation issues of Thai Language and context. Web2Access [2] was developed with the view that check-lists and tests for usability and accessibility are not an ideal way to address the issue of how easy it may be to use on-line learning materials or software in general, and that a more holistic approach is needed.¹² The Web 2.0 Services checks were developed based on the work of W3C¹³, Web Accessibility Group University of Washington¹⁴ and WebAIM¹⁵. A variety of tools were used for evaluation: AIS Web Accessibility Toolbar¹⁶ for Internet Explorer and Web Accessibility Toolbar¹⁷ - for checking web site accessibility: document structure, colours, HTML, CSS, links, images, Mozilla Firefox with WebAIM WAVE toolbar¹⁸, Web Developer Toolbar¹⁹, Accessibar Project toolbar²⁰, Illinois Firefox Accessibility Extension²¹, Webbie text-only browser²², Zoom features in major browsers, Colour Contrast Analyser²³, VisCheck²⁴, Thunder²⁵ or NVDA²⁶ screen reader. Documentation included Testing Forms²⁷, and Criteria for Tests²⁸. The Web 2.0 Service Tests included²⁹:

1. Accessible Login, Signup and Other Forms: covering all aspects of registering with a service or site, then returning to sign-in and finally to work with forms.
2. Image ALT Attribute: so that a screen reader user can hear about the image.

⁹ http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-ed_emp/-ifp_skills/documents/publication/wcms_112307.pdf.

¹⁰ <http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php>.

¹¹ <http://www.powernapper.com/blog/government-accessibility-standards/>.

¹² <http://opus.bath.ac.uk/12111/>.

¹³ <http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php>.

¹⁴ <http://www.washington.edu/accessibility/web.htm>.

¹⁵ <http://www.webaim.org>.

¹⁶ <http://www.visionaustralia.org/info.aspx?page=614>.

¹⁷ <http://www.paciellogroup.com/resources/wat-ie-about.html>.

¹⁸ <http://wave.webaim.org>.

¹⁹ <https://addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/60>.

²⁰ <http://accessibar.mozdev.org/>.

²¹ <http://firefox.cita.uiuc.edu/>.

²² <http://www.webbie.org.uk/>.

²³ <http://www.paciellogroup.com/resources/contrast-analyser.html>.

²⁴ <http://www.vischeck.com/>.

²⁵ <http://www.screenreader.net/>.

²⁶ <http://www.nvda-project.org/>.

²⁷ http://www.web2access.org.uk/media/Test_Form.doc.

²⁸ http://www.web2access.org.uk/media/Criteria_for_Tests.doc.

²⁹ <http://www.web2access.org.uk/test>.

3. Link Target Definitions: which need to be understandable when used without a surrounding sentence or button.
4. Frame Titles and Layout: if the frames do not have a title the screen reader user may not know where they are in the page or which piece of content to read next.
5. Removal of Stylesheet: as it is important to check how a site looks with and without style sheets.
6. Audio/Video Features: for those who have sensory disabilities such as deafness or a hearing additional text transcripts, captioning, and sign language can be very helpful.
7. Video/animations - audio descriptions: for those who have visual impairments offering alternatives for animations or videos where there are long scenes with no descriptive dialogue is essential.
8. Appropriate use of Tables: the order of content within the table and the use of row and column headers is important.
9. Tab Orderings Correct and Logical: when you cannot use the mouse the order in which the main navigational elements and links appear in a webpage is very important.
10. Page Functionality with Keyboard: after log-in.
11. Accessibility of Text Editors: many of the sites that allow users to contribute text, images and other multimedia also provide an editor that allows users to change the look and feel of their text as they would in a wordprocessor application.
12. Appropriate Feedback with Forms: once a user has submitted text or an answer to a question or multiple choice items it is important that correct feedback is received to prevent confusion.
13. Contrast and Colour Check: for everyone to have an enjoyable experience when reading web sites content should have good levels of colour contrast and no distracting elements.
14. Page Integrity when Zooming: allowing text and images to be enlarged through a zoom feature or text-resize.
15. Text size, style, blinking elements and Readability: avoiding items that flash or blink at a rate that can cause seizures and small text and serif fonts and complex language that can make text harder to read for some people.

3 Research Methodology

There is no official translation of the Web Accessibility Guidelines into Thai and no research into whether the guidelines require any localisation for the Thai language and culture. An interactive Thai website WebThai2Access was therefore developed to help manually test any Thai Web 2.0 site using a checklist based on Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0). In addition it explains the tools which can be used for the evaluation. It has been designed to be easier to use and score as the checklists for Web2access are all developed from the WCAG 2.0 guidelines and have been summarised and compressed into 15 criteria. The scoring has 4 levels corresponding to the WCAG 2.0 conformance levels, where 0% would be fail condition, 33% would be

equivalent to an A, 67% would be equivalent to an AA, and 100% would be equivalent to AAA. The phases of the research were:

Phase 1: A literature review was conducted to identify where Thai accessibility guidelines differ from English guidelines and tools to evaluate Thai Websites. The results of this activity helped identify changes to web accessibility guidelines for Thai tools that could be used to evaluate Thai websites.

Phase 2: The guidelines, tests, tools and documentation were localized into Thai for the Thai Language and Culture to develop Thai guidelines, tests, tools and documentation. An expert review was conducted and validation pilot study of the tests and guidelines and tools and documentation involving accessibility experts to validate the Thai guidelines, tests and tools and documentation.

Phase 3: Based on the results of the expert validation and review a Thai version of Web2Access was built and tested. A user evaluation pilot study of WebThai2Access was carried out and based on the results the experimental design was finalized and a user evaluation of WebThai2Access conducted with 30 developers and groups of 30 Visually Impaired, Elderly and Hearing Impaired users.

Phase 4: The results were analysed for how well developers could evaluate Thai websites to predict how disabled users will use the websites.

4 Results and Analysis

Based on research [3] criteria 15's text size, style, blinking elements and readability, was changed from sans-serif fonts to serif and 14–16px instead of 10–12px to suit Thai websites. Three experts followed instructions to evaluate the website <http://www.tab.or.th> by using a screen reader program such as NVDA, JAWS or Voiceover and also a speech Thai synthesizer program (Tatip, VAJA) by inserting an Outcome (%) which they believe to be appropriate in the 'Evaluation' box and in addition to this, answer all the questions in the 'Technique' box. An Example for the 1st test is as follows:

1. Login, signup, and other forms accessible, such as contact us, feedback form and help form.

Check the process for the signup form, if there is access to the website or not, check how accessible the forms are, and if they can be accessed through the use of a keyboard and screen reader (NVDA, JAWS, and Voiceover) and check if the labelling has a meaningful name which can be understood by the users.

References: (W3C WCAG 2.0 2.1, W3C WCAG 2.0 2.4, CAPTCHAW3C WCAG 2.0 1.1 and W3C WCAG 2.0 3.3).

Target Audiences: Those with blind and severe visual impairment.

Technique

- 1.1 Check if it is possible to access any forms through the use of tab key and screen readers (NVDA, JAWS, Voiceover).
- 1.2 Once you have access to a form, check if the label is given a meaningful name by using WAVE look at "Features" and "Form Label".

- 1.3 Check if it is possible to access the input aspect of the form through a logical order through the use of tab key and screen reader. If the inputted information is incorrect, such as type wrong password, then check to see if the screen reader reads the error message or not.
- 1.4 Check CAPTCHA (W3C WCAG 1.1.1) if there is an option to change the captcha i.e. the option to change from text to sound or from image to sound or text. Check if these are able to be changed through the use of keyboard or not and also check if the screen reader is able to read the changes.
- 1.5 Check if there are time limits (W3C WCAG 2.2.1) in the form.
- 1.6 Check sending the form whilst pressing the button to send the form, to see if the screen reader reads the send button.
- 1.7 Check if it possible to exit the form through the use of a keyboard and screen reader.

One of 4 ratings are possible:

- 0%: Unable to access the form and CAPTCHA through the use of keyboard and screen reader. Unable to access the form in time, and there is no label.
- 33%: Hard to access the CAPTCHA, the majority of the forms can be accessed by the use of a keyboard and the screen reader program can read the some of the form. There are a few labels used, the form has a time limit.
- 67%: The majority of the form can be access through the use of keyboard and screen reader, however there are some errors i.e. does not read the label or feedback and label identified by screen reader is not the same as displayed on the website. There is no time limit and there is an option for an alternative CAPTCHA.
- 100%: Forms can be accessed easily through the use of keyboard and screen reader, clear labels, no CAPTCHA, and there is no time limit.

The WebThai2Access website has tabs in the navigation linked to the following pages:

- products reviewed and approved by the system administrator
- list of disabilities with descriptions and associated tests
- list and short description of the 15 evaluation criteria. Selecting each criteria displays a page with further details
- Entered review information reviewer's name, email, platform and website. If the website that they want to evaluate is not already listed as having been reviewed they will be required to add website name, URL and short description

Six developers were asked to use the WebThai2Access system at <http://138.68.21.192/> and answer questions using a 5 point Likert scale and the average scores are as follows:

1. The content in the main page is easy to understand: 4.67
2. The links from the main page to the products page are all functioning: 5.00
3. All the links in the products page are functional: 5.00
4. The calculations for the products is correct: 4.33
5. The contents for the disability page is easy to understand: 4.33
6. All the links in the disabilities are functioning: 4.67
7. The user is able to enter their name and email in the evaluation form: 5.00
8. The user is able to select the platforms option: 5.00

17% and for the hearing impaired was 8% (ignoring the direction of the difference) and -1%, -17%, -7% when the sign of the difference was considered. The greatest difference between developers and blind users were 54%, 52%, -58% respectively for criteria 1, 2, (www.pantip.com) and 4 (<http://tabgroup.tab.or.th>). Looking at the mode values there was agreement between the developers and the blind users apart from criteria 1, 2, 4 where the mode ratings for blind users were 33%, 0%, 100% and for the developers were 100%, 67%, 33% respectively. The expert ratings were the same as the mode ratings by the blind users for all criteria suggesting that the experts were better than the developers at predicting how the blind users would perform. This might be because the developers were not experienced at using a screen reader. The greatest difference between developers and elderly users were -23% and -32% respectively for criteria 12, and 13 (www.pantip.com) and the only difference in the mode ratings were for criteria 13 where the elderly mode was 100% and the developer mode was 67%. The expert rating for criteria 13 was also 67% suggesting that the experts were not better than the developers at predicting how the elderly users would perform on criteria 13. The average differences between developers and the hearing impaired people were -12%, -12%, 2% for criteria 1, 12, 15 respectively and the mode ratings were the same, suggesting the developers predicted the hearing impaired people's performance quite well.

5 Conclusion and Future Work

The results showed that WebThai2Access was very accessible and could be used reliably by developers and their evaluations predicted the accessibility of websites for disabled users reasonably well. Future work will investigate how to improve these predictions and also develop criteria and techniques for evaluating accessibility on mobile devices.

Acknowledgement. This research was funded by National Research Council of Thailand.

References

1. Henry, S., Arch, A. (eds.): Developing a Web Accessibility Business Case for Your Organization (2012). <http://www.w3.org/WAI/bcase/>. Accessed 18 Mar 2017
2. Wald, M., Draffan, E.A., Newman, R., Skuse, S., Phethean, C.: Access toolkit for education. In: Miesenberger, K., Karshmer, A., Penaz, P., Zagler, W. (eds.) ICCHP 2012. LNCS, vol. 7382, pp. 51–58. Springer, Heidelberg (2012). doi:[10.1007/978-3-642-31522-0_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-31522-0_8)
3. Kamollimsakul, S., Petrie, H., Power, C.: Web accessibility for older readers: effects of font type and font size on skim reading webpages in Thai. In: Miesenberger, K., Fels, D., Archambault, D., Peñáz, P., Zagler, W. (eds.) ICCHP 2014. LNCS, vol. 8547, pp. 332–339. Springer, Cham (2014). doi:[10.1007/978-3-319-08596-8_52](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08596-8_52)

Appendix J

Technology Enhanced
Accessible Interaction
Framework Method for
Visual Impairment

Technology Enhanced Accessible Interaction Framework Method for Visual Impairment

Abstract

Introduction: This research addressed there was no software development process to help developers with evaluating or gathering requirements and designing or evaluating digital technology solutions to problems visually impaired people encounter. For example, some 20 Suratthani Rajabhat University visually impaired students encounter barriers learning from visual information in lectures or classes, or, such as difficulty reading from board, screen, paper, book or video or understanding what object is being pointed at.

Methods: This research took place from 2017 to 2018 and The Technology Enhanced Interaction Framework (TEIF) Visual Impairment (VI) Method was developed through literature review and interviews with 20 visually impaired students, 10 visually impaired adults and five accessibility experts. Four accessibility experts and three developer experts reviewed and validated the TEIF VI-Method. It was then experimentally evaluated by 18 developers using the TEIF VI-Method and another 18 developers using their existing 'Other Methods' to identify the requirements and solution to a scenario involving barriers for visually impaired people. Following completion of this experiment the 'Other Methods' group were shown the TEIF VI-Method and both groups were asked their opinions of its ease of use through a questionnaire.

Results: The mean number of correctly selected requirements was significantly higher ($p < 0.001$) for developers using the TEIF VI-Method ($\bar{X} = 8.83$) than the Other Method ($\bar{X} = 6.22$). Developers using the TEIF VI-Method ranked technology solutions closer to the expert rankings than developers using Other Methods ($p < 0.05$). All developers found the TEIF VI-Method easy to follow.

Discussion: Developers could evaluate requirements and technology solutions to interaction problems involving visually impaired people using the TEIF VI-Method better than existing Other Methods.

Implications for practitioners: Developers could benefit from using the TEIF VI-Method when developing technology solutions to interaction problems faced by visually impaired people.

Keywords

Technology, accessibility, requirements, development, evaluation

Introduction

This research was motivated by there being no method to help inexperienced developers gather or evaluate requirements and design or evaluate accessible technology solutions to visually impaired people's interactions. In 1996 almost eleven percent of people registered as disabled in Thailand were visually impaired and the Thai disabled population was estimated at over 1 million by The National Statistics Office (NSO), suggesting the number of people with a visual impairment was around 110,000 (Japan International Cooperation Agency Planning and Evaluation Department, 2002). The National Statistics Office in 2007 estimated 3 per cent of the Thai population, almost two million people, had a disability which would suggest 220,000 people were registered as visually impaired (International Labour Organisation Inclusion of People with Disabilities in Thailand, n.d.). This would appear to be an underestimation of the

actual problem in Thailand which has the third most rapidly aging population in the world (HelpAge, n.d.) and also has problems with obesity and diabetes (Yoon et al. 2006).

The president of the Blind Association of Thailand (2015) revealed that there were 1,918,867 registered disabled people in Thailand. There were 181,821 people with visual impairment which was 9.48 % of all disabilities in Thailand.

Twenty visually impaired Suratthani Rajabhat University students encounter barriers learning from visual information in lectures or classes, such as difficulty reading from screen, board, paper, book or video or knowing which object the teacher is pointing to.

For reducing discrimination in access to information, particularly in face-to-face situations, accessible solutions need to be created by technology developers. Many useful technologies are available for helping visual impaired people accomplish tasks independently (e.g. reading or navigating) often using alternate modalities such as speech or touch or by sending photos to a sighted person to describe. The iPhone is very accessible for visually impaired people and has many apps that can help with many simple tasks (e.g. identify colours, currency, bar codes etc.). Artificial Intelligence technologies are improving in their abilities to identify objects and faces such as Seeing AI (Microsoft 2019) which was created by a blind developer and can speak out the name of recognised objects as the blind user moves their finger over the on-screen image. Although such useful technologies are being developed by talented people with a deep knowledge and understanding of the needs of visually impaired people, most technology developers do not have such a deep knowledge or understanding and do not learn about disability and accessibility on their university courses. Also visually impaired people can have complex interactions with other people, technologies and objects which present barriers not overcome by the use of one or more simple apps.

The only framework and method specifically designed to support developers with developing accessible technology solutions for complex interactions for people with disabilities is the Technology Enhanced Interaction Framework (TEIF) and its 'Method' developed and validated and evaluated for hearing impairment by the authors (Angkananon et al. 2014).

This article describes how TEIF Method content was created to help developers with developing digital technology solutions to help visually impaired people. To distinguish between the TEIF Methods for hearing impairment and visual impairment the terms TEIF HI-Method and TEIF VI-Method will be used.

The TEIF HI-Method research used a new methodology for comparing software development methods and this approach will also be used for this TEIF VI-Method evaluation. Rather than compare the TEIF VI-Method with any specific other software development method it will be compared to whichever method(s) the developers prefer to use and this will be referred to as the 'Other Method(s)'. The technology developers evaluations using questionnaires and experiments demonstrated the TEIF HI-Method offers support for developers to gather and evaluate requirements, and evaluate and design accessible solutions. Developers used the TEIF HI-Method for evaluating technology solution requirements for interaction problems encountered by hearing impaired people better than any of the Other Methods they chose to use. Developers selected a best solution significantly more often than the Other Methods using the TEIF HI-Method and also rated solutions significantly closer to the experts' ratings than the Other Methods. Answers to questions by developers' also showed how the TEIF HI-Method assisted with the tasks in the experiment and how the TEIF HI-Method could also help people with other disabilities than hearing impairment and also support requirements gathering and solutions design. The TEIF built on the work of previous interaction Frameworks and particularly those of Dix (1994, 1995, and 1997) who was also one of the experts consulted in the TEIF's development.

Figure 1 shows the TEIF architecture while Table 1 explains the five TEIF interaction types (Angkananon et al. 2014).

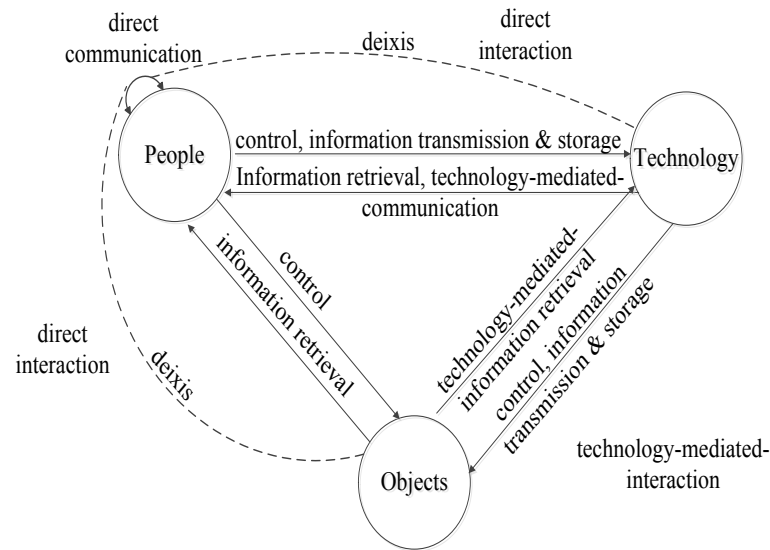


Figure 1 TEIF Architecture

Table 1. Interactions and Communication in the Technology Enhanced Interaction Framework

Interaction	Explanation and example
People-People (P-P)	People communicate verbally (speak, listen, ask, answer) and non-verbally (lip-read, smile, touch, sign, gesture, nod). When communicating, people may refer (speak or point) to particular objects or technology – this is known as ‘deixis’.
People-Objects (P-O)	People interact with objects for two main purposes: controlling (e.g. touch, hold or move), and retrieving information (e.g. look, listen, read, in order to get information or construct personal understanding, and knowledge).
People-Technology (P-T)	People control technology, (e.g. hold, move, use, type, scan, make image, press, swipe) transmit and store information (e.g. send, save, store, search, retrieve).
People-Technology-People (P-T-P)	People use technology to transmit information to assist communication with (e.g. send sms, mms, email, chat, instant message) other people.
People-Technology-Objects (P-T-O)	People use technology (e.g. point, move, hold, scan QR codes, scan AR tag, use camera, use compass) to transmit, store, and retrieve information (send, save, store, search, retrieve) to, in, and from objects.

The early plans for this TEIF VI-Method research study before any evaluations or experiments were conducted were outlined in the short conference papers by Angkananon & Wald (2016 & 2017).

Methodology

The TEIF VI-Method was designed to support developers designing technology solutions to inaccessible interactions involving visually impaired people through helping developers

consider user requirements, the design of interactions to accessibly address these requirements and the related requirements criteria for evaluating interactions. The TEIF VI-Method is not a replacement for other design and development methods but a support for them through the provision of requirement-questions and answers examples to help the identification of requirements and linking the answers to technology suggestions for the design stage.

This research study was approved by the Thailand Research Fund, Office of the Higher Education Commission, and Suratthani Rajabhat University

TEIF VI-Method Development Process

Five visual impairment experts with at least five years' experience, 20 visually impaired students and 10 visually impaired adults were interviewed to gather information about visual impairment for the TEIF VI-Method to develop appropriate questions and multiple choice answers, requirements, technologies, scenarios and solutions.

In order to ensure that the TEIF VI-Method could be applied in various situations, five scenarios and their technology solutions involving a blind person were considered during the development process: shopping for groceries, crossing the road, finding rooms and buildings, problems in studying at the university, and visiting the Shadow Puppet Museum. The TEIF VI-Method was reviewed and validated by four visual impairment accessibility experts and three developer experts and refined based on their comments and any changes confirmed by the experts.

Table 2 shows the multiple-choice requirement questions and answers for five scenarios which demonstrates how the questions can be applied.

Table 2. Multiple-choice requirement questions and answers for five scenarios.

Requirement Questions	Scenarios for Blind Person				
	Grocery Shopping	Crossing road	Finding rooms or buildings	Studying at University	Visit Shadow Puppet Museum
1) What is the main purpose of the technology solution?	a. improve communication and interaction	f. improve interaction accessible	f. improve interaction	a. improve communication and interaction	a. improve communication and interaction
2) Where and when does the scenario take place?	a. same time / same place	a. same time / same place	a. same time / same place	a. same time / same place	a. same time / same place
3) What main role do people have in the scenario?	b. peer - peer	c. no communication between people only interaction with technology or objects	a. presenter - audience	a. presenter - audience	a. presenter – audience c. interaction with technology or objects
4) How many presenters and audience	b. one presenter – one audience member	a. one presenter – one audience member	a. one presenter – one	b. one presenter – many audience members	b. one presenter – many audience members

Requirement Questions	Scenarios for Blind Person				
	Grocery Shopping	Crossing road	Finding rooms or buildings	Studying at University	Visit Shadow Puppet Museum
members are there?			audience member		
5) Does the presenter have a disability?	b. No	b. No	b. No	b. No	b. no
6) What language does the presenter use?	b. Thai	b. Thai	b. Thai	b. Thai	b. Thai
7) What language does the audience use?	b. Thai	b. Thai	b. Thai	b. Thai	b. Thai
8) Does the audience have a disability?	a. Yes	a. Yes, user has disability	a. audience has disability	a. Yes	a. audience has disability
9) What kind of disability does the audience have?	b. visually impaired	b. visually impaired	b. visually impaired	b. visually impaired	b. visually impaired
10) What level visual impairment does the presenter have?	a. blind	a. blind	a. blind	a. blind	a. blind
11) What interaction types occur in the scenario?	c. people to objects	b. people to objects c. people to technology	a. people to people b. people to objects c. people to technology d. people to technology to people	c. people to technology d. people to technology to people	a. people to people b. people to objects c. people to technology d. people to technology to people
12) What type of technology would be appropriate for the solution to the scenario?	d. I do not know	d. I don't know	c. either online or offline technology	c. either	c. either

Requirement Questions	Scenarios for Blind Person				
	Grocery Shopping	Crossing road	Finding rooms or buildings	Studying at University	Visit Shadow Puppet Museum
13) What type of technology devices would be appropriate for the solution to the scenario	a. mobile devices	d. I don't know	a. mobile devices	a. mobile devices	a. mobile devices
14) What media is used to provide information?	a. non-text image (touching can) b. Printed text	d. non accessible technology	b. Printed text	a. non-text image b. Printed text c. Handwritten text d. non accessible electronic files	b. Printed text
15) Is live support available?	a. Yes	b. No	b. No	b. No	b. No
16) Is there "Deixis"?	a. Yes	b. No	a. Yes	a. Yes	a. Yes
17) Where does the situation take place?	a. indoors	c. both	c. both	a. indoors	a. indoors
18) What are the two main environmental considerations identified that impact the scenario?	a. noise b. room acoustic c. distance	a. noise	a. noise	a. noise	a. noise
19) Does the customer require a low cost solution?	a. Yes	a. Yes	a. yes, low cost solutions	c. not mentioned	a. yes, low cost solutions
20) Should the technology solution work on a smart phone?	c. not mentioned	c. not mentioned	c. yes, visitors' mobile devices	c. not mentioned	c. yes, visitors' mobile devices

The scenario of visiting the Shadow Puppet Museum is as follows:

Non is a blind person who visits an in-situ shadow puppet museum in Nakhon Si Thammarat, Thailand which is run by Suchat Trapsin who only speaks Thai. There are exhibits of puppets, folk art, and pottery, inside the museum. There is some information provided in text format inside the museum to explain puppets' names and where they are from to help tourists explore the museum by themselves. Unfortunately, people are not allowed to touch exhibits so Non

cannot gain information from touching the puppets, folk art, and pottery exhibits. Therefore, Non required someone to explain the information for him. Moreover, for the fragile exhibits like pottery and glass, navigating around the rooms without vision could damage them easily as the museum has not been well designed for blind people, and so would require a staff member to lead the way but providing someone to do this would be too expensive for Suchat. Normally, Suchat will give a puppet show to visitors behind the screen by talking to the visitors. Non can only hear the story of the show but cannot see the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment of the show and cannot imagine the appearance of each puppet as each puppet will have different characteristic e.g. “Teng” is tall, thin, long body and short legs and receding hair. Therefore, Non would also require someone to explain the appearance of each puppet.

Table 3 shows and explains whether The RFID technology is appropriate (tick) or not (cross) with respect to the answers to the questions for that scenario. A similar table was created for every technology.

Table 3: RFID sensor to tell the position of the exhibits

RFID sensor to tell the position of the exhibits	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
1a improve communication & interaction	✓	Can navigate	RFID sensor to tell the position of the exhibits “RFID system consists of a reader and tags. The module is flexible that the number of objects to be identified can be altered according to the number of items present in the museum.” (http://www.isaet.org/images/extraimages/IJCSEE%200101320.pdf)
2a same time / same place	✓	Real Time Response	
3a presenter – audience	x	Navigation not communication	
4b one presenter – many audience members	x	Navigation not communication	
5b No disability	x	Navigation not communication	
6b Thai	x	Navigation not communication	
7b Thai	✓	Thai in RFID	
8a Yes audience has disability	✓	Blind	
9b visually impaired	✓	Blind	
10a blind	✓	Blind	
11c P-O	✓	Provides P-T-O solution	
12c either online & offline	✓	Offline or online	
13a mobile devices	✓	mobile device	
14a Non text Image	x	Navigation not communication	
14b Printed text	x	Navigation not communication	
14c Handwritten text	x	Navigation not communication	
14d no accessible electronic files	X	Navigation not communication	
15b No human support	✓	Independent of support	
16a deixis	x	No help if someone points	
17 a indoors	✓	Can navigate	
18a. noise	✓	Real Time Response	
19c. low cost	✓	Navigation not communication	

RFID sensor to tell the position of the exhibits	Tick or cross	Explanations for ticks and crosses	Description
20c. work on smartphone	✓	Navigation not communication	

Figure 2 shows an interaction diagram for a possible solution for the Shadow Puppet Museum scenario interaction barriers, followed by the text explanation. Interaction diagrams and text explanations were also created for another 2 possible solutions.

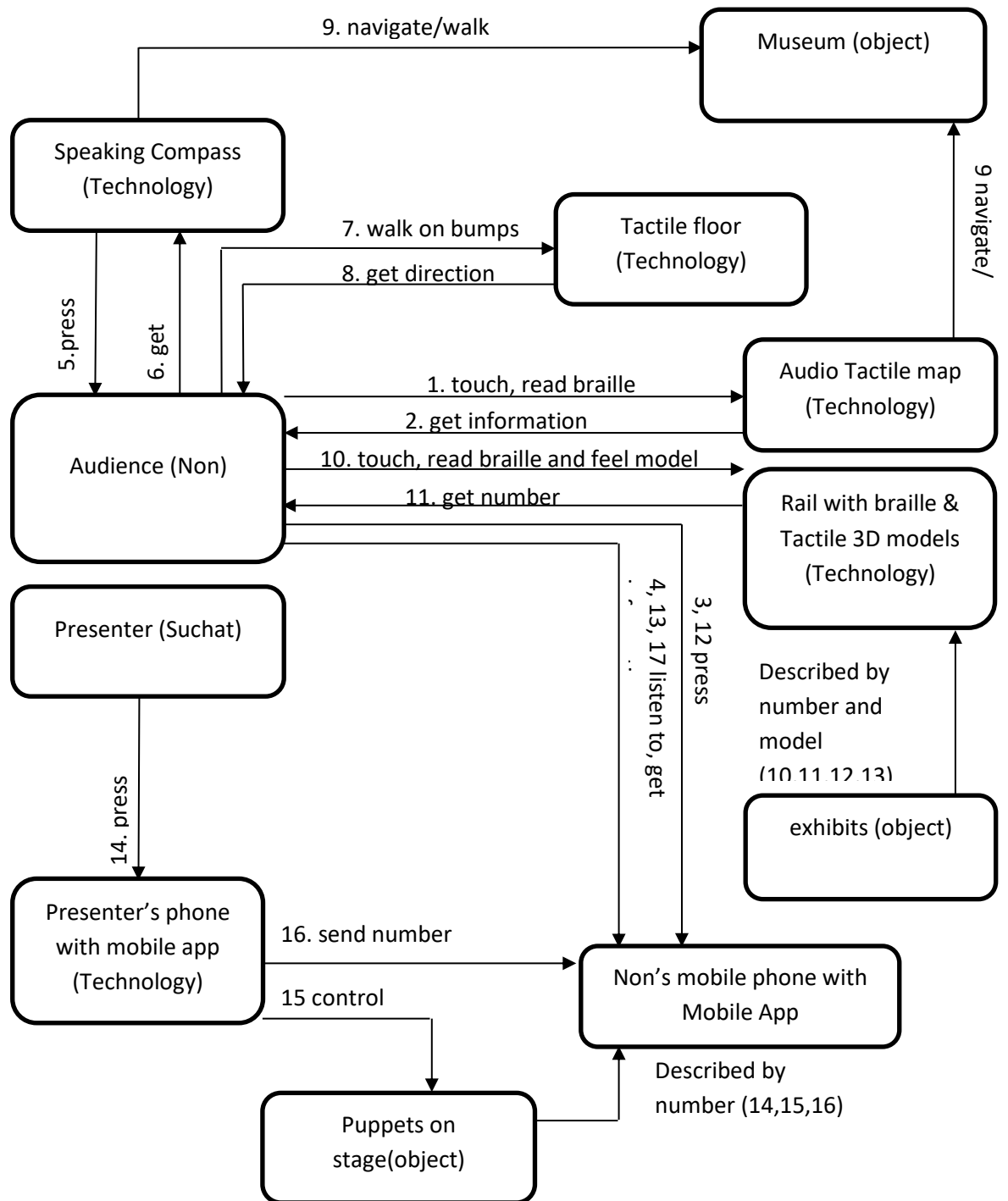


Figure 2: Interaction diagram for a solution for Shadow Puppet Museum scenario

An audio tactile map helps Non navigate to all parts of the museum independently. The tactile map has braille numbers on it (1) which tell Non (2) which number to press on the smartphone app (3) which explains where he is and what is there (4). The Speaking compass helps Non know the direction he is facing (5, 6) and bumps on ground (7) indicate the path (8) to navigate (9) around museum. Since Non cannot see a text format to explain puppets' names and where are they from, a Smartphone app explains this to Non (13) who knows which number to press (11) on the app (12) from braille labels on a rail (10) which stops him from damaging the fragile exhibits like pottery and glass, when navigating around the rooms without vision. The app provides audio description to explain the information about puppets e.g. No 1 explain "Teng" (Puppet's name). Tactile graphics and 3D models are available positioned on/by rail as Non cannot touch fragile puppet exhibits. RFID and OCR were not used as they were a more expensive solution as some sort of tactile information would still be required for Non to know where to position the RFID and/or OCR technology. Suchat has a smartphone app where Suchat presses the name (14) of the puppet on stage (15) and this is announced to Non on his smartphone (16,17) because Non cannot see the movement of the puppets and cannot tell which puppet actor is on at the moment.

Figure 3 shows a Use Case Diagram for the scenario solution

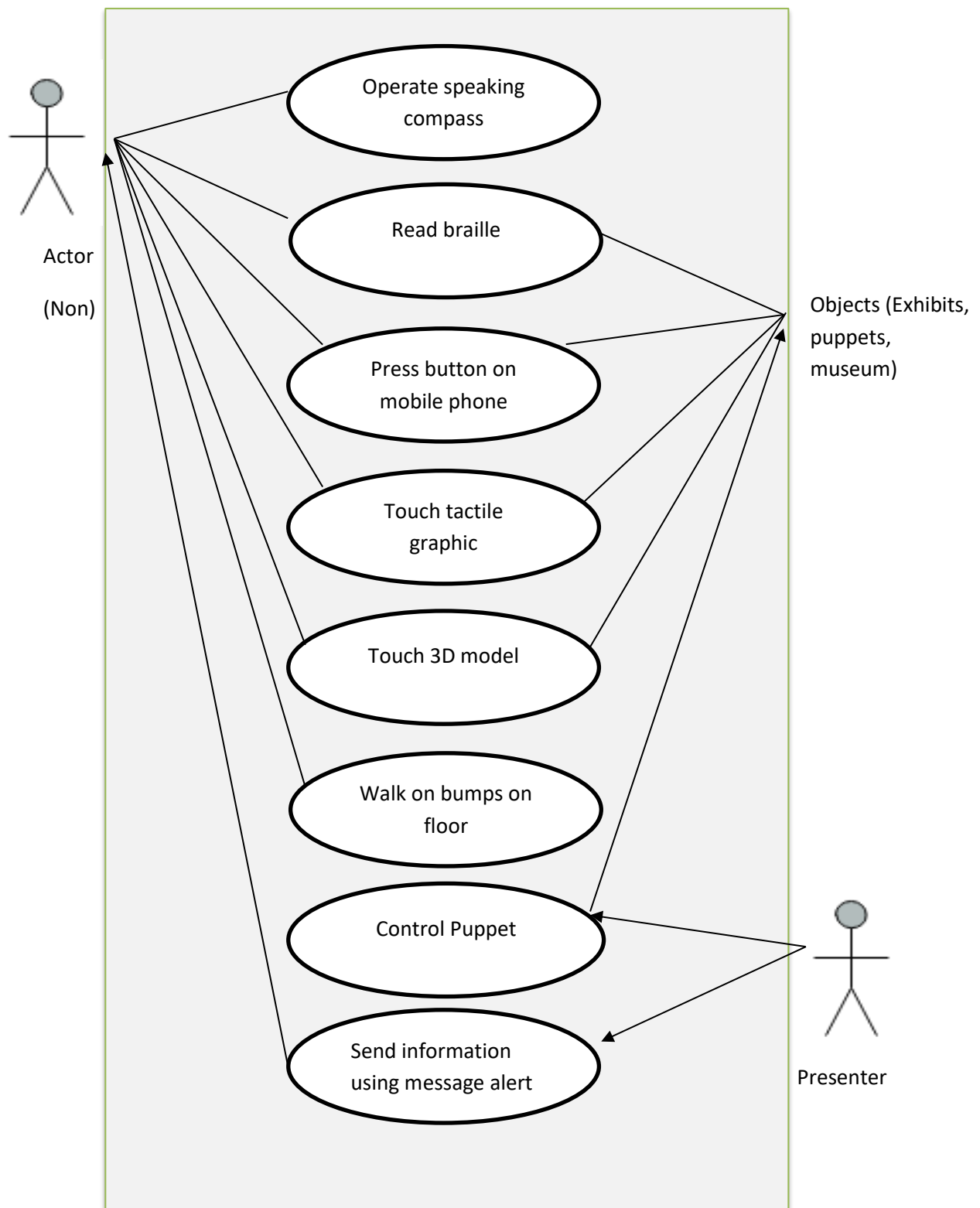


Figure 3. Use Case Diagram

From the Scenario Technology Solution, Non can touch a tactile map to get the information about the museum and exhibits. He can operate a speaking compass to get the direction to each

point of exhibits and walk following the bumps on the floor. There is rail to protect Non from walking into the exhibits at each point. Non can read braille at the rail to get the number of the information. Then, Non presses that number on to his mobile app to listen to the information of each object. Moreover, Non can touch tactile graphics and 3D models which are provided at the rail in order to get information about objects. A presenter has a role in the communication which is important because he can control technology to send an instant message to Non's phone to notify when he introduces or moves a puppet. The technology solution selected to enable this is instant messaging which was chosen over SMS. Instant messaging because it is free of cost using wireless and smartphones.

User Evaluation Experimental Study

This study's aim was the evaluation of the new software engineering TEIF VI-Method for helping technology developers who are not experts in accessibility with designing technology solutions to interaction issues involving visually impaired people. This evaluation was achieved by asking the developers questions about the presented materials.

The experimental study took between one hour and one and a half hours for each developer. The experiment sample size was 36, divided into 2 groups of 18 developers who each had 1 year's experience of digital technology development and no experience of accessibility or assistive technologies. One group used the TEIF VI Method and the other group used their preferred Other Method. The sample size was determined using the G Power (McCrum-Garder 2010) calculated values of:

effect size: 1 – This represent a relatively large effect size

- alpha error probability: 0.05 – normal convention
- power: 0.8 - normal convention
- test family: t test – two independent means
- tails: two – is appropriate when a difference in any direction is expected (it could be higher or lower)
- number of group: 2
- statistic test: means: difference between two independent means (two groups)

User Evaluation Experimental Design

The developers were asked to read a scenario identifying the issues faced by a visually impaired user at a shadow puppet museum, and then evaluate requirements for a technology solution to visual impairment related to the problems they identified from the document. This was analysed using an independent samples t-test between the two groups and through a questionnaire. Next, participants were asked to rank the three provided technology solutions A, B, C. in order of best meeting the requirements.

One group of the participants used the TEIF VI-Method to complete both requirements and solutions tasks. The other group of participants used their preferred Other Method to complete these tasks.

For the requirements task, participants selected the best ten requirements from 30 requirements provided for a technology solution to the visual impairment related problems they identified from the scenario.

For the solutions task the three technology solutions (A, B, C) were presented in a balanced design order. For each group three developers rated the solutions in the six solution orders shown in Table 4.

Table 4. Balanced design order for presenting the solutions

Solution order	TEIF Method Group	Other Method Group
A,B,C	3	3
A,C,B	3	3
B,A,C	3	3
B,C,A	3	3
C,A,B	3	3
C,B,A	3	3

TEIF VI-Method Group

The 18 developers in the TEIF VI-Method group used the TEIF-VI Method to read a scenario and analysed how interactions were affected by visual impairment through answering multiple choice questions. Where possible they underlined the words in the scenario that assisted them for each answer.

For the Requirements Task, the developers selected the ten best requirements for a technology solution to disability related problems found in the scenario and underlined the keywords for each answer in the scenario.

For the Solutions Task, the developers used the technology suggestions table to identify technologies that met the provided requirements. This table had information on whether the technologies in the table addressed the issues identified in the questions and answers about the scenario. Then, the developers were asked to give rankings for how well each of the three solutions met the requirements and where possible underline words, that helped them with their rankings, on the technology solution sheets.

For the Questionnaire Task the developers gave responses about TEIF VI-Method steps clarity of explanations, evaluating if and how the TEIF VI-Method helped, imagining how the TEIF VI-Method might help in the future, and any other comments about the value or usefulness of the TEIF VI-Method.

Other Methods Group

For the Requirements Task the developers selected the ten best requirements for a technology solution to disability related problems found in the scenario and underlined the keywords for each answer in the scenario.

Then, the developers gave rankings for how well each of the three solutions met the requirements and where possible underlined words, that helped them with their rankings, on the technology solution sheets.

The technology solutions sheet had the same technology information provided to the TEIF-VI group but without the Yes(tick)/No(cross) information on whether the technologies addressed the issues identified in the questions and answers about the scenario provided to the TEIF-VI group.

For the Questionnaire task, after completing both the requirements and solutions tasks the developers in the Other Methods group were shown the TEIF VI-Method and then were asked to give responses about TEIF VI-Method steps clarity of explanations, evaluating if and how the TEIF VI-Method helped, imagining how the TEIF VI-Method might help in the future, and any other comments about the value or usefulness of the TEIF VI-Method.

Results

The TEIF VI-Method was successfully validated and reviewed by 4 visual impairment accessibility experts, 20 visual impaired students and 10 visual impaired adults. Suggestions from experts and visually impaired people regarding explanations and clarification improvements were implemented and confirmed by the experts.

This section reports the statistics analysis and results for the experiments to show whether the TEIF VI-Method helps developers evaluate technology requirements and solutions for visually impaired people

The TEIF VI-Method helping in evaluating requirements

Developers in both groups had to select the best ten requirements from the thirty requirements provided for a technology solution that solves the related problems identified from the scenario. The number of developers in each group selecting right requirements is shown in Table 5.

Table 5. Number of developers in each group selecting right requirements

Right Requirements	Number of TEIF-VI developers who selected the right requirements	Number of Other Method developers who selected the right requirements
1. require audio description that can explain details about the object	18	18
4. require a screen reader program to read electronic data	15	5
7. require block that has a textured surface for the navigation of the building	13	9
8. require a walkway with a rail	17	15
12. require technology to convert text images to be electronic data (OCR)	14	8
14. require a 3D printing to help with touch	17	12
18. require various explanations in braille	15	16
22. require a white cane in navigation	17	10
25. require detailed information describing people with visual disabilities in the case of pointing to an object	18	16
28. require headphones	15	3

An independent samples t-test was used to analyse the differences between the TEIF VI-Method group and the Other Methods group in evaluating requirements. Tables 6 and 7 show the mean number of correct requirements was significantly higher ($p < .001$) for participants using the TEIF VI-Method ($\bar{X} = 8.83$) than the Other Methods ($\bar{X} = 6.22$).

Table 6. Basic statistic of the two groups in evaluating the right requirements

Basic Statistics

	method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Right requirements	TEIF	18	8.83	.985	.232
	Other	18	6.22	1.060	.250

Table 7. Results of the Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Right requirements	Equal variances assumed	.155	.696	7.654	34	.000	2.611	.341	1.918	3.304
	Equal variances not assumed			7.654	33.818	.000	2.611	.341	1.918	3.305

The TEIF VI-Method helping in evaluating solutions

Experts' rating on solutions A, B, and C

The experts rated the solutions in the order A: 1st, C: 2nd and B: 3rd.

Thirteen participants in the TEIF VI-Method ranked the solutions in the same order as the experts. Five participants in the Other Method ranked the solutions in the same order as the experts.

A '1' was awarded if the developer ranking was the same as the expert ranking of the solutions and a '0' if the developer ranking was different from experts' ranking of solutions and an independent t-test was undertaken.

Table 8 shows the basic statistics of ranking on solutions A, B, and C of the TEIF-VI and Other Methods developer and Table 9 shows a significant difference at the $p < 0.05$ level between rankings by the two groups and so demonstrating that the TEIF VI-Method helps participants rank technology solutions closer to the expert rankings.

Table 8. Average rankings of the two groups

Group Statistics

	method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Score	TEIF	18	.67	.485	.114
	Other	18	.28	.461	.109

Table 9. Independent Samples Test of average rankings between TEIF-VI and Other Method**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. 2 tailed	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
score	Equal variances assumed	.493	.487	2.466	34	.019	.389	.158	.068	.709
	Equal variances not assumed			2.466	33.911	.019	.389	.158	.068	.709

How the TEIF VI-Method helps developers

The questionnaire asked developers their opinions about the TEIF VI-Method (Table 10).

Table 10 Developers Opinions about the TEIF VI-Method ease of use

Questions	TEIF Method		Other Method	
	N	Percent	N	Percent
1. Do you think the TEIF VI-Method is complex and difficult to understand?	2	11.11	1	5.55
2. Do you think the TEIF Method was explained well and easy to follow?	18	100	18	100

Table 10 shows only 11.11% of developers in the TEIF VI-Method group and 5.55% of participant in the Other Method group thought TEIF VI-Method steps are complex and difficult to understand. All developers in both groups agreed that the TEIF VI-Method was explained well and was easy to follow.

Developers in each group were asked to rate the TEIF Method out of 5 for how it helped them evaluate requirements and solutions (see Table 11)

Table 11. Ratings for how TEIF VI-Method helped evaluation.

Questions	Method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
1. The TEIF VI-Method helped you evaluate requirements.	TEIF	18	4.22	0.43	1.00
	Other	18	4.28	0.46	1.01
2. The TEIF VI-Method helped you to evaluate technology solution designs.	TEIF	18	4.11	0.32	0.97
	Other	18	4.39	0.50	1.03

The one sample t-test statistic showed there was a significant difference between the neutral value “3” ($p < .001$) and the mean ratings (Table 13) demonstrating how helpful the TEIF VI-Method was.

Table 13. One Sample T Test results for helping evaluations

	Test Value = 3					
	t	df	Sig. 2 tailed	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
1. The TEIF Method helped you to evaluate requirements.	17.078	35	.000	1.25000	1.1014	1.3986
2. The TEIF Method helped you to evaluate technology solution designs	17.078	35	.000	1.25000	1.1014	1.3986

Discussion and Conclusion

The TEIF VI-Method was successfully validated and reviewed by 4 accessibility experts, 20 visually impaired students and 10 visually impaired adults.

Developers used the TEIF VI-Method to evaluate requirements for technology solutions to visually impaired people's interaction better than the Other Methods.

All developers in both groups agreed that the TEIF Method was explained well and was easy to follow and thought that the TEIF VI-Method helped them to evaluate technology solutions and requirements.

This shows that the TEIF VI-Method helps developers with little experience evaluate technology solutions for visually impaired people and suggests it should also help them design solutions through evaluating their own designs.

The TEIF VI-Method involves providing information about existing available technologies and which requirements they can address. This information therefore will need continuous updating to reflect the latest technologies.

It was suggested that it might be more helpful if information was provided about how well the technologies met requirements (e.g. not at all, low, medium, and high levels) rather than a simple binary 'yes/no' tick/cross classification.

A limitation of this research study was that in such a controlled experiment and with the time and resources available it was not possible to ask the developers to interview visually impaired people to gather requirements and actually develop technology solutions for actual barriers faced by specific visually impaired people who would evaluate these solutions in the actual situations.

Future work could therefore involve a case study where developers use the TEIF VI-Method to actually develop technology solutions for actual barriers faced by specific visually impaired people who would evaluate these solutions in the actual situations.

Declaration of conflicting interests

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The project was granted by the Thailand Research Fund, Office of the Higher Education Commission, and Suratthani Rajabhat University

References

- Angkananon, K., Wald, M. (2017). Technology-Enhanced Accessible Interactions for Visually Impaired Thai People. In: Antona M., Stephanidis C. (eds) Universal Access in Human–Computer Interaction. Designing Novel Interactions. UAHCI 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10278. Springer, Cham.
- Angkananon, K., Wald, M. (2016). Extending Accessibility Interaction Framework Method for Thai Visually Impaired people. 15th International Conference, ICCHP 2016, Linz, Austria, July 13-15.
- Angkananon K, Wald M, Gilbert L. (2014). Developing and Evaluating a Technology Enhanced Interaction Framework and Method that can enhance the Accessibility of Mobile Learning. Themes in Science & Technology Education. 2014 7(2). 99-118
- Dix, A. (1994). Computer supported cooperative work - a framework. In Design Issues in CSCW Eds. D. Rosenburg and C. Hutchison. , Springer Verlag, 23-37.
- Dix, A. (1995). Cooperation without (reliable) communication: Interfaces for mobile applications. Distributed Systems Engineering, 2(3), 171.375
- Dix, A. (1997). Challenges for Cooperative Work on the Web: An Analytical Approach. Computer Supported Cooperative Work (CSCW), 6(2-3), 135-156. doi: 10.1023/a:1008635907287
- International Labour Organisation (n.d.) Inclusion of People with Disabilities in Thailand retrieved from http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---ifp_skills/documents/publication/wcms_112307.pdf
- Japan International Cooperation Agency Planning and Evaluation Department (2002, March) Country Profile on Disability KINGDOM OF THAILAND retrieved from http://siteresources.worldbank.org/DISABILITY/Resources/Regions/East-Asia-Pacific/JICA_Thailand.1.pdf
- HelpAge (n.d.) Ageing population in Thailand retrieved from <http://ageingasia.org/ageing-population-thailand1/>
- McCrum-Garder, E. (2010). Sample size and power calculations made simple. Retrieved from http://www.uv.es/uvetica/files/McCrum_Gardner2010.pdf
- Microsoft (2019) Seeing AI, retrieved from <https://www.microsoft.com/en-us/seeing-ai>
- Thailand Association of the Blind. (2015). Disability statistics. retrieved from <http://tabgroup.tab.or.th/node/91>
- Yoon, K-H., Lee, J-H., Kim, J-W., Cho, J- H., Choi, Y-H., Ko, S-H., Zimmet, P., Son, H-Y. (2006) Epidemic obesity and type 2 diabetes in Asia he Lancet Vol 368: 1681-1688 retrieved from [http://pacifichealthsummit.org/downloads/Nutrition/Epidemic obesity and type 2 diabetes in Asia.PDF](http://pacifichealthsummit.org/downloads/Nutrition/Epidemic%20obesity%20and%20type%20diabetes%20in%20Asia.PDF)

Appendix K

Activities



Interviewing Visual Impaired People



User Evaluation



User Evaluation



Expert Validation and Review



Training to people who are interested in using the TEIF Method