



รายงานฉบับสมบูรณ์

RDG6140013

การพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน
เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา
A Development of Interactive Robot Based on Game-Based Learning and Use of Mobile
Application to Enhance Thinking Skills and Learning Engagement of Elementary School
Students

หัวหน้าผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ร่วมวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.เกริก ภิรมย์โสภา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีโดยได้รับความช่วยเหลือจากบุคลากรหลายฝ่าย ในการนี้ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณ และขอขอบใจมา ณ โอกาสนี้ขอขอบคุณ คณาจารย์ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำแนะนำ และการตรวจสอบงานวิจัยให้ดียิ่งขึ้น และขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกร สงคราม ในฐานะที่ปรึกษา งานวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณผู้สอนที่ตอบแบบสอบถาม ขอขอบใจกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เรียนระดับประถมศึกษา เป็นอย่างมากที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยด้วยดี ขอขอบคุณ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการสนับสนุนงานวิจัย การประสานงานในการดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติปี 2561 อย่างสูงที่ได้สนับสนุนเงินทุนวิจัยเต็มจำนวนและเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำไปพัฒนาการศึกษาต่อไป

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ตัวอย่าง ได้แก่ 1. ผู้สอนระดับประถมศึกษาจำนวน 400 คน เพื่อศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ 2. ผู้สอนระดับประถมศึกษาจำนวน 510 คนเพื่อศึกษามิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ โดยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน 3. ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ จำนวนทั้งสิ้น 22 คนและ 4. ผู้เรียนในระดับประถมศึกษา จำนวน 20 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงตามคุณสมบัติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบสอบถาม 2) แบบสัมภาษณ์ 3) แบบทดสอบทักษะการคิดและแบบฝึกหัดระหว่างเรียน 4) แบบสอบถามความคิดเห็น 5) แบบวัดพฤติกรรมผู้เรียนด้านความยืดหยุ่นผู้พัน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานการวิจัยด้วยค่าสถิติ Paired Sample t-test ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย พบว่า

1. ผลการศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้ คือ โรงเรียนและผู้สอนส่วนใหญ่ยังไม่มีหรือนำหุ่นยนต์ช่วยสอนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2. ผลการวิเคราะห์มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองและการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ได้ผลสรุปองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ 1. ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม 2. สมรรถนะของการรู้คิด 3. วิธีการสอน 4. ลักษณะของผู้เรียน 5.คุณสมบัติหลัก และ 6. เนื้อหาวิชา

3. ผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการคิดของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยค่า t-test พบว่าค่าเฉลี่ยของผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีคะแนนทักษะการคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยค่า t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยของผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีคะแนนความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

5. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนอยู่ในระดับมาก

6. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันพบว่า ประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีค่าร้อยละอยู่ที่ E_1/E_2 90.53 และ 89.25

7. ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์อยู่ในระดับมากที่สุด

Abstract

This study is a research and development aiming at development of the interactive robot based on game-based learning with a mobile application to enhance thinking skills and learning engagement of elementary school students. Sampling methods include: 1. 400 elementary school teachers to study the condition and need for interactive robot teaching and learning 2. 510 elementary teachers to study the dimensions of quality of education with robot-assisted learning by multi-stage sampling 3. Twenty two experts and 4. Twenty elementary school students by purposive sampling. The instrument of this research consisted of 1) questionnaire, 2) interview form, 3) thinking skills test and exercises 4) opinion questionnaire 5) learning engagement evaluation. Data was analyzed by descriptive statistic include; frequency, mean, standard deviation and hypothesis tests by paired sample t-test. The results that follow by research objectives are as follows:

1. The condition and need for interactive robot teaching and learning to enhance thinking skills and learning engagement were most of the schools and teachers do not use robot in teaching and learning.

2. The dimensions of quality of education with robot-assisted learning from elementary school teachers' aspects in Thailand using a Second order Confirmatory Factor Analysis method and Multiple Group Analysis found that the components were 1) social relation 2) cognitive capacity 3) teaching aids 4) learner 5) main features and 6) content.

3. The elementary students who studied with the interactive robot based on game-based learning and use of mobile application to enhance thinking skills had average scores higher than pretest average scores with significance level at .05.

4. The elementary students who studied with the interactive robot based on game-based learning and use of mobile application to enhance learning engagement had average scores higher than pretest average scores with significance level at .05.

5. Students were satisfied the interactive robot at high level

6. The result of system efficiency by E_1/E_2 was 90.53/89.25

7. The result of the interactive robot based on game-based learning and use of mobile application to enhance thinking skills and learning engagement of elementary school students by experts was also at high level.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ทฤษฎี สมมติฐานและหรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย.....	6
กรอบแนวความคิด.....	7
คำจำกัดความงานวิจัย.....	8
คำถามการวิจัย.....	8
สมมติฐานการวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
บทที่ 2 เอกสาร งานวิจัยและวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง.....	10
ตอนที่ 1 แนวคิดเกมเป็นฐาน.....	10
ความหมายของการใช้เกมเป็นฐาน.....	10
รูปแบบการออกแบบ Game-based Learning ที่มีประสิทธิภาพ.....	10
การสอนโดยใช้เกมคอมพิวเตอร์.....	11
ตอนที่ 2 ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้ (Engagement)	11
ตอนที่ 3 แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา.....	12
ความหมายของแอปพลิเคชัน.....	12
ประเภทของแอปพลิเคชัน.....	12
รูปแบบของระบบโมบายแอปพลิเคชัน.....	12
ความหมายของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา.....	13
ประเภทของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา.....	13
องค์ประกอบของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา.....	13
แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา.....	13
หลักการและแนวคิดพื้นฐานของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา.....	14
หลักการเลือกแอปพลิเคชันให้ส่งเสริมทักษะการคิด.....	15
สรุป.....	15
ตอนที่ 4 การเรียนการสอนระดับประถมศึกษา.....	15
แนวคิดและความหมายของการเรียนการสอนระดับประถมศึกษา.....	15
เป้าหมายของการศึกษาระดับประถมศึกษา.....	16
วิธีการจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กประถมศึกษา.....	16

ตอนที่ 5	หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์.....	16
	แนวทางการพัฒนาระบบและโครงสร้างระบบ.....	16
	การปรับปรุง Moodle.....	17
	ระบบแม่ข่ายคลาวด์ และ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อข้อมูล.....	17
	เกมส์และหุ่นยนต์.....	18
	เทคโนโลยีหุ่นยนต์.....	18
	การพัฒนาเกมส์และหุ่นยนต์ในงานวิจัยนี้.....	18
ตอนที่ 6	ทักษะการคิด.....	20
	ความหมายของทักษะการคิด.....	20
	ประเภทของทักษะการคิด.....	21
	องค์ประกอบของทักษะการคิด.....	21
	วิธีการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด.....	21
	ทักษะการคิดตาม Bloom's Revised Taxonomy.....	22
	การเปรียบเทียบขั้นการเรียนรู้ฉบับดั้งเดิมและฉบับปรับปรุง.....	22
	การประเมินทักษะการคิด.....	25
ตอนที่ 7	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย.....	27
	- ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้.....	27
	- ระยะที่ 2 การสร้างหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา.....	28
	- ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา.....	29
	- ระยะที่ 4 การประเมินรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา.....	30
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	30
	- ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้.....	30
	- ระยะที่ 2 การสร้างหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา.....	31
	- ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา.....	32

[illegible]

วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 4 การนำเสนอหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็น ฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการ เรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา.....	110
การอภิปรายผล.....	110
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....	112
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	112
เอกสารอ้างอิง.....	116
ภาคผนวก.....	126
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ.....	127
ภาคผนวก ข เครื่องมือวิจัย.....	129
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน.....	148
ภาคผนวก ง ภาพการทดลองกับผู้เรียนแต่ละโรงเรียน.....	162
ภาคผนวก จ ตัวอย่างหน้าบทเรียนออนไลน์.....	165
ภาคผนวก ฉ การติดตั้ง Plug in eLobot.....	171
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งานสำหรับผู้เรียนและผู้สอน.....	176
ภาคผนวก ซ ตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	182
ภาคผนวก ฌ การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น.....	190
ภาคผนวก ญ ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบของหุ่นยนต์ช่วยสอน.....	192

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 : การเปรียบเทียบกระบวนการทางปัญญาที่ใช้คำศัพท์เดิมและคำศัพท์ใหม่.....	22
ตารางที่ 2.2 : การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลบับดั้งเดิมและฉบับใหม่.....	23
ตารางที่ 3.1 : แผนการดำเนินงานวิจัย.....	37
ตารางที่ 4.1 : โรงเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา.....	47
ตารางที่ 4.2 : สังกัดของโรงเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา.....	47
ตารางที่ 4.3 : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา.....	48
ตารางที่ 4.4 : รายวิชาที่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาสอน.....	48
ตารางที่ 4.5 : ระดับชั้นที่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาสอน.....	49
ตารางที่ 4.6 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้รายด้าน.....	50
ตารางที่ 4.7 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้รายด้านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม.....	50
ตารางที่ 4.8 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้รายด้านสมรรถนะของการรู้คิด.....	51
ตารางที่ 4.9 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ด้านวิธีการสอน....	52
ตารางที่ 4.10 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ด้านลักษณะของผู้เรียน.....	53
ตารางที่ 4.11 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ด้านคุณสมบัติหลัก.....	53
ตารางที่ 4.12 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาวิชา....	53
ตารางที่ 4.13 : ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้.....	55
ตารางที่ 4.14 : เมทริกซ์สหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้.....	58
ตารางที่ 4.15 : แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation)	59
ตารางที่ 4.16 : คะแนนองค์ประกอบ และ สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation)	61
ตารางที่ 4.17: แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity)	61
ตารางที่ 4.18 : คะแนนองค์ประกอบและสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบขององค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity)	62
ตารางที่ 4.19: แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid)	63
ตารางที่ 4.20 : คะแนนองค์ประกอบ และ สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid)	64
ตารางที่ 4.21: แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner)	65

ตารางที่ 4.22 : คะแนนองค์ประกอบ และ สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบขององค์ประกอบ ลักษณะของผู้เรียน (Learner)	66
ตารางที่ 4.23: แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner)	67
ตารางที่ 4.24 : คะแนนองค์ประกอบและสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner)	68
ตารางที่ 4.25 : แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Content)	68
ตารางที่ 4.26 : คะแนนองค์ประกอบ และ สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบขององค์ประกอบ ลักษณะของผู้เรียน (Learner)	69
ตารางที่ 4.27 : ความเที่ยงของตัวแปรแฝงและค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่สกัดได้.....	70
ตารางที่ 4.28 : ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ ช่วยการเรียนรู้ หลังการปรับแก้โมเดล.....	71
ตารางที่ 4.29 : ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการ เรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียน ระดับประถมศึกษาของประเทศไทย...	72
ตารางที่ 4.30 : ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ของตัวแปรกลุ่มตัวอย่างสังกัดโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (n=255).....	77
ตารางที่ 4.31 : ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ของตัวแปรกลุ่มตัวอย่างสังกัดโรงเรียนในต่างจังหวัด (n=255).....	78
ตารางที่ 4.32 : ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วย หุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ตามตัวแปรสังกัด.....	79
ตารางที่ 4.33 : ค่าสถิติผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล.....	84
ตารางที่ 4.34 : ผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการคิดของผู้เรียนก่อนและหลัง เรียน.....	94
ตารางที่ 4.35 : ผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความยึดมั่นผูกพันของผู้เรียนก่อน และหลังเรียน.....	95
ตารางที่ 4.36 : ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความพึงพอใจของผู้เรียน	95
ตารางที่ 4.37 : ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกม เป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน.....	96
ตารางที่ 4.38 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการรับรอง.....	97

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของระบบ.....	17
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์.....	19
ภาพที่ 2.3 มอเตอร์เซอร์โวที่ควบคุมโดยใช้สัญญาณ PWM.....	19
ภาพที่ 2.4 มอเตอร์เซอร์โว XL-320 ควบคุมโดยProtocol 2.0 ของ Dynamixel.....	20
ภาพที่ 2.5 Beaglebone Black Wireless กับ LCD-Cape.....	20
ภาพที่ 4.1 แสดงโมเดลการวัด องค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation).....	60
ภาพที่ 4.2 แสดงโมเดลองค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity).....	62
ภาพที่ 4.3 แสดงโมเดลการวัดวิธีการสอน (Teaching Aid).....	64
ภาพที่ 4.4 แสดงโมเดลการวัด ด้านลักษณะของผู้เรียน (Learner).....	66
ภาพที่ 4.5 แสดงโมเดลการวัดลักษณะของผู้เรียน (Learner).....	67
ภาพที่ 4.6 แสดงโมเดลการวัด องค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Content).....	69
ภาพที่ 4.7 แสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล มิติของคุณภาพการศึกษา ด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้.....	71
ภาพที่ 4.8 โมเดลตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ในสังกัดโรงเรียนในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล.....	82
ภาพที่ 4.9 โมเดลตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ในสังกัดโรงเรียนใน ต่างจังหวัด.....	83

บทที่ 1

ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ปัจจุบันทั่วโลกให้ความสำคัญกับการลงทุนทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาประเทศทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และการศึกษาสืบเนื่องจากการเข้าสู่ยุคของสังคมที่ใช้ความรู้เป็นฐานและการปฏิรูปการศึกษาโดยเฉพาะการเร่งพัฒนาคุณภาพของมนุษย์เพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาประเทศ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจึงเป็นเครื่องมือที่มีพลานุภาพสูงในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา เช่น ช่วยนำการศึกษาให้เข้าถึงประชาชน ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องทั้งในและนอกระบบโรงเรียน การใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ในงานจัดการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยการเรียนการสอน แต่การให้ความสนใจกับการใช้เทคโนโลยีช่วยการเรียนรู้ของผู้เรียนก็ต้องมีการวิเคราะห์อย่างลึกซึ้งว่าเทคโนโลยีใดที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละวัย เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นโยบายด้านการศึกษาและหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ มุ่งเน้นให้เร่งปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ เพิ่มขีดความสามารถของทรัพยากรมนุษย์ โดยพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ ผู้เรียนแต่ละระดับการศึกษาจะต้องได้รับการพัฒนาขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพที่มีอยู่ในแต่ละบุคคล และมีคุณลักษณะ พฤติกรรมที่พึงประสงค์ เพื่อตอบสนองต่อการเปิดเสรีประชาคมอาเซียน อีกทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้สอดคล้องกับสังคมโลก ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ พบว่าการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังไม่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ การใช้กระบวนการตัดสินใจ และการสร้างสรรค์ให้สอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559)

เพื่อตอบสนองต่อทักษะการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ การใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในบริบทของการเรียนรู้เนื้อหาและทักษะที่ผู้เรียนจะได้รู้จักวิธีเรียนรู้ การแข่งขัน ความท้าทายและการยืดหยุ่นผูกพันต่อการเรียนย่อมต้องคำนึงถึงเป็นอันดับต้น ๆ โดยเฉพาะผู้เรียนในระดับประถมศึกษา นั้นพบว่า การจัดการเรียนรู้ควรเริ่มจากการให้ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นและทักษะของผู้เรียนที่ควรจะต้องให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและดึงดูดผู้เรียนให้สนใจเรียนในบทเรียนนั้น ๆ ได้ การเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐานจึงเป็นการเรียนที่ใช้สื่อในการเรียนรู้โดยการออกแบบมาเพื่อให้มีความสนุกสนานพร้อม ๆ กับการได้รับความรู้ มีการสอดแทรกเนื้อหาเอาไว้ในเกม และให้ผู้เรียนลงมือเล่น โดยที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้ต่าง ๆ ของเนื้อหานั้นผ่านการเล่นเกมไปด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทั้งในระดับความจำและความเข้าใจ สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน

อยากเรียนรู้ได้ สร้างความรู้สึกสนุกสนานให้แก่ผู้เรียน และชักจูงให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ จนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง

สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษามีความสนใจต่อการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานเนื่องจาก เด็กทุกคนชอบการเล่นมีความสัมพันธ์กับชีวิตและพัฒนาการของเด็กมาตั้งแต่กำเนิด บางคนถือว่าการเล่นเป็นการทำงานของเด็กและเป็นกิจกรรมหลักที่เด็กทุกคนจะต้องทำ ทำให้เด็กได้ฝึกความสามารถในการรับรู้และเสริมสร้างความคิดหลาย ๆ ด้าน เช่น การรับรู้แนวคิดใหม่ ๆ ความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนฝึกความจำ ทำให้เด็กได้มีโอกาสสร้างสมประสบการณ์ให้กับตนเอง เพื่อเรียนรู้และรับรู้สิ่งแวดล้อมและสิ่งซึ่งไม่มีใครสอนได้ การเล่นเป็นวิธีการที่จะช่วยให้เด็กสามารถปรับตัว และเปลี่ยนแปลงความคิด ช่วยให้เด็กได้มีโอกาสตอบสนองความต้องการของตนเอง นำเด็กไปสู่การค้นพบ ทำให้เด็กเกิดความรู้สึกอิสระ สนุกสนานเพลิดเพลินและพร้อมที่จะดำเนินกิจกรรมซ้ำได้เมื่อเกิดความพอใจและสนใจ จะเห็นได้ว่าการเล่นมีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กเป็นอย่างมาก ดังนั้นถ้าผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องใดไปกับการเล่นหรือจัดการเรียนให้เสมือนกับการเล่นได้ ก็จะช่วยให้การเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ประสบผลสำเร็จอย่างมาก การเล่นมีมากมายหลายประเภท เกมนับว่าเป็นการเล่นประเภทหนึ่งที่มีกติการัดกุมและมักจะมีการแข่งขันกันระหว่างผู้เล่นด้วย ปัจจุบันมีผู้พัฒนาเกมประกอบการสอนขึ้นมากมายโดยถือว่าการช่วยกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้เป็นสื่อการสอนที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนมากขึ้น เกมส่วนใหญ่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจ การสื่อสาร ความสัมพันธ์กับผู้อื่นและเจตคติทางด้านความกระตือรือร้นที่จะฟังความเห็นผู้อื่น นอกจากนั้นเกมจะช่วยให้ผู้เล่นรู้จักแก้ปัญหาหลาย ๆ แนวทางและนำไปปรับใช้แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงทั้งในและนอกห้องเรียน ผ่านการทำงานร่วมกันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น โดยผู้เรียนควรมีส่วนร่วมในการกำหนด วิธีการเรียนของตนเอง ตลอดจนแนวทางในการพัฒนาสามารถพัฒนาตนเอง อันจะช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงต่อไป (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559; Zahorik, 1995; สุมาลี กาญจนชาติ, 2543) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bloom (1961) และ Bloom's Revised Taxonomy โดย Anderson and Krathwohl (2005) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านทักษะการคิด หรือกระบวนการทางปัญญาที่ได้จำแนกออกมาเป็น 6 ชั้น ได้แก่ (1) ความรู้ความจำ คือ นักเรียนสามารถระลึกนึกคิดได้จากการที่ได้ผ่านการเรียนมาแล้ว (2) ความเข้าใจ คือ ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเรื่องที่เรียนและสามารถสรุปความหมายได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล และสามารถแปลความหมายออกมาได้ในรูปแบบ ข้อความ หรือการอธิบายได้ (3) การนำไปใช้ คือ การปฏิบัติงานโดยการนำเอาความรู้ที่นักเรียนได้จากการเรียนมาประยุกต์ใช้ (4) การวิเคราะห์ คือ นักเรียนสามารถแยกแยะองค์ประกอบย่อย ๆ ที่อยู่ในหลักการใหญ่ได้ (5) การประเมินค่า คือ การตีความอย่างมีหลักการโดยอาศัยกฎเกณฑ์ และ (6) การสร้างสรรค์ คือ การนำเอาสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาบูรณาการเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่

ทั้งนี้ จากแนวคิดเกมเป็นฐานและการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการดำเนินจัดการศึกษาของคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติได้นำเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาบรรจุลงไปในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ โดยพระราชบัญญัติ

การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวดที่ 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 66 กล่าวว่า ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ได้ทำ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างเนื่องตลอดชีวิต อีกทั้งกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเทคโนโลยี (2557) ได้เสนอนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในปี พ.ศ. 2544-2563 เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Smart learning) เรืองนวัตกรรมการเรียนการสอนด้วยการประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการปรับรูปแบบและกระบวนการเรียนการสอนสำหรับการเรียนรู้ในระดับ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านหุ่นยนต์เข้ามามีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ทั้งการประกอบหุ่นยนต์เพื่อเรียนรู้การคิดแบบเป็นระบบ และนำหุ่นยนต์มาช่วยเสริมการเรียนรู้ ซึ่งหุ่นยนต์ที่ช่วยเสริมการเรียนรู้จะมีลักษณะที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ตามที่ผู้สอนกำหนด ซึ่งจะมีขนาดกะทัดรัด พกพาสะดวก ใช้งานง่ายทั้งผู้สอนและผู้เรียน อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือเสริมสร้างการเรียนรู้ได้หลากหลายที่จะสามารถใส่เนื้อหาสำหรับการจัดการเรียนการสอนได้เป็นจำนวนมาก หุ่นยนต์เสริมทักษะการคิด ได้ถูกคิดค้นพัฒนาโดยเน้นการฝึกทักษะด้านการคิดให้กับผู้เรียน โดยหุ่นยนต์จะมีรูปร่างที่มีความน่ารัก อาจมีจอ LCD แสดงบริเวณลำตัวหรือหน้าจอการใช้งานผ่านระบบสมาร์ตโฟน นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมสำหรับเชื่อมต่อและควบคุมหุ่นยนต์ ที่ถูกติดตั้งไว้ในคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์เสริมทักษะการคิด สามารถสร้างกิจกรรมเพื่อช่วยดึงดูดความสนใจให้กับผู้เรียนเปรียบเสมือนผู้เรียนต้องเลี้ยงดูและรับผิดชอบ ในขณะที่เดียวกันก็อาจจะสามารถโต้ตอบและตอบคำถามที่ผู้สอนส่งมาให้ได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้งานได้จริงทั้งในโรงเรียนทั่วไป การใช้งานตามบ้านเรือนและใช้เป็นเครื่องมือเสริมการจัดกิจกรรมต่างๆ ได้

เหตุผลในการที่มีการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการเรียนการสอนเนื่องจาก การเรียนรู้ในปัจจุบันได้มีการนำโทรศัพท์มือถือมาใช้ในการเรียนการสอน แต่ข้อจำกัดของการใช้โทรศัพท์มือถือ คือ ผู้เรียนจะถูกดึงสมาธิไปจากการเรียนได้โดยง่ายและเกิดความกังวลต่อผู้ปกครอง หุ่นยนต์ที่ใช้ในการเรียนจะมีลักษณะเฉพาะที่แสดงผลข้อมูลตามที่คุณสอนกำหนดขึ้นทำให้ง่ายต่อการควบคุมการเรียน เนื่องด้วยผู้เรียนระดับประถมศึกษาผู้สอนจำเป็นต้องดูแลอย่างใกล้ชิด นอกจากนี้หุ่นยนต์ยังกำหนดให้มีรูปร่างได้ตามความต้องการ มีขนาดและน้ำหนักที่เบา น่ารัก เข้าถึงผู้เรียนได้ทุกเพศทุกวัยมีความใกล้เคียงกับของเล่น (Toy) ที่เด็ก ๆ คุ้นเคย

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะการคิดและสร้างความยืดหยุ่นฝึกฝนในการเรียนสำหรับผู้เรียนในวัยประถมศึกษา นับว่าได้ตอบสนองต่อยุคที่เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญกับการศึกษา รวมถึงเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิรูปการศึกษา การเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านอุปกรณ์ที่หลากหลาย จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และผู้วิจัยเล็งเห็นว่าไม่ว่าจะเป็นเรียนผ่านโมบายแอปพลิเคชัน ที่ออกแบบพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต และการเรียนผ่านการใช้สมาร์ตเทคโนโลยีทูลส์ต่าง ๆ ที่เป็นเครื่องมือหรือแหล่งการเรียนรู้ทั้งในรูปแบบของลักษณะด้านฮาร์ดแวร์ ลักษณะด้านซอฟต์แวร์ที่จะช่วยให้

ผู้เรียนใช้วิธีการเรียนรู้และการร่วมมือกันทำงานแบบใหม่ ๆ จากการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ง่ายต่อผู้ใช้งาน และส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ให้เกิดขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการสร้างสรรค์ ความท้าทายในการเรียนโดยมีอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้และสร้างความสนุกสนานให้ผู้เรียน นับว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจและทำให้เกิดการพัฒนาการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Gahran, 2011; Jansen, 2015; Smart Technology Company, 2016; Foradian Technologies, 2015)

โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิด ตามแนวคิด Bloom's Revised Taxonomy โดย Anderson and Krathwohl (2005) ที่ได้กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่เริ่มจากการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความจำ ส่งต่อความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ อันจะส่งผลต่อทักษะการคิดขั้นสูงต่อไป ได้แก่ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ ที่ผู้เรียนสามารถนำเอาสิ่งต่างๆที่ได้เรียนรู้มาบูรณาการเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ได้ โดยเน้นอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีเช่นหุ่นยนต์ ซึ่งมีกระบวนการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน ที่ให้ความสำคัญกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนและความยึดมั่นผูกพันกับการเรียน โดยพบว่าผู้เรียนจะมีวิธีการเรียนรู้แบบค้นพบและสืบสอบเมื่อบทเรียนนั้นมีความสำคัญ มีความหมาย หรือตรงกับความสนใจของตนเอง สามารถเชื่อมโยงนำความรู้ที่เรียนไปใช้เป็นประโยชน์ต่อชีวิตของตนเอง เน้นสิ่งที่มาจากความต้องการและความสนใจภายในตัวผู้เรียน ซึ่งทั้งแนวคิดการเห็นความสำคัญของการเรียนรู้และการเรียนรู้แบบลึก มีเป้าหมายคือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างถาวร อันจะแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการบูรณาการเทคโนโลยีร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา ผ่านการเรียนรู้ที่สนุกสนาน เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการคิดทั้งชั้นพื้นฐาน (ความรู้ ความจำ ส่งต่อความเข้าใจ การประยุกต์ใช้) และทักษะการคิดขั้นสูง (การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์) เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเป็นต้นแบบสำหรับการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันที่ทันสมัยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนเพื่อทักษะการคิด ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา
2. เพื่อสร้างหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา
3. เพื่อศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อ

ส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

4. เพื่อนำเสนอหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาเกี่ยวกับหุ่นยนต์ ได้แก่

1.1.1 ผู้สอนระดับประถมศึกษาทั่วประเทศ โดยศึกษาเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอน

1.1.2 ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ ประกอบด้วย ด้านที่ 1 ด้านการเรียนการสอน ด้านที่ 2 ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ด้านที่ 3 ด้านหุ่นยนต์ ด้านที่ 4 ด้านการประเมินผลและด้านการวิจัย

1.1.3 ผู้สอนระดับประถมศึกษาทั่วประเทศเพื่อศึกษามิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้

1.2 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา คือ ผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย

1.3. ประชากรที่ใช้ในการรับรองประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ประกอบด้วยด้านที่ 1 ด้านการเรียนการสอน ด้านที่ 2 ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ด้านที่ 3 ด้านหุ่นยนต์ ด้านที่ 4 ด้านการประเมินผลและด้านการวิจัย

2. ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย

2.1.1 ผู้สอนระดับประถมศึกษาจำนวน 400 คน

2.1.2 ผู้สอนระดับประถมศึกษาจำนวน 510 คน

2.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา จำนวน 20 คน คือ ผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร กรมการปกครองส่วนท้องถิ่น ที่มีคุณสมบัติดังนี้

1. ผู้เรียนมีความพร้อมในด้านการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางเทคโนโลยี
2. โรงเรียนตอบรับให้ความร่วมมือและมีความพร้อมในการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์
3. ผู้สอนมีความสามารถและพร้อมในการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์

2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการรับรองประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย ผู้วิจัยคัดกรองตามคุณสมบัติที่ระบุไว้ในวิธีการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วยด้านที่ 1 ด้านการเรียนการสอน จำนวน 1 ท่าน ด้านที่ 2 ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ด้านที่ 3 ด้านหุ่นยนต์ จำนวน 1 ท่าน ด้านที่ 4 ด้านการประเมินผลและด้านการวิจัย จำนวน 1 ท่าน โดยมีคุณสมบัติในด้านที่เกี่ยวข้องมาไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีงานวิจัยอย่างน้อย 3 เรื่องที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้อง

3. ตัวแปรในการศึกษา

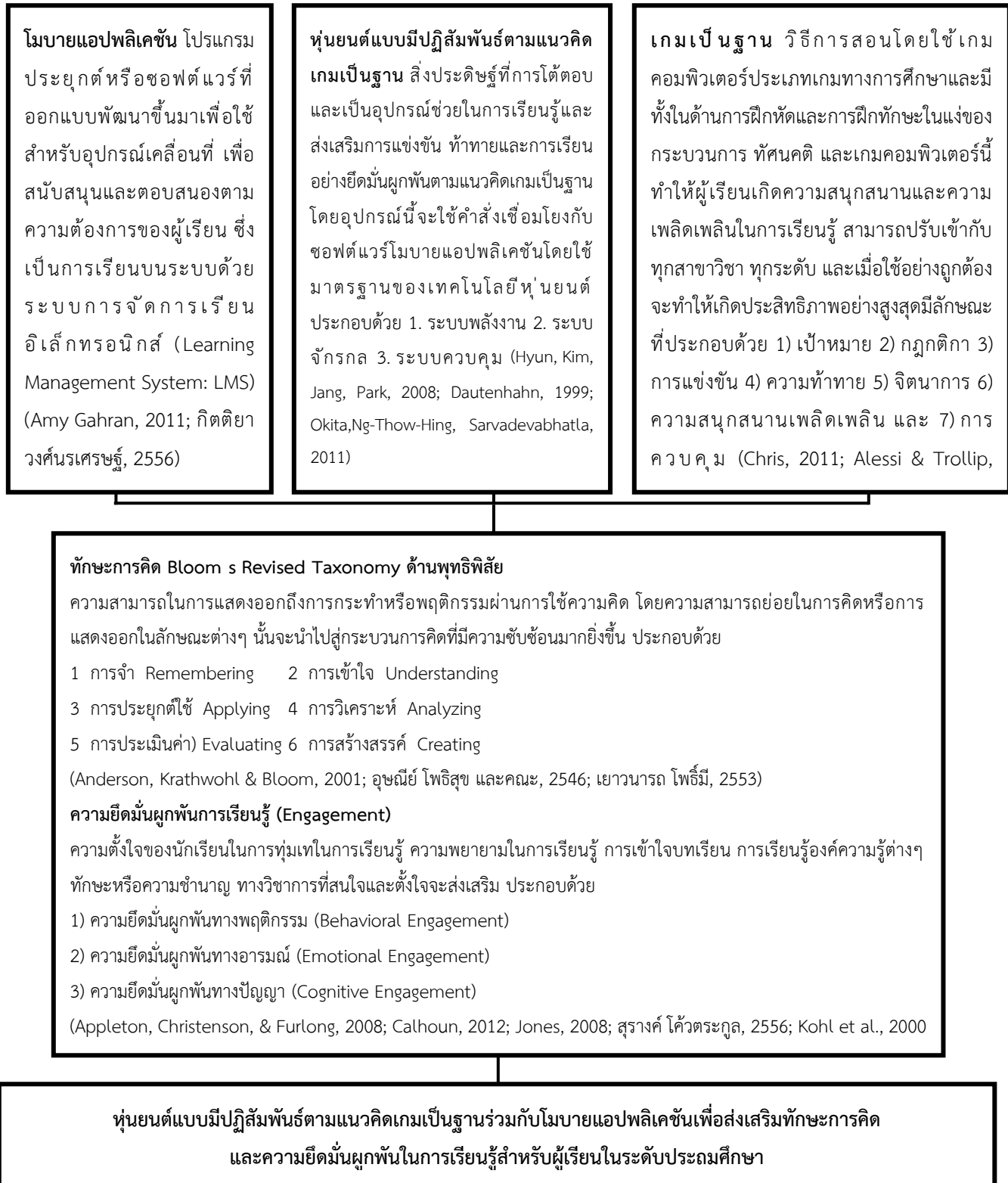
3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ 1. ทักษะการคิด 2. ความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้

ทฤษฎี สมมติฐานและ/หรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย

ทฤษฎีและกรอบแนวความคิดของการวิจัย ประกอบด้วยกรอบแนวความคิดของการวิจัยและคำจำกัด ความ ได้แก่ โมบายแอปพลิเคชันหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ กระบวนการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน ทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรอบแนวความคิด



คำจำกัดความงานวิจัย

โมบายแอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรมประยุกต์หรือซอฟต์แวร์ที่ออกแบบพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อสนับสนุนและตอบสนองตามความต้องการของผู้เรียน

เกมเป็นฐาน หมายถึง วิธีการในการสอนโดยใช้เกมคอมพิวเตอร์ประเภทเกมทางการศึกษาและมีการทั้งในด้านการฝึกหัดและการฝึกทักษะในแง่ของกระบวนการ ทักษะ และเกมคอมพิวเตอร์นี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและความเพลิดเพลินในการเรียนรู้ สามารถปรับเข้ากับทุกสาขาวิชา ทุกระดับ และเมื่อใช้อย่างถูกต้องจะทำให้เกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุดมีลักษณะที่ประกอบด้วย 1) เป้าหมาย 2) กฎกติกา 3) การแข่งขัน 4) ความท้าทาย 5) จิตนาการ 6) ความสนุกสนานเพลิดเพลิน และ 7) การควบคุม

หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐาน คือ ลักษณะของสิ่งประดิษฐ์ที่การโต้ตอบและเป็นอุปกรณ์ช่วยในการเรียนรู้และส่งเสริมการแข่งขัน ท้าทายและการเรียนอย่างยืดหยุ่นผูกพันตามแนวคิดเกมเป็นฐาน โดยอุปกรณ์นี้จะใช้คำสั่งเชื่อมโยงกับซอฟต์แวร์โมบายแอปพลิเคชันโดยใช้มาตรฐานของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ประกอบด้วย 1. ระบบพลังงาน 2. ระบบจักรกล และ 3. ระบบควบคุม

แนวคิดการเรียนรู้เกมเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่เน้นบรรยากาศที่ท้าทาย สนุกสนาน และมีการแข่งขันเกิดขึ้น ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหา ทักษะผ่านการเล่นเกม ประกอบด้วย 1) เป้าหมาย 2) กฎกติกา 3) การแข่งขัน 4) ความท้าทาย 5) จิตนาการ 6) ความปลอดภัย 7) ความสนุกสนานเพลิดเพลิน และ 8) การควบคุม

ทักษะการคิด หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่แสดงถึงความสามารถในการแสดงออกถึงการกระทำหรือพฤติกรรมผ่านการใช้ความคิด โดยความสามารถย่อยในการคิดหรือการแสดงออกในลักษณะต่าง ๆ นั้นจะนำไปสู่กระบวนการคิดที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นตามแนวคิดของ Bloom's Revised Taxonomy ประกอบด้วย 1) การจำ 2) การเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมินค่า และ 6) การสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถวัดได้จากผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยแบบตัวเลือกและแบบเติมคำตามแนวคิดของ Bloom's Taxonomy

ความยึดมั่นผูกพันในการเรียน หมายถึง ความตั้งใจของนักเรียนในการทุ่มเทในการเรียนรู้ ความพยายามในการเรียนรู้ การเข้าใจบทเรียน การเรียนรู้องค์ความรู้ต่างๆ ทักษะหรือความชำนาญ ทางวิชาการที่สนใจ และตั้งใจจะส่งเสริม ประกอบด้วย 1) ความยึดมั่นผูกพันทางพฤติกรรม 2) ความยึดมั่นผูกพันทางอารมณ์ และ 3) ความยึดมั่นผูกพันทางปัญญา โดยใช้แบบสอบถามตรวจสอบรายการและมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale)

คำถามการวิจัย

1. สภาพการจัดการเรียนการสอนเพื่อทักษะการคิด ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาเป็นอย่างไร
2. หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการ

คิดและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาที่มีลักษณะอย่างไรบ้าง

3. หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมทักษะการคิดและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้ของผู้เรียนประถมศึกษาอย่างไร

สมมติฐานการวิจัย

1. ผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีทักษะการคิดสูงกว่าก่อนเรียน
2. ผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีคะแนนความยึดมั่นผูกพันหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน
3. ผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี-ดีมาก
4. ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันอยู่ที่

80/80

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์สำหรับผู้เรียนประถมศึกษา คือ มีหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับการมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามเป้าหมายของ แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ฉบับที่ 3) ของประเทศไทย ระยะ พ.ศ. 2557 - 2561
2. ประโยชน์สำหรับผู้สอนในระดับประถมศึกษา คือ มีแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์เทคโนโลยีตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้เพื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีองค์ประกอบและกระบวนการในการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นรูปธรรม
3. ประโยชน์สำหรับสถาบันการศึกษาอื่นๆ คือ มีต้นแบบหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาที่เอื้อประโยชน์ให้สถาบันการศึกษาอื่น ๆ ได้มีแนวทางในพัฒนาผู้เรียนให้ตอบสนองต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

บทที่ 2

เอกสาร งานวิจัยและวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกมเป็นฐาน (Game Based Learning)
2. ความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้ (Engagement)
3. โมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application)
4. การเรียนการสอนระดับประถมศึกษา (Learning and Teaching at Primary School Level)
5. หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Robot)
6. ทักษะการคิด (Thinking Skills)
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Researches)

1. แนวคิดเกมเป็นฐาน

1.1 ความหมายของการใช้เกมเป็นฐาน

เกมการสอนมีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน มีการแข่งขันและสามารถใช้เกมการสอนเป็นสื่อให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้ในแง่ของกระบวนการ ทักษะคิด ตลอดจนทักษะต่าง ๆ และสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ซึ่งเกมสามารถออกแบบสำหรับการศึกษาระดับใดก็ได้ เนื้อหาวิชาใดก็ได้ และใช้ได้กับคนทุกระดับอายุ รูปแบบของเกมมีตั้งแต่ระดับพื้นฐานจนถึงระดับที่ซับซ้อน ลึกกลับ เมื่อเกมถูกพัฒนาให้มาใช้ได้ในห้องเรียน จึงต้องให้ความสำคัญกับองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ธรรมชาติ และบทบาทของเกมวิชาการ เกณฑ์การให้คะแนน และวิธีการเป็นผู้ชนะ สิ่งสำคัญคือผู้ออกแบบจะต้องออกแบบให้เหมาะสมเมื่อนำมาปรับใช้ในห้องเรียน (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541; Ellington, 1982)

1.2 รูปแบบการออกแบบ Game-based Learning ที่มีประสิทธิภาพ

การออกแบบบทเรียนประเภทเกม ประกอบด้วย

1) ความท้าทาย (Challenger) จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีเป้าหมายที่ชัดเจนในการเรียน เป้าหมายถือเป็นบรรยากาศที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายใน เกมส่วนใหญ่จะมีเป้าหมายที่กำหนดไว้แล้ว แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ เป้าหมายตายตัว คือ การตอบคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหาให้ถูกต้องเพื่อช่วยให้ตัวนำเรื่องปลอดภัยหรือคำนวณการซื้อขายให้ถูกต้องเพื่อให้มีกำไร และเป้าหมายที่ไม่ตายตัว คือ เกมวาดรูป

2) ออยากรู้อยากเห็น (Curiosity) บรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นนั้นจะต้องเป็นการเรียนรู้ที่แปลกใหม่และสร้างความประหลาดใจให้แก่ผู้เรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ความอยากรู้อยากเห็นทาง

ความรู้สึก (Sensory Curiosity) เริ่มจากการถูกกระตุ้นความรู้สึกผ่านการได้ยินและเห็น และความอยากรู้อยากเห็นทางปัญญา (Cognitive Curiosity) คือ ต้องการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ที่แปลกใหม่

3) จินตนาการ (Fantasy) จินตนาการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่น่าสนใจและส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการสร้างจินตนาการสามารถแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านปัญญา และด้านอารมณ์

4) ความรู้สึกที่ได้ควบคุม (Control) การอนุญาตให้ผู้เรียนได้มีส่วนในการควบคุมการเรียนรู้ของตนในบทเรียนเกม ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกระดับความยากง่ายของเกมที่สูงขึ้นอยู่กับความสามารถและความถนัดของตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

5) กฎกติกา

6) การแข่งขัน

7) ความปลอดภัย

8) ความสนุกสนาน (Malone, 1981; Alessi & Trollip, 2001)

1.3 การสอนโดยใช้เกมคอมพิวเตอร์

เกมคอมพิวเตอร์ คือ เกมที่สร้างขึ้นเพื่อเล่นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถแบ่งตามลักษณะการแสดงผลได้เป็นเกม 2 มิติ และเกม 3 มิติ เกม 2 มิติ เป็นรูปแบบเกมที่มีการใช้ภาพแบบ 2 มิติ ตัวละครหรือฉากสามารถเคลื่อนที่ได้ เฉพาะในแนวแกน x และ y ไม่สามารถเปลี่ยนมุมมองในการเล่นได้ เช่น เกม Ghost ซึ่งการจำลองสถานการณ์ผ่านคอมพิวเตอร์จะปรับปรุงการเรียน ทบทวน และการฝึกไปเป็นการเพิ่มแรงจูงใจ การถ่ายโยงการเรียนรู้ และประสิทธิภาพซึ่งมีประโยชน์ และสามารถควบคุมรูปแบบการสอน และนักเรียนได้ประสบการณ์จริง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ 1. การนำเข้าสู่บทเรียน 2. การเสนอสถานการณ์ 3. การกระทำที่ต้องการ 4. ผู้เรียนเป็นผู้ทำ 5. การยกระดับของระบบ และ 6. การสิ้นสุด (Alessi & Trollip, 2001)

2. ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้ (Engagement)

ความยึดมั่นผูกพันกับการเรียนเป็นกระบวนการและผลผลิตที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ (Active Learning) และแรงจูงใจ (Motivation) ของนักเรียน ลักษณะของนักเรียนที่มีความยึดมั่นผูกพันกับการเรียนสามารถพิจารณาได้จาก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความยึดมั่นผูกพันทางพฤติกรรม (Behavioral Engagement) หมายถึง การที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ของโรงเรียน 2) ความยึดมั่นผูกพันทางอารมณ์ (Emotional Engagement) หมายถึง ทศณคติเกี่ยวกับการเรียนในแต่ละวิชาและเรื่องทั่วไปของโรงเรียน เป็นความรู้สึกทั้งทางบวกและลบของนักเรียน และ 3) ความยึดมั่นผูกพันทางปัญญา (Cognitive Engagement) หมายถึง ความตั้งใจของนักเรียนในการทุ่มเท ความพยายามในการเรียนรู้ การเข้าใจบทเรียน การเรียนรู้องค์ความรู้ต่างๆ ทักษะหรือความชำนาญทางวิชาการที่สนใจและตั้งใจจะส่งเสริม ซึ่งความยึดมั่นผูกพันกับการเรียนเป็นส่วนหนึ่งที่ได้มาจากการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ หากนักเรียนมีความยึดมั่นผูกพันกับการเรียนสูงย่อมส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงตามไปด้วย ทั้งนี้วิธีวัดความยึดมั่นผูกพันกับการเรียนที่พบมากที่สุด คือ

การวัดข้อมูลผ่านรายงานโดยตัวนักเรียนเอง หรือแบบรายงานตนเอง (Finn & Zimmer, 2012; Willms, 2003; Fredricks et al., 2004; Marks, 2000; Skinner & Belmont, 1993; Chapman, 2003; Barkley, 2009)

3. แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

3.1 ความหมายของแอปพลิเคชัน

โมบายแอปพลิเคชัน หมายถึง ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมประยุกต์ที่ถูกออกแบบให้ทำงานเฉพาะอย่าง พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการทำงานของผู้ใช้บนอุปกรณ์ สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ฯลฯ ซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมีเงื่อนไขการทำงานบนระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันหรือแบบฟอร์มที่แตกต่างกัน ตามความต้องการหรือกฎเกณฑ์ของแต่ละหน่วยงานที่ใช้และใช้สำหรับการดำเนินงานที่เฉพาะเจาะจง โดยสามารถดาวน์โหลดไว้บนอุปกรณ์มือถือได้ (Amy Gahran, 2011; สุชาติ ภาลชัยภิรมย์ศิลป์, 2554; กิตติยา วงศ์นรเศรษฐ์, 2556)

3.2 ประเภทของแอปพลิเคชัน

โมบายแอปพลิเคชันยังจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- 1) โมบายแอปพลิเคชันประเภททั่วไป (Native application) หมายถึง โมบายแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสำหรับอุปกรณ์และระบบปฏิบัติการเฉพาะ โดยทำงานบนซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ภายในของอุปกรณ์เคลื่อนที่
- 2) โมบายแอปพลิเคชันประเภทโมบายเว็บ (Mobile Web) หมายถึง โมบายแอปพลิเคชันที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเว็บไซต์ ใช้แสดงผลบนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ตที่ตอบสนองต่อโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่ถูกสร้างขึ้น
- 3) โมบายแอปพลิเคชันประเภทผสมผสาน (Hybrid application) หมายถึง โมบายแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนอุปกรณ์พกพา โดยเน้นการแสดงผลแบบโมบายเว็บ (Mobile Web) และสามารถติดตั้งบนอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ได้เหมือนแอปพลิเคชันทั่วไป (Native application) แต่ยังต้องใช้อินเทอร์เน็ตในการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ (ชูพงษ์ ชูเสมอ, 2553; Amy Gahran, 2011)

โมบายแอปพลิเคชันที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้นำคุณสมบัติเด่นของโมบายแอปพลิเคชันประเภท Hybrid application มาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา โดยสามารถเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ที่รวบรวมบทเรียนและเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย

3.3 รูปแบบของระบบโมบายแอปพลิเคชัน

รูปแบบของระบบโมบายแอปพลิเคชันว่ามีอยู่ 4 รูปแบบ (กิตติยา วงศ์นรเศรษฐ์, 2556) ดังต่อไปนี้

- 1) Windows Mobile พัฒนาขึ้นโดยบริษัทไมโครซอฟท์ซึ่งผลิตระบบปฏิบัติการที่รองรับการทำงานของคอมพิวเตอร์มากมาย การใช้งานของ Windows Mobile คล้ายคลึงกับ Windows ของคอมพิวเตอร์
- 2) BlackBerry OS พัฒนาโดยบริษัท RIM เพื่อรองรับการทำงานของแอปพลิเคชันของ BlackBerry โดยตรง จุดเด่นสำคัญคือระบบการสนทนาผ่านแบล็คเบอร์รี่ แมสเซนเจอร์
- 3) iPhone OS พัฒนาโดยบริษัท Apple เพื่อรองรับการทำงานของแอปพลิเคชันบน iPhone โดยตรง
- 4) Android พัฒนาโดยบริษัท Google มีจุดเด่นคือเป็นระบบปฏิบัติการแบบ Open Source

3.4 ความหมายของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา หมายถึง โปรแกรมประยุกต์ทางการศึกษาที่นำไปใช้เป็น บทเรียนสำหรับแท็บเล็ต โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้เสริมการเรียนรู้ เสริมการสอน หรือสร้างองค์ความรู้ แก่ผู้เรียน มีการเรียนรู้ในรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555a)

3.5 ประเภทของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน, 2555b)

1) แอปพลิเคชันเพื่อเสริมการเรียนรู้ (Learning Media) หมายถึง แอปพลิเคชันที่นำเสนอเนื้อหา เพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ใช้เรียนได้ด้วยตนเอง เช่น การเรียนภาษาอังกฤษ ฝึกอ่านและเขียน เป็นต้น

2) แอปพลิเคชันเพื่อเสริมการสอน (Instruction Media) หมายถึง แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อช่วยในการสอน เน้นภาพเคลื่อนไหว (Animation) เช่น แสดงภูเขาไฟระเบิด แสดงการไหลเวียนของเลือด เป็นต้น

3) แอปพลิเคชันเพื่อสร้างองค์ความรู้ (Construction Media) หมายถึง แอปพลิเคชันเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานประกอบการเรียนรู้ หรือสร้างองค์ความรู้ เช่น แอปพลิเคชันสร้างรูปทรงสามมิติ

แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้นำคุณสมบัติเด่นของรูปแบบแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา ได้แก่ (1) แอปพลิเคชันเพื่อเสริมการเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้ เลิร์นนิ่งอ็อบเจ็คในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (2) แอปพลิเคชันเพื่อเสริมการสอน โดยการใช้ ภาพเคลื่อนไหว เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น และ (3) แอปพลิเคชันเพื่อสร้างองค์ความรู้ ซึ่งได้นำวิธีการเรียนด้วยกิจกรรมเป็นฐานเข้ามาใช้ร่วมกัน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมความมีวินัยสำหรับนักเรียน ประถมศึกษาตอนปลาย

3.6 องค์ประกอบของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

จากการศึกษาองค์ประกอบของ e-Learning และนำมาเชื่อมโยงและเทียบเคียงกับคุณลักษณะของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา สรุปได้ว่าองค์ประกอบของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา ประกอบไปด้วย (1) สื่อการสอน (2) กิจกรรม (3) การติดต่อสื่อสาร และ (4) การประเมินผล

3.7 แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับแท็บเล็ตมีประเด็นสำคัญสำหรับการพิจารณา 3 ด้าน (ฤกษ์มนต์ วัฒนานรงค์, 2556) ดังนี้

- 1) ด้านเนื้อหา (Contents) เนื้อหาต้องสอดคล้องเหมาะสมกับคุณลักษณะของแท็บเล็ต
- 2) ด้านการออกแบบ (Design) ต้องตอบสนองธรรมชาติของผู้เรียนสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เข้าใช้ได้ง่าย ใช้เป็นกลุ่มได้ แอปฯ เพื่อการศึกษาควรติดตามผลความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนได้
- 3) ด้านเทคนิค (Techniques) ควรพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้กับระบบปฏิบัติการที่ได้รับความนิยมอยู่แล้ว และแยกส่วนของสื่อในการพัฒนา เช่น ภาพและเสียงเพื่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตที่เกิดขึ้นจะได้ไม่ต้องเปลี่ยนสื่อทั้งหมด และควรมีการทบทวนและตกลงร่วมกันเป็นระยะๆ เพื่อปรับตัวและตามทันกับเทคโนโลยี

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา พบว่า สิ่งที่ผู้สอนหรือผู้ผลิตจะต้องให้ความสำคัญในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา มี 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านเนื้อหา (2) ด้านการออกแบบ และ (3) ด้านเทคนิค โดยผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหาที่สอดคล้องเหมาะสมกับคุณลักษณะของแท็บเล็ต ต้องออกแบบการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนสามารถเข้าใช้ได้อย่างง่ายไม่ซับซ้อน

3.8 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา มีดังต่อไปนี้

1. สื่อการเรียนรู้สำหรับแท็บเล็ต หมายถึง คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก รูปร่างบาง มีหน้าจอแบนอยู่ในเครื่องเดียวกันออกแบบให้ทำงานได้โดยระบบสัมผัสหน้าจอ แป้นพิมพ์เสมือนจริง (Virtual Keypad) และดินสอเขียนบนจอ (Stylus) สามารถนำเสนอผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่างๆ ที่ผู้สอนนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนผ่านอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555a)

2. การนำสื่อสำหรับแท็บเล็ตไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อสำหรับแท็บเล็ตในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนสามารถแบ่งตามการจัดการเรียนรู้ได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 ใช้สื่อเป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ผู้สอนใช้สื่อในการถ่ายทอดเนื้อหาออกแบบการจัดการเรียนรู้ และเป็นเครื่องมือประกอบการสอน โดยให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ผ่านสื่อสำหรับแท็บเล็ต

2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้การใช้ ICT โดยตรง การติดต่อสื่อสารด้วย ICT และสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ แต่มีการประเมินผลงานด้าน ICT

3. แนวทางการนำสื่อสำหรับแท็บเล็ตไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้ (1) ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา/ปัญหาในการเรียนรู้ (2) สำรวจสื่อการเรียนรู้ (3) วิเคราะห์เลือกสื่อ (4) เตรียมสภาพแวดล้อมให้พร้อมที่จะนำสื่อไปใช้งาน (5) นำสื่อไปใช้งาน (6) ประเมินผลการใช้ และ (7) สรุปผลการใช้

4. การประยุกต์ใช้สื่อสำหรับแท็บเล็ตในการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้ (1) ใช้นำเข้าสู่บทเรียน (2) ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ (3) ใช้ขยายความรู้ และ (4) ใช้สรุปเนื้อหา

5. การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ประยุกต์ใช้แท็บเล็ต

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีใช้อยู่ทั่วไปอาจมีโครงสร้างแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนนำมาใช้แต่โครงสร้างหลักทั่วไปที่มีจะกำหนดเป็นประเด็นที่สำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

5.1 มาตรฐานการเรียนรู้ ถ้าเป็นแบบบูรณาการหลายสาระก็ต้องระบุมาตรฐานการเรียนรู้ให้ครบทุกสาระ

5.2 ตัวชี้วัด พิจารณาจากตัวชี้วัดของมาตรฐานการเรียนรู้ที่นำมาใช้

5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ (วิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ที่คาดหวัง)

5.4 สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)

5.5 สาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย ความรู้ ทักษะ/กระบวนการ กระบวนการคิด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.6 ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐานร่องรอยแสดงความรู้)

5.7 กิจกรรมการเรียนรู้

5.8 สื่อ แหล่งการเรียนรู้ และวัสดุอุปกรณ์

5.9 การวัดผลและประเมินผล

ผู้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้อาจนำไปแยกเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นดังนี้ 1. ขั้นการวัดผลก่อนเรียน 2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 3. ขั้นสอน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4. ขั้นสรุป และ 5. ขั้นการวัดผลหลังเรียน

3.9 หลักการเลือกแอปพลิเคชันให้ส่งเสริมทักษะการคิด ต้องยึดหลักการดังนี้

1. การเรียนรู้ต้องมีการก่อให้เกิดประเด็นคำถามหรือความสงสัยใคร่รู้ที่ผู้เรียนควรหาคำตอบ
2. ต้องรวบรวมและประเมินข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยใช้แนวคิดเชิงนามธรรมเพื่อตีความอย่างมีวิจารณ์ญาณ
3. มีการหาข้อสรุปเพื่อเป็นคำตอบที่ชัดเจนและสมเหตุสมผล
4. มีเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. การวิเคราะห์ที่มีการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนเพื่อสำรวจความเข้าใจและความสัมพันธ์
6. ข้อมูลที่มีอยู่ต้องมีความน่าเชื่อถือหรือได้มาด้วยความน่าเชื่อถือ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน
7. ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ให้เกิดในงานหรือผลการเรียนรู้ของตนเองได้

สรุป จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับโมบายแอปพลิเคชันในช่วงต้น จึงสามารถสรุปคุณลักษณะที่สำคัญของโมบายแอปพลิเคชันได้ดังต่อไปนี้

1. โมบายแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นเองควรมีเอกลักษณ์เฉพาะตน มีเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และความท้าทายในการเรียนและการแข่งขัน
2. โมบายแอปพลิเคชันควรใช้งานได้ง่ายและไม่ซับซ้อนเกินไป สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายหรือเรียนรู้ได้ในเวลาอันรวดเร็ว เพราะต้องไม่ทำให้เรียนเกิดความสับสนในเครื่องมือการทำงาน มีความน่าสนใจให้เข้ามาใช้งาน
3. โมบายแอปพลิเคชันควรตรงตามวัตถุประสงค์ที่ออกแบบการเรียนการสอนไว้ มีเทคนิคที่ช่วยผู้เรียนให้เกิดทักษะทางการคิด
4. โมบายแอปพลิเคชันจะต้องมีการประมวลผลที่แม่นยำ และออกแบบอย่างเข้าใจในข้อจำกัดของการใช้ทรัพยากรบนระบบอุปกรณ์เคลื่อนที่
5. โมบายแอปพลิเคชันควรแสดงผลข้อมูลให้ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพและมีความเสถียร

4. การเรียนการสอนระดับประถมศึกษา

การเรียนการสอนระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย การทบทวนงานวิจัยและบทความวิชาการต่างๆ ที่เกี่ยวกับ (1) แนวคิดและความหมาย (2) เป้าหมายของการศึกษาระดับประถมศึกษาและ (3) วิธีการจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กประถมศึกษา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 แนวคิดและความหมายของการเรียนการสอนระดับประถมศึกษา

การเรียนการสอนระดับประถมศึกษา เป็นการจัดการเรียนการสอนเบื้องต้นสำหรับเด็ก ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีการศึกษามีความรู้ความสามารถขั้นพื้นฐานภายในเวลา 6 ปี โดยแบ่งออกเป็นสองระดับ คือ ช่วงที่ 1

ระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3 เรียกว่าประถมศึกษาตอนต้น และช่วงที่ 2 ระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 เรียกว่าประถมศึกษาตอนปลาย (สมพร สุทัศน์, 2525; ราชบัณฑิตยสถาน, 2555; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559)

4.2 เป้าหมายของการศึกษาระดับประถมศึกษา

เป้าหมายของการศึกษา คือ ผู้เรียนแต่ละระดับการศึกษาต้องได้รับการพัฒนาขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพที่มีอยู่ในตัวตนของแต่ละบุคคล และมีคุณลักษณะ พฤติกรรมที่พึงประสงค์ มีองค์ความรู้ที่สำคัญ และมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งทักษะการดำรงชีวิต ทั้งนี้เป้าหมายของการศึกษาระดับประถมศึกษา การศึกษาในช่วงแรกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 มุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร การพัฒนาทักษะทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551; กระทรวงศึกษาธิการ, 2559)

4.3 วิธีการจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กประถมศึกษา ตามแนวคิดของ Bloom Taxonomy สรุปว่า

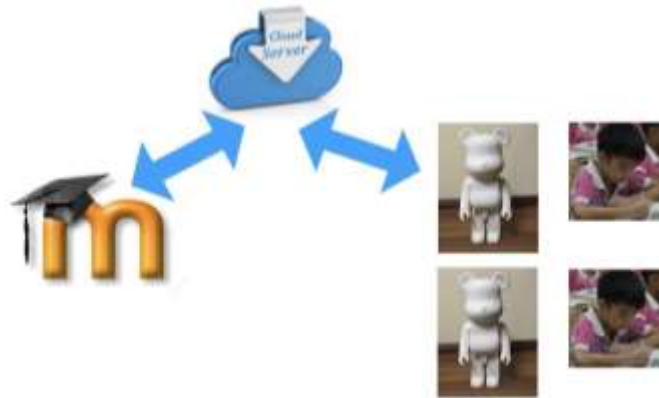
1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความต้องการของผู้เรียน
2. ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ
3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้รู้จากประสบการณ์จริงโดยการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5
4. มีการคิดวิเคราะห์ด้านเหตุผล และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามวัย
5. จัดกิจกรรมการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนที่สมดุลกัน
6. ฝึกการเป็นผู้นำ ผู้ตาม การทำงานเป็นกลุ่มโดยใช้กิจกรรมหลัก 6 กิจกรรม ดังนี้ 1) กิจกรรมเคลื่อนไหว 2) กิจกรรมเสริมประสบการณ์ 3) กิจกรรมสร้างสรรค์ 4) กิจกรรมเสรี 5) กิจกรรมเกมสื่การศึกษา และ 6) กิจกรรมกลางแจ้ง
7. จัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการสอน อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
8. จัดการเรียนให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่โดยใช้แนวการเรียนรู้แบบพหุปัญญา
9. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ให้เต็มศักยภาพ

5. หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์

5.1 แนวทางการพัฒนาระบบและโครงสร้างระบบ

ภายในระบบจะใช้ Moodle เป็น LMS ซึ่งสามารถจัดทำเป็น Web application สำหรับการจัดทำคำถาม จัดเก็บรายงานและประมวลผลต่างๆ โดยผู้ประเมินจะทำการสื่อสารกับระบบ Moodle เป็นหลัก จากนั้น ระบบ Moodle จะทำการเชื่อมต่อข้อมูลคำถามต่างๆ ขึ้นยังระบบแม่ข่ายในคลาวด์ โดยระบบหุ่นยนต์และเกมส์ที่เกี่ยวข้อง จะทำการดึงข้อมูลลงจากระบบคลาวด์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามสะดวก เมื่อผู้เรียนเล่นเกมส์

และหุ่นยนต์เสร็จเรียบร้อยแล้ว หุ่นยนต์จะทำการส่งคำตอบและผลการเรียนต่างๆ กลับขึ้นไปยังระบบแม่ข่ายในคลาวด์ และส่งข้อมูลกลับเข้าไปประมวลผลรายงานในระบบ Moodle ดังเดิม



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของระบบ

เพื่อให้สามารถประมวลผลในลักษณะดังกล่าวได้ จะมีการพัฒนาที่เกี่ยวข้องอยู่ 3 ส่วนคือ 1) การปรับปรุงให้ Moodle สามารถเชื่อมต่อกับระบบแม่ข่ายคลาวด์ได้ 2) การพัฒนาระบบแม่ข่ายคลาวด์ และมาตรฐานการเชื่อมต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ 3) การพัฒนาเกมส์และหุ่นยนต์

5.2 การปรับปรุง Moodle

Moodle เป็นระบบ Open Source LMS พัฒนาด้วยภาษา PHP และรองรับการเพิ่มเติมส่วนขยายในลักษณะของ Plugin ซึ่งระบบ Moodle เปิด API ต่าง ๆ ให้สามารถเชื่อมต่อและปรับแก้ได้ตามต้องการ เพื่อให้ Moodle สามารถสื่อสารกับระบบแม่ข่ายคลาวด์ได้ อาจจะเลือกแนวทางการพัฒนา Plugin เพิ่มเติม เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลคำถามคำตอบ และการประมวลผลสถิติต่าง ๆ

5.3 ระบบแม่ข่ายคลาวด์ และ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อข้อมูล

มาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ มีหลายมาตรฐาน ในที่นี้จะเลือกใช้มาตรฐาน RESTful Web Service ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลรูปแบบ JSON ผ่าน HTTPS ข้อดีของการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวคือ สามารถสื่อสารผ่าน Firewall และระบบเครือข่ายได้อย่างสะดวกสบาย

อย่างไรก็ตามระบบ Moodle มักจะเป็นระบบที่ใช้ภายในของสถาบันการศึกษา เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงระบบของหลายสถาบันได้ จึงมีการพัฒนาระบบแม่ข่ายไว้ในระบบคลาวด์ เพื่อเป็นตัวกลางระหว่างระบบ Moodle ของแต่ละสถาบัน และหุ่นยนต์หรือเกมส์ที่พัฒนาขึ้น นอกจากนี้การแยกแม่ข่ายออกมาชั้นกลาง ยังช่วยให้แบ่งเบาภาระของระบบ Moodle ให้ไม่ต้องติดต่อสื่อสารกับหุ่นยนต์หรือเกมส์โดยตรงด้วย

5.4 เกมส์และหุ่นยนต์

เทคโนโลยีหุ่นยนต์ การออกแบบหุ่นยนต์สามารถนิยามเป็นวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ โครงสร้าง และการประยุกต์ของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์ทุกตัวมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่

1. เซนเซอร์ (sensors) ซึ่งตรวจจับสถานะของสภาพแวดล้อม
2. แอคชูเอเตอร์ (actuators) ซึ่งแก้ไขสถานะของสภาพแวดล้อม
3. ระบบควบคุม (controller) ซึ่งควบคุม actuators ที่ขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่ได้รับโดยเซนเซอร์

จุดประสงค์หลักคือการเคลื่อนที่ได้ ความเป็นอิสระ (autonomy) มีเซนเซอร์ ปัญญาประดิษฐ์ actuators และอื่น ๆ Autonomous Machine: เครื่องจักรที่มีเซนเซอร์และ actuators ซึ่งสามารถทำงานบางประเภทด้วยตัวมันเองและสามารถใช้การบังคับสั่งการด้วยระบบคำสั่งของหุ่นยนต์ในรูปแบบของ Autonomy

ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ที่สำคัญ มีอยู่ 5 ส่วน ได้แก่

1. โครงสร้าง (Structure) ของหุ่นยนต์
2. ระบบกลไก (Mechanics System) การเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์
3. ระบบเซ็นเซอร์ใช้รับข้อมูลและส่งไปให้สมองกลประมวลผลเพื่อที่จะสั่งการให้หุ่นยนต์ทำงานต่อไป
4. แหล่งจ่ายพลังงานให้แก่ระบบ ทั้งระบบกลไกการเคลื่อนไหว ระบบเซ็นเซอร์ และระบบสมองกล
5. ระบบสมองกล ทำหน้าที่วิเคราะห์ และประมวลผลเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบการทำงานของหุ่นยนต์ มีอยู่ 3 อย่างก็คือ ระบบพลังงาน ระบบจักรกล และระบบควบคุม

1. ระบบพลังงาน คือ การให้พลังงานการหุ่นยนต์การให้พลังงานให้กับหุ่นยนต์นั้นมีหลายแบบ
2. ระบบจักรกลเป็นสิ่งที่ทำให้หุ่นยนต์ทำงานตามที่สั่งงาน และมีการอัปเดตซับซ้อนไปเรื่อยๆ แบบไม่

หยุดยั้ง

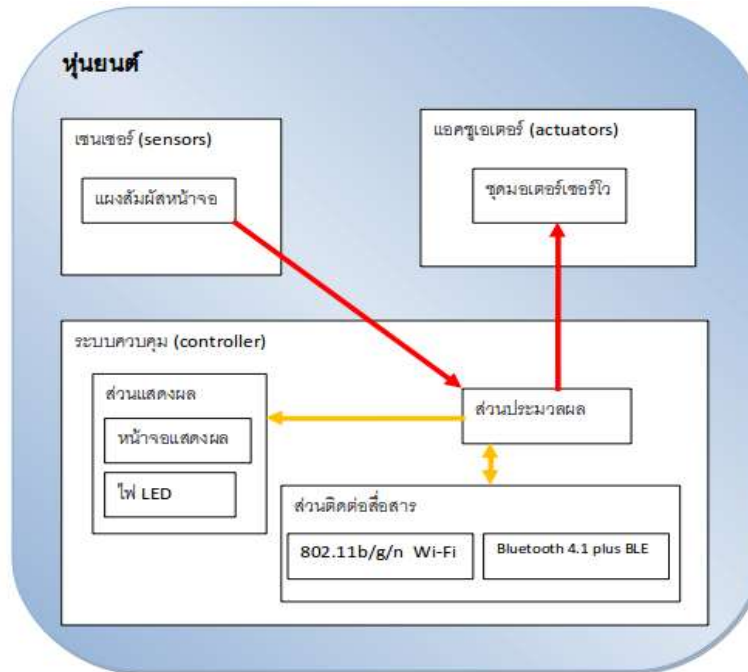
3. ระบบควบคุมเป็นส่วนที่บังคับที่คนเรียกว่า สมอง

สรุป สิ่งประดิษฐ์ที่เป็นอุปกรณ์ช่วยในการเรียนรู้และส่งเสริมการแข่งขัน ท้าทายและการเรียนอย่างยืดหยุ่น ผูกพันตามแนวคิดเกมเป็นฐานโดยอุปกรณ์นี้จะใช้คำสั่งเชื่อมโยงกับซอฟต์แวร์โมบายแอปพลิเคชันโดยใช้มาตรฐานของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ประกอบด้วย 1. ระบบพลังงาน 2. ระบบจักรกล 3. ระบบควบคุม (Hyun, Kim, Jang, Park, 2008; Dautenhahn, 1999; Okita, Ng-Thow-Hing, Sarvadevabhatla, 2011)

5.5 การพัฒนาเกมส์และหุ่นยนต์ในงานวิจัยนี้

ในงานวิจัยนี้จะพัฒนาโปรแกรมควบคุมและเกมส์ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์และหุ่นยนต์ซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์ทำงานประสานกันเป็นระบบเดียว หรือเรียกว่าระบบฝังตัว (Embedded System) โดยมีแผนการพัฒนาดังนี้

โครงสร้างของหุ่นยนต์ อ้างอิงจากในหัวข้อเทคโนโลยีที่ผ่านมา โครงสร้างของหุ่นยนต์ในงานวิจัยนี้จึงแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ เซนเซอร์ แอคชูเอเตอร์ และ ระบบควบคุม โดยจะทำงานประสานกันดังในแผนภาพ



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์

1. เซนเซอร์ (Sensors)

1.1 แผงสัมผัสหน้าจอ (Touch Panel) เป็นแผงที่ตรวจจับการสัมผัสและสามารถอ่านข้อมูลตำแหน่งที่สัมผัสได้ นิยมนำมาวางไว้บนหน้าจอแสดงผลเพื่อโต้ตอบกับผู้ใช้

2. แอกชูเอเตอร์ (Actuators)

2.1 มอเตอร์เซอร์โว เป็นอุปกรณ์ที่สามารถสั่งให้แกนหมุนไปยังตำแหน่งได้ โดยใช้รูปแบบการสื่อสารที่กำหนด ส่วนมากแล้วส่วนควบคุมจะสามารถสั่งงานได้โดยส่งสัญญาณ Pulse Width Modulation (PWM) และใช้ค่า Duty Cycle ของสัญญาณเป็นตัวกำหนดมุมของแกนมอเตอร์เซอร์โว แต่ก็มีผู้ผลิตมอเตอร์เซอร์โวบางแห่งได้ออกแบบและผลิตให้สามารถควบคุมได้หลากหลายมากขึ้นโดยใช้ Protocol เฉพาะเช่น Dynamixel



(<https://cdn.sparkfun.com/assets/a/6/7/4/e/512e8755ce395fc264000000.jpg>)

ภาพที่ 2.3 มอเตอร์เซอร์โวที่ควบคุมโดยใช้สัญญาณ PWM



(http://support.robotis.com/en/product/actuator/dynamixel_x/xl_series/xl-320.htm)

ภาพที่ 2.4 มอเตอร์เซอร์โว XL-320 ควบคุมโดย Protocol 2.0 ของ Dynamixel

3. ระบบควบคุม (Controller)

3.1 ส่วนแสดงผล เป็นส่วนที่เพิ่มเติมจากหุ่นยนต์ทั่วไป เนื่องจากจะกำหนดให้เป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยตรง เช่น 1) ไฟ LED เพื่อแสดงสถานะพื้นฐานของหุ่นยนต์ 2) หน้าจอ LCD เพื่อแสดงผลข้อมูล และเมื่อใช้ร่วมกับแผงสัมผัสหน้าจอจะทำให้การใช้งานที่ง่ายยิ่งขึ้น และ 3) ลำโพง

3.2 ส่วนติดต่อสื่อสาร หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ เช่น หุ่นยนต์กับระบบให้บริการผ่านอินเทอร์เน็ต หรือหุ่นยนต์กับโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น ซึ่งสามารถใช้เทคโนโลยี WiFi, NFC หรือ Bluetooth เป็นต้น เพื่อให้อุปกรณ์สามารถสื่อสารกันได้แบบไร้สาย

3.3 หน่วยประมวลผล เป็นส่วนทำให้ผู้พัฒนาสามารถเขียนโปรแกรมสำหรับแสดงผลหรือสั่งงานส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์ ตามเงื่อนไขที่ต้องการและโดยเทคโนโลยี System on Chip (SoC)

ในงานวิจัยนี้จะทำการพัฒนาหุ่นยนต์โดยมีพื้นฐานมาจากชุดพัฒนา (Development Kits) ซึ่งจะลดเวลาและต้นทุนในการพัฒนาได้ แต่อาจมีข้อจำกัดเรื่องขนาด และอาจมีอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้อยู่ในระบบบ้าง ซึ่งสามารถเลือกออกได้ภายหลังในขั้นตอนการออกแบบเพื่อผลิตจริง เช่น Beaglebone Black Wireless กับ LCD-Cape



(<http://www.waveshare.com/img/devkit/accBoard/LCD-CAPE-4.3inch/LCD-CAPE-4.3inch-4.jpg>)

(<https://beagleboard.org/blog/2016-09-26-meet-beaglebone-black-wireless/>)

ภาพที่ 2.5 Beaglebone Black Wireless กับ LCD-Cape

6. ทักษะการคิด

6.1 ความหมายเกี่ยวกับทักษะการคิด

ทักษะการคิด คือ ความสามารถในการแสดงออกหรือพฤติกรรมของการใช้ความคิดซึ่งแต่ละคนจะมีทักษะการคิดที่แตกต่างกัน เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การจำแนกแยกแยะ การขยายความ การแปลความ การตีความ การจัดกลุ่ม หมวดหมู่ การสรุป เป็นต้น ทักษะการคิดถือเป็นทักษะพื้นฐาน เพราะเป็นทักษะที่ต้องนำไปใช้ในการคิดอื่น ๆ ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น โดยทักษะการคิดเป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาและฝึกฝนได้ หากได้รับการพัฒนาและ

ฝึกอย่างชำนาญก็จะมีทักษะการคิดเพิ่มมากขึ้น (ทิตินา แชมมณี และคณะ, 2540; อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ, 2546)

6.2 ประเภทของทักษะการคิด

ทักษะการคิดออกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (ศรีนธร วิริยะสินธุ์, 2544; ทิตินา แชมมณี และคณะ, 2540) ดังนี้

1. ทักษะการคิดพื้นฐาน (Basic Skills) หมายถึง ทักษะการคิดย่อยที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นต่อการคิดในระดับสูงขึ้น หรือมีความซับซ้อนขึ้น แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1.1 ทักษะการสื่อความหมาย (Communication Skills) แสดงถึงความคิดผู้อื่นเข้ามาเพื่อรับรู้ตีความแล้วจดจำ และเมื่อต้องการที่จะระลึกเพื่อนำมาเรียบเรียงและถ่ายทอดความคิดของตนให้แก่ผู้อื่น

1.2 ทักษะการคิดที่เป็นแกนหรือทักษะการคิดทั่วไป (Core or General Thinking Skills) เป็นทักษะการคิดที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานของการคิดขั้นสูงที่มีความซับซ้อน

2. ทักษะการคิดขั้นสูงหรือทักษะการคิดซับซ้อน (Higher-ordered/ More Complicated Thinking Skills) หมายถึง ทักษะการคิดที่มีขั้นตอนการคิดหลายขั้นตอนและต้องอาศัยทักษะการสื่อความหมายและทักษะการคิดที่เป็นแกนหลาย ๆ

6.3 องค์ประกอบของทักษะการคิด

ทักษะการคิดประกอบไปด้วย องค์ประกอบหลัก 5 ส่วน (พรณีย์ บัวโต, 2555) ดังนี้

1. การสืบเสาะค้นหา (Enquiry) ในการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดระดับนี้ในการคาดเดา (Prediction) ในการฝึกทักษะการอ่าน การฟังบทสนทนาและอื่น ๆ หรือในการตั้งประเด็นคำถามที่สอดคล้องกับสิ่งที่ฟังหรืออ่าน

2. การจัดระบบข้อมูล (Information Processing) การที่ผู้เรียนสามารถระบุใจความสำคัญจากการฟังหรือการอ่านรวมทั้งเก็บรวบรวมรายละเอียดในสิ่งที่ฟังและอ่านได้ ผู้เรียนสามารถจำแนกข้อมูล เรียงลำดับข้อมูล เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของเสียง รูปประโยค และอื่น ๆ

3. การให้เหตุผล (Reasoning) เช่น การเรียนการสอนภาษาอังกฤษ ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาพูดหรือเขียนได้อย่างชัดเจนในการแสดงเหตุผล หรือแสดงความคิดเห็น

4. การประเมินค่า (Evaluation) ตัวอย่างเช่นในการอ่านหรือการฟัง หรือแม้แต่การสืบค้นข้อมูลผู้เรียนสามารถประเมินสิ่งที่อ่าน / ฟังว่ามีคุณค่า หรือเป็นประโยชน์ ควรค่าแก่การเชื่อถือหรือไม่

5. การสร้างสรรค์ (Creation) ตัวอย่างเช่นเมื่อผู้เรียนได้รับรู้ข้อมูลจากการฟัง / อ่าน แล้วเกิดจินตนาการ ตั้งสมมติฐาน ขยายความคิด พร้อมทั้งจะสร้างสรรค์นวัตกรรม เช่น การทำโครงการ เป็นต้น

6.4 วิธีการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด

วิธีการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการคิดมี 2 วิธี (อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ, 2546) คือ

1) การสอนคิดโดยตรงโดยการใช้โปรแกรมสื่อการสอนแบบฝึกหัดหรือบทเรียนสำเร็จรูป เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดโดยตรง มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความคิดของเด็ก

2) การสอนการคิดโดยผ่านเนื้อหาวิชาในหลักสูตร เป็นการสอนที่สอดแทรกการฝึกคิดหรือบูรณาการสอนความคิดกับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตร โดยที่ครูจะใช้กระบวนการและวิธีการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดลักษณะต่าง ๆ สอดแทรกเข้าไปในขั้นตอนของการสอนวิชาต่าง ๆ

6.5 ทักษะการคิดตาม Bloom's Revised Taxonomy

ทฤษฎีลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ Bloom's Taxonomy (Bloom, 1961) เริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก โดยเริ่มจาก 3 ขั้นตอนแรกคือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ หลังจากนั้นเมื่อความคิดได้มีการพัฒนาไปจนถึงขั้นการคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล การคิดในสามขั้นตอนท้ายเป็นการคิดที่มีความซับซ้อนมาก ต่อมาได้มีการปรับปรุงแก้ไขกำหนดวัตถุประสงค์ทางการศึกษาใหม่เพื่อให้มีความสอดคล้องกับศักยภาพของนักเรียนมากยิ่งขึ้น โดย Anderson and Krathwohl (2005) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาปรับปรุงไว้ 2 ด้าน ประกอบด้วย

1. ด้านความรู้ (knowledge dimension) คือ ความรู้ที่เป็นสิ่งสำคัญในวิชานั้นๆที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้
 - 1.1 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์และคำนิยาม (terminology)
 - 1.2 ความรู้เกี่ยวกับรายละเอียดเฉพาะเจาะจง (specific details)
2. ด้านกระบวนการทางปัญญา (cognitive processes) ได้จำแนกออกมาเป็น 6 ชั้น
 - 2.1 ความรู้ ความจำ (Remember) นักเรียนสามารถระลึกได้จากการที่ได้ผ่านการเรียนมาแล้ว
 - 2.2 ความเข้าใจ (Understand) สรุปความหมายและแปลความหมายออกมาได้
 - 2.3 การนำไปใช้ (Apply) การนำเอาความรู้ที่นักเรียนได้จากการเรียนมาประยุกต์ใช้
 - 2.4 การวิเคราะห์ (Analyze) สามารถแยกแยะองค์ประกอบย่อยๆ ได้
 - 2.5 การประเมิน (Evaluate) การตีความอย่างมีหลักการโดยอาศัยกฎเกณฑ์
 - 2.6 สร้างสรรค์ (Create) การนำเอาสิ่งต่างๆที่ได้เรียนรู้มาบูรณาการเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่

6.6 การเปรียบเทียบขั้นการเรียนรู้ฉบับดั้งเดิมและฉบับปรับปรุง

ทักษะการคิด Bloom's Taxonomy มีการปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาใหม่ ทั้งในส่วนโครงสร้างและคำศัพท์ที่ใช้เป็นชื่อของกระบวนการทางปัญญา (วิหวัฒน์ ชัตติยะมาน และฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, มปป.) ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับจุดมุ่งหมายทางการศึกษาเดิมได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบกระบวนการทางปัญญาที่ใช้คำศัพท์เดิมและคำศัพท์ใหม่

คำศัพท์เดิม	คำศัพท์ใหม่
1. ความรู้ (Knowledge)	1. จำ (Remembering)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)	2. เข้าใจ (Understanding)

3. การนำไปใช้ (Application)	3. ประยุกต์ใช้ (Applying)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)	4. วิเคราะห์ (Analyzing)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)	5. ประเมินค่า (Evaluating)
6. การประเมินค่า (Evaluation)	6. คิดสร้างสรรค์ (Creating)

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลระดับดั้งเดิมและฉบับใหม่ (อรสิรินทร์ เพิ่มพັນพร, 2556)

Bloom's Taxonomy (1956)	The Revised Bloom's Taxonomy (2001)	
ด้านความรู้หรือทางปัญญา (Cognitive Domain)	มิติด้านความรู้ (Knowledge Dimension)	มิติด้านกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processes)
1. ความรู้ - ความจำ 1.1 ความรู้ความจำในเนื้อเรื่อง 1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ 1.3 ความรู้ความคิดรวบยอด 2. ความเข้าใจ 2.1 การแปลความ 2.2 การตีความ 2.3 การขยายความ 3. การนำไปใช้ 4. การวิเคราะห์ 4.1 การวิเคราะห์ 4.2 การวิเคราะห์ 4.3 การวิเคราะห์หลักการ 5. การสังเคราะห์ 5.1 การสังเคราะห์ข้อความ 5.2 การสังเคราะห์แผนงาน 5.3 การสังเคราะห์ ความสัมพันธ์	ความรู้-ความจำ 1. ความรู้เชิงข้อเท็จจริง 2. ความรู้เชิงมโนทัศน์ 3. ความรู้เชิงวิธีดำเนินการ 4. ความรู้พุทธิปัญญาเชิงอภิमान	1. ขั้นจำ 1.1 การจดจำได้ 1.2 การระลึกได้ 2. ขั้นเข้าใจ 2.1 การอธิบายยกตัวอย่างได้ 2.2 การจำแนกประเภทได้ 2.3 การสรุปความได้ 2.4 การสรุปอ้างอิงได้ 2.5 การสามารถเปรียบเทียบได้ 2.6 การอธิบายได้ 3. ขั้นประยุกต์ 3.1 การกระทำ 3.2 การดำเนินงาน 4. ขั้นวิเคราะห์ 4.1 การจำแนกแยกแยะ การแยกจำนวน แยกย่อยได้ 4.2 การจัดระบบการจัดองค์การได้ 4.3 การให้ความเห็นให้เหตุผลได้ 5. ขั้นประเมินค่า 5.1 การตรวจสอบ 5.2 การวิพากษ์วิจารณ์ 6. ขั้นสร้างสรรค์

Bloom's Taxonomy (1956)	The Revised Bloom's Taxonomy (2001)	
ด้านความรู้หรือทางปัญญา (Cognitive Domain)	มิติด้านความรู้ (Knowledge Dimension)	มิติด้านกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processes)
6. การประเมินค่า 6.1 การประเมินค่าโดย อาศัยเกณฑ์ภายใน 6.2 การประเมินค่าโดย อาศัยเกณฑ์ภายนอก		6.1 การสร้าง, ก่อกำเนิด 6.2 การวางแผน 6.3 การผลิต การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ

สรุป การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการตามแนวคิดของ Bloom ฉบับปรับปรุงโดยได้มีการแบ่งมิติการเรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียนโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง (Factual Knowledge) หมายถึง ข้อความรู้ที่เป็นข้อความจริงเฉพาะเรื่อง แบ่งย่อยลงไปอีกเป็นดังนี้ (พิศิษฐ์ ตัณฑวนิช, 2558; จริยา เสถบุตร และธีระยุทธ นนทะสร, 2557)

1.1 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์เฉพาะ

1.2 ความรู้เกี่ยวกับรายละเอียดจำเพาะและองค์ประกอบส่วนต่าง ๆ

2. ความรู้ที่เป็นโน้ตทัศน์ (Conceptual Knowledge) ได้แก่ ความรู้ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบพื้นฐานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งขององค์กรหรือเครื่องมือภายในโครงสร้างใหญ่ สามารถจัดแยกหมวดหมู่สิ่งของต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภท ดังนี้

2.1 ความรู้ในการแบ่งแยกจัดกลุ่มจัดประเภท

2.2 ความรู้ในหลักการร่วมและสรุปอ้างอิง

2.3 ความรู้ในด้านทฤษฎี แบบจำลอง และโครงสร้าง

3. ความรู้ที่เป็นกระบวนการขั้นตอนหรือวิธีการ (Procedural Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการทำงานแต่ละเรื่องว่าจะทำอย่างไรเป็นส่วนของความรู้เกี่ยวกับกระบวนการวิธีการหรือขั้นตอนของการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนย่อยดังนี้

3.1 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคดำเนินการ หรือรูปแบบขั้นตอนในการดำเนินการเรื่องใด ๆ

3.2 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการดำเนินการใด ๆ เฉพาะเรื่องหนึ่งๆ

3.3 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์การดำเนินกิจกรรมใดๆ เฉพาะเรื่อง

4. ความรู้พุทธิปัญญาเชิงอภิมาน (Meta - Cognitive Knowledge) คือ ความรู้ในส่วนของยังรู้วิธีคิดของตนเองซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวกับวิธีคิดของสมองและการที่ผู้เรียนควรจะล่วงรู้ตระหนักถึงวิธีคิดของสมองของตนเอง ความตระหนักเกี่ยวกับระดับภูมิปัญญาของตนเองว่า ตนเองรู้อะไร ไม่รู้อะไร โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนย่อยดังนี้

4.1 ความรู้เชิงกลยุทธ์ (Strategic Knowledge) เช่น ความรู้ในการหาวิธีการเพื่อช่วยการจำความรู้ต่าง ๆ (เช่น การนำคำมาแต่งประโยคร้อยเรียงเพื่อจำคำที่ใช้สระโอในภาษาไทย) ทำแผนผังสรุปบทเรียน เป็นต้น

4.2 ความรู้เกี่ยวกับงานเชิงพุทธิปัญญา เป็นความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมด้านพุทธิปัญญารวมทั้งความรู้เกี่ยวกับบริบทและเงื่อนไขที่เหมาะสม รู้ว่างานใดต้องใช้ความรู้ทางพุทธิปัญญาด้านใด

4.3 การรู้ต้นหรือการตระหนักในระดับความรู้ของตนเองโดยการรู้ความสามารถของตนเองจะแก้ปัญหาจะทำการสิ่งใดได้ มีจุดเด่นจุดด้อยด้านใด

6.7 การประเมินทักษะการคิด

1. ชั้นความจำ คือ การที่ผู้เรียนนำความรู้จากความทรงจำมาใช้ในการบอกความหมายของคำนิยามข้อเท็จจริง รายการข้อมูลหรือการที่ผู้เรียนสามารถท่องจำหรือนำข้อมูลจากความทรงจำมาใช้ได้

2. ชั้นความเข้าใจ คือ การที่ผู้เรียนสามารถสร้างความหมายจากสื่อความเรียงและสื่อที่ไม่ใช่ความเรียงโดยการตีความ การยกตัวอย่าง การแยกแยะ การสรุป การอนุมาน การเปรียบเทียบ และการอธิบาย

3. ชั้นนำไปใช้ คือ การนำสิ่งที่เรียนมาปฏิบัติ หรือการนำข้อมูลที่ได้เรียนมาประยุกต์ในสถานการณ์ต่างๆ โดยออกมาในรูปของแบบจำลอง การนำเสนอ การสัมภาษณ์ หรือการยกตัวอย่าง

4. ชั้นวิเคราะห์ คือ การที่ผู้เรียนสามารถย่อยข้อมูลหรือความคิดเป็นส่วนๆ และพิจารณาว่าแต่ละส่วนมีความเกี่ยวข้องระหว่างกันหรือเกี่ยวข้องกับโครงสร้างทั้งหมด

5. ชั้นประเมินค่า คือ ความสามารถในการตัดสินใจต่างๆ ตามเกณฑ์ และมาตรฐานโดยผ่านการตรวจสอบและวิพากษ์วิจารณ์ให้เห็นข้อดีข้อเสีย บทวิจารณ์ รายงาน และข้อเขียนลักษณะ Recommendations

6. ชั้นสร้างสรรค์ คือ การที่ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลที่เรียนมารวมกันในแนวทางหรือวิธีการใหม่ เพื่อสร้างข้อสรุปหรือแนวทาง หรือวิธีการ หรือสิ่งผลิตใหม่ กระบวนการนี้จึงเป็นกระบวนการที่มีระดับความยากมากที่สุด

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ทักษะการคิดคือความสามารถในการแสดงออกถึงการกระทำหรือพฤติกรรมผ่านการใช้ความคิด โดยความสามารถย่อยในการคิดหรือการแสดงออกในลักษณะต่างๆ นั้นจะนำไปสู่กระบวนการคิดที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นตามแนวคิดของ Bloom's Revised Taxonomy ประกอบด้วย 1) การจำ 2) การเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมินค่า และ 6) การสร้างสรรค์ โดยสามารถประเมินได้ใน 4 มิติ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความเป็นจริง ความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงวิธีดำเนินการ และความรู้เชิงอภิमान

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากอัตราการขยายตัวด้านการใช้งานอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ทำให้บริษัทชั้นนำด้านโทรศัพท์มือถือหลายแห่งหันมาให้ความสำคัญกับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือมากขึ้น โดยแอปพลิเคชันในกลุ่มการศึกษาที่พัฒนา ได้แก่ E-books, Language Courses, Atlases Encyclopedias, IQ Tests, Other Educational Aids มีการพัฒนารูปแบบที่ตอบสนองต่อการเรียนรู้กับผู้ใช้งานมากขึ้น ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงเนื้อหาตลอดจนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนออนไลน์ผ่านทางระบบโมบายแอปพลิเคชันมากขึ้น ซึ่งผลลัพธ์ทำให้ผู้เรียนสามารถรับรู้ข้อมูลได้รวดเร็ว อีกทั้งยังเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่เท่าทันต่อเหตุการณ์ในสังคมโลกยุค

ปัจจุบัน และยังทำให้ผู้เรียนสามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารและสามารถสืบค้นข้อมูลจากทั่วโลกได้ง่ายยิ่งขึ้น (สุชาติ พลาชัยภิมย์ศิลป์, 2554) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่นำโมบายแอปพลิเคชันมาใช้ในการศึกษา เช่น การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐานโดยใช้แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาบนอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมความมีวินัยของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายของ ศศิธร ลิจันทร์พร (2556) ซึ่งพบว่า รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้น มี 5 องค์ประกอบ คือ 1) สื่อการสอนบนแอปฯ เพื่อการศึกษา 2) กิจกรรมการเรียนรู้ 3) การติดต่อสื่อสาร 4) อุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ และ 5) การประเมินผล โดยมีการประเมินผล 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กระตุ้นและให้ประสบการณ์ 2) ให้ความรู้และลงมือปฏิบัติ 3) ผลสะท้อนกลับ และ 4) ประเมินผล ผลการทดลองใช้รูปแบบฯ เพื่อส่งเสริมความมีวินัยของนักเรียนประถมศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยความมีวินัยสำหรับนักเรียนประถมศึกษาหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ McClanahan et al. (2012) ได้นำ iPad มาใช้ส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กที่มีปัญหาด้านสมาธิสั้น ซึ่งเป็นการศึกษาทดลองเพื่อนำมาปรับปรุงทักษะการอ่าน ในนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีปัญหาด้านสมาธิสั้น โดยใช้อุปกรณ์ iPad และแอปพลิเคชันบน iPad เข้ามาเป็นส่วนเสริมและสนับสนุนในการอ่าน จากการเปรียบเทียบการประเมินก่อนและหลังการใช้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การนำอุปกรณ์ iPad และแอปพลิเคชันบน iPad มาใช้ในการเรียนมีผลต่อการปรับปรุงความสามารถในการอ่านของเด็ก ทำให้เด็กมีพัฒนาการด้านการอ่านที่ดีขึ้น และมีความสามารถในการจดจำตลอดจนเรียนรู้คำต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

จากงานวิจัยข้างต้นได้มีการออกแบบและพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันที่มุ่งเน้นประโยชน์ด้านการศึกษามากยิ่งขึ้นโดยเน้นเกมที่พัฒนากาติคและความท้าทายในการเรียน ด้วยคุณสมบัติของโมบายแอปพลิเคชันที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียนและสามารถทำการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา (หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์)

การพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนประถมศึกษา ศักยภาพและความต้องการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์ในระดับประถมศึกษา พบว่า โรงเรียนและครูสอนส่วนใหญ่ยังไม่มีหรือนำหุ่นยนต์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน และผลการใช้หุ่นยนต์ฯ พบว่า ทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และประสิทธิภาพหุ่นยนต์ฯ มีค่า E_1/E_2 เท่ากับ 90.53/89.25

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 4 ระยะตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้

- ข้อมูลปฐมภูมิ ผู้สอนระดับประถมศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้สอนระดับประถมศึกษาจำนวน 400 คน (Hair, & et. al. 1995) ทั่วประเทศโดยใช้การสุ่มตัวอย่างที่อาศัยความน่าจะเป็นแบบหลายขั้นตอน เกี่ยวกับสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้

วิธีการเก็บข้อมูล

1. ผู้วิจัยส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลไปยังกลุ่มตัวอย่าง
2. ผู้วิจัยดำเนินการแจกแบบสอบถามโดยแจ้งให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการวิจัย และการดำเนินการกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยตามหลักจริยธรรมการวิจัย
3. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บแบบสอบถามการวิจัยจนครบถ้วนและขอบคุณโรงเรียนในความอนุเคราะห์

วิธีการนำข้อมูลมาใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ข้อมูลปฐมภูมิ ผู้สอนระดับประถมศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้สอนระดับประถมศึกษาจำนวน 510 คน (Hair, & et. al. 1995) ทั่วประเทศโดยใช้การสุ่มตัวอย่างที่อาศัยความน่าจะเป็นแบบหลายขั้นตอนเกี่ยวกับ มิติของคุณภาพการศึกษาด้วย หุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศ ไทย ประกอบด้วย 5 ด้านได้แก่ 1) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม 2) สมรรถนะของการรู้คิด 3) วิธีการสอนลักษณะของผู้เรียน 4) คุณสมบัติหลัก และ 5) เนื้อหาวิชา

วิธีการเก็บข้อมูล

1. ผู้วิจัยส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลไปยังกลุ่มตัวอย่าง
2. ผู้วิจัยดำเนินการแจกแบบสอบถามโดยแจ้งให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการวิจัย

และการดำเนินการกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยตามหลักจริยธรรมการวิจัย

3. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บแบบสอบถามการวิจัยจนครบถ้วนและขอบคุณโรงเรียนในความอนุเคราะห์ วิธีการนำข้อมูลมาใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมลิสเรลเพื่อศึกษาผลของโมเดลเชิงสาเหตุในปัจจัยทั้ง 5 ด้าน ซึ่งโมเดลลิสเรล หรือ Structural Equation Model (SEM) มีฐานมาจากการรวมเอาเทคนิควิธีวิเคราะห์ข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การวิเคราะห์อิทธิพล (Path Analysis) และการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในการวิเคราะห์การถดถอย (Regression)

● ข้อมูลปฐมภูมิ

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิด สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาโดยพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับหุ่นยนต์ช่วยสอนในระดับโรงเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามกำหนดคุณสมบัติโดยจะสอบถามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิที่มีคุณสมบัติ ด้านที่ 1 ด้านการเรียนการสอน ด้านที่ 2 ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการศึกษา ประกอบด้วย 1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอน 4 ท่าน 2. ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา 5 ท่าน 3. ผู้เชี่ยวชาญด้านหุ่นยนต์ 5 ท่าน 4. ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลการวิจัย 3 ท่าน 5. ผู้เชี่ยวชาญด้านการรับรองหุ่นยนต์ฯ ก่อนและหลังทดลอง จำนวน 5 ท่าน จำนวน 22 ท่าน โดยมีคุณสมบัติในด้านที่เกี่ยวข้องมาไม่น้อยกว่า 5 ปี

วิธีการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลด้วยการสนทนากลุ่มย่อยกับผู้เชี่ยวชาญโดยจัดส่งหนังสือขอความร่วมมือในการเข้าร่วมการสนทนากลุ่มย่อย

วิธีการนำข้อมูลมาใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การบรรยายเพื่อทราบความจำเป็นในการนำไปใช้สร้างหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาเพื่อให้เข้ากับบริบทการเรียนรู้

ระยะที่ 2 การสร้างหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

ดำเนินการสร้างหุ่นยนต์ตามขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 1 โดยศึกษาข้อมูลได้แก่

● ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลเอกสาร วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ดังนี้ 1. แนวคิดเกมเป็นฐาน (Game-based Learning) 2. ความยืดหยุ่นผูกพัน

ในการเรียนรู้ (Engagement) 3. โมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) 4. การเรียนการสอนระดับประถมศึกษา (Primary School) 5. หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Robot) 6. ทักษะการคิด (Thinking Skills) 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำหุ่นยนต์ที่ออกแบบไปให้ผู้สอนทดลองใช้จริงและให้ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำก่อนนำไปทดลองกับผู้เรียน เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนในวิชาต่างๆที่เน้นสังคมในบริบทไทย คุณค่าสุขภาพและป้องกันปัจจัยเสี่ยงต่อเด็ก

วิธีการเก็บข้อมูล

1. การรวบรวมข้อมูลจากการศึกษา ค้นคว้าที่ดำเนินการในระยะที่ 1 ได้แก่ การสอบถามผู้สอนในระดับประถมศึกษา การสนทนากลุ่มกับผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ เอกสารและวรรณคดีที่เกี่ยวข้องในแต่ละเนื้อหาประมาณ 5 เรื่องขึ้นไป
2. การพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์โดยการพัฒนาต้นแบบ

ลักษณะของข้อมูล

ต้นแบบโมเดลหุ่นยนต์ฯ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

วิธีการนำข้อมูลมาใช้

การรวบรวมข้อมูลจากการศึกษา การสร้าง ตลอดจนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

● ข้อมูลปฐมภูมิ ผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลของใช้การหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ฯ โดยผู้วิจัยคัดเลือกตัวอย่างจากผู้เรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ สังกัดกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมการปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อให้เห็นบริบทและสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน จำนวนอย่างน้อย 20 คนสุ่มเลือกแบบเจาะจงตามคุณสมบัติ ได้แก่

1. ผู้เรียนมีความพร้อมในด้านการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางเทคโนโลยี
2. โรงเรียนตอบรับให้ความร่วมมือและมีความพร้อมในการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์
3. ผู้สอนมีความสามารถและพร้อมในการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์

วิธีการเก็บข้อมูล

การทดลองใช้กับผู้เรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 20 คนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พัน คือ ผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย

ลักษณะของข้อมูล

แบบทดสอบ- ข้อมูลเชิงปริมาณ

วิธีการนำข้อมูลมาใช้

ผลการทดลองแบบ Pretest-Posttest One Group Design มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที และ E_1/E_2 เพื่อการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ระยะที่ 4 การรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

- **ข้อมูลปฐมภูมิ**

ผู้ทรงคุณวุฒิรวม 5 ท่าน ประกอบด้วยด้านที่ 1 ด้านการเรียนการสอน จำนวน 1 ท่าน ด้านที่ 2 ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ด้านที่ 3 ด้านหุ่นยนต์ จำนวน 1 ท่าน ด้านที่ 4 ด้านการประเมินผลและด้านการวิจัย จำนวน 1 ท่าน โดยมีคุณสมบัติในด้านที่เกี่ยวข้องมาไม่น้อยกว่า 5 ปี จากนั้นนำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ต้นแบบหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิธีการเก็บข้อมูล

แบบสอบถามเพื่อรับรองประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

ลักษณะข้อมูล

แบบสอบถามเพื่อรับรองประสิทธิภาพได้แก่ ข้อมูลเชิงปริมาณ แบบประเมินเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับและแบบปลายเปิด

วิธีการนำข้อมูลมาใช้

ผู้วิจัยนำต้นแบบหุ่นยนต์ฯให้ผู้ทรงคุณวุฒิรวม 5 ท่าน ประกอบด้วยด้านที่ 1 ด้านการเรียนการสอน จำนวน 1 ท่าน ด้านที่ 2 ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ด้านที่ 3 ด้านหุ่นยนต์ จำนวน 1 ท่าน ด้านที่ 4 ด้านการประเมินผลและด้านการวิจัย จำนวน 1 ท่าน จากนั้นนำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้จากการประชุมกลุ่มย่อยมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ต้นแบบโมบายแอปพลิเคชันกับหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์อัจฉริยะเพื่อส่งเสริมทักษะการคิด สำหรับผู้เรียนประถมศึกษาที่สมบูรณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด และกำหนดขอบข่ายของข้อคำถาม
 2. นำข้อคำถามที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาได้ค่าความตรงที่ .8 และครอบคลุมกรอบแนวคิดและภาษาที่ใช้ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อคำถาม
 3. นำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความถูกต้อง ชัดเจนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
- 2.แบบสอบถามมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียน ระดับประถมศึกษาของประเทศไทย

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด และกำหนดขอบข่ายของข้อคำถาม
 2. นำข้อคำถามที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและครอบคลุมกรอบแนวคิดและภาษาที่ใช้ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อคำถาม ได้ค่าความตรงที่ .8 ขึ้นไป
 3. นำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความถูกต้อง ชัดเจนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
3. แบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ โดยเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด และกำหนดขอบข่ายของข้อคำถาม
2. นำข้อคำถามที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและครอบคลุมกรอบแนวคิดและภาษาที่ใช้ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อคำถามได้ค่าความตรงที่ .8 ขึ้นไป
3. นำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความถูกต้อง ชัดเจนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2 การสร้างหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2

ต้นแบบหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

การสร้างต้นแบบ

ผู้วิจัยนำต้นแบบของหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในด้านหุ่นยนต์ การมีปฏิสัมพันธ์ แนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน เนื้อหาที่มีความครอบคลุมทักษะด้านการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันสำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาและความเหมาะสมในการนำไปใช้ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง

การสร้างคู่มือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาต้นแบบมาตั้งแต่ระยะที่ 1 และ 2 จากนั้นนำต้นแบบมาเขียนเป็นคู่มือการใช้งาน

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลของการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ได้แก่

1. แบบทดสอบทักษะการคิด และแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

การสร้างแบบทดสอบ

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบทักษะการคิด แบบเลือกตอบ จำนวน 5 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 50 ข้อ ดำเนินการหาความเชื่อมั่นตามสูตร KR -20 ได้ค่าความยาก อยู่ระหว่าง .32-.62 และอำนาจจำแนก .50 ซึ่งได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และแบบฝึกหัดระหว่างเรียนตามแนวคิด Bloom' s Taxonomy แบบเติมคำ จำนวน 5 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 50 ข้อ 40 คะแนน

2. แบบสอบถามความคิดเห็น

การสร้างแบบสอบถาม

ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจผู้เรียนตามกระบวนการใช้ต้นแบบและกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด โดยเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ได้ค่าความตรงที่ .8 ขึ้นไป

3. แบบวัดพฤติกรรมผู้เรียนด้านความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอน

การสร้างแบบวัด

ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดพฤติกรรมผู้เรียนด้านความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้ที่มีต่อการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันโดยเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) โดยประยุกต์ใช้แบบสอบถามความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนของ Hart, Stewart, and Jimerson (2011) The Student Engagement in Schools Questionnaire (SESQ) ได้ค่าความตรงที่ .8 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นตามสูตรของคอเรนบาก์ที่ .87

ระยะที่ 4 การประเมินรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นฝึกฝนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 4

แบบสอบถามเพื่อรับรองประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นฝึกฝนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 4 นี้ ได้แก่ แบบสอบถามเพื่อรับรองประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นฝึกฝนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา แบบประเมินเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) และแบบปลายเปิด

การสร้างแบบสอบถาม

ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามสำหรับเป็นประเด็นในการรับรอง โดยให้ครอบคลุมความเหมาะสมในการเรียนการสอนของหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นฝึกฝนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา (Beta) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและประเมินรับรอง โดยแบบประเมินเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ได้ค่าความตรงที่ .8 ขึ้นไป

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดและความยืดหยุ่นฝึกฝนในการเรียนรู้

- ข้อมูลปฐมภูมิผู้สอน

ผู้สอนจำนวน 400 คน (Hair, & et. al. 1995) ระดับประถมศึกษาทั่วประเทศโดยใช้การสุ่มตัวอย่างที่อาศัยความน่าจะเป็นแบบหลายขั้นตอน (Multistage Stage Sampling) ได้แก่ การแบ่งเป็น 6 ภูมิภาค จากนั้นสุ่มจังหวัด สุ่มอำเภอ สุ่มตำบล และสุ่มโรงเรียน

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตเข้าเก็บแบบสอบถามกับผู้สอนเกี่ยวกับสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดและความยืดหยุ่นฝึกฝนในการเรียนรู้

สมมติฐาน

มีความต้องการหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นฝึกฝนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

วิธีการทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบค่าสถิติด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ข้อมูลปฐมภูมิผู้สอน

สอบถามผู้สอนระดับประถมศึกษาจำนวน 510 คน (Hair, & et. al. 1995) ทั่วประเทศโดยใช้การสุ่มตัวอย่างที่อาศัยความน่าจะเป็นแบบหลายขั้นตอนได้แก่ การแบ่งเป็น 6 ภูมิภาค จากนั้นสุ่มจังหวัด สุ่มอำเภอ สุ่มตำบล และสุ่มโรงเรียน ดำเนินการส่งแบบสอบถามแบบสอบถามเกี่ยวกับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาโดยเก็บข้อมูลแบบออนไลน์และออฟไลน์

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตเข้าเก็บแบบสอบถามมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศไทย

สมมติฐาน

องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียน ระดับประถมศึกษาของประเทศไทย

วิธีการทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirm Factor Analysis: CFA) และการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล (Multiple Group Analysis) ระหว่างโรงเรียนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลกับโรงเรียนในต่างจังหวัด

- ข้อมูลปฐมภูมิ

ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 22 คน ตามคุณสมบัติที่กำหนด

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยส่งจดหมายเชิญไปยังผู้เชี่ยวชาญหรือผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อเรียนเชิญมาเข้าสนทนากลุ่มย่อย

สมมติฐาน

ลักษณะของหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

วิธีการทดสอบสมมติฐาน

การสำรวจความคิดเห็นของผู้สอน การใช้วิธีการอนุมานโดยศึกษาจากการสนทนากลุ่มย่อยและนำมาหาความสัมพันธ์และแนวคิดด้วยการบรรยายแบบความเรียง

ระยะที่ 2 การสร้างหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

2.1 สรุปข้อมูลลักษณะของสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนเพื่อนำมาออกแบบต้นแบบ

2.2 การดำเนินการออกแบบหุ่นยนต์ตามข้อมูลที่สรุปได้จากระยะที่ 1

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

● ข้อมูลปฐมภูมิ

การทดลองต้นแบบหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้กับผู้เรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย โรงเรียนในสังกัดองค์กรบริหารส่วนจังหวัด 1 โรงเรียน โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการพื้นฐาน 1 โรงเรียน โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร โรงเรียนละ 5 คน รวมจำนวน 20 คน

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทักษะการคิดตามแนวคิดของบลูมไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนตรวจสอบพิจารณาข้อการตรวจให้คะแนนความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item – Objective Congruence: IOC) จำนวน 5 คน ต้องได้ค่า IOC ตั้งแต่ .8 ขึ้นไปจึงจะพิจารณาว่าข้อคำถามในข้อแต่ละมีความเหมาะสม นำแบบวัดนี้ใช้กับผู้เรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยง

2. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนตรวจสอบพิจารณาข้อการตรวจให้คะแนนความสอดคล้อง (Index of Consistency – IC) จำนวน 5 คน ต้องได้ค่า IC ตั้งแต่ .5 ขึ้นไปจึงจะพิจารณาว่าข้อคำถามในข้อแต่ละมีความเหมาะสมนำแบบวัดนี้ใช้กับผู้เรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เพื่อหาค่าความเที่ยงจากนั้นผู้วิจัยส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตเข้าทดลองใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้กับผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 20 คน

3. ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้กับผู้เรียนจำนวน 20 คน

สมมติฐาน

1. ผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีทักษะการคิดสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีการทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติค่าทีแบบทางเดียว

● ข้อมูลปฐมภูมิ

ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกฝนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 20 คน

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตเข้าเก็บแบบสอบถามความพึงพอใจกับผู้เรียนจำนวน 20 คน ที่ทดลองใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกฝนในการเรียนรู้กับผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย

2. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นสอบถามกับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน นำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สมมติฐาน

ผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี-ดีมาก

วิธีการทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบค่าสถิติด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การแปลผล

4.50 – 5.00	หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

สมมติฐาน

ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันอยู่ที่

80/80

วิธีการทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบร้อยละโดยทั้งสองค่าต้องได้บวกกลับกันไม่เกิน 2.5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

ระยะที่ 4 การประเมินรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

● **ข้อมูลปฐมภูมิ**

ผู้ทรงคุณวุฒิรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา จำนวน 5 ท่าน

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำต้นแบบหุ่นยนต์ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านโมบายแอปพลิเคชันจำนวน 2 คน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เกม จำนวน 2 คน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอน จำนวน 1 คน จากนั้นนำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ต้นแบบโมบายแอปพลิเคชันกับหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์อัจฉริยะเพื่อส่งเสริมทักษะการคิด สำหรับผู้เรียนประถมศึกษาที่สมบูรณ์ (Release) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สมมติฐาน

ผู้ทรงคุณวุฒิรับรองหุ่นยนต์ฯ ได้ระดับดีถึงดีมาก

วิธีการทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบค่าสถิติด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การแปลผล

4.50 – 5.00	หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	สถานที่	ผู้ดำเนินการ	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้ <u>รายละเอียด</u> การศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิด สำหรับผู้เรียน	กรุงเทพมหานคร	ผู้วิจัยหลัก	ผลที่คาดว่าจะได้รับมี 3 ส่วนได้แก่ 1. ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความต้องการ 2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของหุ่นยนต์

กิจกรรม	สถานที่	ผู้ดำเนินการ	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
ระดับประถมศึกษา กับผู้เชี่ยวชาญและผู้สอนจำนวน 22 คน			3. ผลการสนทนากลุ่ม ย่อยลักษณะของหุ่นยนต์
ระยะที่ 2 การสร้างหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา <u>รายละเอียด</u> 1. ทบทวนวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หนังสือ งานวิจัย และบทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรต้นและตัวแปรตามของงานวิจัย จากนั้นนำมาสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาร่างต้นแบบหุ่นยนต์ 2. สร้างร่างต้นแบบของหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน	กรุงเทพมหานคร	ผู้วิจัยหลักและผู้วิจัยร่วม	ร่างต้นแบบลักษณะหุ่นยนต์
ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา <u>รายละเอียด</u> 1. การศึกษาผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามของการทดลองใช้หุ่นยนต์กับกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์ด้วยค่า t-test 2. การศึกษาผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจการใช้หุ่นยนต์ของผู้เรียนด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	โรงเรียนในสังกัด กรุงเทพมหานคร สังกัดองค์กรส่วนท้องถิ่น และสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 20 คน	ผู้วิจัยหลัก	ผลการทดลองใช้หุ่นยนต์

กิจกรรม	สถานที่	ผู้ดำเนินการ	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
3.การศึกษาค้นคว้าผลของการทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ด้วย E_1/E_2			
ระยะที่ 4 การประเมินรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้กพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา <u>รายละเอียด</u> การสอบถามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อพิจารณาให้การรับรองหุ่นยนต์ฯ	กรุงเทพมหานคร	ผู้วิจัยหลัก	ผลการรับรองประสิทธิภาพหุ่นยนต์

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้

ส่วนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ 1) เพศชาย 12.1% 2) เพศหญิง 87.9%
2. อายุ 1) 21-30 ปี 51.5% 2) 31-40 ปี 33.3% 3) 41-50 ปี 12.1% 4) 51-60 ปี 3%
3. ระดับการศึกษา 1) ต่ำกว่าปริญญาตรี 3% 2) ปริญญาตรี 44.2%
3) ปริญญาโท 27.3% 4) ปริญญาเอก 20.5%
4. หน่วยงานที่สังกัด 1) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 33.33%
2) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน 33.33%
3) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา 33.33%
5. กลุ่มสาระที่สอน 1) ภาษาไทย 12.1% 2) คณิตศาสตร์ 16.7% 3) วิทยาศาสตร์ 14.2%
4) สุขศึกษาและพลศึกษา 13.2% 5) ศิลปะ 11.1% 6) ภาษาต่างประเทศ 11.3%
6) สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม 11.2% 7) การงานอาชีพและเทคโนโลยี 10.2%
6. ระดับชั้นประถมศึกษาที่สอน 1) ปีที่ 1 16% 2) ปีที่ 2 15.1% 3) ปีที่ 3 16.2%
4) ปีที่ 4 15.1% 5) ปีที่ 5 18.2% 6) ปีที่ 6 19.4%

ด้านที่ 4 ทักษะการคิด (1) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความจำของผู้เรียน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 33.7 (2) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 48.5 (3) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม

การประยุกต์ใช้ของผู้เรียน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 37.6 (4) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการวิเคราะห์ของผู้เรียน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 33.4 (5) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการประเมินค่าของผู้เรียน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 3 มากที่สุด ร้อยละ 39.9 และ (6) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างสรรค์ของผู้เรียน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 36.4

ด้านที่ 5 ความยืดหยุ่นผูกพัน (1) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความยืดหยุ่นผูกพันทางพฤติกรรม ตรงกับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 39.3 (2) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความยืดหยุ่นผูกพันทางอารมณ์ ตรงกับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 38.5 และ (3) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความยืดหยุ่นผูกพันทางปัญญา ตรงกับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 45.5

ด้านอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง (1) ผู้เรียนมีความพร้อมด้านอุปกรณ์พกพาที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 2 มากที่สุด ร้อยละ 25.8 (2) ผู้เรียนมีความพร้อมด้านระบบอินเทอร์เน็ตที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 2 มากที่สุด ร้อยละ 23.2 (3) มีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้และแบ่งเบาภาระในการจัดการเรียนการสอน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 3 มากที่สุด ร้อยละ 42.2 (4) โรงเรียนของท่านมีความพร้อมด้านระบบอินเทอร์เน็ตที่เอื้อต่อการจัดการเรียนการสอน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 24.2 (5) โรงเรียนของท่านสนับสนุนการผลิตหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 0 มากที่สุด ร้อยละ 34.3 (6) โรงเรียนของท่านสนับสนุนงบประมาณในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 48.5 และ (7) โรงเรียนของท่านได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยงานอื่นๆ ในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ระดับสภาพความเป็นจริงในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 54.5

ระดับความต้องการของการพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้ ในแต่ละด้านพบว่า

ด้านที่ 1 หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ (1) การออกแบบการจัดการเรียนการสอนที่มีหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 0 มากที่สุด ร้อยละ 43.1 (2) การนำหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 0 มากที่สุด ร้อยละ 47.4 (3) การนำหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการแข่งขันและความท้าทายในการเรียน ระดับความต้องการในระดับ 0 มากที่สุด ร้อยละ 41.5 (4) การนำหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 0 มากที่สุด ร้อยละ 45.5 และ (5) การนำหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียน ระดับความต้องการในระดับ 0 มากที่สุด ร้อยละ 48.5

ด้านที่ 2 แนวคิดเกมเป็นฐาน (1) การออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเกมเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 36.4 (2) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเกมเป็นฐานเพื่อกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจการเรียนรู้ของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 32.4 (3) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเกมเป็นฐานเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการแข่งขันและความท้าทายในการเรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 36.5 (4) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเกมเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 39.4 และ (5) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเกมเป็นฐานเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียน ระดับความต้องการในระดับ 3 มากที่สุด ร้อยละ 34.4

ด้านที่ 3 โบายแอปพลิเคชัน (1) การออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมบายแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 27.3 (2) มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมบายแอปพลิเคชันเพื่อกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 3 มากที่สุด ร้อยละ 30.3 (3) มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการแข่งขันและความท้าทายในการเรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 และ 3 มากที่สุด ร้อยละ 27.1 (4) มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 31.3 และ (5) มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 38.3

ด้านที่ 4 ทักษะการคิด (1) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความจำของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 และ 3 มากที่สุด ร้อยละ 33.6 (2) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 45.4 (3) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการประยุกต์ใช้ของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 5 มากที่สุด ร้อยละ 39.4 (4) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการวิเคราะห์ของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 39.2 (5) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการประเมินค่าของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 3 มากที่สุด ร้อยละ 36.4 (6) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการสร้างสรรคของผู้เรียน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 39.4

ด้านที่ 5 ความยึดมั่นผูกพัน (1) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความยึดมั่นผูกพันทางพฤติกรรม ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 39.3 (2) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความยึดมั่นผูกพันทางอารมณ์ ระดับความต้องการในระดับ 3 มากที่สุด ร้อยละ 45.7 และ (3) มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความยึดมั่นผูกพันทางปัญญา ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 45.9

ด้านอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง (1) ผู้เรียนมีความพร้อมด้านอุปกรณ์พกพาที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ระดับความต้องการในระดับ 3 มากที่สุด ร้อยละ 36.4 (2) ผู้เรียนมีความพร้อมด้านระบบอินเทอร์เน็ตที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 36.1 (3) มีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้และแบ่งเบาภาระในการจัดการเรียนการสอน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 42.4 (4) โรงเรียนของ

ท่านมีความพร้อมด้านระบบอินเทอร์เน็ตที่เอื้อต่อการจัดการเรียนการสอน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 33.8 (5) โรงเรียนของท่านสนับสนุนการผลิตหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 24.2 (6) โรงเรียนของท่านสนับสนุนงบประมาณในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 42.6 และ (7) โรงเรียนของท่านได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยงานอื่นๆ ในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ระดับความต้องการในระดับ 4 มากที่สุด ร้อยละ 45.2

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียน ระดับประถมศึกษาของประเทศไทย

ผลการวิเคราะห์นำเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง แบ่งเป็น 5 ตอน ดังนี้ 1) สัญลักษณ์ทางสถิติและความหมายของสัญลักษณ์ค่าสถิติและตัวแปร 2) ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของ กลุ่มตัวอย่างเป็นอาจารย์ที่สอนระดับประถมศึกษา 3) ข้อมูลด้านมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอน ในโรงเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศไทย 4) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ 5) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. สัญลักษณ์ทางสถิติและความหมายของสัญลักษณ์ค่าสถิติและตัวแปร

สัญลักษณ์	ความหมาย
$\bar{X}$	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean)
S.D.	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
MIN	คะแนนต่ำสุด (Minimum)
MAX	คะแนนสูงสุด (Maximum)
t-value	ค่าสถิติทดสอบซึ่งมีการแจกแจงแบบ t
P-value	ค่าสัดส่วนของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการปฏิเสธสมมติฐานและเป็นค่าที่คำนวณได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ (Observed Significance Level)
r	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)
ρ_c	ความเที่ยงของตัวแปรแฝง (Construct Reliability)
ρ_v	ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่สกัดได้ (Average Variance Extracted)
χ^2	ดัชนีตรวจสอบความกลมกลืนประเภทค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square)
df	ค่าองศาความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
R^2	ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Coefficient of Determination)
P	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
N	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

สัญลักษณ์	ความหมาย
CFI	ดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (Comparative Fit Index)
GFI	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index)
AGFI	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index)
RMSEA	ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (Root Mean Square Error of Approximation)
SRMR	ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือมาตรฐาน (Standardized Root Mean Square Residual)
Social Relation	ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
Item1	1. การแสดงอารมณ์ของหุ่นยนต์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน(หุ่นยนต์มีเสียงพูด การแสดงออกทางสีหน้าในอารมณ์พื้นฐาน
Item2	2. หุ่นยนต์สร้างความสัมพันธ์เป็นเพื่อนกับผู้เรียน
Item3	3. หุ่นยนต์สร้างสิ่งเร้าความสนใจ
Item4	4. หุ่นยนต์มีรูปร่างเหมือนสัตว์ หรือเหมือนตัวการ์ตูน
Item5	5. หุ่นยนต์มีคุณสมบัติปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence)
Cognitive Capacity	สมรรถนะของการรู้คิด
Item6	1. หุ่นยนต์สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบก่อนเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้
Item7	2. หุ่นยนต์สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบหลังเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้
Item8	3. หุ่นยนต์มีการรับข้อเสนอแนะจากผู้เรียน
Teaching Aid	วิธีการสอน
Item9	1. นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play-based Learning)
Item10	2. นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)
Item11	3. นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project-based Learning)
Leaner	ลักษณะของผู้เรียน
Item12	1. อายุของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้
Item13	2. เพศของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้
Item14	3. ความสนใจของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วย การเรียนรู้

สัญลักษณ์	ความหมาย
Main_Fe	คุณสมบัติหลัก
Item15	1. หุ่นยนต์มีความเสถียรในการทำงาน (หุ่นยนต์สามารถทำงานตามปกติต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน)
Item16	2. หุ่นยนต์ง่ายต่อการใช้งาน
Item17	3. หุ่นยนต์มีลักษณะทางกายภาพที่ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก
Item18	4. หุ่นยนต์มีความทนทานต่อการใช้งานกับเด็ก
Content	เนื้อหาวิชา
Item19	1. สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาภาษาต่างประเทศได้
Item20	2. สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้
Item21	3. สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาเกี่ยวกับเทคโนโลยีได้
Robotic_ED	คุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้

2. ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างเป็นอาจารย์ที่สอนระดับประถมศึกษา

การศึกษาเรื่องมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียน ระดับประถมศึกษาของประเทศไทย เก็บรวบรวมข้อมูลจากครูอาจารย์ในโรงเรียนจากโรงเรียน 19 แห่ง จำนวนตัวอย่างที่ใช้ 510 ชุด จำแนกเป็นสถานศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 255 ชุด และ ในต่างจังหวัด 255 ชุด ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 4.1 : โรงเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา

ลำดับโรงเรียน	จำนวน(n=510)	ร้อยละ(100.0)
1	25	4.9
2	30	5.9
3	30	5.9
4	20	3.9
5	25	4.9
6	30	5.9
7	10	2.0
8	20	3.9
9	30	5.9
10	15	2.9
11	10	2.0
12	15	2.9
13	25	4.9
14	15	2.9
15	50	9.8
16	50	9.8
17	50	9.8
18	30	5.9
19	30	5.9
รวม	510	100.0

ตารางที่ 4.2 : สังกัดของโรงเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา

สังกัดโรงเรียน	จำนวน	ร้อยละ
สถานศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	255	50.0
สถานศึกษาในต่างจังหวัด	255	50.0
รวม	510	100.0

ตารางที่ 4.3 : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน (n =510)	ร้อยละ (100.0)
เพศ		
ชาย	109	21.4
หญิง	401	78.6
อายุ		
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี	88	17.25
21-30 ปี	178	34.90
31-40 ปี	150	29.41
41-50 ปี	82	16.08
51-60 ปี	12	2.35
ระดับการศึกษา		
อนุปริญญา/ ปวส. หรือต่ำกว่า	9	1.76
ปริญญาตรี	331	64.90
ปริญญาโท	163	31.96
ปริญญาเอก	7	1.37
ประสบการณ์ทำงาน		
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 ปี	88	17.3
มากกว่า 5 ปี	144	28.2
มากกว่า 10 ปี	161	31.6
มากกว่า 20 ปี	117	22.9

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 78.6 มีอายุอยู่ระหว่าง 21 – 30 ปี และ 31 – 40 คิดเป็นร้อยละ 34.90 และ 29.41 ตามลำดับ ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 64.90 และมีประสบการณ์การทำงาน มากกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.6

ตารางที่ 4.4 : รายวิชาที่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาสอน

	จำนวน	ร้อยละ
ภาษาไทย	79	15.5
คณิตศาสตร์	74	14.5
ภาษาอังกฤษ	59	11.6

	จำนวน	ร้อยละ
สังคมศึกษา	52	10.2
วิทยาศาสตร์	50	9.8
พลศึกษา/สุขศึกษา	46	9.0
คอมพิวเตอร์/เทคโนโลยีสารสนเทศ	33	6.5
ประวัติศาสตร์	22	4.3
ดนตรี/นาฏศิลป์	18	3.5
การงานอาชีพ	17	3.3
ศิลปะ	16	3.1
ภาษาจีน/ภาษาต่างประเทศ	14	2.7
คณิตศาสตร์/วิทยาศาสตร์	10	2.0
อื่นๆ	9	1.8
ปฐมวัย/พัฒนาผู้เรียน	8	1.6
บูรณาการ/โครงการ	3	.6
รวม	510	100.0

จากตารางที่ 4 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาส่วนใหญ่สอนวิชา ภาษาไทย คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ และสังคมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 15.5 14.5 11.6 และ 10.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 : ระดับชั้นที่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาสอน

ชั้น	จำนวน	ร้อยละ
ประถมศึกษาปีที่ 1	144	28.2
ประถมศึกษาปีที่ 2	138	27.1
ประถมศึกษาปีที่ 3	155	30.4
ประถมศึกษาปีที่ 4	140	27.5
ประถมศึกษาปีที่ 5	167	32.7
ประถมศึกษาปีที่ 6	169	33.1

หมายเหตุ ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

จากตารางที่ 5 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในร้อยละที่ใกล้เคียงกัน

3. ข้อมูลด้านมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอน ในโรงเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศไทย

มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยตัวแปร 6 ด้านได้แก่ (1) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction) (2) สมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Function) (3) วิธีการสอน (Teaching Method) (4) ลักษณะของผู้เรียน (Learners Characteristics) (5) คุณสมบัติหลัก (Main Feature) และ (6) เนื้อหาวิชา (Content) ความสัมพันธ์ มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.6 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้รายด้าน

คุณภาพด้าน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม	3.93	0.70	มาก
สมรรถนะของการรู้คิด	3.94	0.80	มาก
วิธีการสอน	3.92	0.76	มาก
ลักษณะของผู้เรียน	3.96	0.78	มาก
คุณสมบัติหลัก	3.99	0.85	มาก
เนื้อหาวิชา	4.11	0.82	มาก
รวม	3.97	0.67	มาก

จากตารางที่ 6 พบว่าค่าเฉลี่ยภาพรวมระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 3.97 อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าทั้ง 6 ด้านมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ด้านเนื้อหาวิชา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11

ตารางที่ 4.7 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้รายด้านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

รายละเอียด	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. การแสดงอารมณ์ของหุ่นยนต์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน (หุ่นยนต์มีเสียงพูด การแสดงออกทางสีหน้าในอารมณ์พื้นฐาน(ความสุข ความเศร้า ประหลาดใจ ความโกรธ ความกลัว) และการเคลื่อนไหวร่างกาย)	3.78	.93	มาก
2. หุ่นยนต์ สร้างความสัมพันธ์เป็นเพื่อนกับผู้เรียน (เช่น การยิ้ม ทักทาย เดินตาม ชวนเล่นเกมส์ หรือเล่นนิทาน)	3.82	.92	มาก
3. หุ่นยนต์ สร้างสิ่งเร้าความสนใจ (เช่น มีไฟกระพริบ แสง เสียง และการตอบสนองต่อการสัมผัส)	4.10	.85	มาก

4. หุ่นยนต์ มีรูปร่างเหมือนสัตว์ หรือเหมือนตัวการ์ตูน (รูปร่างเหมือน สัตว์ หรือ เหมือนตัวการ์ตูน ทำให้ดึงดูดความสนใจ เสริมทักษะการเข้า สังคม เกิดความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการที่ดี)	3.97	.81	มาก
5. หุ่นยนต์ มีคุณสมบัติปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) (คือ การตรวจจับ การตีความ และการตอบสนอง โดย มี Sensor ตรวจสอบว่า ด้านหน้าของหุ่นยนต์นั้นมีคนหรือไม่ หรือ มีสิ่งกีดขวางใด หรือไม่ เพื่อป้องกันไม่ให้ทั้งคนและหุ่นยนต์เกิดความเสียหาย มี Sensor ระบบเดินตามผู้ใช้งานให้หุ่นยนต์เก็บข้อมูลการใช้งานบน Cloud Server (เพื่อเพิ่มพื้นที่ การเก็บข้อมูลและสะดวกในการวิเคราะห์ผล)	3.96	.81	มาก
รวม	3.93	.70	มาก

จากตารางที่ 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ด้านปฏิสัมพันธ์ทางสังคมอยู่ในระดับมากมีค่าเท่ากับ 3.93 อยู่ในระดับมาก โดยตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ หุ่นยนต์สร้างสิ่งเร้าความสนใจ (เช่น มีไฟกระพริบ แสง เสียง และการตอบสนองต่อการสัมผัส)

มีค่าเท่ากับ 4.10 อยู่ในระดับมาก รองลงมาเป็น ตัวชี้วัดหุ่นยนต์ มีรูปร่างเหมือนสัตว์ หรือเหมือนตัวการ์ตูน (รูปร่างเหมือนสัตว์ หรือ เหมือนตัวการ์ตูน ทำให้ดึงดูดความสนใจ เสริมทักษะการเข้าสังคม เกิด ความคิด สร้างสรรค์ และจินตนาการที่ดี) มีค่าเท่ากับ 3.97 อยู่ในระดับมาก ส่วนตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ การ แสดงอารมณ์ของหุ่นยนต์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน (หุ่นยนต์มีเสียงพูด การแสดงออกทางสีหน้าใน อารมณ์พื้นฐาน ความสุข ความเศร้า ประหลาดใจ ความโกรธ ความกลัว และการเคลื่อนไหวร่างกาย) มีค่า เท่ากับ 3.78 อยู่ในระดับมากเช่นกัน

ตารางที่ 4.8 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้รายด้านสมรรถนะของการรู้ คิด

รายละเอียด	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบก่อนเรียน ในตัว หุ่นยนต์ได้	3.96	.87	มาก
2. หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบหลังเรียน ในตัว หุ่นยนต์ได้	4.02	.85	มาก
3. หุ่นยนต์ มีการรับข้อเสนอแนะจากผู้เรียน	3.85	.92	มาก
รวม	3.94	.80	มาก

จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ด้านสมรรถนะของการรู้คิดอยู่ในระดับมากมีค่าเท่ากับ 3.94 อยู่ในระดับมากโดยตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบหลังเรียน ในตัวหุ่นยนต์ได้ มีค่าเท่ากับ 4.02 อยู่ในระดับมาก รองลงมาเป็น ตัวชี้วัดหุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบก่อนเรียน ในตัวหุ่นยนต์ได้มีค่าเท่ากับ 3.96 อยู่ในระดับมาก ส่วนตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือหุ่นยนต์ มีการรับข้อเสนอแนะจากผู้เรียนมีค่าเท่ากับ 3.85 อยู่ในระดับมากเช่นกัน

ตารางที่ 4.9 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ด้านวิธีการสอน

คุณภาพด้าน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play-based Learning) (เช่น เกมส์ผ่านด่านแล้วให้รางวัล และมีการอัป Level ของเกมส์เพิ่มความยาก เพื่อเพิ่มความท้าทายให้ผู้เรียน)	4.08	.90	มาก
2. นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) (การเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยการนำปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นและสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา)	3.66	1.06	มาก
3. นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project-based Learning) (การเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยผู้เรียนจะได้รับความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจากการค้นหาความรู้ด้วยตนเองด้วยการทำโครงการ)	4.12	.85	มาก
รวม	3.96	.78	มาก

จากตารางที่ 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ด้านวิธีการสอนอยู่ในระดับมากมีค่าเท่ากับ 3.96 อยู่ในระดับมากโดยตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือนำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project-based Learning) (การเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยผู้เรียนจะได้รับความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจากการค้นหาความรู้ด้วยตนเองด้วยการทำโครงการ) มีค่าเท่ากับ 4.12 อยู่ในระดับมากรองลงมาเป็นตัวชี้วัด นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play-based Learning) (เช่น เกมส์ผ่านด่านแล้วให้รางวัล และมีการอัป Level ของเกมส์เพิ่มความยาก เพื่อเพิ่มความท้าทายให้ผู้เรียน)มีค่าเท่ากับ 4.08 อยู่ในระดับมากส่วนตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือนำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) (การเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยการนำ ปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นและสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา) มีค่าเท่ากับ 3.66 อยู่ในระดับมากเช่นกัน

ตารางที่ 4.10 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ด้านลักษณะของผู้เรียน

รายละเอียด	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. อายุของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้	4.00	.84	มาก
2. เพศของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้	3.85	.89	มาก
3. ความสนใจของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้	3.92	.83	มาก
รวม	3.92	.76	มาก

จากตารางที่ 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ด้านลักษณะของผู้เรียนอยู่ในระดับมากมีค่าเท่ากับ 3.92 อยู่ในระดับมากโดยตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคืออายุของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 4.00 อยู่ในระดับมาก รองลงมาเป็นตัวชี้วัดความสนใจของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 3.85 อยู่ในระดับมาก ส่วนตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือเพศของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 3.85 อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.11 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ด้านคุณสมบัติหลัก

รายละเอียด	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. หุ่นยนต์มีความเสถียรในการทำงาน(หุ่นยนต์สามารถทำงานตามปกติต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน)	3.95	.93	มาก
2. หุ่นยนต์ง่ายต่อการใช้งาน	3.93	.94	มาก
3. หุ่นยนต์มีลักษณะทางกายภาพที่ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก	4.06	.92	มาก
4. หุ่นยนต์มีความทนทานต่อการใช้งานกับเด็ก	4.01	.97	มาก
รวม	3.99	.85	มาก

จากตารางที่ 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ด้านคุณสมบัติหลักอยู่ในระดับมากมีค่าเท่ากับ 3.99 อยู่ในระดับมากโดยตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือหุ่นยนต์มีลักษณะทางกายภาพที่ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก มีค่าเท่ากับ 4.06 อยู่ในระดับมาก รองลงมาเป็นตัวชี้วัดหุ่นยนต์มีความทนทานต่อการใช้งานกับเด็กค่าเท่ากับ 4.01 อยู่ในระดับมาก ส่วนตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ หุ่นยนต์ง่ายต่อการใช้งาน มีค่าเท่ากับ 3.93 อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.12 : ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชา

รายละเอียด	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชา ภาษาต่างประเทศได้	4.05	.87	มาก
2. สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชา วิทยาศาสตร์ได้	4.11	.88	มาก
3. สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชา เกี่ยวกับเทคโนโลยี ได้	4.17	.89	มาก
รวม	4.11	.82	มาก

จากตารางที่ 12 พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาวิชาอยู่ในระดับมากมีค่าเท่ากับ 4.11 อยู่ในระดับมากโดยตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือสามารถนำ หุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาเกี่ยวกับเทคโนโลยี ได้มีค่าเท่ากับ 4.17 อยู่ในระดับมาก รองลงมาเป็นตัวชี้วัดสามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้มีค่าเท่ากับ 4.11 อยู่ในระดับมากส่วนตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือสามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ใน วิชาภาษาต่างประเทศ ได้มีค่าเท่ากับ 4.05 อยู่ในระดับมาก

4. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้

4.1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ เพื่อตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลว่ามี การแจกแจงแบบปกติหรือไม่ เนื่องจากเป็นข้อตกลงเบื้องต้นของการตรวจสอบข้อมูลก่อนวิเคราะห์ข้อมูลด้วย วิธีการวิเคราะห์สมการเชิงโครงสร้าง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าความเบ้ (Skewness) ค่าความโด่ง (Kurtosis) เพื่อให้สามารถสรุปได้ว่าตัวแปรในการวิจัยแต่ละตัวมีการแจกแจง แบบปกติหรือไม่อย่างไร (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ซึ่งตัวแปรชี้วัดของตัวแปรแฝง (Latent Variable) จำนวน 6 องค์ประกอบ คือ

(1) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ได้แก่ ตัวแปร 1) การแสดงอารมณ์ของหุ่นยนต์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของ ผู้เรียน (หุ่นยนต์มีเสียงพูด การแสดงออกทางสีหน้าในอารมณ์พื้นฐาน (Item1) 2) หุ่นยนต์สร้างความสัมพันธ์ เป็นเพื่อนกับผู้เรียน (Item2) 3) หุ่นยนต์สร้างสิ่งเร้าความสนใจ (Item3) 4) หุ่นยนต์มีรูปร่างเหมือนสัตว์ หรือ เหมือนตัวการ์ตูน (Item4) และ 5) หุ่นยนต์มีคุณสมบัติปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) (Item5)

(2) สมรรถนะของการรู้คิด ได้แก่ ตัวแปร 1) หุ่นยนต์สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบก่อนเรียน ในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item6) 2) หุ่นยนต์สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบหลังเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item7) และ 3) หุ่นยนต์มีการรับข้อเสนอแนะจากผู้เรียน (Item8)

(3) วิธีการสอน ได้แก่ ตัวแปร 1) นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบการเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play-based Learning) (Item9) 2) นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน

(Problem-based Learning) (Item10) และ 3) นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบการเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project-based Learning) (Item11)

(4) ลักษณะของผู้เรียนได้แก่ ตัวแปร 1) อายุของผู้เรียนมีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item12) 2) เพศของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item13) และ 3) ความสนใจของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item14)

(5) คุณสมบัติหลัก ได้แก่ ตัวแปร 1) หุ่นยนต์มีความเสถียรในการทำงาน (หุ่นยนต์สามารถทำงานตามปกติต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน) (Item15) 2) หุ่นยนต์ง่ายต่อการใช้งาน (Item16) 3) หุ่นยนต์มีลักษณะทางกายภาพที่ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก (Item17) และ 4) หุ่นยนต์มีความทนทานต่อการใช้งานกับเด็ก (Item18)

(6) เนื้อหาวิชาได้แก่ ตัวแปร 1) สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาภาษาต่างประเทศได้ (Item19) 2) สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ (Item20) และ 3) สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาเกี่ยวกับเทคโนโลยี ได้ (Item21)

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพรรณนาลักษณะของตัวแปรสังเกตได้ในรูปแบบค่ามาตรฐาน พบว่า ตัวแปรสังเกตได้มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.67 ถึง 4.17 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0.81 ถึง 1.06 ดังแสดงในตารางที่ 13 เมื่อพิจารณาค่าความเบ้ (Skewness) หรือความไม่สมมาตรของการแจกแจงในภาพรวมพบว่า ตัวแปรสังเกตได้ที่มีอยู่ในแบบจำลองส่วนใหญ่แล้วมีการแจกแจงในลักษณะเบ้ซ้าย (ค่าความเบ้เป็นลบ) แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวมีค่าคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย มีค่าความเบ้อยู่ระหว่าง -0.93 ถึง -0.41 ซึ่งถือว่ามีความเบ้ซ้ายน้อยมาก เมื่อพิจารณาค่าความโด่ง (Kurtosis) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ที่มีอยู่ในแบบจำลองส่วนใหญ่มีค่าความโด่งต่ำกว่าปกติ (Platy Kurticor Leptokurtic Distribution) โดยค่าความโด่งที่คำนวณได้น้อยกว่าศูนย์ แสดงว่า ข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ดังกล่าวมีการกระจายข้อมูลในลักษณะค่อนข้างโด่งน้อย หรือมีการกระจายของข้อมูลค่อนข้างมาก โดยพบว่าตัวแปรสังเกตได้มีค่าความโด่งอยู่ระหว่าง -0.43 ถึง 0.81 เมื่อพิจารณาค่าความเบ้และความโด่ง พบว่า ค่าความเบ้และความโด่งมีความแตกต่างจากศูนย์ค่อนข้างน้อยมีเฉพาะในบางตัวแปรที่สูง จึงใช้วิธีการตัดค่าที่สูงผิดปกติหรือต่ำกว่าปกติออกแล้วแทนด้วยค่าเฉลี่ยตามหลักการ Replace Missing แล้วนำไปใช้ในการวิเคราะห์สมการเชิงโครงสร้าง

ตารางที่ 4.13 : ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้

	Mean	S.D.	SK	KU
Item1	3.78	0.93	-0.49	-0.01
Item2	3.82	0.92	-0.63	0.28
Item3	4.10	0.85	-0.90	0.81

	Mean	S.D.	SK	KU
Item4	3.97	0.81	-0.55	0.15
Item5	3.96	0.81	-0.41	-0.16
Item6	3.97	0.87	-0.58	-0.04
Item7	4.02	0.85	-0.59	-0.09
Item8	3.85	0.92	-0.46	-0.26
Item9	4.00	0.84	-0.62	0.08
Item10	3.86	0.89	-0.55	0.11
Item11	3.92	0.83	-0.69	0.67
Item12	4.08	0.90	-0.78	0.07
Item13	3.67	1.06	-0.61	-0.11
Item14	4.12	0.85	-0.77	0.16
Item15	3.95	0.93	-0.58	-0.23
Item16	3.93	0.94	-0.56	-0.32
Item17	4.06	0.92	-0.62	-0.43
Item18	4.01	0.97	-0.69	-0.31
Item19	4.05	0.87	-0.74	0.25
Item20	4.11	0.88	-0.76	0.02
Item21	4.17	0.89	-0.93	0.42

4.2 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้

ผลการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง ซึ่งตัวแปรที่อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน ควรมีความสัมพันธ์กันเหมาะสม โดยใช้ ค่าสถิติทดสอบ 2 ค่า คือ Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) และสถิติ Bartlett's Test of Sphericity ผลการวิเคราะห์สามารถนำเสนอได้ ดังนี้

จากตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรสังเกตได้ จำนวน 21 ตัวแปร พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 210 คู่ ซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง 0.173 - 0.848 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้วัดตัวแฝงเดียวกัน พบว่า ตัวแปรสังเกตได้ทุกคู่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน (ทางบวก) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยตัวแปรสังเกตได้ที่มีระดับความสัมพันธ์กันในระดับสูง ($0.6 < r < 0.8$) จำนวน 21 คู่ และตัวแปรมีระดับความสัมพันธ์

กันในระดับสูง ($0.4 < r < 0.6$) จำนวน 7 คู่ สังเกตได้ที่ ตัวแปรสังเกตได้คู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงมากที่สุด คือ ตัวแปร หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบก่อนเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item6) และ หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบหลังเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ ในองค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด ($r = 0.848$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด คือ ตัวแปรการแสดงอารมณ์ของหุ่นยนต์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน (หุ่นยนต์มีเสียงพูด การแสดงออกทางสีหน้าในอารมณ์พื้นฐาน (Item1) และ หุ่นยนต์ มีรูปร่างเหมือนสัตว์ หรือเหมือนตัวการ์ตูน(Item4) ในองค์ประกอบประกอบ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ($r = 0.412$)

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้วัดตัวแปรต่างกัน พบว่า ตัวแปรสังเกตได้ทุกคู่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน (ทางบวก) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยตัวแปรสังเกตได้ที่มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ($0.6 < r < 0.8$) จำนวน 52 คู่ ตัวแปรสังเกตได้ที่มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ($0.4 < r < 0.6$) จำนวน 106 คู่และตัวแปรสังเกตได้ที่มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ($0.2 < r < 0.4$) จำนวน 19 คู่ ตัวแปรสังเกตได้ คู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงมากที่สุด คือตัวแปรนำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play-based Learning) (Item9) ในองค์ประกอบวิธีการสอนและตัวแปร สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาเกี่ยวกับเทคโนโลยี ได้ (Item21) ในองค์ประกอบเนื้อหาวิชา เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ทุกคู่ ในภาพรวมพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ทุกคู่ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 0.80 ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าตัวแปรสังเกตได้มีระดับความสัมพันธ์ไม่สูงมาก จึงไม่เกิดปัญหา Multicollinearity และตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดอยู่บนองค์ประกอบร่วมกัน ดังนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง

เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity พบว่า มีค่าเท่ากับ 9090.745 $df = 210$ ($p = 0.00$) แสดงว่า เมทริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างเพียงพอที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ซึ่งมีค่าใกล้ 1 (0.956) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรสังเกตได้มีความสัมพันธ์กันมากพอ เหมาะสมในการนำไปใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนกับโมเดลการวิจัยกับข้อมูลเชิงประจักษ์ต่อไป เนื่องจาก ค่าดัชนีมีค่า 0.80 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อมูลเหมาะสมที่จะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ดีมาก (สุภมาส อังคุโชติ และคณะ, 2554 อ้างอิงจาก Hair et al., 2006)

ตารางที่ 4.14 : เมทริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้

	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7	Item8	Item9	Item10	Item11
Item1	1										
Item2	.683**	1									
Item3	.601**	.635**	1								
Item4	.412**	.510**	.615**	1							
Item5	.521**	.603**	.609**	.541**	1						
Item6	.493**	.555**	.616**	.550**	.631**	1					
Item7	.504**	.581**	.623**	.549**	.639**	.848**	1				
Item8	.422**	.582**	.514**	.527**	.623**	.686**	.661**	1			
Item9	.498**	.575**	.616**	.568**	.644**	.652**	.649**	.613**	1		
Item10	.546**	.602**	.552**	.509**	.524**	.630**	.614**	.587**	.629**	1	
Item11	.462**	.585**	.530**	.466**	.530**	.591**	.604**	.616**	.585**	.811**	1
Item12	.327**	.351**	.428**	.431**	.418**	.517**	.491**	.430**	.495**	.537**	.463**
Item13	.173**	.329**	.263**	.313**	.239**	.279**	.266**	.366**	.260**	.416**	.427**
Item14	.346**	.444**	.558**	.465**	.506**	.617**	.584**	.506**	.577**	.607**	.546**
Item15	.498**	.573**	.548**	.427**	.564**	.585**	.600**	.568**	.628**	.617**	.551**
Item16	.446**	.518**	.507**	.397**	.534**	.541**	.537**	.534**	.605**	.591**	.541**
Item17	.414**	.495**	.512**	.425**	.546**	.556**	.533**	.526**	.576**	.542**	.499**
Item18	.413**	.486**	.518**	.428**	.532**	.566**	.562**	.565**	.607**	.571**	.508**
Item19	.483**	.566**	.581**	.486**	.592**	.672**	.639**	.535**	.674**	.640**	.600**
Item20	.405**	.520**	.551**	.491**	.530**	.652**	.611**	.570**	.637**	.644**	.603**
Item21	.457**	.534**	.607**	.530**	.604**	.677**	.652**	.565**	.685**	.649**	.590**

ตารางที่ 4.14 : เมทริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ (ต่อ)

	Item12	Item13	Item14	Item15	Item16	Item17	Item18	Item19	Item20
Item12	1								
Item13	.444**	1							
Item14	.714**	.458**	1						
Item15	.495**	.276**	.542**	1					
Item16	.476**	.275**	.546**	.785**	1				
Item17	.481**	.283**	.530**	.748**	.797**	1			
Item18	.432**	.281**	.494**	.729**	.750**	.761**	1		

Item19	.526**	.294**	.635**	.659**	.632**	.630**	.602**	1	
Item20	.523**	.379**	.628**	.646**	.635**	.615**	.615**	.785**	1
Item21	.575**	.322**	.675**	.653**	.642**	.642**	.620**	.805**	.834**

Bartlett's Test of Sphericity Chi-Square = 9090.745, df = 10, p = 0.000, KMO = 0.956

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

5.1 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัด (Construct Validity)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและถูกต้องของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างประกอบด้วยการพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบและค่า R^2 ตรวจสอบความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้ นำเสนอผลการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่ (1) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social) (2) สมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive) (3) วิธีการสอน (Teaching) (4) ลักษณะของผู้เรียน (Learner) (5) คุณสมบัติหลัก (Main_Fe) และ (6) เนื้อหาวิชา (Content) ดังนี้

(1) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social)

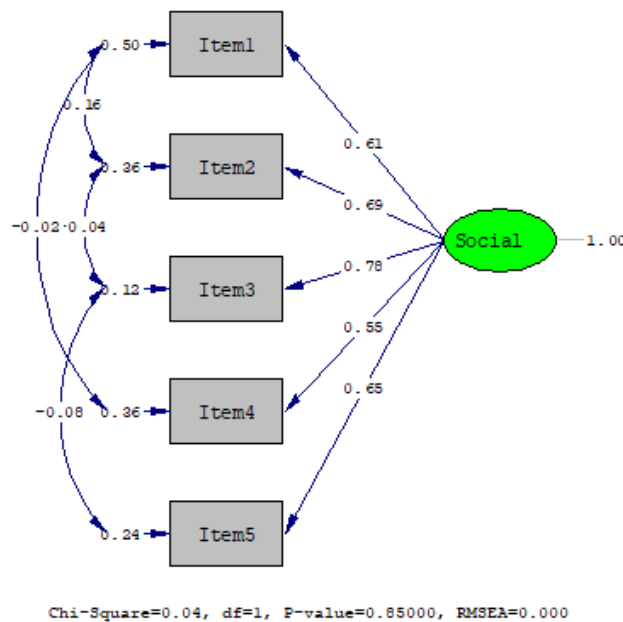
ตัวแปรองค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social) ประกอบด้วย 5 ตัวชี้วัดหรือตัวแปรสังเกต ได้แก่ 1) การแสดงอารมณ์ของหุ่นยนต์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน (หุ่นยนต์มีเสียงพูด การแสดงออกทางสีหน้าในอารมณ์พื้นฐาน (Item1) 2) หุ่นยนต์ สร้างความสัมพันธ์เป็นเพื่อนกับผู้เรียน (Item2) 3) หุ่นยนต์ สร้างสิ่งเร้าความสนใจ (Item3) 4) หุ่นยนต์ มีรูปร่างเหมือนสัตว์ หรือเหมือนตัวการ์ตูน (Item4) และ 5) หุ่นยนต์ มีคุณสมบัติปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) (Item5) ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 5 ตัวขององค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social) จำนวน 10 คู่ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกต แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความสัมพันธ์กันระหว่าง 0.412 - 0.683 ผลการวิเคราะห์เมทริกซ์สหสัมพันธ์ด้วย Bartlett's Test of Sphericity ได้ค่า Bartlett's Test of Sphericity Chi-Square = 1218.173, df = 10, p = .000 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ไม่ใช่เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) และตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากพอที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ และค่าดัชนี Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) = 0.845 แสดงว่า ตัวแปรมีความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตารางที่ 15 ตารางที่ 4.15: แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ของตัวแปรสังเกตได้ของ องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation)

	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5
Item1	1	.683**	.601**	.412**	.521**
Item2	.683**	1	.635**	.510**	.603**
Item3	.601**	.635**	1	.615**	.609**
Item4	.412**	.510**	.615**	1	.541**
Item5	.521**	.603**	.609**	.541**	1

Bartlett's test of Sphericity Chi-Square =1218.173, df = 10, p = 0.000, KMO = 0.845

หมายเหตุ * p < .05 ** p < .01

ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ค่า Chi-Square = 0.04, df = 1, p = 0.8500, RMSEA = 0.000, GFI =1.00, AGFI = 1.00 แสดงให้เห็นว่าโมเดลการวัดองค์ประกอบ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation) มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบย่อยของโมเดลการวัดองค์ประกอบ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation) พบว่า ตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักความสำคัญในการบ่งชี้องค์ประกอบ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation) มากที่สุดได้แก่ หุ่นยนต์ สร้างสิ่งเร้าความสนใจ (Item3) โดยมีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.78 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้องค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation) ร้อยละ 84.0 รองลงมาเป็นตัวชี้วัดหุ่นยนต์ สร้างความสัมพันธ์เป็นเพื่อนกับผู้เรียน (Item2) มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.69 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้การวัดองค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation) ร้อยละ 57.0 และ ตัวแปรมีน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุดในการบ่งชี้องค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation) คือ หุ่นยนต์มีรูปร่างเหมือนสัตว์ หรือเหมือนตัวการ์ตูน (Item4) มีค่าน้ำหนักตัวชี้วัดเท่ากับ 0.55 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้การวัดองค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation) ร้อยละ 45.0



ภาพที่ 4.1 แสดงโมเดลการวัด องค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation)

ตารางที่ 4.16 : คะแนนองค์ประกอบ และ สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation)

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ			คะแนนองค์ประกอบ	R ²
	สัมประสิทธิ์	SE	t		
Item1	0.61	0.041	14.79	0.01	0.43
Item2	0.69	0.040	17.58	0.18	0.57
Item3	0.78	0.039	19.75	0.68	0.84
Item4	0.55	0.035	15.74	0.08	0.45
Item5	0.65	0.036	18.17	0.38	0.64
Chi-Square = 0.04, df = 1, p = 0.8500, RMSEA = 0.000, GFI = 1.00, AGFI = 1.00					

(2) สมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity)

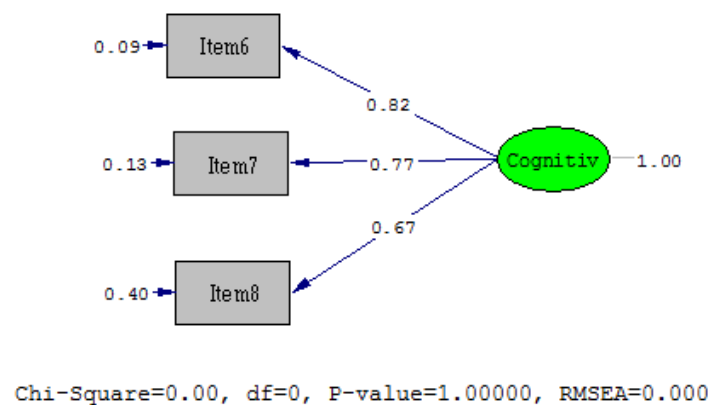
ตัวแปรองค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity) ประกอบด้วยตัวแปรชี้วัดหรือตัวแปรสังเกต จำนวน 3 ตัวได้แก่ ตัวแปร 1) หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบก่อนเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item6) 2) หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบหลังเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item7) และ 3) หุ่นยนต์ มีการรับข้อเสนอแนะจากผู้เรียน (Item8) ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 3 คู่ พบว่าค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความสัมพันธ์กันระหว่าง 0.661 – 0.848 ผลการวิเคราะห์เมทริกซ์สหสัมพันธ์ด้วย Bartlett's test of Sphericity ได้ค่า Bartlett's test of Sphericity Chi-Square = 987.375, df = 3, p = .000 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า เมทริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ ไม่ใช่เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) และตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากพอที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ และค่าดัชนี Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) = 0.710 แสดงว่า ตัวแปรมีความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 4.17: แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity)

	Item6	Item7	Item8
Item6	1	.848**	.686**
Item7	.848**	1	.661**
Item8	.686**	.661**	1
Bartlett's test of Sphericity Chi-Square =987.375, df = 3, p = 0.000, KMO = 0.710			

หมายเหตุ * p < .05 ** p < .01

ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ค่า Chi-Square = 0.00, df = 0, p = 1.00, RMSEA = 0.000, GFI = 1.00, AGFI = 1.00 แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity) มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาตัวแปรย่อยขององค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity) พบว่า ตัวแปร หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบก่อนเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item6) มี น้ำหนักความสำคัญในการบ่งชี้การวัดด้านสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity) สูงที่สุดโดยมีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.82 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้การวัดองค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity) ร้อยละ 88.0 รองลงมาเป็นตัวแปรหุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบหลังเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item7) มีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.77 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้การวัดองค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity) ร้อยละ 82.0 และ ตัวแปรมีน้ำหนักความสำคัญในการบ่งชี้ การวัดด้านสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity) สูงที่สุดโดยมีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.67 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้การวัดสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity) ร้อยละ 53.0 แสดงผลการวิเคราะห์ในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แสดงโมเดลองค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity)

ตารางที่ 4.18 : คะแนนองค์ประกอบและสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบขององค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity)

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ			คะแนนองค์ประกอบ	R ²
	สัมประสิทธิ์	SE	t		
Item6	0.82	0.031	26.54	0.65	0.88
Item7	0.77	0.031	25.05	0.41	0.82
Item8	0.67	0.036	18.70	0.12	0.53
Chi-Square = 0.00, df = 0, p = 1.000, RMSEA = 0.000, GFI = 1.00, AGFI = .99					

(3) วิธีการสอน (Teaching Aid)

ตัวประกอบคํวประกอบด้านวิธีการสอน (Teaching Aid) ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรชี้วัดจำนวน 3 ตัวได้แก่ ตัวแปร 1) นำหุ้ยนยต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play-based Learning) (Item9) 2) นำหุ้ยนยต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) (Item10) และ 3)นำหุ้ยนยต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ด้วยโครงการน (Project-based Learning) (Item11) ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 3 ตัวขององค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid) จำนวน 3 คู่ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความสัมพันธ์กันระหว่าง 0.585 – 0.811 ผลการวิเคราะห์เมทริกซ์สหสัมพันธ์ด้วย Bartlett's test of Sphericity ได้ค่า Bartlett's test of Sphericity Chi-Square = 813.155, df = 3, p = .000 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า เมทริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ไม่ใช่เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) และตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากพอที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ และค่าดัชนี Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) = 0.690 แสดงว่า ตัวแปรมีความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 4.19: แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid)

	Item9	Item10	Item11
Item9	1	.629**	.585**
Item10	.629**	1	.811**
Item11	.585**	.811**	1

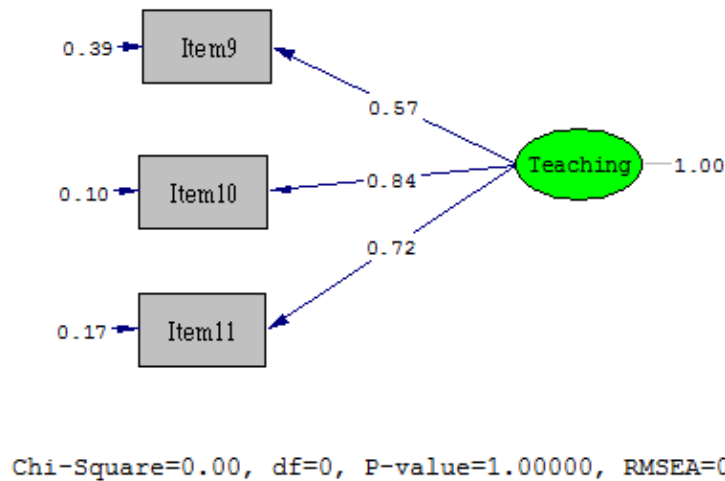
Bartlett's test of Sphericity Chi-Square =813.155, df = 3, p = 0.000, KMO = 0.690

หมายเหตุ * p < .05 ** p < .01

ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ค่า Chi-Square = 0.000, df = 0, p = 1.000, RMSEA = 0.000, GFI =1.00, AGFI = 1.00 แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid) สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาตัวแปรสังเกตขององค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid) พบว่า ตัวแปรมีน้ำหนักความสำคัญในการบ่งชี้ องค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid) มากที่สุดได้แก่ ตัวแปรนำหุ้ยนยต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) (Item10) โดยมีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.84 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้องค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid) ร้อยละ 87.0 รองลงมาเป็นตัวแปรนำหุ้ยนยต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบการเรียนรู้ด้วยโครงการน (Project-based Learning) (Item11) มีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.72 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้องค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid) ร้อยละ 72.0 และตัวแปรมีน้ำหนักความสำคัญในการบ่งชี้องค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid) น้อยที่สุดคือนำหุ้ยนยต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play-based

Learning) (Item9) มีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.57 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้องค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid) ร้อยละ 45.0 แสดงผลการวิเคราะห์ในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แสดงโมเดลการวัดวิธีการสอน (Teaching Aid)

ตารางที่ 4.20 : คะแนนองค์ประกอบและสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid)

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ			คะแนนองค์ประกอบ	R ²
	สัมประสิทธิ์	SE	t		
Item9	0.57	0.034	16.55	0.12	0.45
Item10	0.84	0.033	25.22	0.70	0.87
Item11	0.72	0.032	22.77	0.36	0.75
Chi-Square = 0.00, df = 0, p = 1.00, RMSEA = 0.000, GFI = 1.00, AGFI = 1.00					

4) ลักษณะของผู้เรียน (Learner)

ตัวแปรองค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner) ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรชี้วัดจำนวน 3 ตัวได้แก่ ตัวแปร 1) อายุของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item12) 2) เพศของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item13) และ 3) ความสนใจของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item14)

ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 3 ตัวขององค์ประกอบด้านลักษณะของผู้เรียน (Learner) จำนวน 3 คู่ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความสัมพันธ์กันระหว่าง 0.444 – 0.714 ผลการวิเคราะห์เมทริกซ์สหสัมพันธ์ด้วย Bartlett's test of Sphericity ได้ค่า Bartlett's test of Sphericity Chi-Square = 499.138, df = 3, p = .000 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร

สังเกตได้ไม่ใช่เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) และตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากพอที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ และค่าดัชนี Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) = 0.649 แสดงว่า ตัวแปรมีความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 4.21: แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Leaner)

	Item12	Item13	Item14
Item12	1	.444**	.714**
Item13	.444**	1	.458**
Item14	.714**	.458**	1

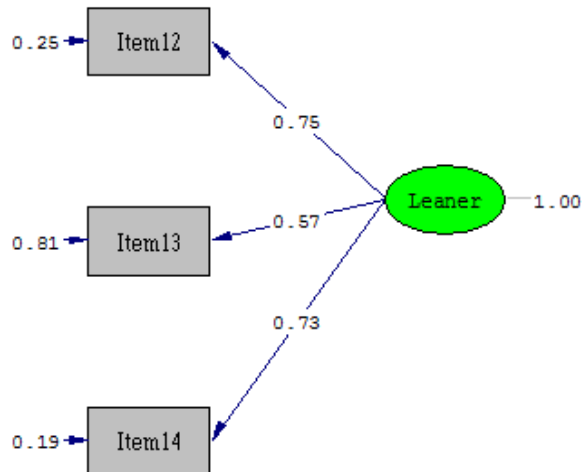
Bartlett's test of Sphericity Chi-Square =499.138, df = 3, p = 0.000, KMO = 0.649

หมายเหตุ * p < .05 ** p < .01

ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ค่า Chi-Square = 0.000, df = 0, p = 1.000, RMSEA = 0.000, GFI =1.00, AGFI = 1.00 แสดงให้เห็นว่าโมเดลการวัด ด้านลักษณะของผู้เรียน (Leaner) สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาตัวแปรสังเกตขององค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Leaner) พบว่า ตัวแปรมีน้ำหนักความสำคัญในการบ่งชี้ องค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Leaner) มากที่สุดได้แก่อายุของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item12) โดยมีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.75 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้องค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Leaner) ร้อยละ 69.0 รองลงมาเป็นตัวแปร ความสนใจของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item14) โดยมีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.73 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้องค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Leaner) ร้อยละ 74.0 ตัวแปรมีน้ำหนักความสำคัญในการบ่งชี้องค์ประกอบด้านลักษณะของผู้เรียน (Leaner) น้อยที่สุดคือ ตัวแปรสังเกตเพศของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item13) มีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.57 และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้องค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Leaner)

ร้อยละ 28.0 แสดงผลการวิเคราะห์ในภาพที่ 4.4



Chi-Square=0.00, df=0, P-value=1.00000, RMSEA=0.000

ภาพที่ 4.4 แสดงโมเดลการวัด ด้านลักษณะของผู้เรียน (Learner)

ตารางที่ 4.22 : คะแนนองค์ประกอบ และ สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบขององค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner)

น้ำหนักองค์ประกอบ					
ตัวแปร	สัมประสิทธิ์	SE	t	คะแนนองค์ประกอบ	R ²
Item12	0.75	0.041	18.51	0.47	0.69
Item13	0.57	0.047	11.97	0.11	0.28
Item14	0.73	0.038	19.04	0.59	0.74
Chi-Square = 0.00, df = 0, p = 1.00, RMSEA = 0.000, GFI = 1.00, AGFI = 1.00					

(5) คุณสมบัติหลัก (Main_Fe)

ตัวแปรองค์ประกอบด้านคุณสมบัติหลัก (Main_Fe) ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรชี้วัดจำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ 1) หุ่นยนต์มีความเสถียรในการทำงาน (หุ่นยนต์สามารถทำงานตามปกติต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน) (Item15) 2) หุ่นยนต์ง่ายต่อการใช้งาน (Item16) 3) หุ่นยนต์มีลักษณะทางกายภาพที่ปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก (Item17) และ 4) หุ่นยนต์มีความทนทานต่อการใช้งานกับเด็ก (Item18) ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 4 ตัวขององค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner) จำนวน 6 คู่พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความสัมพันธ์กันระหว่าง 0.729 – 0.797 ผลการวิเคราะห์เมทริกซ์สหสัมพันธ์ด้วย Bartlett's test of Sphericity ได้ค่า Bartlett's test of Sphericity Chi-Square = 1593.183, df = 6, p = .000 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ไม่ใช่เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) และตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากพอที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์

องค์ประกอบได้ และมีค่าดัชนี Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) = 0.859 แสดงว่า ตัวแปรมีความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตารางที่ 23

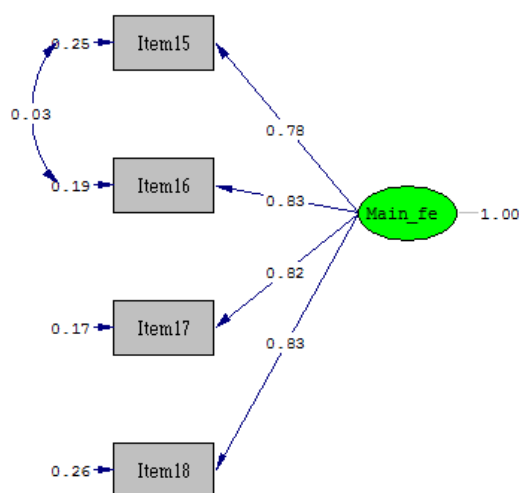
ตารางที่ 4.23: แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner)

	Item15	Item16	Item17	Item18
Item15	1	.785**	.748**	.729**
Item16	.785**	1	.797**	.750**
Item17	.748**	.797**	1	.761**
Item18	.729**	.750**	.761**	1

Bartlett's test of Sphericity Chi-Square =1595.183, df = 6, p = 0.000, KMO = 0.859

หมายเหตุ * p < .05 ** p < .01

ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ค่า Chi-Square = 1.68, df = 0, p = 1.000, RMSEA = 0.000, GFI = 1.00, AGFI = 1.00 แสดงให้เห็นว่าโมเดลการวัดองค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner) มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาตัวแปรขององค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner) พบว่า ตัวแปรมีน้ำหนักความสำคัญในการบ่งชี้ องค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner) มากที่สุดได้แก่ หุ่นยนต์มีความเสถียรในการทำงาน (หุ่นยนต์สามารถทำงานตามปกติต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน) (Item15) 2) หุ่นยนต์ง่ายต่อการใช้งาน (Item16) และ หุ่นยนต์มีความทนทานต่อการใช้งานกับเด็ก (Item18) โดยมีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.82 เท่ากัน และมีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้การวัดการองค์ประกอบด้านลักษณะของผู้เรียน (Learner) ร้อยละ 79.0 และ 73.0 ตามลำดับ ส่วนตัวแปรสังเกตที่มีน้ำหนักน้อยที่สุด คือ หุ่นยนต์มีความเสถียรในการทำงาน (หุ่นยนต์สามารถทำงานตามปกติต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน) (Item15) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.78 และ มีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้การวัดการองค์ประกอบด้านลักษณะของผู้เรียน (Learner) ร้อยละ 71.0 แสดงผลในภาพที่ 4.5



Chi-Square=1.68, df=1, P-value=0.19449, RMSEA=0.037

ภาพที่ 4.5 แสดงโมเดลการวัดลักษณะของผู้เรียน (Learner)

ตารางที่ 4.24 : คะแนนองค์ประกอบ และ สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Leaner)

น้ำหนักองค์ประกอบ					
ตัวแปร	สัมประสิทธิ์	SE	t	คะแนนองค์ประกอบ	R ²
Item15	0.78	0.034	22.71	0.21	0.71
Item16	0.83	0.034	24.68	0.31	0.79
Item17	0.82	0.033	25.12	0.37	0.80
Item18	0.83	0.035	23.39	0.25	0.73
Chi-Square = 1.68, df = 1, p = 0.19449, RMSEA = 0.037, GFI =1.00, AGFI = 0.98					

(6) เนื้อหาวิชา (Content)

ตัวแปรองค์ประกอบด้านเนื้อหาวิชาประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรชี้วัดจำนวน 3 ตัว ได้แก่ 1) สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาภาษา ต่างประเทศได้(Item19) 2) สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้(Item20) และ 3)สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาเกี่ยวกับเทคโนโลยี ได้ (Item21) ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 3 ตัวขององค์ประกอบด้านเนื้อหาวิชา(Content)จำนวน 3 คู่ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความสัมพันธ์กันระหว่าง 0.785 – 0.834 ผลการวิเคราะห์เมทริกซ์สหสัมพันธ์ด้วย Bartlett's test of Sphericity ได้ค่า Bartlett's test of Sphericity Chi-Square = 1198. 522, df = 6, p = .000 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า เมทริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ไม่ใช่เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) และตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากพอที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ และค่าดัชนี Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) = 0.761 แสดงว่า ตัวแปรมีความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบได้

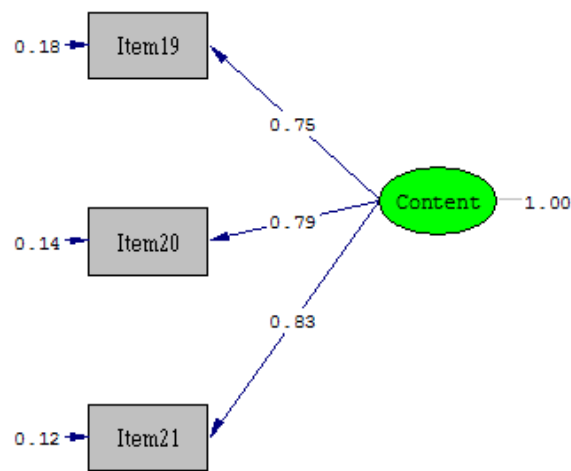
ตารางที่ 4.25: แสดงเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ของตัวแปรสังเกตได้ขององค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Content)

	Item19	Item20	Item21
Item19	1	.785**	.805**
Item20	.785**	1	.834**
Item21	.805**	.834**	1
Bartlett's test of Sphericity Chi-Square =1198.522, df = 3, p = 0.000, KMO = 0.761			

หมายเหตุ * p < .05 ** p < .01

ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ค่า Chi-Square = 0.000, df = 0, p = 1.000, RMSEA = 0.000, GFI =1.00, AGFI = 1.00 แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Content) มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาตัวแปรสังเกตขององค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Content) พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนัก

องค์ประกอบมากที่สุดได้แก่ สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาเกี่ยวกับเทคโนโลยี ได้ (Item21) โดยมีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.83 มีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้การวัดการองค์ประกอบด้านเนื้อหาวิชา (Content) ร้อยละ 85.0 รองลงมาเป็นตัวแปรสังเกต สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ (Item20) มีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.79 มีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้การวัดการองค์ประกอบด้านเนื้อหาวิชา (Content) ร้อยละ 81.0 ส่วนตัวแปรสังเกตที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดคือ สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาภาษาต่างประเทศได้ (Item19) มีค่าน้ำหนักตัวแปรเท่ากับ 0.75 มีความผันแปรร่วมของตัวบ่งชี้การวัดการองค์ประกอบด้านเนื้อหาวิชา (Content) ร้อยละ 76.0 แสดงผลในภาพที่ 4.6



Chi-Square=0.00, df=0, P-value=1.00000, RMSEA=0.000

ภาพที่ 4.6 แสดงโมเดลการวัด องค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Content)

ตารางที่ 4.26 : คะแนนองค์ประกอบและสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบขององค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner)

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ		t	คะแนนองค์ประกอบ	R ²
	สัมประสิทธิ์	SE			
Item19	0.75	0.031	24.30	0.29	0.76
Item20	0.79	0.031	25.72	0.39	0.81
Item21	0.83	0.031	26.75	0.49	0.85
Chi-Square = 0, df = 0, p = 1.000, RMSEA = 0.000, GFI = 1.00, AGFI = 1.00					

5.2 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของตัวแปรแฝง (Construct Reliability: ρ_c) และค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่สกัดได้ (Average Variance Extracted: ρ_v)

ตัวแปรแฝงในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง ตรวจสอบจากตัวชี้วัด 2 ตัว ได้แก่ ความเที่ยงของตัวแปรแฝง (Construct Reliability: ρ_c) และค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่สกัดได้ (Average Variance Extracted: ρ_v) โดยเกณฑ์มาตรฐาน คือ ค่าความเที่ยงของตัวแปรแฝง (ρ_c) ควรมีค่ามากกว่า 0.60 และค่าเฉลี่ยของการผันแปรที่ถูกสกัดได้ (ρ_v) ควรมีค่ามากกว่า 0.50 (สุภมาส อังศุโชติ และคณะ, 2554 อ้างอิงจาก Diamantopoulos & Siguaw, 2000) ซึ่งจะสรุปว่า การผันแปรในตัวชี้วัดส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากตัวแปรสร้างมากกว่าเป็นข้อผิดพลาดของมาตรวัด ซึ่งแสดงว่าตัวแปรแฝง มีความเที่ยง ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 4.27 : ความเที่ยงของตัวแปรแฝงและค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่สกัดได้

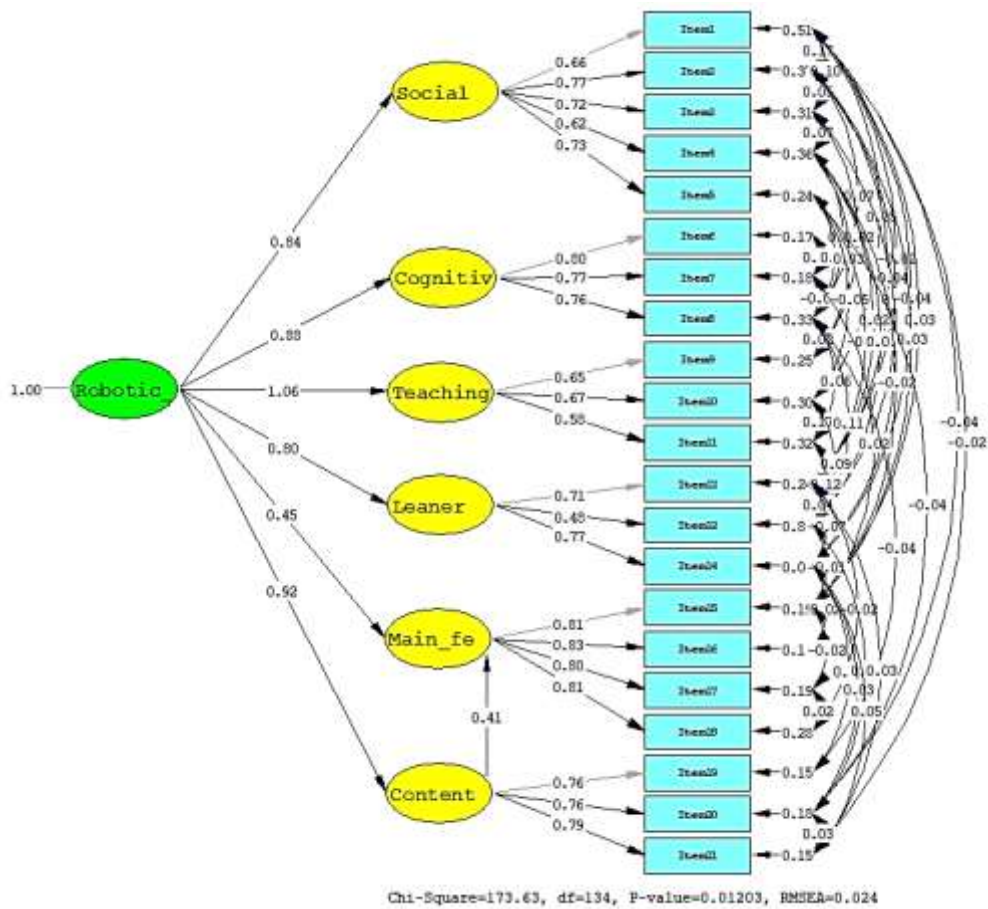
ตัวแปรแฝง	ความเที่ยงตัวแปรแฝง (ρ_c) (>0.60)	ความแปรปรวนเฉลี่ยที่สกัดได้ ด้วยองค์ประกอบ (ρ_v) (>0.50)
Social Relation	0.877	0.589
Cognitive Capacity	0.889	0.727
Teaching Aid	0.806	0.581
Leaner	0.767	0.532
Main_Fe	0.926	0.759
Content	0.918	0.788

จากตารางที่ 27 แสดงให้เห็นว่าความเที่ยงของตัวแปรแฝงทุกตัวมีค่าสูง โดยมีค่า ρ_c อยู่ระหว่าง 0.767 - 0.918 ซึ่งมากกว่า 0.60 และค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่สกัดได้ด้วยองค์ประกอบมีค่า ρ_v อยู่ระหว่าง 0.532 - 0.788 ซึ่งมากกว่า 0.50 แสดงว่า จากการประเมินโมเดลมาตรวัดได้หลักฐานที่ชัดเจนว่า การนิยามปฏิบัติการตัวแปรแฝงทั้งหมดถูกต้องและเชื่อถือได้

5.3 ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างตามสมมติฐาน

ผลการวิเคราะห์โมเดล มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียน ระดับประถมศึกษาของประเทศไทย ด้วยวิธีการ Maximum Likelihood ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LISREL 8.80 เพื่อทำการเปรียบเทียบถึงความกลมกลืนระหว่างโมเดลที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยเกณฑ์ในการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้เป็นตัวชี้วัดจำนวน 6 ตัว ได้แก่ χ^2 , CFI, GFI, AGFI, RMSEA และ SRMR ซึ่งมีเกณฑ์ดังตารางที่ 28 (Joreskog; & Sorbom, 1996) ผลการวิเคราะห์โมเดลและปรับพารามิเตอร์ในโมเดลโดยผ่อนคลायข้อตกลงเบื้องต้นให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์กันได้ จนกระทั่งค่าดัชนีผ่านเกณฑ์ทั้ง 6 ตัว P-value มากกว่า .05 จึงถือได้ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืน (Model Fit) กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.7 แสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้

ตารางที่ 4.28 : ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ หลังการปรับแก้โมเดล

ดัชนีความกลมกลืน	เกณฑ์	ค่าดัชนีที่วัดได้	ผลการพิจารณา
χ^2 / df	< 2.00	1.296	ผ่านเกณฑ์
CFI	> 0.95	1.000	ผ่านเกณฑ์
GFI	> 0.95	0.970	ผ่านเกณฑ์
AGFI	> 0.90	0.950	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	< 0.05	0.024	ผ่านเกณฑ์
SRMR	< 0.05	0.021	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 28 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความกลมกลืนของโมเดล พบว่า โมเดลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยมีค่าดัชนีความกลมกลืนทั้ง 6 ดัชนีที่ผ่านเกณฑ์ การยอมรับ คือค่าดัชนี $\chi^2/df = 1.296$, CFI = 1.000, GFI = 0.970, AGFI = 0.950, RMSEA = 0.024 และ SRMR = 0.021 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โมเดลแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างมีความเหมาะสม กลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

(1) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 1.296 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจาก ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2.00

(2) ดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (Comparative Fit Index: CFI) มีค่าเท่ากับ 1.000 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ เนื่องจากค่า CFI มีค่า 0.90 ขึ้นไป

(3) ดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมบูรณ์ (Absolute Fit Index) ที่ผู้วิจัยพิจารณาค่า 2 ดัชนี คือ ดัชนีวัดความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI) มีค่าเท่ากับ 0.970 และดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้ไขแล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.950 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากค่า GFI และค่า AGFI มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 และค่า GFI และค่า AGFI ที่ยอมรับได้มีค่ามากกว่า 0.90

(4) ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square Error of Approximation: RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.024 หมายถึง โมเดลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจาก ค่า RMSEA มีค่าน้อยกว่า 0.05 หรือมีค่าระหว่าง 0.05 ถึง 0.08

(5) ดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนในรูปความคลาดเคลื่อน โดยดัชนีที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการพิจารณา คือ รากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือมาตรฐาน (Standardized Root Mean Square Residual: SRMR) มีค่าเท่ากับ 0.021 แสดงว่า โมเดลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจาก มีค่าน้อยกว่า 0.05

ตารางที่ 4.29 : ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียน ระดับประถมศึกษาของประเทศไทย

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ					
	b	bata	SE	t	R ²	สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ
มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Robotic_EDQ)						
Social	0.84	0.94	0.057	14.76	0.89	0.11
Cognitiv	0.88	0.92	0.040	21.89	0.85	0.15
Teaching	1.00	1.00	0.048	22.15	1.00	-0.03
Leaner	0.80	0.76	0.051	15.61	0.58	0.42
Main_fe	0.41	0.45	0.091	4.49	0.70	0.30
Content	0.92	0.90	0.042	21.71	0.82	0.18

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ					
	b	bata	SE	t	R ²	สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ
ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation)						
Item1	0.66	0.64	-	-	0.41	0.03
Item2	0.77	0.75	0.043	17.71	0.56	0.15
Item3	0.72	0.76	0.045	16.16	0.58	0.11
Item4	0.62	0.68	0.048	12.93	0.46	0.29
Item5	0.73	0.80	0.050	14.68	0.64	0.07
สมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity)						
Item6	0.80	0.88	-	-	0.78	0.28
Item7	0.77	0.87	0.024	31.64	0.75	0.27
Item8	0.76	0.78	0.037	20.56	0.62	0.22
วิธีการสอน (Teaching Aid)						
Item9	0.65	0.81	-	-	0.65	0.12
Item10	0.67	0.79	0.033	20.42	0.62	0.13
Item11	0.58	0.73	0.031	18.47	0.53	0.03
ลักษณะของผู้เรียน (Leaner)						
Item12	0.71	0.84	-	-	0.70	0.38
Item13	0.48	0.48	0.055	8.69	0.23	-0.02
Item14	0.77	0.95	0.041	18.83	0.90	0.93
คุณสมบัติหลัก (Main_Fe)						
Item15	0.81	0.88	-	-	0.78	0.30
Item16	0.83	0.89	0.029	28.04	0.79	0.27
Item17	0.80	0.88	0.030	26.28	0.78	0.28
Item18	0.81	0.84	0.032	25.07	0.71	0.16
เนื้อหาวิชา (Content)						
Item19	0.76	0.89	-	-	0.80	0.36
Item20	0.76	0.88	0.028	27.28	0.77	0.26
Item21	0.79	0.90	0.027	28.95	0.81	0.31
Main_fe = 0.41 (Content)						
χ ² /df = 1.205, CFI = 1.000, GFI = 0.970, AGFI = 0.960, RMSEA = 0.019 , SRMR = 0.021						

ผลการศึกษา โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืน (Model Fit) กับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยค่าสถิติที่เป็นไปตามเกณฑ์จึงได้ข้อสรุปว่า

(1) องค์ประกอบมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Robotic_EDQ) เป็นผลมาจากองค์ประกอบย่อย 6 องค์ประกอบได้แก่ องค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation) องค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity) องค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid) องค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner) องค์ประกอบคุณสมบัติหลัก (Main_Fe) และองค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Content) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยองค์ประกอบที่มีน้ำหนักมากที่สุดได้แก่ องค์ประกอบวิธีการสอน(Teaching Aid) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 1.00 รองลงมาเป็นองค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.94

(2) องค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relation) เป็นผลมาจากตัวแปรสังเกต 5 ได้แก่

1) การแสดงอารมณ์ของหุ่นยนต์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน (หุ่นยนต์มีเสียงพูดการแสดงออกทางสีหน้าในอารมณ์พื้นฐาน (Item1) 2) หุ่นยนต์สร้างความสัมพันธ์เป็นเพื่อนกับผู้เรียน (Item2) 3) หุ่นยนต์สร้างสิ่งเร้าความสนใจ (Item3) 4) หุ่นยนต์ มีรูปร่างเหมือนสัตว์ หรือเหมือนตัวการ์ตูน (Item4) และ 5) หุ่นยนต์ มีคุณสมบัติปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) (Item5)อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ 5) หุ่นยนต์ มีคุณสมบัติปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) (Item5)มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.80 รองลงมาเป็นหุ่นยนต์ สร้างสิ่งเร้าความสนใจ (Item3) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.76 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักต่ำที่สุดคือการแสดงอารมณ์ของหุ่นยนต์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน (หุ่นยนต์มีเสียงพูด การแสดงออกทางสีหน้าในอารมณ์พื้นฐาน(Item1)มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.64

(3) องค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive Capacity) เป็นผลมาจากตัวแปรสังเกต 3 ได้แก่

1) หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบก่อนเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item6) 2) หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบหลังเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item7) และ 3) หุ่นยนต์ มีการรับข้อเสนอแนะจากผู้เรียน (Item8) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบก่อนเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item6)มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.88 รองลงมาเป็นหุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบหลังเรียนในตัวหุ่นยนต์ได้ (Item7)มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.76 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักต่ำที่สุดคือหุ่นยนต์ มีการรับข้อเสนอแนะจากผู้เรียน (Item8) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.78

(4) องค์ประกอบวิธีการสอน (Teaching Aid) เป็นผลมาจากตัวแปรสังเกต 3 ได้แก่

1) นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play-based Learning) (Item9) 2) นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) (Item10) และ 3)นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project -based Learning) (Item11) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ นำ

หุ่นยนต์มาเข้าร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play-based Learning) (Item9) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.81 รองลงมาเป็นนำหุ่นยนต์มาเข้าร่วมกับวิธีการสอนแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) (Item10) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.79 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักต่ำที่สุดคือนำหุ่นยนต์มาเข้าร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project-based Learning) (Item11)มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.73

(5) องค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Learner) เป็นผลมาจากตัวแปรสังเกต 3 ได้แก่

1) อายุของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item12) 2) เพศของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item13) และ 3) ความสนใจของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item14) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ ความสนใจของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item14) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.95 รองลงมาเป็นอายุของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item12) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.84 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักต่ำที่สุดคือเพศของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Item13)มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.48

(6) องค์ประกอบคุณสมบัติหลัก (Main_Fe) เป็นผลมาจากตัวแปรสังเกต 4 ตัวแปร ได้แก่

1) หุ่นยนต์มีความเสถียรในการทำงาน(หุ่นยนต์สามารถทำงานตามปกติต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน) (Item15) 2) หุ่นยนต์ง่ายต่อการใช้งาน (Item16) 3) หุ่นยนต์มีลักษณะทางกายภาพที่ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก (Item17) และ 4) หุ่นยนต์มีความทนทานต่อการใช้งานกับเด็ก (Item18) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ หุ่นยนต์ง่ายต่อการใช้งาน (Item16) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.89 รองลงมาเป็น หุ่นยนต์มีความเสถียรในการทำงาน(หุ่นยนต์สามารถทำงานตามปกติต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน) (Item15) และ หุ่นยนต์มีลักษณะทางกายภาพที่ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก (Item17) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.88 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักต่ำที่สุดคือ หุ่นยนต์มีความทนทานต่อการใช้งานกับเด็ก (Item18) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.84

(7) องค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Content) เป็นผลมาจากตัวแปรสังเกต 3 ตัวแปร ได้แก่

1) สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาภาษา ต่างประเทศได้ (Item19) 2) สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ (Item20) และ 3) สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาเกี่ยวกับเทคโนโลยี ได้ (Item21) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาเกี่ยวกับเทคโนโลยี ได้ (Item21) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.90 รองลงมาเป็นสามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาภาษา ต่างประเทศได้ (Item19) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.89 ตัวแปรที่มีน้ำหนักต่ำที่สุดคือสามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียน การสอน ในวิชาวิทยาศาสตร์ได้ (Item20) มีค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 0.88 และ องค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Content) มีอิทธิพลต่อ องค์ประกอบคุณสมบัติหลัก (Main_Fe) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ด้วยขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.41

ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลมิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ระหว่างสังกัด

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลมิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ระหว่างสังกัด 2 สังกัด คือ โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 255 คนและโรงเรียนในต่างจังหวัด จำนวน 255 คน โดยนำเสนอ 2 ตอนย่อยต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้จำแนกตามพื้นที่ ได้แก่ โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและโรงเรียนในต่างจังหวัด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้โรงเรียน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจำนวน 21 ตัว โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่าตัวแปรมิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.101 ถึง 0.779

เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity ซึ่งเป็นค่าสถิติทดสอบสมมติฐานว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) หรือไม่ พบว่ามีค่าเท่ากับ 3956.880 ($p < .000$) แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin measures of sampling adequacy: KMO) มีค่าเท่ากับ .930 ซึ่งเข้าใกล้ 1 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าตัวแปรต่างๆ ในข้อมูลชุดนี้มีความสัมพันธ์กันมากและมีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบได้ โดยมีรายละเอียดในตารางที่ 4.30

1.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้โรงเรียนในต่างจังหวัด

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจำนวน 21 ตัว โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่าตัวแปรมิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.190 ถึง 0.887

เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity ซึ่งเป็นค่าสถิติทดสอบสมมติฐานว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) หรือไม่ พบว่ามีค่าเท่ากับ 5144.411 ($p < .000$) แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin measures of sampling adequacy: KMO) มีค่าเท่ากับ .961 ซึ่งเข้าใกล้ 1 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าตัวแปรต่างๆ ในข้อมูลชุดนี้มีความสัมพันธ์กันมากและมีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบได้ โดยมีรายละเอียดในตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.30 : ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรกลุ่มตัวอย่างสังกัดโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (n=255)

[illegible]

ตารางที่ 4.31 : ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรกลุ่มตัวอย่างสังกัดโรงเรียนในต่างจังหวัด (n=255)

[illegible]

2. ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลมิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ระหว่างสังกัด

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ตามตัวแปรสังกัด ประกอบด้วยสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล ซึ่งค่าพารามิเตอร์ในโมเดลที่ทำการทดสอบประกอบด้วย 4 เมทริกซ์ คือ สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายใน (Λ_Y) ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Θ_Y) สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรแฝงในบนตัวแปรแฝงนอก (Γ) และความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนตัวแปรสังเกตภายใน (Ψ) รวมสมมติฐานที่ทำการทดสอบทั้งสิ้น 5 สมมติฐาน

สมมติฐานที่ใช้สำหรับการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ประกอบด้วย

1. H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมทริกซ์ และสถานะของพารามิเตอร์เป็นแบบกำหนดเป็นแบบ Λ และ Γ เหมือนกัน)
2. $H_{\text{form}\Lambda Y}$: $\Lambda_Y^{(1)} = \Lambda_Y^{(2)}$
3. $H_{\text{form}\Lambda Y \Theta Y}$: $\Lambda_Y^{(1)} = \Lambda_Y^{(2)}, \Theta_Y^{(1)} = \Theta_Y^{(2)}$
4. $H_{\text{form}\Lambda Y \Theta Y \Gamma}$: $\Lambda_Y^{(1)} = \Lambda_Y^{(2)}, \Theta_Y^{(1)} = \Theta_Y^{(2)}, \Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}$
5. $H_{\text{form}\Lambda Y \Theta Y \Gamma \Psi}$: $\Lambda_Y^{(1)} = \Lambda_Y^{(2)}, \Theta_Y^{(1)} = \Theta_Y^{(2)}, \Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}, \Psi^{(1)} = \Psi^{(2)}$

ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ระหว่าง 2 สังกัด ตามสมมติฐานดังกล่าวข้างต้น แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 : ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ตามตัวแปรสังกัด

สมมติฐาน	χ^2	df	χ^2/df	p	GFI	NFI	RFI	RMR
1. H_{form}	357.082	319	1.048	0.07	0.930	0.989	0.985	0.027
2. $H_{\text{form}\Lambda Y}$	354.941	318	1.116	0.08	0.930	0.989	0.985	0.027
3. $H_{\text{form}\Lambda Y \Theta Y}$	326.015	314	1.038	0.309	0.950	0.990	0.986	0.024
4. $H_{\text{form}\Lambda Y \Theta Y \Gamma}$	321.284	313	1.026	0.361	0.950	0.990	0.987	0.024
5. $H_{\text{form}\Lambda Y \Theta Y \Gamma \Psi}$	321.957	315	1.022	0.381	0.951	0.990	0.987	0.027
	$\Delta \chi^2_{2-1} = 2.141$				$\Delta df_{2-1} = 1$			
	$\Delta \chi^2_{3-2} = 28.926$				$\Delta df_{3-2} = 4$			
	$\Delta \chi^2_{4-3} = 4.731$				$\Delta df_{4-3} = 1$			

$$\Delta\chi^2_{5-4} = 0.673$$

$$\Delta df_{5-4} = 2$$

หมายเหตุ $\Delta\chi^2_{a-b}$ หมายถึง ผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

Δdf_{a-b} หมายถึง ผลต่างของค่าองศาอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

จากตารางที่ 4.32 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุตัวบ่งชี้มิติคุณภาพ การศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ระหว่างสังกัด ในสมมติฐานแรก (H_{form}) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล โดยไม่มีการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างสังกัดที่ต่างกันมีค่าเท่ากัน ซึ่งก็คือ การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในแต่ละกลุ่มประชากรนั่นเอง ผลการทดสอบพบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานแรก (H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน) ซึ่งให้ค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 357.082 องศาอิสระ (df) เท่ากับ 319 ที่ระดับความน่าจะเป็น (P) เท่ากับ .07 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ .930 ค่าดัชนีวัดความเป็นปกติ (NFI) เท่ากับ .989 ค่าดัชนีวัดระดับความสัมพันธ์ (RFI) เท่ากับ .985 ค่าดัชนีกำลังสองของส่วนที่เหลือ (RMR) เท่ากับ .027 และ χ^2/df เท่ากับ 1.048 จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ค่าสถิติทั้งหมดมีความสอดคล้องกัน โดยค่ามีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ($p > .05$) และค่า GFI, NFI และ RFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMR มีค่าเข้าใกล้ 0 และค่าไค-สแควร์สัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 2 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นคือ รูปแบบของโมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มสังกัด

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 ($H_{form\Delta Y}$) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายใน (ΔY) โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันทั้ง 2 สังกัด ผลการทดสอบพบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 2 ($\Lambda_Y^{(1)} = \Lambda_Y^{(2)}$) โดยผลการวิเคราะห์ได้ค่าไค-สแควร์ (χ^2) = 354.941, df = 318, p = .08 นอกจากนี้ GFI = .930, NFI = .989, RFI = .985, RMR = .027, และ χ^2/df = 1.116 จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ค่า GFI, NFI, และ RFI มีค่าเท่าเดิม ส่วนค่า χ^2/df มีค่าเพิ่มขึ้น จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก และเมื่อพิจารณาผลต่างของค่าไค-สแควร์รวมระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.141 ที่ df เท่ากับ 1 เมื่อเทียบกับค่าวิกฤตไค-สแควร์จากตารางที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.84 แสดงให้เห็นว่า ผลต่างของไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่า การกำหนดเงื่อนไขโดยให้ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายใน (ΔY) ไม่แตกต่างกัน ทำให้โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นคือ ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายใน (ΔY) หรือค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ในโมเดลไม่มีความแปรเปลี่ยนระหว่าง 2 สังกัด

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 3 ($H_{form\Delta Y\Theta Y}$) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ภายใน (ΘY) โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันทั้ง 2 สังกัด ผลการทดสอบพบว่า ปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 3 ($\Theta Y^{(1)} = \Theta Y^{(2)}$) โดยผลการวิเคราะห์ได้ค่าไค-สแควร์ (χ^2) = 326.015, df = 314, p = .309 นอกจากนี้ GFI = .950, NFI = .990, RFI = .986, RMR = .024,

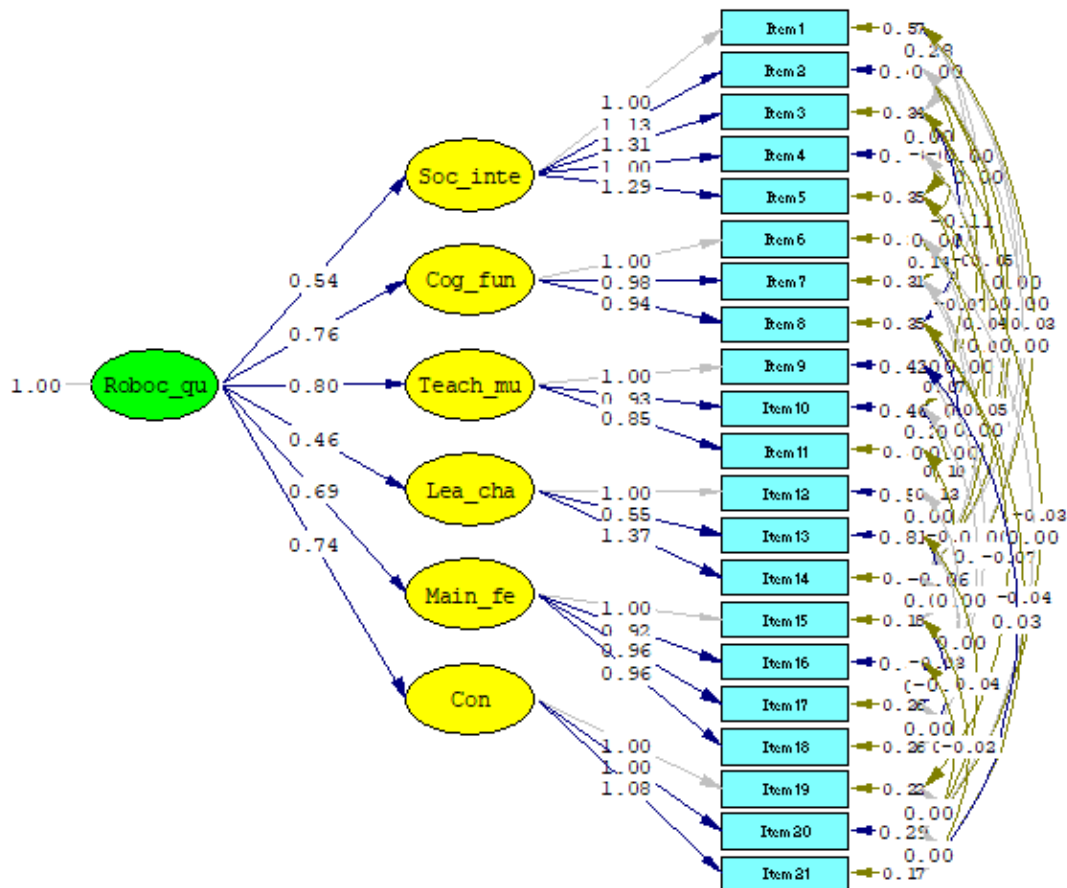
และ $\chi^2/df = 1.038$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ค่า GFI, NFI, และ RFI มีค่าเท่าเดิม ส่วนค่า χ^2/df มีค่าลดลง จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก และเมื่อพิจารณาผลต่างของค่าไค-สแควร์รวมระหว่างสมมติฐานที่ 3 และ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 28.926 ที่ df เท่ากับ 4 เมื่อเทียบกับค่าวิกฤตไค-สแควร์จากตารางที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.49 แสดงให้เห็นว่า ผลต่างของไค-สแควร์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่า การกำหนดเงื่อนไขโดยให้ค่าพารามิเตอร์ของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Θ_Y) แตกต่างกัน ทำให้โมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นคือ ค่าพารามิเตอร์ของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Θ_Y) หรือค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ในโมเดลมีความแปรเปลี่ยนระหว่าง 2 สังกัด

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 4 ($H_{form\Delta Y\Theta Y\Gamma}$) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรแฝงในบนตัวแปรแฝงนอก (Γ) โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันทั้ง 2 สังกัด ผลการทดสอบพบว่า ปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 4 ($\Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}$) โดยผลการวิเคราะห์ได้ค่าไค-สแควร์ (χ^2) = 321.284, df = 313, p = .361 นอกจากนี้ GFI = .950, NFI = .990, RFI = .987, RMR = .024, และ $\chi^2/df = 1.026$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ค่า GFI, NFI, และ RFI มีค่าเท่าเดิม ส่วนค่า χ^2/df มีค่าลดลง จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก และเมื่อพิจารณาผลต่างของค่าไค-สแควร์รวมระหว่างสมมติฐานที่ 4 และ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.731 ที่ df เท่ากับ 1 เมื่อเทียบกับค่าวิกฤตไค-สแควร์จากตารางที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.84 แสดงให้เห็นว่า ผลต่างของไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่า การกำหนดเงื่อนไขโดยให้ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรแฝงในบนตัวแปรแฝงนอก (Γ) มีค่าไม่เท่ากัน ทำให้โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นคือ ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรแฝงในบนตัวแปรแฝงนอก (Γ) หรือค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ในโมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่าง 2 สังกัด

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 5 ($H_{form\Delta Y\Theta Y\Gamma\Psi}$) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนตัวแปรสังเกตภายใน (Ψ) โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันทั้ง 2 สังกัด ผลการทดสอบพบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานข้อที่ 5 ($\Psi^{(1)} = \Psi^{(2)}$) โดยผลการวิเคราะห์ได้ค่าไค-สแควร์ (χ^2) = 321.957, df = 315, p = .381 นอกจากนี้ GFI = .951, NFI = .990, RFI = .987, RMR = .027, และ $\chi^2/df = 1.022$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ค่า GFI, NFI, และ RFI มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่า χ^2/df มีค่าลดลง จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก และเมื่อพิจารณาผลต่างของค่าไค-สแควร์รวมระหว่างสมมติฐานที่ 5 และ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.673 ที่ df เท่ากับ 2 เมื่อเทียบกับค่าวิกฤตไค-สแควร์จากตารางที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.99 แสดงให้เห็นว่า ผลต่างของไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่า การกำหนดเงื่อนไขโดยให้ค่าพารามิเตอร์ของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Ψ) ไม่แตกต่างกัน ทำให้โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นคือ ค่าพารามิเตอร์ของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Ψ) หรือค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ในโมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่าง 2 สังกัด

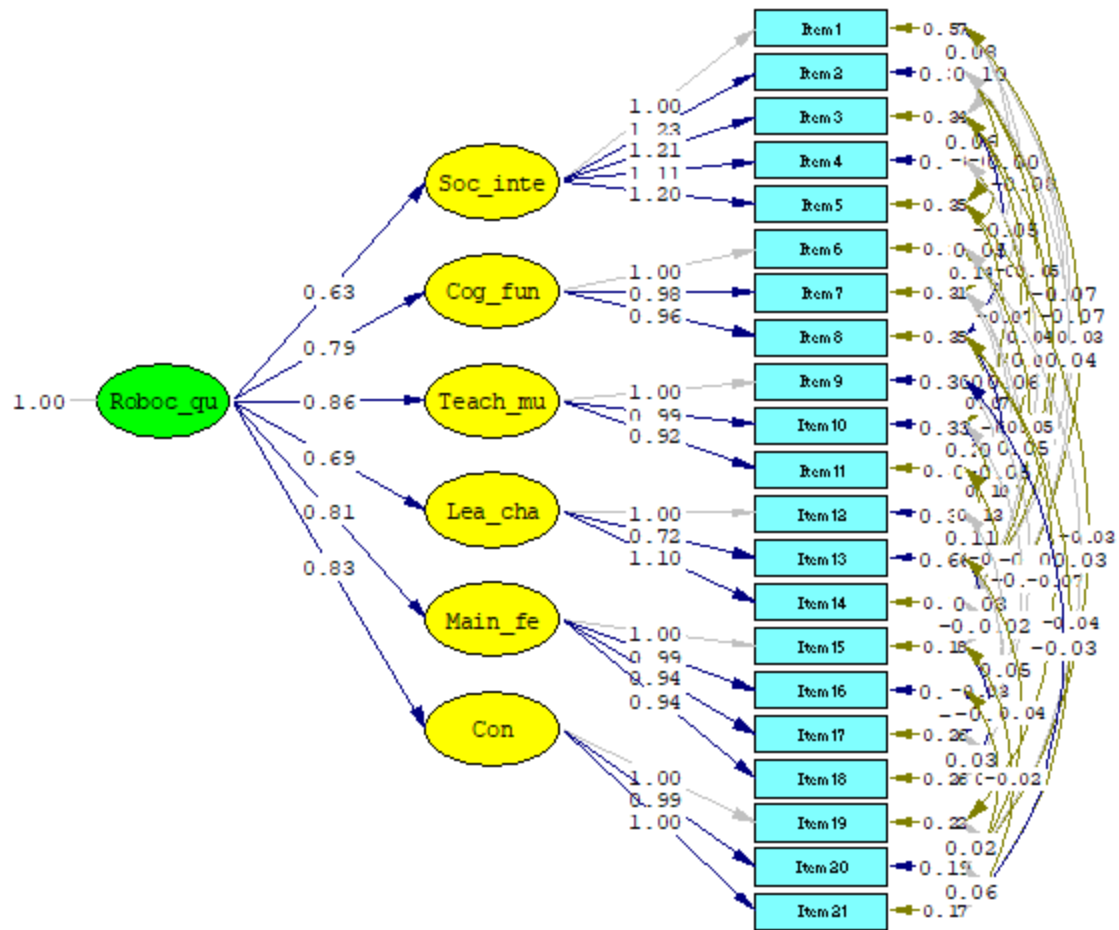
ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ระหว่าง 2 สังกัด ได้แก่ โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและโรงเรียนในต่างจังหวัด สรุปได้ว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายใน (Λ) ค่าพารามิเตอร์ของความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนตัวแปรสังเกตภายใน (Ψ) แต่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Θ) และค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรแฝงในบนตัวแปรแฝงนอก (Γ) หรือค่าน้ำหนักองค์ประกอบของมิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้

การนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ผู้วิจัยนำเสนอเฉพาะโมเดลที่มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ซึ่งเป็นโมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขกำหนดให้พารามิเตอร์ของโมเดลตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้มีค่าเท่ากันระหว่าง 2 กลุ่ม เป็นโมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงได้ดังภาพที่ 4.8 และ 4.9



Chi-Square=321.96, df=315, P-value=0.38146, RMSEA=0.009

ภาพที่ 4.8 โมเดลตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ในสังกัดโรงเรียน
ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล



Chi-Square=321.96, df=315, P-value=0.38146, RMSEA=0.009

ภาพที่ 4.9 โมเดลตัวบ่งชี้มิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ในสังกัดโรงเรียนในต่างจังหวัด

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานของตัวบ่งชี้ทั้ง 21 ตัวบ่งชี้จำแนกตามสังกัดพบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 : ค่าสถิติผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล

สังกัด ตัวแปร	ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล					ในต่างจังหวัด				
	b(SE)	B	t	R ²	สปส.	b(SE)	B	t	R ²	สปส.
ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Soc_inte)										
Item1	1.00	0.628	-	0.394	0.014	1.00	0.672	-	0.451	0.015
Item2	1.128(0.078)	0.704	14.539*	0.495	0.071	1.225(0.089)	0.830	13.764*	0.689	0.136
Item3	1.308(0.115)	0.808	11.360*	0.653	0.183	1.214(0.089)	0.820	13.647*	0.672	0.145
Item4	0.998(0.111)	0.613	9.004*	0.376	0.045	1.106(0.097)	0.756	11.396*	0.571	0.063
Item5	1.286(0.114)	0.799	11.276*	0.638	0.149	1.201(0.098)	0.812	12.234*	0.660	0.151
สมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun)										
Item6	1.00	0.842	-	0.709	0.149	1.00	0.851	-	0.725	0.166
Item7	0.976(0.044)	0.822	22.140*	0.676	0.100	0.983(0.042)	0.834	23.040*	0.695	0.129
Item8	0.943(0.062)	0.796	15.297*	0.633	0.231	0.963(0.060)	0.813	16.009*	0.661	0.213
วิธีการสอน (Teach_mu)										
Item9	1.00	0.764	-	0.584	0.047	1.00	0.837	-	0.700	0.056
Item10	0.926(0.075)	0.726	12.372*	0.526	0.090	0.995(0.060)	0.821	16.646*	0.673	0.094
Item11	0.848(0.074)	0.679	11.465*	0.462	-0.028	0.917(0.065)	0.735	14.091*	0.540	-0.037
ลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha)										
Item12	1.00	0.670	-	0.449	0.094	1.00	0.837	-	0.701	0.194
Item13	0.554(0.093)	0.380	5.951*	0.144	0.032	0.722(0.063)	0.598	11.481*	0.357	0.035
Item14	1.369(0.095)	0.918	14.473*	0.842	0.488	1.096(0.061)	0.981	17.978*	0.843	0.500
คุณสมบัติหลัก (Main_fe)										
Item15	1.00	0.904	-	0.817	0.410	1.00	0.906	-	0.821	0.291
Item16	0.915(0.054)	0.822	17.071*	0.676	0.041	0.990(0.046)	0.899	21.488*	0.808	0.196
Item17	0.960(0.054)	0.859	17.748*	0.737	0.173	0.941(0.052)	0.857	18.018*	0.735	0.175
Item18	0.962(0.058)	0.859	16.637*	0.738	0.284	0.939(0.050)	0.857	18.856*	0.734	0.148
เนื้อหาวิชา (Con)										
Item19	1.00	0.870	-	0.756	0.228	1.00	0.889	-	0.791	0.223
Item20	0.995(0.054)	0.839	17.893*	0.705	0.160	0.991(0.044)	0.901	22.417*	0.812	0.152
Item21	1.076(0.051)	0.910	21.109*	0.827	0.311	1.005(0.045)	0.914	22.375*	0.836	0.272
Soc_inte	0.545(0.053)	0.891	10.303*	0.794	-	0.628(0.055)	0.915	11.393*	0.837	-
Cog_fun	0.757(0.053)	0.914	14.264*	0.835	-	0.793(0.053)	0.920	14.867*	0.847	-
Teach_mu	0.801(0.054)	1.041	14.910*	1.084	-	0.862(0.050)	1.035	17.155*	1.072	-
Lea_cha	0.464(0.050)	0.696	9.199*	0.484	-	0.686(0.055)	0.820	12.563*	0.672	-
Main_fe	0.689(0.054)	0.768	12.718*	0.590	-	0.805(0.051)	0.886	15.457*	0.784	-
Con	0.738(0.051)	0.885	14.487*	0.784	-	0.834(0.054)	0.907	15.435*	0.822	-

ค่าสถิติ: Chi-square=321.957, df=315, p=0.381, GFI=0.951, RMR=0.027, RMSEA=0.009

หมายเหตุ: *p<.01

จากตารางข้างต้น เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปแบบคะแนนมาตรฐานของตัวบ่งชี้มิติคุณภาพ การศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ของโรงเรียนจำแนกตามสังกัด พบว่า โรงเรียนในสังกัดเขตกรุงเทพมหานคร และปริณทลน้ำหนักร่องค์ประกอบทั้ง 6 ่องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Soc_inte) (2) สมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) (3) วิธีการสอน (Teach_mu) (4) ลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha) (5) คุณสมบัติหลัก (Main_fe) และ (6) เนื้อหาวิชา (Con) มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนัก ่องค์ประกอบเท่ากับ 0.696 ถึง 1.041 โดยวิธีการสอน (Teach_mu) มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดเท่ากับ 1.041 รองลงมา คือ สมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) มีน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.914 และลักษณะของ ผู้เรียน (Lea_cha) มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุดเท่ากับ 0.696 และมีความแปรปรวนร่วมกับมิติของคุณภาพ การศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Roboc_qu) ร้อยละ 48.4 ถึง 100 โดยวิธีการสอน (Teach_mu) มีค่า ความแปรปรวนมากที่สุดร้อยละ 100 รองลงมา คือ สมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) มีค่าความแปรปรวนร้อย ละ 83.5 และลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha) มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุดร้อยละ 48.4

สำหรับในองค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Soc_inte) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item3, Item5, Item2, Item1 และ Item4 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .808 .799 .704 .628 และ .613 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Soc_inte) ร้อยละ 65.3 63.8 49.5 39.4 และ 37.6 ตามลำดับ

องค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดย สามารถเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item6, Item8, และ Item7 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .842 .822 และ .796 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) ร้อยละ 70.9 67.6 และ 63.3 ตามลำดับ

องค์ประกอบวิธีการสอน (Teach_mu) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถเรียงค่า น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item9, Item10, และ Item11 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .764 .726 และ .679 ตามลำดับ และมีความแปรปรวน ร่วมกับองค์ประกอบวิธีการสอน (Teach_mu) ร้อยละ 58.4 52.6 และ 46.2 ตามลำดับ

องค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถ เรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item14, Item12, และ Item13 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .918 .670 และ .380 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha) ร้อยละ 84.2 44.9 และ 14.4 ตามลำดับ

องค์ประกอบคุณสมบัติหลัก (Main_fe) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถเรียงค่า น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item15, Item18, Item17 และ Item16 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .904 .859 .859 และ .822 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบคุณสมบัติหลัก (Main_fe) ร้อยละ 81.7 73.8 73.7 และ 67.6 ตามลำดับ

องค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Con) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item21, Item19, และ Item20 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .910 .870 และ .839 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Con) ร้อยละ 82.7 75.6 และ 70.5 ตามลำดับ

โรงเรียนในต่างจังหวัด น้ำหนักองค์ประกอบทั้ง 6 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Soc_inte) (2) สมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) (3) วิธีการสอน (Teach_mu) (4) ลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha) (5) คุณสมบัติหลัก (Main_fe) และ (6) เนื้อหาวิชา (Con) มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.820 ถึง 1.035 โดยวิธีการสอน (Teach_mu) มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดเท่ากับ 1.035 รองลงมา คือ สมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) มีน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.920 และลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha) มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุดเท่ากับ 0.820 และมีความแปรปรวนร่วมกับมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ (Roboc_qu) ร้อยละ 67.2 ถึง 100 โดยวิธีการสอน (Teach_mu) มีความแปรปรวนมากที่สุดร้อยละ 100 รองลงมา คือ สมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) มีความแปรปรวนร้อยละ 84.7 และลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha) มีความแปรปรวนน้อยที่สุดร้อยละ 67.2

สำหรับในองค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Soc_inte) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item2, Item3, Item5, Item4 และ Item1 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .830 .820 .812 .756 และ .672 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Soc_inte) ร้อยละ 68.9 67.2 66 57.1 และ 45.1 ตามลำดับ

องค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item6, Item7, และ Item8 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .851 .834 และ .813 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบสมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) ร้อยละ 70 67.3 และ 54 ตามลำดับ

องค์ประกอบวิธีการสอน (Teach_mu) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item9, Item10, และ Item11 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .839 .817 และ .735 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบวิธีการสอน (Teach_mu) ร้อยละ 70.3 66.7 และ 54 ตามลำดับ

องค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item14, Item12, และ Item13 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .981 .837 และ .598 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha) ร้อยละ 83.4 70.1 และ 35.7 ตามลำดับ

องค์ประกอบคุณสมบัติหลัก (Main_fe) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item15, Item16, Item17 และ Item18 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .906 .899 .857 และ .857 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบคุณสมบัติหลัก (Main_fe) ร้อยละ 82.1 80.8 73.5 และ 73.4 ตามลำดับ

องค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Con) ตัวบ่งชี้ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสามารถเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนมาตรฐานจากมากไปน้อย ได้แก่ Item21, Item20, และ Item19 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .914 .901 และ .889 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนร่วมกับองค์ประกอบเนื้อหาวิชา (Con) ร้อยละ 83.6 81.2 และ 79.1 ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้มีคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ของโรงเรียนจำแนกตามสังกัด แสดงให้เห็นว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ในแต่ละสังกัดและค่าน้ำหนักองค์ประกอบหลักของมิติคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ คือ (1) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Soc_inte) (2) สมรรถนะของการรู้คิด (Cog_fun) (3) วิธีการสอน (Teach_mu) (4) ลักษณะของผู้เรียน (Lea_cha) (5) คุณสมบัติหลัก (Main_fe) และ (6) เนื้อหาวิชา (Con) พบว่ามีความแปรเปลี่ยนหรือมีค่าไม่เท่ากันระหว่างสังกัด

ส่วนที่ 3 ผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิจึงให้ความเห็นว่า ให้ดำเนินการพัฒนาหุ่นยนต์ให้เป็นที่ประจักษ์ชัด โดยมีคำแนะนำในการพัฒนาหุ่นยนต์ ดังนี้

1. ด้านลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์

- รูปทรงของหุ่นยนต์อาจเปลี่ยนจากกล่องที่ใช้อยู่ เป็นส่วนที่สร้างมาจากเครื่องพิมพ์เอกสาร 3 มิติ
- หุ่นยนต์แข็งแรงเกินไปสำหรับเด็กประถม เพราะบางทีเด็กอาจนำไปทอดนอน
- ไม่สะดวกในการพกพา อาจเปลี่ยนเป็นตัวเล็กกว่านี้ สามารถพกเป็นพวงกุญแจได้ พกใส่กระเป๋าได้
- ลักษณะของหุ่นยนต์ ควรมีหลากหลายแบบ เพราะตอนนี้รูปร่างยังไม่ตอบโจทย์เด็กประถมมากนัก โดยอาจซื้อตุ๊กตาที่มีวางขายทั่วไปมา แล้วนำแผงระบบใส่เข้าไป จะได้มีหุ่นยนต์ที่หลากหลายรูปแบบมากขึ้น
- หุ่นยนต์เมื่อเปิดเครื่องแล้ว ควรมีระบบ Stand By ด้วยตัวเอง เมื่อไม่มีการใช้งาน
- แสงไฟ อาจลดความสว่างลงหน่อย หรือเมื่อมีคนใช้งานให้ลดแสงสว่าง แต่ไม่มีคนใช้งานไฟสว่างเท่าเดิมก็ได้
- เมื่อเปิดไว้นาน ๆ ควรระวังความร้อนจากแสงไฟและแบตเตอรี่ด้วย
- กล่องหน้าหุ่นอาจขยับเข้าไปไว้ด้านใน เพื่อระวังการกระแทกแล้วเสียหาย
- การชาร์จแบตเตอรี่ อาจเปลี่ยนจากชาร์จด้วยสายไฟเป็นชาร์จแบบ Wireless น่าจะสะดวกกว่าเมื่อเด็กนำกลับไปใช้งานที่บ้าน
- การใช้งานแบตเตอรี่ควรมีความยาวนานในการใช้งาน คือ ควรใช้ได้หลายชั่วโมง
- เมื่อป้อนอาหารให้หุ่นยนต์ อาจส่งเสียงตอบรับหรือร้องเพลง เพื่อแสดงการตอบรับ

- ควรเพิ่มระบบภายในหุ่นยนต์ให้ทำงานในตัวเอง เพราะตอนนี้ระบบการทำงานอยู่ที่แอปพลิเคชันและ Moodle โดยในการสร้างระบบนั้นอาจใช้ Raspberry Pi ที่เป็นเหมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กจิ๋ว หรือใช้สมาร์ทโฟนในการควบคุมเปรียบเสมือนสมองของหุ่นยนต์
- ระบบภายในหุ่นยนต์ ไม่ควรมาก เพราะยิ่งมากยิ่งเสียหายได้เร็ว และรักษาได้ยาก
- ควรมี Microcontroller ให้ผู้เรียนเขียนเองได้ เช่น สามารถเขียนชื่อตัวเองลงไปบนหุ่นยนต์ได้

2.ด้านเทคโนโลยีการศึกษาและกิจกรรมการเรียนการสอน

- หุ่นยนต์ควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานมากกว่านี้
- เมื่อผู้เรียน Log in เข้าสู่ระบบ Moodle หุ่นยนต์ควรมีการทักทายหรือพูดคุยกับผู้เรียน
- ขณะที่ผู้เรียนกำลังเรียนผ่าน Moodle หุ่นควรมีบทบาทบ้าง เช่น ส่งเสียงให้กำลังใจ หรือขยับ
- หุ่นยนต์อาจพูดโต้ตอบ หรือถามคำถามผู้ใช้งาน เช่น นักเรียนต้องการเรียนบทเรียน A หรือบทเรียน B ครับ เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความยึดมั่นผูกพัน
- ระหว่างการเรียนมีการให้รางวัลระหว่างทางเพื่อเพิ่มความท้าทายของผู้เรียน
- แสดงลำดับที่ในการเรียนบน Moodle ไม่ใช่แค่ Level ของผู้เรียน
- การแสดงผล Level up อาจแสดง Level down ด้วย เมื่อผู้เรียนไม่เข้ามาเรียนเป็นเวลานาน
- ภาษาหรือคำที่ใช้ควรให้เหมาะกับช่วงวัยของนักเรียน และใช้ภาษาที่ทำให้เด็กสนุกได้
- ตัว Avatar ควรให้ผู้เรียนออกแบบ แต่งตัวได้ตามวิชาที่เรียน เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ เรียนเรื่อง ดวงดาว และอวกาศ เมื่อ Level up ให้เลือกชุดนักบินอวกาศได้ เป็นต้น
- พื้นหลังใน Moodle ควรเปลี่ยนภาพพื้นหลังได้วิชาและบทเรียนต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากขึ้น

3.ด้านวิจัยและการวัดประเมินผล

- ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณากระบวนการวิจัยและนำไปปรับแก้แบบวัดและแบบประเมินต่างๆ ดังนี้ แบบวัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูม บางข้อคำถามการวิเคราะห์ยังไม่ตรงกับแบบวัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูม ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำการปรับแก้ไขเรียบร้อยแล้ว
- แบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้เป็นการถามคำถามจากผู้สอน เนื่องจากผู้เรียนบางคนอาจจะยังอ่านหนังสือไม่คล่อง และปรับแก้ข้อคำถามให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา
- แบบสอบถามปัจจัย ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ทำการศึกษาองค์ประกอบ
- แบบรับรองรูปแบบ ควรมีการปรับคำเล็กน้อย เพื่อให้ข้อคำถามเกิดความเหมาะสมและชัดเจนยิ่งขึ้น

สรุป ผลการศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนและการใช้หุ่นยนต์

ผู้สอนจำนวน 400 คนให้ความเห็นว่า ยังมีข้อจำกัดในด้านการใช้งานหุ่นยนต์เนื่องจากไม่คุ้นเคยและมีส่วนเห็นว่ายังไม่มีคามจำเป็นเนื่องจากการใช้งานเพราะยังไม่เคยมีประสบการณ์ด้านการใช้หุ่นยนต์มาก่อน โดยส่วนใหญ่ในกลุ่มสาระภาษาไทยมีผู้ตอบมากถึงร้อยละ 85 นอกจากนี้ยังเห็นว่าการใช้งานด้วยสมาร์ทโฟนน่าจะ

ส่งผลต่อการเรียนในปัจจุบันได้ดีกว่า ทั้งนี้จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 22 ท่านพบว่า การจะพัฒนาหุ่นยนต์ให้เหมาะสมต่อการเรียนการสอนจะต้องพัฒนาในส่วนของการมีปฏิสัมพันธ์ โดยผสมผสานโมบายแอปพลิเคชันไปด้วย เพื่อให้ผู้สอนที่มีความคุ้นเคยได้ใช้งานร่วมกับหุ่นยนต์ โดยหุ่นยนต์ที่จะพัฒนาขึ้นต้องสามารถช่วยการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้มากกว่าที่จะทำหน้าที่แทนผู้สอน ทั้งนี้ในระยะเวลาของการพัฒนาและงบประมาณที่จำกัด จึงทำให้ขอบเขตของตัวหุ่นยนต์ยังมีข้อจำกัดในบางส่วน โดยการออกแบบหุ่นยนต์ควรที่จะให้หุ่นยนต์มีการแสดงท่าทางได้ มีเสียงและการกระตุ้นให้ผู้เรียนเข้ามาเรียนรวมทั้งรู้ลักษณะของหุ่นยนต์ควรน่าสนใจสำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ระยะที่ 2 ผลการสร้างหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

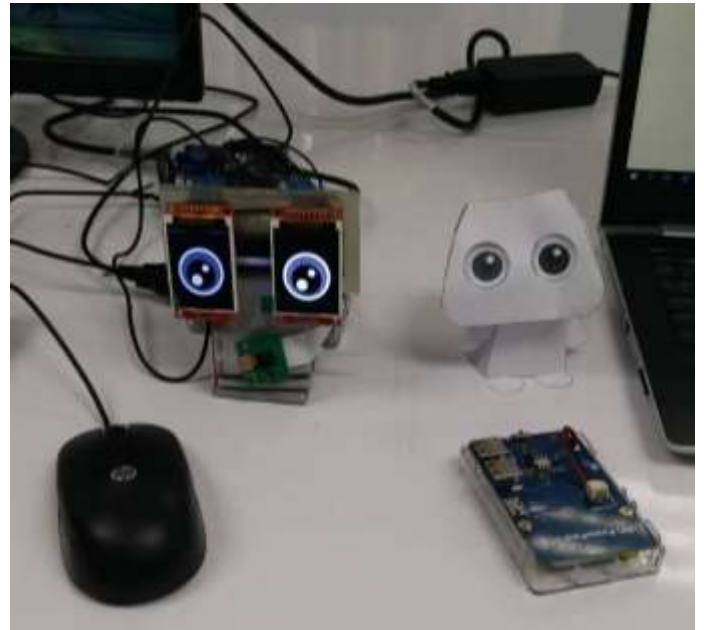
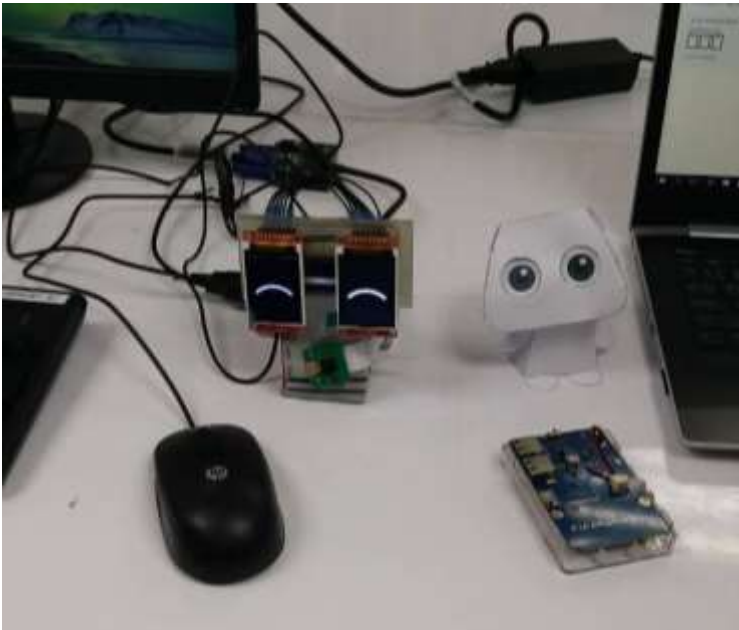
ดำเนินการสร้างหุ่นยนต์ตามขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 1 โดยศึกษาข้อมูลได้แก่ การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเอกสาร วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ดังนี้ 1. แนวคิดเกมเป็นฐาน (Game Based Learning) 2. ความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้ (Engagement) 3. โมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) 4. การเรียนการสอนระดับประถมศึกษา (Primary school) 5. หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Robot) 6. ทักษะการคิด (Thinking skills) 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในแต่ละเนื้อหาประมาณ 5 เรื่องขึ้นไป 2. การพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์โดยการพัฒนาด้านแบบ โดยมีลักษณะต้นแบบโมเดลหุ่นยนต์ฯ ดังภาพต่อไปนี้

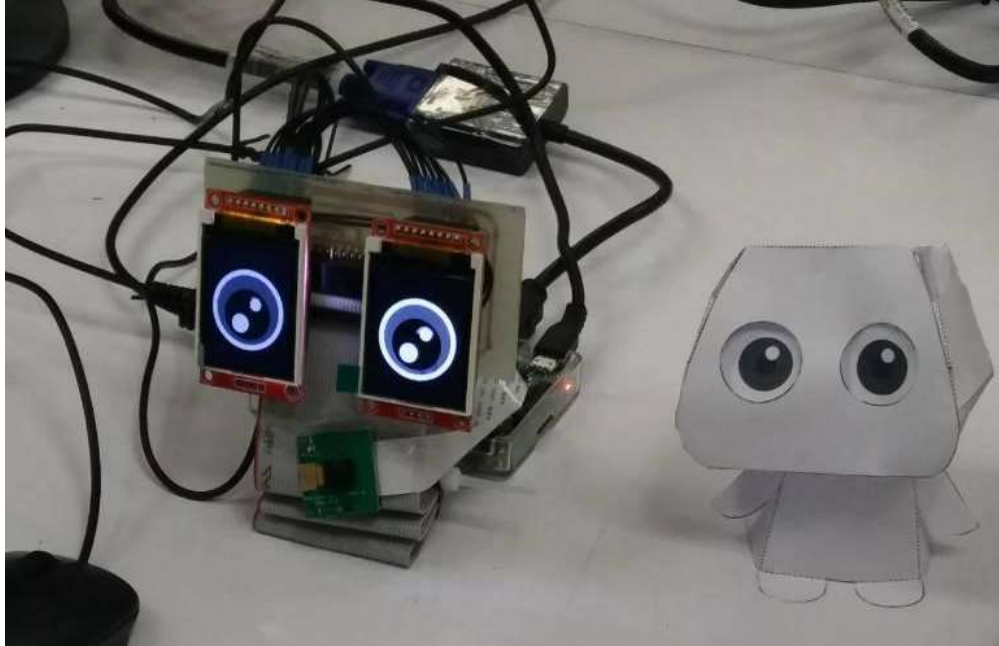
1.การพัฒนากระบวนการเคลื่อนไหวและการมีปฏิสัมพันธ์ของหุ่นยนต์

ระบบของหุ่นยนต์ได้รับการพัฒนาประกอบอุปกรณ์หลัก ดังนี้ บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B สำหรับส่วนประมวลผลหลัก บอร์ดโมดูล LCD ชนิด TFT ขนาด 1.8 นิ้ว จำนวน 2 บอร์ดสำหรับการแสดงผลดวงตา กล้องสำหรับการประมวลผล QR Code และโมดูลลำโพงสำหรับเสียงของหุ่นยนต์ โดยโครงสร้างของหุ่นยนต์ได้รับการพัฒนาด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติและมีช่องเจาะสำหรับการติดตั้งจอ LCD และกล้อง ผ่านทางดวงตาและปากของหุ่นยนต์ตามลำดับ ส่วนประมวลผลหลักจะทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ Raspbian โดยได้รับการพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา Python ทำงานแบบ Multi-thread ในขั้นแรกหุ่นยนต์จะตั้งค่าเริ่มต้นโดยทำการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเพื่อรับค่าระดับของผู้เรียน ในกรณีที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ระบบจะแสดงผลระดับของผู้เรียนผ่านทางสีของดวงตา ประกอบไปด้วย สีเทา สีฟ้า สีเขียว สีส้ม สีม่วง และสีชมพู เพื่อแสดงระดับตั้งแต่ 0 ถึง 5 ตามลำดับ จากนั้นหุ่นยนต์จะส่งเสียงเพื่อทักทาย ในกรณีที่ไม่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบอินเทอร์เน็ตได้ หุ่นยนต์จะส่งเสียงเพื่อร้องขอการตั้งค่าระบบอินเทอร์เน็ตใหม่ด้วย QR Code ผ่านทางกล้องบริเวณปากของหุ่นยนต์ โดยผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าผู้ใช้และรหัสผ่านทาง QR Code ได้เช่นกัน ซึ่งหุ่นยนต์จะแสดงสีหน้าผ่านทางดวงตาเมื่อไม่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ เมื่อหุ่นยนต์ตั้งค่าเริ่มต้นของระบบได้แล้ว หุ่นยนต์จะแสดงผลผ่านทางดวงตาโดยการกระพริบและส่งเสียงเพื่อเรียกร้องความสนใจเพื่อกระตุ้นผู้เรียน โดนมีการออกเสียงเพื่อแสดงผล อย่างเช่น “มาเล่นกันเถอะ” หรือ “หิวข้าว” เป็นต้น หุ่นยนต์จะเปลี่ยนสีดวงตาหรือระดับก็ต่อเมื่อผู้เรียนนำ QR Code ที่ได้

จากการทำแบบทดสอบมาป้อนผ่านทางปาก โดยกล้องจะทำหน้าที่รับภาพมาเพื่อประมวลผล ในกรณีที่ผู้เรียนนำ QR Code มาป้อนได้ถูกต้อง หุ่นยนต์จะส่งเสียง “ง่า ๆ” เพื่อแสดงการรับ QR Code และส่งเสียงกล่าวคำชมเชย เพื่อเสริมแรงแก่ผู้เรียน เช่น “เยี่ยมไปเลย”, “ทำดีมากคนเก่ง” หรือ “อวยจังเลย” เป็นต้น ถ้าผู้เรียนนำ QR Code ที่ไม่ถูกต้องหรือถูกใช้ไปแล้วมาป้อน หุ่นยนต์จะกล่าวข้อความ “ไม่อร่อยเลย”

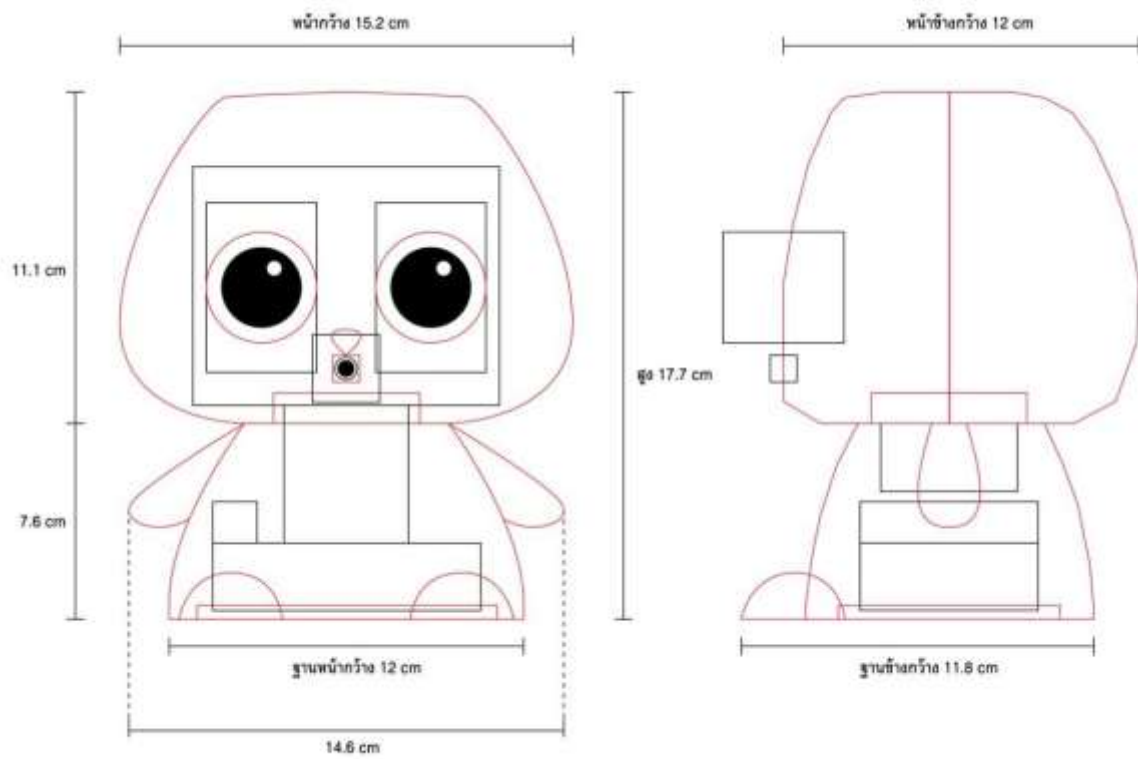
การพัฒนา ระบบ Learning Management System โดยการใช้งาน Opensource ของ Moodle ในระบบหลัก เช่น โพสต์ข้อมูล เนื้อหา การตอบคำถามและมัลติมีเดีย และผู้วิจัยพัฒนา ระบบ Moodle Plug in ขึ้นมาเองในส่วนของ Fuction: Level up ซึ่งเป็นการพัฒนาต่อยอดจากระบบ Plug in ที่มีใน Moodle Directory คือ การพัฒนาภาพเคลื่อนไหวเพื่อให้ระบบสามารถ Generate คู่กับ QR Code ให้ผู้ใช้งานสามารถนำไป Plug in และ QR Code มาใช้งานร่วมกันกับภาพเคลื่อนไหวได้



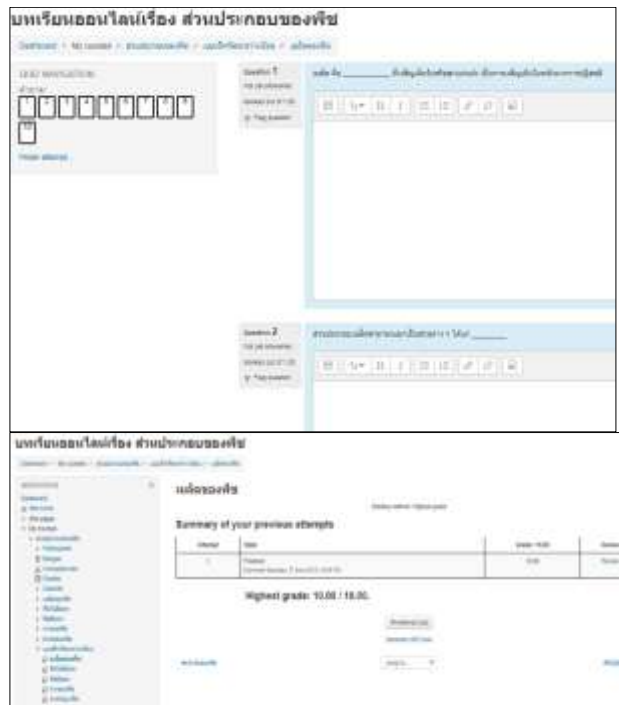
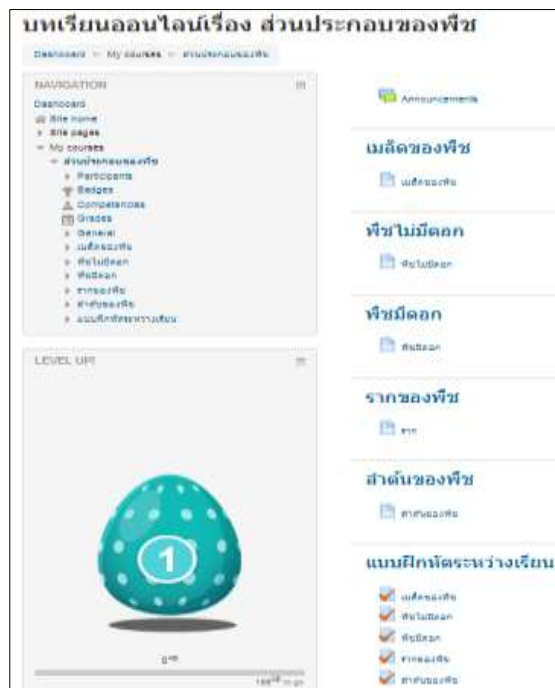


2.การพัฒนารูปร่างหุ่นยนต์

การพัฒนารูปร่างหุ่นยนต์เพื่อให้เหมาะกับการเรียนการสอน ได้ดำเนินการโดย 1) ออกแบบลักษณะหุ่นยนต์จากการร่างลงในโปรแกรม Adobe illustrator จากนั้นนำรูปร่างหุ่นยนต์ไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนเพื่อให้มีรูปลักษณะที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและไม่เป็นอันตรายต่อผู้เรียน 2) ออกแบบและสั่งพิมพ์ในรูปแบบสามมิติ โดยเครื่อง 3D Printer จากนั้นนำมาประกอบเข้ากับระบบกลไกหุ่นยนต์ในข้อที่ 1



โมบายแอปพลิเคชัน



Web Application (Moodle)-Opensource Software

ประกอบด้วย Content รายวิชา ผู้สอนสามารถเพิ่มเติมเนื้อหาวิชาลงในระบบ LMS ดังกล่าว และ เชื่อมต่อกับหุ่นยนต์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านทางหน้าจอของหุ่นยนต์โดยผู้สอนสามารถใส่ข้อมูลรายวิชา แบบฝึกหัด คำถามที่จะส่งให้ผู้เรียนเพื่อตอบคำถามเพื่อพัฒนาทักษะการคิด ผู้สอนสามารถติดตามความก้าวหน้า และ level ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ โดยเนื้อหาวิชาที่ได้ทำการทดลองเป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดูเพิ่มเติมกระบวนการจัดการเรียนการสอนได้จาก ภาคผนวก จ

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลของการใช้การหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ฯ โดยผู้วิจัยคัดเลือกตัวอย่างจากผู้เรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย โดยครอบคลุมตัวอย่างจากผู้เรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ สังกัดกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมการปกครองส่วนท้องถิ่น โดยให้เห็นบริบทและสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน จำนวนอย่างน้อย 20 คนสุ่มเลือกแบบเจาะจงตามคุณสมบัติได้แก่

1. ผู้เรียนมีความพร้อมในด้านการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางเทคโนโลยี
2. โรงเรียนตอบรับให้ความร่วมมือและมีความพร้อมในการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์
3. ผู้สอนมีความสามารถและพร้อมในการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองการใช้หุ่นยนต์จำนวน 10 ชั่วโมง ดูลักษณะการทดลองและการใช้งานระบบทั้งหมดได้จากภาคผนวก จ โดยทำแบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ข้อสอบที่ใช้ได้แก่ 1. แบบทดสอบทักษะการคิดก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 50 ข้อ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 2. และแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เป็นแบบเติมคำ จำนวน 5 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 50 ข้อ

โดยผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการแจกแจงข้อมูลของประชากรว่าเป็นโค้งปกติด้วยสถิติ Kolmogorov-Smirnov พบว่าอยู่ภายใต้โค้งปกติ ได้แก่ คะแนนทักษะการคิดและความเชื่อมั่นผู้ฝึกฝนในการเรียนของประชากรที่นำมาศึกษา (กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน) มีการแจกแจงข้อมูลแบบโค้งปกติ ($Sig > .05$) เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของ t-test ดูจากภาคผนวก ฉ

ผลการทดสอบพบว่า

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมานเพื่อทดสอบสมมติฐาน

1. การใช้ t-test เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1: ผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีคะแนนทักษะการคิดสูงกว่าก่อนเรียน ตารางที่ 4.34 : ผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการคิดของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน

การทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นโดยรวม			t	Sig.
	n	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		
ก่อนเรียน	20	19.50	7.10	-9.551	.000
หลังเรียน	20	35.70	10.14		

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 4.34 พบว่า ค่าเฉลี่ยของผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีคะแนนทักษะการคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ค่า $Sig = .000 < .05$)

2. การใช้ t-test เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2: ผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีความเชื่อมั่นผู้ฝึกฝนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 4.35 ผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความยึดมั่นผูกพันของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน

การทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นโดยรวม			t	Sig.
	n	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		
ก่อนเรียน	20	110.60	25.14	-8.36	.000
หลังเรียน	20	172.55	20.27		

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 4.35 พบว่า ค่าเฉลี่ยของผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีคะแนนความยึดมั่นผูกพันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ค่า Sig=.000 <.05)

3. การทดสอบค่าสถิติด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อตอบสนองมติฐานการวิจัยข้อที่ 3: ผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี-ดีมาก

ตารางที่ 4.36 : ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความพึงพอใจของผู้เรียน

ความพึงพอใจของผู้เรียน	$\bar{X}$	S.D.	แปล
ด้านที่ 1 เนื้อหา	4.48	0.57	มาก
1.1 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ	4.65	0.49	มากที่สุด
1.2 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับฉัน	4.35	0.59	มาก
1.3 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับความสามารถของฉัน	4.45	0.60	มาก
ด้านที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอน	4.43	0.81	มาก
2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยให้ฉันเกิดการเรียนรู้	4.25	0.79	มาก
2.2 กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยให้ฉันเกิดลำดับขั้นตอนในการเรียน	4.60	0.60	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมในการเรียนการสอนมีความสนุกสนาน กระตุ้นความท้าทายของฉัน	4.80	0.41	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมในการเรียนการสอนช่วยดึงดูดความสนใจของฉัน	4.55	0.60	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลาย	4.15	1.14	มาก
2.6 กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนดียิ่งขึ้น	4.25	0.97	มาก
ด้านที่ 3 สื่อและสิ่งสนับสนุนการเรียนการสอน	4.32	0.82	มาก
3.1 ฉันชอบเอกสารการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	4.35	0.88	มาก
3.2 สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้ฉันมีความสนใจในการเรียน	4.05	0.94	มาก
3.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีความทันสมัย	4.15	0.93	มาก
3.4 หุ่นยนต์ช่วยสนับสนุนให้ฉันเกิดการเรียนรู้	4.15	0.91	มาก

ความพึงพอใจของผู้เรียน	$\bar{X}$	S.D.	แปล
3.5 หุ่นยนต์ช่วยให้ฉันเกิดความสนุกสนานในการเรียน	4.65	0.59	มากที่สุด
3.6 โมบายแอปพลิเคชันช่วยให้ฉันสนับสนุนการเรียนรู้ของฉัน	4.35	0.67	มาก
3.7 โมบายแอปพลิเคชันช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของฉัน	4.55	0.69	มากที่สุด
รวม	4.20	1.09	มาก

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 4.36 พบว่า ในภาพรวมความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.20$ S.D. = 1.09) ด้านที่ผู้เรียนพึงพอใจมากที่สุดได้แก่ ด้านเนื้อหา รองลงมาคือ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน และด้านสื่อและสิ่งสนับสนุนการเรียนการสอน

4. การทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ช่วยสอน E_1/E_2 เพื่อตอบสนองมติฐานการวิจัยข้อที่ 4: ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันอยู่ที่ 80/80 ตารางที่ 4.37 : ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน

ประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์		
	คะแนน	ร้อยละ
E_1	36.21	90.53
E_2	35.70	89.25

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 4.37 พบว่า ประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีค่าร้อยละอยู่ที่ E_1/E_2 90.53 และ 89.25 ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ คือ 80/80

ระยะที่ 4 การนำเสนอหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

ผลการรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา จากผู้ทรงคุณวุฒิรวม 5 ท่าน

ตารางที่ 4.38 : ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการรับรอง

การรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์	$\bar{X}$	S.D.	แปล
ด้านที่ 1 หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์	4.64	0.65	มากที่สุด
1.1 มีการออกแบบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 มีลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดึงดูดใจผู้เรียน	4.40	0.89	มาก
1.3 มีลักษณะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4.60	0.89	มากที่สุด
1.4 มีลักษณะส่งเสริมความท้าทายของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
1.5 สามารถช่วยเหลือผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
ด้านที่ 2 โมบายแอปพลิเคชัน	4.68	0.45	มากที่สุด
2.1 โมบายแอปพลิเคชันสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 โมบายแอปพลิเคชันสามารถส่งเสริมทักษะการคิดตามแนวคิดของบลูมให้กับผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
2.3 โมบายแอปพลิเคชันสามารถกระตุ้นความสนใจ	4.80	0.45	มากที่สุด
2.4 โมบายแอปพลิเคชันสามารถส่งเสริมความท้าทายของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
2.5 โมบายแอปพลิเคชันสามารถแบ่งเบาภาระของผู้สอน	4.20	0.45	มาก
ด้านที่ 3 การจัดการเรียนการสอน	4.69	0.64	มากที่สุด
3.1 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะการจำของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะการเข้าใจของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
3.4 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะการประยุกต์ใช้ของผู้เรียน	4.60	0.89	มากที่สุด
3.5 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะการวิเคราะห์ของผู้เรียน	4.40	0.89	มาก
3.6 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะการประเมินค่าของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
3.7 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ของผู้เรียน	4.60	0.89	มากที่สุด
4. ภาพรวมของหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.75	0.43	มากที่สุด

ผลการรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา สรุปได้ว่า ผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.75$ S.D.=0.43) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านสามารถสรุปผลเรียงเป็นรายด้านได้ดังนี้ ลำดับที่ 1 ด้านที่ 3 การจัดการเรียนการสอน มากที่สุด ($\bar{X}=4.69$ S.D.=0.64) ลำดับที่ 2 ด้านที่ 2 โมบายแอปพลิเคชัน มากที่สุด ($\bar{X}=4.68$ S.D.=0.45) ลำดับที่ 3 ด้านที่ 1 หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ มากที่สุด ($\bar{X}=4.64$ S.D.=0.65) ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่อง หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา โดยสรุปผลจากผลการวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัยครั้งนี้ จะแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 4 ข้อดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 การศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้

ส่วนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและความต้องการการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้

จากการสำรวจความต้องการและสภาพการจัดการเรียนการสอนของสำรวจเบื้องต้นไปยัง ผู้สอนจำนวน 400 คน ทั่วประเทศโดยใช้การสุ่มตัวอย่างที่อาศัยความน่าจะเป็นแบบหลายขั้นตอน (Multistage Stage Sampling) ได้แบ่งออกเป็น 1) สภาพการจัดการเรียนการสอน ด้านที่ 1 หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ พบว่า สภาพความเป็นจริงของการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนมาใช้ในโรงเรียน ประมาณร้อยละ 69.7-75.8 ผู้สอนไม่เคยมีการนำหุ่นยนต์มาช่วยสอนในห้องเรียน ด้านที่ 2 แนวคิดเกมเป็นฐาน พบว่าผู้สอนโดยส่วนใหญ่มีการนำเกมมาใช้ในห้องเรียนประมาณร้อยละ 33.3-39.4 ด้านที่ 3 โมบายแอปพลิเคชัน พบว่าผู้สอนโดยส่วนใหญ่มีการนำโมบายแอปพลิเคชันมาใช้ในห้องเรียนประมาณร้อยละ 21.2-27.3 ด้านที่ 4 ทักษะการคิด พบว่าผู้สอนโดยส่วนใหญ่มีการนำโมบายแอปพลิเคชันมาใช้ในห้องเรียนประมาณร้อยละ 33.4 - 39.9 ด้านที่ 5 ความยืดหยุ่นผูกพัน พบว่าผู้สอนโดยส่วนใหญ่มีการนำยืดหยุ่นผูกพันมาใช้ในห้องเรียนประมาณร้อยละ 38.5 - 45.5 ด้านที่ 6 ด้านอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง ประมาณร้อยละ 23.2-54.5 จากการศึกษาพบว่า โรงเรียนและผู้สอนโดยส่วนใหญ่ยังไม่มีมีการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนและการใช้งานเทคโนโลยีส่วนใหญ่โรงเรียนได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยงานอื่นๆ และการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนถึงร้อยละ 54.5 2) ความต้องการจัดการเรียนการสอน ด้านที่ 1 หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ ผู้สอนประมาณร้อยละ 41.5-48.5 ไม่ต้องการใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน ด้านที่ 2 แนวคิดเกมเป็นฐาน ผู้สอนประมาณร้อยละ 32.4-39.4 มีการใช้เกมเป็นฐานในระดับปานกลางถึงมาก ด้านที่ 3 โมบายแอปพลิเคชัน ผู้สอนประมาณร้อยละ 27.1-38.3 มีการใช้เกมเป็นฐานในระดับปานกลางถึงมาก ด้านที่ 4 ทักษะการคิด ผู้สอนประมาณร้อยละ 33.6-45.4 มีการใช้ทักษะการคิดในระดับปานกลางถึงมากที่สุด ด้านที่ 5 ความยืดหยุ่นผูกพัน ผู้สอนประมาณร้อยละ 39.3-45.9 มีการใช้ความยืดหยุ่นผูกพัน

ในระดับปานกลางถึงมาก ด้านที่ 6 ด้านอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง ผู้สอนประมาณร้อยละ 24.2-45.2 มีความเกี่ยวข้องในด้านอื่นๆ ในระดับปานกลางถึงมาก

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศไทย

การศึกษาเรื่องมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียน ระดับประถมศึกษาของประเทศไทย เก็บรวบรวมข้อมูลจากครูอาจารย์ในโรงเรียนจากโรงเรียน 19 แห่ง จำนวนตัวอย่างที่ใช้ 510 ชุด จำแนกเป็นสถานศึกษาของรัฐ 255 ชุด และ สถานศึกษาเอกชน 255 ชุด จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ได้ผลสรุปองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ 1. ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม 2. สมรรถนะของการรู้คิด 3. วิธีการสอน 4. ลักษณะของผู้เรียน 5.คุณสมบัติหลัก 6.เนื้อหาวิชา

ส่วนที่ 3 ผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิจึงให้ความเห็นว่า ให้ดำเนินการพัฒนาหุ่นยนต์ให้เป็นที่ประจักษ์ชัด โดยมีคำแนะนำในการพัฒนาหุ่นยนต์

1. ด้านลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์ คือ กะทัดรัด พกพาง่าย ลักษณะรูปร่างควรตอบโจทย์เด็กประถม 2. ด้านเทคโนโลยีการศึกษาและกิจกรรมการเรียนการสอน คือ มีการโต้ตอบได้ พูดคุยส่งเสียง การป้อนอาหารให้หุ่นยนต์ อาจส่งเสียงตอบรับหรือร้องเพลง เพื่อแสดงการตอบรับ 3. ด้านวิจัยและการวัดประเมินผล คือ มีการวัดผลและการประเมินผลด้วยเครื่องมือที่มีคุณภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 การสร้างหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นฝึกฝนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์





2 PAGE

ใช้งานครั้งแรก

1.หลังจากเปิดสวิตช์ของตัวหุ่นยนต์แล้วให้รอจนกว่าดวงตาของหุ่นยนต์เปลี่ยนเป็น

2.เข้าไปที่เว็บไซต์ <http://bit.ly/CU-ORCODE> หรือ แลบน QR-CODE



เริ่มต้นตั้งค่า

3 PAGE

3.ทำการตั้งค่า WI-FI โดยเลือกหัวข้อ * ตั้งค่า WI-FI * ทำการใส่ SSID และ Password WI-FI ของท่าน แล้วกดปุ่ม * OK * ท่านจะได้ QR-CODE สำหรับตั้งค่า WI-FI



4.นำ QR-CODE ที่ได้ไปสแกนที่หุ่นยนต์จากนั้นรอจนกว่าตัวหุ่นยนต์จะทำการรีเซ็ตตัวเอง (ดวงตากลายเป็นสีขาว) ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

4 PAGE	เริ่มต้นตั้งค่า	ร้องเพลง	5 PAGE
5.หลังจากรอประมาณ 5 นาทีแล้ว ให้ทำการตั้งค่า บัญชีผู้ใช้งานระบบ E-Learning โดยเลือก หัวข้อ - ตั้งค่า บัญชีผู้ใช้ * ทำการใส่ชื่อบัญชีผู้ใช้ (Username) และ รหัสผ่าน แล้วกดปุ่ม * OK *ท่านจะได้รับ QR-CODE สำหรับตั้งค่าบริการบัญชีผู้ใช้  6.นำ QR-CODE ที่ได้ไปแลกที่ตู้หย่อนบัตร รออนกว่า ดวงดาวเปลี่ยนสีท่านก็พร้อมใช้งาน			
6 PAGE	คำถาม-ตอบ		7 PAGE
ถาม : หากต้องการเปลี่ยน WI-FI ที่ใช้ต้องทำอย่างไร ? ตอบ : ทำตามขั้นตอน ข้อที่ 3 หน้าที่ 3 แล้วนำ QR-CODE ที่ได้ไปแลกที่ตู้หย่อนบัตรจากนั้นรออนที่ศูนย์รีเซ็ตตัวเอง ถาม : หากต้องการเปลี่ยน บัญชีผู้ใช้ ต้องทำอย่างไร ? ตอบ : ทำตามขั้นตอน ข้อที่ 5 หน้าที่ 4 แล้วนำ QR-CODE ที่ได้ไปแลกที่ตู้หย่อนบัตร	ติดต่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม		E-MAIL  mr.sorun.ch@gmail.com tharathon.ut@gmail.com LINE ID  sorunch quordenty TELEPHONE  092-3850196 064-6235553

ระบบอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการจัดการเรียนการสอน (Learning Management System) การใช้งานสำหรับนักเรียน

1. login เข้า Moodle

My education

[Home](#) > [Log in to the site](#)

Log in

Username

Password

☐ Remember username

2. เลือกแบบฝึกหัดระหว่างเรียน โดยเริ่มทำแบบฝึกหัดจากบทแรก (เมล็ดของพืช)

บทเรียนออนไลน์เรื่อง ส่วนประกอบของพืช

3. เลือก Attempt quiz now

บทเรียนออนไลน์เรื่อง ส่วนประกอบของพืช

4. ตอบคำถาม

บทเรียนออนไลน์เรื่อง ส่วนประกอบของพืช

Dashboard > My courses > ส่วนประกอบของพืช > แบบฝึกหัดออนไลน์ > เฉลี่ยของพืช

QUIZ NAVIGATION

คำถาม

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Finish attempt ...

Question 1

Not yet answered

Marked out of 1.00

Flag question

เมื่อใด ที่ ... ที่เจริญเติบโตคือสถานที่ ... เป็นการเจริญเติบโตที่มาจากใต้ดิน

Question 2

Not yet answered

Marked out of 1.00

Flag question

ส่วนประกอบของพืชสามารถแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ...

5. เมื่อทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อ เลือก Finish attempt > Submit all and finish

Files

You can drag and drop files here to add them.

Finish attempt ...

Confirmation

Once you submit, you will no longer be able to change your answers for this attempt.

Submit all and finish Cancel

การใช้งานสำหรับอาจารย์

เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดบทแรก (เมล็ดของพืช) เสร็จแล้ว อาจารย์ทำการตรวจและให้คะแนน โดย

1. login เข้า Moodle

My education

[Home](#) > [Log in to the site](#)

Log in

Username

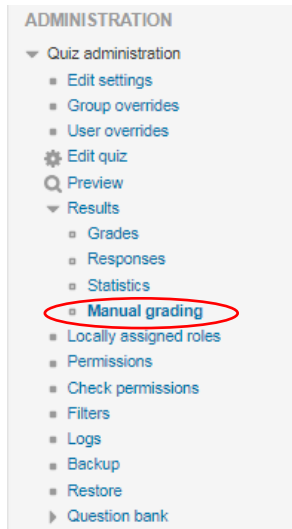
Password

☐ Remember username

2. เลือกแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำเสร็จแล้ว ตามเมนู My course > แบบฝึกหัดระหว่างเรียน



3. เลือกเมนู Quiz administration > Result > Manual grading



4. ตรวจสอบคำตอบและให้คะแนนแต่ละข้อ ที่หัวข้อ To grade (คลิกเลือกตรวจทีละข้อ)

ผลลัพธ์ของพีช

Questions that need grading

Also show questions that have been graded automatically

Q #	T	Question name	To grade	Already graded	Total
1	☐	1	1 grade	6 update grades	7 grade all
2	☐	2	1 grade	6 update grades	7 grade all
3	☐	3	1 grade	6 update grades	7 grade all
4	☐	4	1 grade	6 update grades	7 grade all
5	☐	5	1 grade	6 update grades	7 grade all
6	☐	6	1 grade	6 update grades	7 grade all
7	☐	7	1 grade	6 update grades	7 grade all
8	☐	8	1 grade	6 update grades	7 grade all
9	☐	9	1 grade	6 update grades	7 grade all
10	☐	10	1 grade	6 update grades	7 grade all

5. ตรวจสอบคำตอบ และให้คะแนนที่ช่อง Mark (คำตอบถูกใส่ 1 คำตอบผิดใส่ 0) จากนั้นกด Save เพื่อบันทึกคะแนน

Grading attempts 1 to 1 of 1

Attempt number 1 for student -

Question 1
Complete
Marked out of 1.00

เมล็ด คือ _____ ที่เจริญเต็มวัยหรือสุกแก่แล้ว เป็นการเจริญเติบโตหลังจากการปฏิสนธิ

XXX

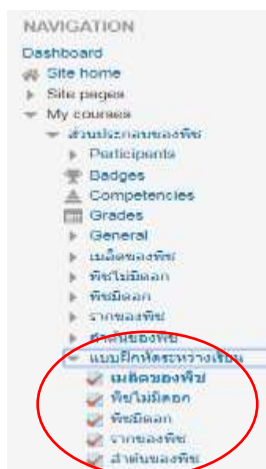
Comment

Mark 1 out of 1.00

Save and go to next page

การใช้งานสำหรับนักเรียน (หลังทำแบบฝึกหัด)

- เมื่ออาจารย์ทำการตรวจและให้คะแนนเสร็จแล้ว นักเรียนตรวจผลคะแนน ตามเมนู My course > ส่วนประกอบของพีช > แบบฝึกหัดระหว่างเรียน > เลือกแบบฝึกหัดที่ต้องการ



2. นักเรียนจะเห็นผลคะแนน และ link ของ QR Code (กรณีได้คะแนนผ่านเกณฑ์)

บทเรียนออนไลน์เรื่อง ส่วนประกอบของพืช

Dashboard > My courses > ส่วนประกอบของพืช > แบบฝึกหัดแบบเกม > เกมของพืช

เมนูของพืช

Grading method: Highest grade

Summary of your previous attempts

Attempt	Status	Grade / 10.00	Review
1	Finished Submitted Saturday, 27 April 2018, 10:08 PM	10.00	Review

Highest grade: 10.00 / 10.00.

Generate QR Code

Jump to: ▾

สิ้นสุดแบบฝึกหัด ▶

3. นักเรียนคลิกที่ Generate QR Code เพื่อแสดง level ถัดไป โดยระบบจะแสดง QR code ของ level ถัดไป ตามภาพ



4. นักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือ Scan ที่ QR code เพื่อยืนยัน จากนั้นหน้าจอ Moodle จะแสดง level ถัดไปตามภาพ



วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 การศึกษาผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นผู้เรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ สังกัดกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมการปกครองส่วนท้องถิ่น จำนวน 20 คนสุ่มเลือกแบบเจาะจงตามคุณสมบัติ

1. ผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการคิดของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยค่า t-test พบว่าค่าเฉลี่ยของผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีคะแนนทักษะการคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ค่า Sig=.000 <.05)

2. ผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยค่า t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยของผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีคะแนนความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ค่า Sig=.000 <.05)

3. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่า ในภาพรวมความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.20$ S.D.= 1.09) ด้านที่ผู้เรียนพึงพอใจมากที่สุดได้แก่ด้านเนื้อหา รองลงมาคือ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนและด้านสื่อและสิ่งสนับสนุนการเรียนการสอน

4. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันพบว่า ประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันมีค่าร้อยละอยู่ที่ E_1/E_2 90.53 และ 89.25 ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ คือ 80/80

วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 4 การนำเสนอหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

ผู้ทรงคุณวุฒิผู้ทรงคุณวุฒิรวม 5 ท่าน ประกอบด้วยด้านที่ 1 ด้านการเรียนการสอน จำนวน 1 ท่าน ด้านที่ 2 ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ด้านที่ 3 ด้านหุ่นยนต์ จำนวน 1 ท่าน ด้านที่ 4 ด้านการประเมินผลและด้านการวิจัย จำนวน 1 ท่าน รับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์

ผลการรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา สรุปได้ว่า ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินรับรองหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.75$ S.D.=0.43) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านสามารถสรุปผลเรียงเป็นรายด้านได้ดังนี้ ลำดับที่ 1 ด้านที่ 3 การจัดการเรียนการสอน มากที่สุด ($\bar{X}=4.69$ S.D.=0.64) ลำดับที่ 2 ด้านที่ 2 โมบายแอปพลิเคชันมากที่สุด ($\bar{X}=4.68$ S.D.=0.45) ลำดับที่ 3 ด้านที่ 1 หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ มากที่สุด ($\bar{X}=4.64$ S.D.=0.65) ตามลำดับ

การอภิปรายผล

การจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องปูพื้นฐานความรู้และความสนุกสนานในการเรียนไปพร้อมกันเนื่องจากเป็นธรรมชาติของผู้เรียนในวัยเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนการสอนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาในครั้งนี้ได้นำแนวคิด หลักการเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดและการผูกพันในการเรียนประกอบด้วย

1. โมบายแอปพลิเคชันซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์หรือซอฟต์แวร์ที่ออกแบบพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่

2. หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐาน สิ่งประดิษฐ์ที่เป็นอุปกรณ์ช่วยในการเรียนรู้และส่งเสริมการแข่งขัน ทำทายและการเรียนอย่างยืดหยุ่นผู้ค้นตามแนวคิดเกมเป็นฐานโดยอุปกรณ์นี้จะใช้คำสั่งเชื่อมโยงกับซอฟต์แวร์โมบายแอปพลิเคชันโดยใช้มาตรฐานของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ประกอบด้วย 1. ระบบพลังงาน 2.ระบบจักรกล 3. ระบบควบคุม

3. เกมเป็นฐาน วิธีในการสอนโดยใช้เกมคอมพิวเตอร์ประเภทเกมทางการศึกษาและมีการทั้งในด้านการฝึกหัดและการฝึกทักษะในแง่ของกระบวนการ ทักษะคิด และเกมคอมพิวเตอร์นี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและความเพลิดเพลินในการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) เป้าหมาย 2) กฎกติกา 3) การแข่งขัน 4) ความท้าทาย 5) จิตนาการ 6) ความสนุกสนานเพลิดเพลิน 7) การควบคุม

จากการที่ได้นำหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาไปใช้ในครั้งนี้พบว่า ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ตื่นเต้นและอยากเข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างมาก โดยให้ความสนใจและพยายามตอบคำถามให้ถูกต้องมากที่สุด ผู้เรียนโดยส่วนใหญ่ได้แสดงความคิดเห็นว่าอยากจะให้โรงเรียนมีหุ่นยนต์ไว้ใช้บ้าง จากการสอบถามผู้สอนที่ได้นำหุ่นยนต์ไปทดลองใช้ ผู้สอนโดยส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่า ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนและพยายามในการขึ้น level ให้ได้เร็วๆซึ่งบางครั้งผู้สอนต้องคอยย้ำเตือนถึงการศึกษาบทเรียนก่อนล่วงหน้าจากระบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ จากการสังเกตพบว่า ผู้เรียนจะสนใจในการเรียนจากหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ในระดับที่น่าพึงพอใจ ระยะเวลาการทดลองโดยเฉลี่ยประมาณ 10 – 15 ชั่วโมง โดยมีผู้สอนของแต่ละโรงเรียนเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือในการทดลอง และโรงเรียนให้การสนับสนุนการทดลองดังกล่าวเป็นไปด้วยดี นอกจากนี้แล้วการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวต้องอาศัยความพร้อมของผู้เรียนด้วย เช่น ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียน การมีวินัยในการเรียน และความท้าทายในการเรียนซึ่งเป็นผลให้การทดลองเป็นที่น่าสนใจ สอดคล้องกับงานของมงคลศิริสวัสดิ์ (2553) ที่พัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ และนักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับหุ่นยนต์ช่วยสอนในระดับมากที่สุด ส่วนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sedighian and Sedighian (1996) ที่นำเกมคอมพิวเตอร์มาแก้ปัญหาเด็กที่เบื่อและไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ ผลวิจัยพบว่า องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการใช้เกมคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) เกมคอมพิวเตอร์ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย 2) มีเป้าหมาย 3) ความสำเร็จ 4) คำท้าทาย 5) การรับรู้ในสิ่งที่ทำลงไป 6) ความพอใจที่ได้มีส่วนร่วม 7) ความดึงดูดใจ และ 8) ผู้เล่นรู้สึกว่าได้ถูกกระตุ้น และยังสอดคล้องกับ Tham and Tham (2015) ที่ศึกษาถึงการใช้เกมเป็นฐานในการสอนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ได้แก่ เกมฝึกแก้ปัญหา เกมปริศนา และเกมที่ให้ผู้เรียนหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต โดยให้แข่งขันกันเป็นกลุ่ม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า เกมสามารถสร้างแรงจูงใจ เพิ่มความมีส่วนร่วมในการเรียน และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้การแก้ปัญหาเป็นฐานของผู้เรียนได้ เช่นเดียวกับเนาวนิตย์สงคราม (2561) ได้พัฒนาสิ่งประดิษฐ์ภายใต้ชื่อ นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ TARO: หุ่นยนต์ช่วยสอนเพื่อส่งเสริมความผูกพันและการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ TARO: หุ่นยนต์ช่วยสอนเพื่อส่งเสริมความผูกพันและการเรียนรู้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอนเพื่อส่งเสริมความผูกพันและการเรียนรู้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูมและความผูกพันในการเรียน เป็นการวิจัยและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์

(Research and Development) ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยประกอบด้วย ตอนที่ 1 การผลิตนวัตกรรมต้นแบบ และ ตอนที่ 2 การเผยแพร่นวัตกรรมต้นแบบ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ช่วยสอนเพื่อส่งเสริมความผูกพันและการเรียนรู้ E_1/E_2 ที่ 80.16/80.33 สอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 2) ผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยหุ่นยนต์ช่วยสอนมีคะแนนผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูมหลังเรียนมากขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยหุ่นยนต์ช่วยสอนมีคะแนนพฤติกรรมความผูกพันในการเรียนหลังเรียนมากขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการเผยแพร่ ได้แก่ นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ TARO: หุ่นยนต์ช่วยสอนเพื่อส่งเสริมความผูกพันและการเรียนรู้ได้รับรางวัลในระดับนานาชาติ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลการใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาเมืองประกอบที่สนับสนุนให้ผลการทดลองที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน ได้แก่ ระบบอิเล็กทรอนิกส์และโมบายแอปพลิเคชันที่ผู้เรียนเข้าถึงได้ง่าย รวมทั้งหุ่นยนต์ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความผูกพันในการเรียนและอยากเรียนอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามก็ดียังมีองค์ประกอบที่ต้องพิจารณาได้แก่ ต้นทุนในการพัฒนาหุ่นยนต์ซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ระบบอินเทอร์เน็ตและทีมบุคลากรที่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการพัฒนา ดังนั้นแล้วผู้ที่สนใจจะพัฒนาหุ่นยนต์เพื่อช่วยการเรียนการสอนจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบเหล่านี้เป็นอย่างยิ่ง ที่สำคัญต้องมีเครือข่ายของทีมพัฒนาและควรมีเงินทุนหรืองบประมาณในการสนับสนุนจะเป็นการดียิ่ง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการที่ได้ไปทดลองใช้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาพบว่า ในระยะทดลองผู้เรียนให้ความสนใจและร่วมมือดีมาก ดังนั้นแล้วหากต้องการดูผลต่อเนื่องในการวิจัยอาจจะมีการเก็บผลการวิจัยเกี่ยวกับความคงทนต่อทักษะการคิดที่ผู้เรียนจะสามารถจดจำเนื้อหาบทเรียนได้มากขึ้นหรือไม่อย่างไร หรือ การศึกษาผลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะหุ่นยนต์ว่าผู้เรียนจะเกิดความเบื่อหน่ายหากเรียนด้วยหุ่นยนต์ต่อไปอีกระยะเวลาหนึ่งหรือไม่

2. การพัฒนาหุ่นยนต์ในครั้งต่อไป ได้แก่ การพัฒนาตัวหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนไหวได้ หรือทำจากแขนขาที่สามารถขยับได้เพื่อเด็กจะได้เล่นเป็นตุ๊กตาได้ หรือติดล้อให้เคลื่อนไปมาได้ การเสริมศักยภาพของหุ่นยนต์ในด้าน AI ในลักษณะการจดจำและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนได้ การเสริมสร้างศักยภาพครูในการใช้งาน Smart Phone ร่วมกับหุ่นยนต์ และมีตัวช่วยครูในการประเมินผู้เรียน

3. ข้อจำกัดของหุ่นยนต์ คือ ต้องใช้งบประมาณในการดำเนินการสร้างสูงเนื่องจากเป็นต้นแบบ หากต้องการที่จะพัฒนาให้ใช้งานได้วงกว้างมากขึ้นต้องผลิตให้ได้จำนวนมากพอเพื่อเป็นการลดต้นทุน และต้องมีการจัดตั้งงบประมาณเพื่อดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์ให้สามารถใช้งานได้อยู่เสมอ ในระยะเริ่มต้นการใช้งานต้องมีผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤษมันต์ วัฒนารงค์. (2556). *แนวทางการพัฒนา Apps สำหรับการศึกษ*

<http://www.thairath.co.th/content/edu/365756> (7 กรกฎาคม 2560)

กรณิการ์ ชูตระกูลธรรม. (2555). *การพัฒนาโปรแกรมเล่นดนตรีไทยบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์*.

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กระทรวงศึกษาธิการ.(2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ

กระทรวงศึกษาธิการ.(2559). *ร่างกรอบทิศทางแผนการศึกษาแห่งชาติ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

กิดานันท์ มลิทอง. (2541). *เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ ฯ : เอ็ดดิสัน เพรส โปรดักส์.

กิตติยา วงศ์นเรศรัฐ. (2556). *แอปพลิเคชันบนมือถือ*

<https://sites.google.com/a/bumail.net/mobileapplication/home> (7 กรกฎาคม 2560)

จริยา เสถบุตรและ ธีระยุทธ นนทะสร (2557) *อนุกรมวิธานสำหรับการเรียน การสอน และการประเมิน*

<http://www.curric.net> (1 กรกฎาคม 2560)

ชูพงษ์ ชูเสมอ (2553) *ความแตกต่างระหว่าง SOFTWARE, APPLICATION, และ PROGRAM* เข้าถึงได้จาก

<http://www.choopong.com/blog/2010/06/20/what-difference-between-software-vs-application-vs-program/>(1 กรกฎาคม 2560)

ณัฐพัชร์ หลวงพล และวลัยภรณ์ นาคพันธุ์.(2556). *การเตรียมความพร้อมโครงการห้องเรียนอัจฉริยะ มหาวิทยาลัยรังสิต*.

การประชุมวิชาการระดับชาติด้านอีเลิร์นนิ่ง ประจำปี พ.ศ. 2556, 5-6 สิงหาคม 2556.

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. *โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย*

ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2541). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพมหานคร : วงกลมโปรดักชั่น จำกัด

ทิตนา แคมมณี. (2540). *การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. *วารสารครุศาสตร์*. ปีที่ 26 ฉบับที่ 1 เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม

ทิตนา แคมมณี. (2543). *14 วิธีสอน สำหรับครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทิตนา แคมมณี. (2548). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 4.

กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตนา แคมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* พิมพ์ครั้งที่ 5.

กรุงเทพมหานคร: ด้านสุทธาการพิมพ์.

ธัญญาพร เจียศิริพันธ์, ณัฐริกา ก้อนเงิน, สิริภัทร ชลครานนท์ และณัชชา ปกิจเพ็องฟู. (2556). *การส่งเสริมทักษะการคิด*

ด้วยโมบายแอปพลิเคชัน: แนวทางและการนำไปใช้. *เอกสารนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติด้าน*

อีเลิร์นนิ่ง ประจำปี พ.ศ. 2556. หน้า 185-192.

นฤมล อุดมคุณ . (2552). *การวิเคราะห์ทอภิมานงานวิจัยด้านนวัตกรรมจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์*

- ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เนาวนิตย์ สงคราม และ ชัชวรินทร์ เลิศยศดินทร์ (2560) โครงการสิ่งประดิษฐ์ หุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันต้นทุนต่ำ กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เนาวนิตย์ สงคราม (2559) การพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ประยุกต์ตามแนวคิด SECI โมเดลและรูปแบบการเรียนรู้เชิงนวัตกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและนวัตกรรมสำหรับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา ทุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2559
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2554). รูปแบบการเรียนรู้เชิงนวัตกรรม ประมวลบทความนวัตกรรม. (เอกสารอัดสำเนา) ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบ กรณีกิจ และคณะ บรรณาธิการ
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2551). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยวิธีการเรียนรู้เป็นทีมแบบแตกต่างสาขาวิชา และไม่แตกต่างสาขาวิชาที่มีต่อการสร้างความรู้ที่เป็นนวัตกรรมในสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาของนิสิต นักศึกษาระดับปริญญาตรี. กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2550). การพัฒนารูปแบบการสร้างความรู้ด้วยการเรียนรู้จากการปฏิบัติและการเรียนรู้ร่วมกัน สำหรับบุคลากรในสถาบันอุดมศึกษา: กรณีศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ครุศาสตร์ดุขฎิบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บงกช วงศ์หล่อสายชล (2555) กลยุทธ์การสร้างควมยัฒนัฒนัพนักกับโรงเรียนของนักเรียนจาก ผลการวิเคราะห์เอสอีเอ็ม:การพัฒนาและการนำไปปฏิบัติ วิทยานิพนธ์ปริญญาดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- บริติชเคาน์ซิล (2015). นโยบายการเรียนรู้เชิงลึกของอาเซียน. เอกสารประกอบการประชุมระดับภูมิภาค ASEAN Deep Learning Policy Series วันที่ 29 – 30 มกราคม 2558.
- บุรินทร์ รุจจนพันธุ์ (2548) โปรแกรมประยุกต์ (Application program) <http://www.thaiall.com/os/os02.htm> (1 กรกฎาคม 2561)
- บุญชู บุญเลิศศิริ (2553) : ผลของรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนในการฝึกอบรมโดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบุคลากรศูนย์ฝึกอบรมและควบคุมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ครุศาสตร์ดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
- ผัสพรณ ถนอมพงษ์ชาติ. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการเห็นความสำคัญของการเรียนรู้และการเรียนรู้แบบลึกเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของนักเรียนระดับประถมศึกษา. (ปริญญาครุศาสตร์ดุขฎิบัณฑิต), สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พระมหาสุทิตย์ อาภากร.(2548). นวัตกรรมการเรียนรู้ คน ชุมชน และการพัฒนา. โครงการการเสริมสร้างการเรียนรู้เพื่อชุมชนเป็นสุข
- พรณี สวนเพลง. (2552). เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมสำหรับการจัดการความรู้. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

- พรรณีย์ บัวโต. (2555). การพัฒนาทักษะการคิดวิชาภาษาอังกฤษโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม *Using Questioning Techniques of Thinking Skills in English*. <http://school.esanpt1.go.th/nites/km/55km/Think.pdf> (1 กรกฎาคม 2561)
- พิศิษฐ์ ตันทวนิช (2558) แนวคิดการจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ การจัดการศึกษาด้านพุทธิพลตามแนวคิดของบลูมและคณะฉบับปรับปรุง วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 ตุลาคม 2557-มีนาคม 2558 หน้า 13-25
- ภัทรพร สิงห์ชัย.(2555). ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการสอนนอกแบบกับระดับทักษะพื้นฐานการออกแบบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนงานประดิษฐ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- มนสิข สิริสมบุญ, (2550) ชุดฝึกอบรมเหนือตารา : การทำวิจัยเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มงคล ศิริสวัสดิ์. (2553). การพัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ. *SNRU Journal of Science and Technology*, 2(3), 93-108.
- ยุวดี พันธุ์สุจริต. (2554). การวิเคราะห์โมเดลทางเลือกของความยืดหยุ่นผูกพันกับโรงเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านการเรียนรู้แบบกลุ่มเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวิจัยการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุวนิดา ญาณินธร. (2557). *Gamification การเรียนรู้ผ่านเกม*. <http://www.ict.buu.ac.th/Blog/Lists/Posts/Post.aspx?ID=1335> (1 กรกฎาคม 2561)
- เยาวนารถ โพธิ์มี. (2553). ผลของโปรแกรมส่งเสริมทักษะการคิด โดยใช้ข่าวและเหตุการณ์สำคัญในชีวิตประจำวัน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ สังคม ศาสนา และวัฒนธรรมที่มีต่อความสามารถในการคิดสะท้อนของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), สาขาวิชาประถมศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน.(2555). ราชบัณฑิตยสถาน พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ราชบัณฑิตยสถาน.
- วรภัทร์ ภูเจริญ. (2550). การบริหารนวัตกรรม อย่างยั่งยืนและพอเพียง. กรุงเทพฯ : อริยชน
- วรวิสุทธิ์ ภิญโญยาง. (2556). *Marketing ideas : ไอเดียการตลาดพลิกโลก*. กรุงเทพมหานคร: กรุงเทพธุรกิจ.
- วรสุดา บุญไวยโรจน์. (2530). เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรัชฐา เสรีวิวัฒนา. (2555). การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูปสี่เหลี่ยมสำหรับระบบปฏิบัติการไอโอเอสบนอุปกรณ์แท็บเล็ตระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). สนุกกับการเรียนในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CLASSICAL TEST THEORY)*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิวัฒน์ ชัดติยะมาน และฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (มปป.). *การปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม Revised Bloom's Taxonomy*. <http://www.watpon.com/journal/bloom.pdf> (1 กรกฎาคม 2560)
- ศรินทร์ วิริยะสินธ์. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ศศิธร ลิจันทรพร (2556) การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐานโดยใช้แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา บนอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมความมีวินัยของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย คุรุศาสตร์ มหบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ศรน้อย ลาวัณ. (2552). *การวิเคราะห์กระบวนการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนของครูโดยใช้เทคนิคการสืบสอบ แบบชั้นชม*. กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง (2536). *การวัดและประเมินผลในชั้นเรียน กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร ประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)*. กรุงเทพมหานคร: ครุสภา.
- ศุภชัย หล่อโลหการ.(2550). *หนึ่งทศวรรษหลังวิกฤตเศรษฐกิจ หนึ่งเดือนหลังวิกฤตค่าเงินบาท บทสรุปความสามารถด้าน "นวัตกรรม" ของไทย*. มติชนรายวัน วันที่ 23 มกราคม พ.ศ. 2550 ปีที่ 30 ฉบับที่ 10545
- ศุภณีย์ เรียบเลิศศิริ.(2556). *การออกแบบห้องเรียน Smart Classroomและนวัตกรรมการเรียนการสอน*. รายงานผลการสัมมนาในงานแสดงสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา “World DIDAC ASIA 2013”, กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการรัฐมนตรีแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAMEO SECRETARIAT)
- สุชาดา พลาชัยภิรมย์ศิลป์. (2554). *แนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชัน*. *วารสารนักบริหาร* 31(4) : 110-115.
- สมาน แสงมลิ.(2515). *หน้าที่เกี่ยวกับการศึกษาประชากรของกระทรวงศึกษาธิการ วิทยาการเกี่ยวกับการศึกษาประชากร*. กรุงเทพมหานคร: พระนครโรงพิมพ์ส่วนท้องถิ่น
- สกุล สุขศิริ (2550) *ผลสัมฤทธิ์ของสื่อการเรียนรู้แบบ Game Based Learning* ปริญญาโทบัณฑิตสาขา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะพัฒนาศาสตร์พยาบาล มหวิทยาลัยนเรศวร
- สุมาลี กาญจนชาติ.(2543). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมคุณลักษณะของนักเรียน ระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคิดคอนตรักติวิซึม*. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุวิทย์ ไวยกุล (2559) *การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คเบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์* คุรุศาสตร์ดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
- สุวัฒน์ ธรรมสุนทร. (2555). *การศึกษาในระบบ*. http://mediathailand.blogspot.com/2012/05/blog-post_3505.html (15 กรกฎาคม 2561)
- สุศักดิ์ ปาเฮ. (2557). *SMART CLASSROOM: ห้องเรียนอัจฉริยะ*. ข่าวการศึกษา หนังสือพิมพ์มติชนรายวัน

(12 กรกฎาคม 2557). หน้า 17.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สัมพันธ์ พันธุ์พฤกษ์ (2525). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษา* คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมพร สุทัศน์. (2525). *การประถมศึกษา*. กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2549). *แนวทางการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา*. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555a). *คู่มืออบรมปฏิบัติการบูรณาการใช้คอมพิวเตอร์พกพา (Tablet) เพื่อยกระดับการเรียนการสอน*. กรุงเทพมหานคร: สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555b). *คู่มืออบรมสร้างสื่อการเรียนรู้สู่แท็บเล็ต*.

กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). *นิยามทางการศึกษา*.

http://www.onec.go.th/onec_web/page.php?mod=Category&categoryID=CNT0000145

(1 สิงหาคม 2561)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2546). องค์ประกอบของ E-Learning.

http://www.oocities.org/telethailand/elearning_component.htm (2 มิถุนายน 2561)

อภิตี ไชยกาล. (2557). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนภาษาไทยเป็นภาษาที่สองบนฐานของวัฒนธรรมและชุมชน โดยบูรณาการแนวการสอนพูดและการสลับภาษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารสำหรับนักเรียนในช่วงรอยต่อระดับประถมศึกษาปีที่ 1*. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ. (2546). *สร้างสรรค์นักคิด : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง*. สำนักงานการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี

<http://www.onec.go.th/publication/creative/cover.pdf>. (12 มิถุนายน 2561)

อรนุช ลิมตศิริ (2542). *หลักสูตรและการเรียนการสอนระดับประถม*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

อรสิรินทร์ เพิ่มพินพร. (2556). *การพัฒนาโปรแกรมการส่งเสริมการคิดตามสารบบจำแนกของบลูมฉบับปรับปรุงที่มีต่อผลงานสร้างสรรค์ทางศิลปะของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6*. (ปริญาญครุศาสตรมหาบัณฑิต), ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Adrian A. de Freitas & Michelle M. de Freitas, (2013). Classroom Live: A Software-Assisted Gamification Tool. *Computer Science Education*, 23, 186–206.
- Alessi, S. (1989). *Learner control of review in computer assisted instruction within a military training environment*. ERIC.
- Alessi, M.S. and Trollip. R.S. (2001) *Multimedia for Learning:Methods and Development*. 3rd ed.Boston: Allyn and Bacon.
- Alghabban, W.G (2017) Mobile cloud computing: An effective multimodal interface tool for students with dyslexia. *Computers in Human Behavior*, Volume 75, 1 October 2017, Pages 160-166
- Amy Gahran. (2011). *What's a mobile app?*.
<http://www.contentious.com/2011/03/02/whats-a-mobile-app/>(3 July 2517)
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Allyn & Bacon.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, et al. (2005). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives Complete Edition*.
- Appleton, J. J., Christenson, S. L., & Furlong, M. J. (2008). Student engagement with school: Critical conceptual and methodological issues of the construct. *Psychology in the Schools*, 45(5), 369 - 386.
- Barker, Martin and Neailey, Kevin. (1999). From Individual learning to project team learning and innovation: a structured approach. *Journal of Workplace Learning* 11:2, 60-67
- Barkley, E. F. (2009). *Student engagement techniques: A handbook for college faculty*: John Wiley & Sons.
- Biggs, J. (1987). *Student approaches to learning*. Victoria: Australian Council for Educational Research.
- Biggs, J., and Moore, P. (1993). *The process of learning*. New York: Prentice Hall.
- Biggs, J. and Telfer, R. (1987). *The Process of Learning*. Australia: Prentice –Hall of Australia.
- Bloom, B. S. (1961). *Taxonomy of educational objectives*. New York: David Mckey Company.
- Boag, P. (2013). *Mobile app vs mobile website design*.
<http://boagworld.com/mobile-web/mobile-app-vs-mobile-website-design/>
 (1 July 2018)

- Budiu, Raluca. (2013). *Mobile: Native Apps, Web Apps, and Hybrid Apps*.
from <http://www.nngroup.com/articles/mobile-native-apps/> (1 July 2017)
- Burke, B. (2014) *Gamify: How Gamification Motivates People to Do Extraordinary Things*. Brookline, Ma: Bibliomotion, Inc.
- Caine, G., Caine, R. N., & Crowell, S. (1994). *Mindshifts: A brain-based process for restructuring schools and renewing education*: Zephyr Press.
- Calhoun, C. F. (2012). *Brain-Based Teaching: Does It Really Work?* Online Submission.
- Chapman, E. (2003). *Assessing Student Engagement Rates*. ERIC Digest.
- Chris, C. (2011) *The Art of computer Game Design*. McGraw-Hill.
- Costa, M., Cardoso, A. P., Lacerda, C., Lopes, A., & Gomes, C. (2016). Homework in primary education from the perspective of teachers and pupils. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 217, 139-148.
- Daud and et.al. (2008). Knowledge Creation and Innovation in Classroom. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*. Vol.29
- Dautenhahn, K. (1999) Robots as social actors: Aurora and the case of autism *Proceeding of the Third Cognitive Technology Conference*, pp. 359-374
- Davila, Tony and et ,al. (2006). *Making Innovation Work: How to Manage It, Measure It, and Profit from It*. Upper Saddle River: Wharton School Publishing.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: defining gamification*. Paper presented at the Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments.
- Dowling, A. (2012). *Rules of the Game: Effects of a Game-based Metaphor on Instructional Activity Design and the Use of Student Mentors on Learning Outcomes in a Middle School General Science Class*. West Virginia University
- DuBravac, S., (2012). Game Mechanics for Classroom Engagement. *Cutting-edge Technologies in Higher Education*, 6 Part C, 67–94.
- Ellington, H.I., Addinall, E. and Percival, F. (1982). *A Handbook of Game Design*. London: Kogan Page.
- Entwistle, N. (1987). *Style of learning and Teaching*. New York: Wiley & Sons Ltd.
- Finn, J. D., & Zimmer, K. S. (2012). *Student engagement: What is it? Why does it matter?* *Handbook of research on student engagement* (pp. 97-131): Springer.
- Flores, J.F.F., (2015). Using Gamification to Enhance Second Language Learning. *Digital Education Review*, 21, 32-54.

- Foradian Technologies. (2015). *10 Smart Technology Tools for Teachers*.
<http://www.fedena.com/blog/2015/04/10-smart-technology-tools-for-teachers.html>
 (3 July 2518)
- Fox, B.I., Umphress, D.A., Hollingsworth, J.C. (2017) Development and delivery of an interdisciplinary course in mobile health (mHealth) *Currents in Pharmacy Teaching and Learning* 9(4), pp. 585-594
- Fredricks, Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of educational research*, 74(1), 59-109.
- Good. C. V., (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill.
- Guido, M. (2013). *What's the Big Deal with Native vs. Web vs. Hybrid Applications?*
<http://www.mendix.com/blog/whats-the-big-deal-with-native-vs-web-vs-hybrid-applications/> (1 July 2517)
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. & Black, W. (1995). *Multivariate Data Analysis With Readings*. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey
- Hart, Shelley R., Stewart, Kaitlyn and Jimerson, Shane R. (2011) The Student Engagement in Schools Questionnaire (SESQ) and the Teacher Engagement Report Form-New (TERF-N): Examining the Preliminary Evidence. *Contemporary School Psychology*, 2011
- Huang, R.; Hu, Y.; Yang, J. and Xiao, G. (2014). "The Functions of Smart Classroom in Smart Learning Age." [online] Available from <http://www.lsl.nic.edu.sg/icce2012/wp-content/uploads/2012/12/C4-3-162.pdf> (1 July 2517)
- Hughes Thomas P. (2004). *Human-Built World: How to Think About Technology and Culture*. Chicago: University of Chicago Press.
- Huotari, K., & Hamari, J., (2011). *Defining Gamification - A Service Marketing Perspective*.
<http://www.hubscher.org/roland/courses/hf765/readings/p17-huotari.pdf>
 (3 June 2018)
- Hyun, E.-J., Kim, S.-Y., Jang, S., Park, S. (2008) Comparative study of effects of language instruction program using intelligence robot and multimedia on linguistic ability of young children *Proceedings of the 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN*, art. no. 4600664, pp. 187-192
- Jakubowski, M. (2014). Gamification in Business and Education—project of Gamified Course for University Students. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 41, 339- 342.

- Jansen, Kees.(2015). *Smart = technology + sustainability + new economics - Smart Circle*.
<http://www.smart-circle.org/smart-city/smart-technology-sustainability-new-economics/>
 (5 July 2518)
- Jensen, M., (2012). *Engaging the Learner: Gamification Strives to Keep the User's Interest*.
<https://www.td.org/Publications/Magazines/TD/TD-Archive/2012/01/Engaging-the-Learner-Gamification-Strives-to-Keep-the-Users-Interest> (13 July 2518)
- Jones, R. D. (2008). Strengthening student engagement. *International Center for Leadership in Education*, 1.
- Kapp, K. M., (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco, CA: Wiley.
- Kapp, K. M., Blair, L., & Mesch, R. (2014). *The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook Idea into Practice*. San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- Laura Briz-Ponce (2017) Learning with mobile technologies – Students’ behavior *Computers in Human Behavior*, Volume 72, July 2017, Pages 612-620
- Lee, J. J., & Hammer, J. (2011). Gamification in Education: What, How, Why Bother?. *Academic Exchange Quarterly*, 15(2).
- Lee, J. S. . (2014). The Relationship Between Student Engagement and Academic: Is It a Myth or Reality. *The Journal of Educational Research*, 107, 177-185.
- Lee, Wei-Meng (2012) *Beginning Android™ 4 Application Development*,USA, ,John Wiley & Sons, Inc.
- Malone, T.W. (1981) *Towards a theory of intrinsically motivating instruction*. Cognitive Science.
- Marton, F. and Saljo, R. (1976). On qualitative differences in learning II - Outcome as a function of the learner, conception of the task, *British Journal of Education Psychology*, 46, 115-127
- Marks, H. M. (2000). *Student engagement in instructional activity: Patterns in the elementary, middle, and high school years*. *American educational research journal*, 37(1), 153-184.
- McAdam, Rodney and McClelland, John (2002) Individual and team-based idea generation within innovation management: organisational and research agendas. *European Journal of Innovation Management*, Vol. 5 Iss: 2, pp.86 – 97.
- McClanahan, B. et al. (2012). A Breakthrough for Josh: How Use of an iPad Facilitated Reading Improvement. *Tech Trends* 56 (May-June 2012): 20–28
- Morton, Jack Andrew. (1971). *Organizing for innovation; A systems approach to technical management*. New York: McGraw Hill.

- Muntean, C. I., (2011). *Raising engagement in e-learning through gamification*. Proc. 6th International Conference on Virtual Learning ICVL, 323-329.
- National Survey of Student Engagement. (2005). *National Survey of Student Engagement* http://nsse.iub.edu/nsse_2005_annual_report/index.cfm (1 July 2017)
- Newmann, F, Wehlage, G, & Lamborn. (1992). The significance and sources of student engagement. *Student engagement and achievement in American secondary schools*, 11-39.
- O' Driscoll, C. (2009). "Smart Classroom Technology" in Kouwenhoven, W. (Editors) *Advance in Technology, Education and Development*. <http://www.intechopen.com.pdf> (2 July 2018)
- Okita, S.Y., Ng-Thow-Hing, V., Sarvadevabhatla, R.K.(2011) Multimodal approach to affective human-robot interaction design with children *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, 1 (1), art. no. 5.
- Paharia, R. (2013). *Loyalty 3.0 : How Big Data and Gamification Are Revolutionizing Customer and Employee Engagement*. New York: McGraw-Hill Education.
- Paisley, V., (2013). *Gamification of Tertiary Courses: An Exploratory Study of Learning and Engagement*. Paper presented at the Proceedings of the 30th ascilite Conference 2013, 671-675
- Paule Ruiz, M (2017) Music learning in preschool with mobile devices. *Behaviour & information technology* vol:36 iss:1 p. 95 -111
- Pishva, D. and Nishantha, G. G. D. (2008). "Smart Classrooms for Distance Education and their Adoption to Multiple Classroom Architectures." *Journal of Networks*. Vol.3, No.5 (May 2008) pp.: 54-64.
- Prensky, M. (2001) *Digital game based learning*. United States of America: R.R. Donnelley & Sons Company.
- Quinn, C.N. (2005) *Engaging Learning*. San Francisco: Pfeiffer Publishing.
- Ramsden, P., Martin, E., & Bowden, J. (1989). School environment and sixth form pupils' approaches to learning. *British Journal of Educational Psychology*. 59: 129 -142.
- Randall, D. L., Harrison, J. B., & West, R. E. (2013). Giving credit where credit is due: designing open badges for a technology integration course. *TechTrends*, 57(6), 88-95.
- Rosenfeld, Robert and Servo, Jenny C. (1991). *Facilitating innovation in large organizations*. Robert Rosenfeld and Jenny C. Servo p. 28-33 in the book.

Rouse, M. (2007). *What is Application?*

<http://searchsoftware.quality.techtarget.com/definition/application> (9 July 2018)

Samsung Electronics Company (2013). *“Samsung Smart School: An Interactive and Collaborative Learning Environment for the Next-generation Classroom”* [online]

http://www.samsung.com/global/business/business-image/resources/case-study/2013/02/Samsung_Smart_School_Brochure-O.pdf (4 July 2018)

Sedighian, K., & Sedighian, A. S. (1996). Can educational computer games help educators learn about the psychology of learning mathematics in children? *Paper presented at the 18th Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* -- the North American Chapter, Florida. Retrieved from <http://www.cs.ubc.ca/nest/>.

Sharma, Rajeev (2010) Schools in the changing Times: Framework for Innovations in Schools, beyond Studies. *The international Journal of Learning*. Vol.16.No.12.

Simões, J., Redondo, R. D., & Vilas, A. F. (2013). A Social Gamification Framework for a K-6 Learning Platform. *Computers in Human Behavior*, 29, 345–353.

Skinner, E. A., & Belmont, M. J. (1993). Motivation in the classroom: Reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of educational psychology*, 85(4), 571.

SMART Technologies Company.(2016). *Inspiring innovation*.

<https://smarttech.com/About+SMART/About+SMART/Who+We+Are/Compan+Overview>. (4 July 2018)

Solano A., Ugalde F., Gómez J., Sánchez L. (2018) An Augmented Reality Application to Enhance the Children’s Engagement in an Early Development Method for Mathematics Literacy. In: Ahram T., Falcão C. (eds) *Advances in Usability and User Experience*. AHFE 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 607. Springer, Cham

Songkram, N. and et.al (2019) Education 3.0 system to enhance twenty-first century skills for higher education learners in Thailand. *Journal Interactive Learning Environments*.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1592197>

Suduc, A. M., Bizoi, M., & Gorghiu, G., (2015). Inquiry Based Science Learning in Primary Education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 205, 474-479.

Suzanne, S., & Trigwell, K. (2001). *Student Approaches to Learning*. <http://www.learning.ox.ac.uk>. (4 July 2018)

Tham, R., & Tham, L. (2015). Game-based learning in Singapore higher education – A pilot study. *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 1(1), 571-581.

- Trigwell, K., & Prosser, M. (1991). Relating approaches to study and quality of learning outcome at the course level. *British Journal of Educational Psychology*. 61: 265 –275.
- Viswanathan, P. (2013). *What is a Mobile Application?*
[http://mobiledevices.about.com/od/glossary/g/What-Is-A-Mobile-Application .htm](http://mobiledevices.about.com/od/glossary/g/What-Is-A-Mobile-Application.htm)
 (1 July 2018)
- Watson, D., Hancock, M., & Mandryk, R. L. (2013). *Gamifying behaviour that leads to learning*. In Proceedings of the First International Conference on gameful design, research, and applications (pp. 87-90). ACM.
- Willms, J. D. (2003). *Student engagement at school: A sense of belonging and participation: Results from PISA 2000*: Publications de l'OCDE.
- Xanthopoulos, S., Xinogalos, S. (2013). *A Comparative Analysis of Cross-platform Development Approaches for Mobile Applications*, Conference Paper September.
- Yau, S. S.; Gupta, S. K. S.; Karim, F.; Ahamed, S. I.; Wang, Y. and Wang, B. (2014). “*Smart Classroom: Enhancing Collaborative Learning Using Pervasive Computing Technology.*”
<http://www.dpse.cas.asu.edu/papers/SmartClassroom.pdf> (1 July 2017)
- Zahorik, J. A., (1995). *Constructivist Teaching. Fastback 390*. Phi Delta Kappa, PO Box 789, Bloomington, IN 47402-0789
- Zaragoza M.G., Kim HK. (2018) Mobile Application Development on Domain Analysis and Reuse-Oriented Software (ROS). In: Lee R. (eds) *Computer and Information Science*. ICIS 2017. Studies in Computational Intelligence, vol 719. Springer.
- Zichermann, G., & Cunningham, C., (2011). *Gamification by design: implementing game mechanics in web and mobile apps*. Canada, O'REILLY Media, Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิด้านการเรียนการสอน

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร.เอื้ออารี จันทร | หัวหน้าฝ่ายพัฒนาระบบและการเรียนรู้ | สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต |
| 2. อาจารย์ รัตนภรณ์ วามะสุรีย์ | อาจารย์กลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ | โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม |
| 3. อาจารย์ ดวงพร ช้องเกี่ยวพันธุ์ | อาจารย์กลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ | โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม |

ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

- | | | |
|-----------------------------------|--|---|
| 1. อาจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ สงวนสัตย์ | รองผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน | กรรมการบริหารหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิตและ
ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ประธานกลุ่มเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา คณะครุศาสตร์ |
| 2. ผศ.ดร.สุติเทพ ศิริพัฒน์กุล | ตำแหน่งบริหาร | รองหัวหน้าภาควิชาและเลขานุการภาควิชา
เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน |
| 3. อาจารย์ ดร.บุญเรือง เนียมหอม | ข้าราชการบำนาญและอดีตหัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสาร | การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 4. อาจารย์ ดร. วุฒิชัย พิสิก | กรรมการบริหารหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต | สาขาวิชาคอมพิวเตอร์
และเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ และรองผู้อำนวยการ
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ |
| 5. ผศ.ดร. สรภฤช มณีวรรณ | อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา | คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี |

ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิด้านหุ่นยนต์

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. รศ.ดร.สุรัชย์ สุขสกุลชัย | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 2. ผศ.ดร.สุชาดา เกตุดี | คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
พระนคร |

- | | |
|--------------------------------|---|
| 3. อาจารย์ กมลณิตย์ ภู่อสร | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร |
| 4. อาจารย์ ศุภโชค ตันติวิวัฒน์ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร |
| 5. อาจารย์ ศรัณย์ ฉัตรธัญญกิจ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
พระนคร |

ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิด้านการประเมินผลและการวิจัย

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. ผศ.ดร.ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. ผศ.ดร.ไชยรัตน์ ปราณี | รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและนโยบาย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ |
| 3. อ.กฤษรัตน์ ว่องอาทรกุล | หัวหน้าหน่วยวัดและประเมินผลและอาจารย์ประจำ โรงเรียนสาธิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม |

ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิในการรับรองการพัฒนาหุ่นยนต์ฯ

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1 รศ.ดร.สุรัชย์ สุขสกุลชัย | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 2. ผศ.ดร.สุติเทพ ศิริพิพัฒนกุล | ตำแหน่งบริหาร รองหัวหน้าภาควิชาและเลขานุการภาควิชา
เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 3. ผศ.ดร.ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 4. อาจารย์อักษรา แสงอร่าม | ผู้อำนวยการโรงเรียนเปรมประชา
(สายหยุด - เกษมสงเคราะห์) |

ภาคผนวก ข

เครื่องมือวิจัย

แบบสอบถามสภาพความเป็นจริงและความต้องการ

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชัน

เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

คำอธิบายคำจำกัดความงานวิจัย

หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐาน คือ สิ่งประดิษฐ์ที่เป็นอุปกรณ์ช่วยในการเรียนรู้และส่งเสริมการแข่งขัน ท้าทายและการเรียนอย่างยืดหยุ่นผู้ค้นตามแนวคิดเกมเป็นฐานโดยอุปกรณ์นี้จะใช้คำสั่งเชื่อมโยงกับซอฟต์แวร์โมบายแอปพลิเคชันโดยใช้มาตรฐานของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ประกอบด้วย 1) ระบบพลังงาน 2) ระบบจักรกล 3) ระบบควบคุม

แนวคิดเกมเป็นฐาน หมายถึง วิธีการในการสอนโดยใช้เกมคอมพิวเตอร์ประเภทเกมทางการศึกษาและมีการทั้งในด้านการฝึกหัดและการฝึกทักษะในแง่ของกระบวนการ ทักษะคิดและเกมคอมพิวเตอร์นี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและความเพลิดเพลินในการเรียนรู้ สามารถปรับเข้ากับทุกสาขาวิชา ทุกระดับและเมื่อใช้อย่างถูกต้องจะทำให้เกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุดมีลักษณะที่ประกอบด้วย 1) เป้าหมาย 2) กฎกติกา 3) การแข่งขัน 4) ความท้าทาย 5) จิตนาการ 6) ความสนุกสนานเพลิดเพลิน 7) การควบคุม

โมบายแอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรมประยุกต์หรือซอฟต์แวร์ที่ออกแบบพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อสนับสนุนและตอบสนองตามความต้องการของผู้เรียน

ทักษะการคิด หมายถึง ความสามารถในการแสดงออกถึงการกระทำหรือพฤติกรรมผ่านการใช้ความคิด โดยความสามารถย่อยในการคิดหรือการแสดงออกในลักษณะต่างๆ นั้นจะนำไปสู่กระบวนการคิดที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นตามแนวคิดของ Bloom's Revised Taxonomy ประกอบด้วย 1) การจำ 2) การเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมินค่า และ 6) การสร้างสรรค์ โดยสามารถประเมินได้ใน 4 มิติ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความเป็นจริง ความรู้เชิงนิเทศน์ ความรู้เชิงวิธีดำเนินการและความรู้เชิงอภิमान

ความยืดหยุ่นผู้ค้นในการเรียน หมายถึง ความตั้งใจของนักเรียนในการทุ่มเทในการเรียนรู้ ความพยายามในการเรียนรู้ การเข้าใจบทเรียน การเรียนรู้องค์ความรู้ต่างๆ ทักษะหรือความชำนาญทางวิชาการที่สนใจและตั้งใจจะส่งเสริม ประกอบด้วย

1. ความยืดหยุ่นผู้ค้นด้านปัญญา หมายถึง ผู้เรียนมีความคิดเกี่ยวกับการเรียนของตนเอง ได้แก่ การพัฒนาตนเองด้านการเรียนด้วยกลยุทธ์ทางปัญญา การกำกับตนเองทางปัญญา มีการไตร่ตรอง ทุ่มเทและมุ่งมั่นในการวางแผนการเรียน ความสามารถควบคุมตนเองในการเรียนได้ดี

2. ความยืดหยุ่นผู้ค้นด้านอารมณ์ หมายถึง ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเรียน ได้แก่ การได้รับการสนับสนุนจากผู้เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับความรู้อย่างดีของผู้เรียนที่มีต่อผู้สอน เพื่อนร่วมชั้นเรียน สถานศึกษา

3. ความยืดหยุ่นผู้ค้นด้านพฤติกรรม หมายถึง ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีส่วนร่วมในการเรียน มีพฤติกรรมการเรียนที่สื่อถึงความพยายาม ความตั้งใจเรียนและจัดการเกี่ยวกับการเรียนของตนเอง ไม่ว่าจะเป็น

เป็นด้านเวลา การจัดการเกี่ยวกับตารางการเรียนการสอนรวมทั้งการเลือกและการจัดการสภาพแวดล้อมที่ส่งผลดีต่อการเรียน

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพความเป็นจริงและความต้องการ งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับสถานภาพของท่าน

1. เพศ

☐ เพศชาย

☐ เพศหญิง

2. อายุ

☐ 21-30 ปี

☐ 31-40 ปี

☐ 41-50 ปี

☐ 51-60 ปี

☐ 60 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี

☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท

☐ ปริญญาเอก

4. สถาบันที่จบ

5. หน่วยงานที่ท่านสังกัด

☐ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

☐ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

☐ อื่นๆ(โปรดระบุ).....

6. กลุ่มสาระที่ท่านสอน

☐ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย

☐ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

☐ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

☐ กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา

☐ กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

☐ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

☐ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม

☐ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

7. ระดับชั้นที่ท่านสอน

☐ ประถมศึกษาปีที่ 1

☐ ประถมศึกษาปีที่ 2

☐ ประถมศึกษาปีที่ 3

☐ ประถมศึกษาปีที่ 4

☐ ประถมศึกษาปีที่ 5

☐ ประถมศึกษาปีที่ 6

ส่วนที่ 2 สภาพความเป็นจริงและความต้องการ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงและความต้องการของท่าน

ความหมายระดับสภาพความเป็นจริง

ระดับ 5 สภาพความเป็นจริงดีมากที่สุด

ระดับ 4 สภาพความเป็นจริงดีมาก

ระดับ 3 สภาพความเป็นจริงปานกลาง

ระดับ 2 สภาพความเป็นจริงพอใช้

ระดับ 1 สภาพความเป็นจริงควรปรับปรุง

ระดับ 0 ไม่เคยเกิดขึ้นเลย

ความหมายระดับสภาพความต้องการ

ระดับ 5 ความต้องการมากที่สุด

ระดับ 4 ความต้องการมาก

ระดับ 3 ความต้องการปานกลาง

ระดับ 2 ความต้องการน้อย

ระดับ 1 ความต้องการน้อยที่สุด

ระดับ 0 ไม่มีความต้องการ

การพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็น ฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิด และความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้	ระดับสภาพความเป็นจริง						ระดับความต้องการ					
	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
ด้านที่ 1 หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์												
1.1 ท่านออกแบบการจัดการเรียนการสอนที่มีหุ่นยนต์แบบมี ปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
1.2 ท่านนำหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียน การสอนเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
1.3 ท่านนำหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียน การสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการแข่งขันและความทำ หายในการเรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
1.4 ท่านนำหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียน การสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
1.5 ท่านนำหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียน การสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความยืดหยุ่นผูกพันในการ เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
ด้านที่ 2 แนวคิดเกมเป็นฐาน												
2.1 ท่านออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเกม เป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
2.2 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเกมเป็นฐาน เพื่อกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจการเรียนรู้ของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
2.3 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเกมเป็นฐาน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0

การพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็น ฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิด และความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้	ระดับสภาพความเป็นจริง						ระดับความต้องการ					
	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการแข่งขันและความท้าทายในการ เรียน												
2.4 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเกมเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
2.5 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเกมเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
ด้านที่ 3 โมบายแอปพลิเคชัน												
3.1 ท่านออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมบายแอป พลิเคชันเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
3.2 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมบายแอปพลิเคชัน เพื่อกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ของ ผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
3.3 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมบายแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการแข่งขันและความท้าทายใน การเรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
3.4 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมบายแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
3.5 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมบายแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
ด้านที่ 4 ทักษะการคิด												
4.1 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความจำของ ผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
4.2 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความเข้าใจ ของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
4.3 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการ ประยุกต์ใช้ของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
4.4 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการวิเคราะห์ ของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
4.5 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการประเมิน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0

การพัฒนาหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็น ฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิด และความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้	ระดับสภาพความเป็นจริง						ระดับความต้องการ					
	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
ค่าของผู้เรียน												
4.6 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการ สร้างสรรค์ของผู้เรียน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
ด้านที่ 5 ความยืดหยุ่นผูกพัน												
5.1 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความยืดหยุ่น ผูกพันทางพฤติกรรม	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
5.2 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความยืดหยุ่น ผูกพันทางอารมณ์	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
5.3 ท่านมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความยืดหยุ่น ผูกพันทางปัญญา	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
ด้านอื่นๆที่มีความเกี่ยวข้อง												
6.1 ผู้เรียนมีความพร้อมด้านอุปกรณ์พกพาที่เอื้อต่อการ เรียนรู้	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
6.2 ผู้เรียนมีความพร้อมด้านระบบอินเทอร์เน็ตที่เอื้อต่อการ เรียนรู้	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
6.3 ท่านมีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้และแบ่งเบาภาระ ในการจัดการเรียนการสอน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
6.4 โรงเรียนของท่านมีความพร้อมด้านระบบอินเทอร์เน็ตที่ เอื้อต่อการจัดการเรียนการสอน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
6.5 โรงเรียนของท่านสนับสนุนการผลิตหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการ จัดการเรียนการสอน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
6.6 โรงเรียนของท่านสนับสนุนงบประมาณในการนำ เทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0
6.7 โรงเรียนของท่านได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก หน่วยงานอื่นๆในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียน การสอน	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0

ข้อเสนอแนะ

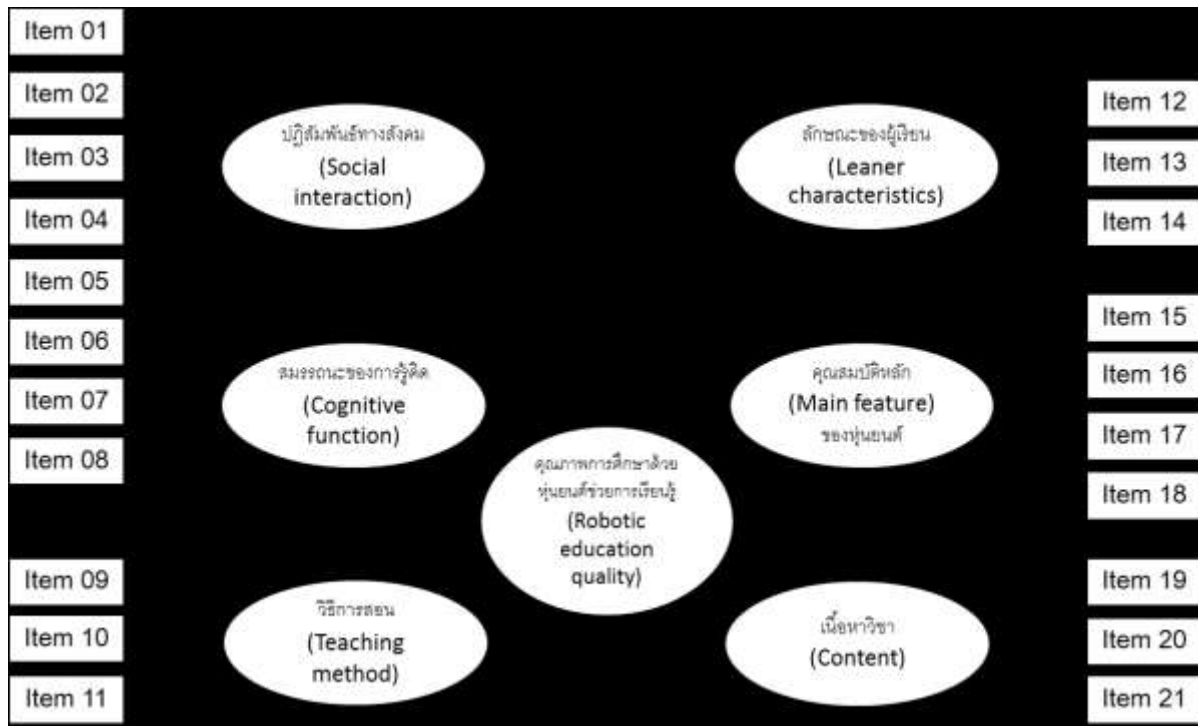
.....

.....

แบบสอบถาม มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียน ระดับประถมศึกษาของประเทศไทย

The dimensions of robotic education quality: the teacher's perspective as teaching assistants in Thailand's elementary school

โมเดลสมการโครงสร้างที่สร้างตามสมมติฐาน



คำจำกัดความที่ใช้ในโมเดลสมการโครงสร้าง

1. ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) หมายถึง การกระทำหรือการถ่ายทอดความคิด ระหว่างบุคคลหรือกลุ่มบุคคลโดยมีหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้เป็นสื่อ
2. สมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive function) หมายถึง การขยายผลให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และเรียนรู้ข้อมูลใหม่ที่เข้ามา
3. วิธีการสอน (Teaching method) หมายถึง ความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา การออกแบบเทคนิคการสอน และการขึ้นนำกระบวนการเรียนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์
4. ลักษณะของผู้เรียน (Learners characteristics) หมายถึง อายุ และเพศ รวมถึงลักษณะเฉพาะของผู้เรียนแต่ละคน เช่น ความสนใจในการเรียนรู้
5. คุณสมบัติหลัก (Main feature) ของหุ่นยนต์ หมายถึง ความเสถียรในการทำงาน และง่ายต่อการใช้งาน รวมถึงคุณสมบัติเฉพาะของหุ่นยนต์ เช่น ไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก
6. เนื้อหาวิชา (Content) หมายถึง การกำหนดเนื้อหาวิชาการศึกษาที่จะให้ หรือสิ่งที่สอน

ต้นแบบของหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้

เป็นหุ่นยนต์ขนาดประมาณ 50 x 50 cm ที่สามารถเคลื่อนที่ไปมาในห้องเรียน โดยผู้สอนสามารถควบคุมหุ่นยนต์ได้แบบไร้สาย รวมถึงสั่งการให้หุ่นยนต์ทำงานในระบบอัตโนมัติได้ โดยมีหน้าจอแสดงผลซึ่งสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ผู้สอน ด้วยการสัมผัส การรับ – ส่งภาพ และเสียงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้



แบบสอบถามสำหรับงานวิจัย

มิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียน
ระดับประถมศึกษาของประเทศไทย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วยคำถาม 9 ข้อ

คำอธิบาย กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ หรือเติมข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. ประเภทสถานศึกษา

☐ สถานศึกษาของรัฐ

☐ สถานศึกษาของเอกชน

2. ตำแหน่งงานในปัจจุบัน

3. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

4. อายุ

☐ ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี ☐ 21-30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ปี ☐ 51-60 ปี ☐ 61 ปีขึ้นไป

5. สถานภาพ

☐ โสด ☐ สมรส ☐ หย่าร้าง/ หม้าย/ แยกกันอยู่

6. ระดับการศึกษา

☐ อนุปริญญา/ ปวส. หรือต่ำกว่า ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

7. ประสบการณ์ทำงาน

☐ ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 ปี ☐ 6-10 ปี ☐ 11-20 ปี ☐ มากกว่า 20 ปี

8. สอนวิชา

☐ ภาษาต่างประเทศ ☐ วิทยาศาสตร์ ☐ เทคโนโลยี

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

9. สอนระดับชั้น

☐ ประถมศึกษาปีที่ 1 ☐ ประถมศึกษาปีที่ 2 ☐ ประถมศึกษาปีที่ 3

☐ ประถมศึกษาปีที่ 4 ☐ ประถมศึกษาปีที่ 5 ☐ ประถมศึกษาปีที่ 6

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามมุมมองของครูในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอน ในโรงเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศไทย **ประกอบด้วยคำถาม 20 ข้อ**

คำอธิบาย กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ระบุระดับความสำคัญขององค์ประกอบดังต่อไปนี้ ที่ส่งผลต่อระดับคุณภาพการศึกษา ด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ ตามความคิดเห็นของท่าน

1 = สำคัญน้อยที่สุด, 2 = สำคัญน้อย, 3 = สำคัญปานกลาง, 4 = สำคัญมาก, 5 = สำคัญมากที่สุด

องค์ประกอบที่ส่งผลต่อระดับคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้		ระดับความสำคัญ				
		1	2	3	4	5
ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) ของหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้						
1	การแสดงอารมณ์ของหุ่นยนต์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน (หุ่นยนต์มีเสียงพูด การแสดงออกทางสีหน้าในอารมณ์พื้นฐาน (ความสุข ความเศร้า ประหลาดใจ ความโกรธ ความกลัว) และการเคลื่อนไหวร่างกาย)					
2	หุ่นยนต์ สร้างความสัมพันธ์เป็นเพื่อนกับผู้เรียน (เช่น การยิ้ม ทักทาย เดินตาม ขวนเล่นเกมส์ หรือเล่านิทาน)					
3	หุ่นยนต์ สร้างสิ่งเร้าความสนใจ (เช่น มีไฟกระพริบ แสง เสียง และการตอบสนองต่อการสัมผัส)					
4	หุ่นยนต์ มีรูปร่างเหมือนสัตว์ หรือเหมือนตัวการ์ตูน (รูปร่างเหมือนสัตว์ หรือเหมือนตัวการ์ตูน ทำให้ดึงดูดความสนใจ เสริมทักษะการเข้าสังคม เกิดความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการที่ดี)					
5	หุ่นยนต์ มีคุณสมบัติปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) (คือ การตรวจจับ การตีความ และการตอบสนอง โดย • มี sensor ตรวจสอบว่าด้านหน้าของหุ่นยนต์นั้นมีคนหรือไม่ หรือมีสิ่งกีดขวางใดหรือไม่ เพื่อป้องกันไม่ให้ทั้งคนและหุ่นยนต์เกิดความเสียหาย • มี sensor ระบบเดินตามผู้ใช้งาน • ให้หุ่นยนต์เก็บข้อมูลการใช้งานบน cloud server (เพื่อเพิ่มพื้นที่การเก็บข้อมูล และสะดวกในการวิเคราะห์ผล)					
สมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive function) ของผู้เรียนด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้						
6	หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบก่อนเรียน ในตัวหุ่นยนต์ได้					
7	หุ่นยนต์ สามารถติดตั้งโปรแกรมแบบทดสอบหลังเรียน ในตัวหุ่นยนต์ได้					
8	หุ่นยนต์ มีการรับข้อเสนอแนะจากผู้เรียน					
วิธีการสอน (Teaching method) ด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้						
9	นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play-based					

องค์ประกอบที่ส่งผลต่อระดับคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้		ระดับความสำคัญ				
		1	2	3	4	5
	learning) (เช่น เกมส์ผ่านด่านแล้วให้รางวัล และมีการอัป Level ของเกมส์เพิ่มความยาก เพื่อเพิ่มความท้าทายให้ผู้เรียน)					
10	นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) (การเรียนรู้การสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยการนำปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นและสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา)					
11	นำหุ่นยนต์มาใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบ การเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project - based learning) (การเรียนรู้การสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยผู้เรียนจะได้รับความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจากการค้นหาความรู้ด้วยตนเองด้วยการทำโครงการ)					
ลักษณะของผู้เรียน (Learners characteristics)						
12	อายุของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้					
13	เพศของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้					
14	ความสนใจของผู้เรียน มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้					
คุณสมบัติหลัก (Main feature) ของหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้						
15	หุ่นยนต์มีความเสถียรในการทำงาน (หุ่นยนต์สามารถทำงานตามปกติต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน)					
16	หุ่นยนต์ง่ายต่อการใช้งาน					
17	หุ่นยนต์มีลักษณะทางกายภาพที่ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก					
18	หุ่นยนต์มีความทนทานต่อการใช้งานกับเด็ก					
เนื้อหาวิชา (Content) สำหรับหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้						
19	สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาภาษาต่างประเทศได้					
20	สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้					
21	สามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาเกี่ยวกับเทคโนโลยี					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิ

หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

คำถาม

1. หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์มีลักษณะอย่างไร

2. โมบายแอปพลิเคชันตามแนวคิดเกมเป็นฐานที่ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดตามแนวคิดของบลูมควรเป็นอย่างไร

3. หุ่นยนต์หรือโมบายแอปพลิเคชันที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการแข่งขันและความท้าทายในการเรียนควรเป็นอย่างไร

4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดตามแนวคิดของบลูมในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายควรเป็นอย่างไร

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมอย่างไร

6. ภาพรวมของการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เหมาะสมหรือไม่อย่างไร

7. ตามเอกสารแนบ ท่านคิดว่าการออกแบบหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาควรมีการพัฒนาหรือปรับปรุงอย่างไรบ้าง

ตัวอย่าง แบบทดสอบทักษะการคิดก่อนและหลังเรียนและแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

จงกากบาทข้อที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

แบบทดสอบเรื่องเมล็ด

1. ข้อใด คือ พืชที่มีเมล็ดอยู่ด้านนอก

ก. กล้วย ข. ทูเรียน ค. สตรอเบอรี่ ง. ฝรั่ง

2. ข้อใดเป็นหลักการแรกในการคัดเลือกเมล็ดพันธุ์

ก. มีราคาถูก ข. มีขนาดเล็ก ค. มีความชื้นต่ำ ง. มีลักษณะตามที่ต้องการ

แบบทดสอบเรื่องพืชไร้ดอก

11. ข้อใดคือลักษณะของพืชไม่มีดอก

ก. มีระบบรากแก้ว ข. ไม่ใช้เมล็ดในการสืบพันธุ์

ค. ลำต้นเป็นข้อปล้องชัดเจน ง. สร้างเมล็ดจากดอกที่ผสมพันธุ์แล้ว

12. ข้อใดคือกลุ่มของพืชไม่มีดอก

ก. พรหม ผักกูด จอก ข. เฟิร์น ไม้ ผักแว่น

ค. มอส เฟิร์น ผักกูด ง. มอส สน ผักตบชวา

แบบทดสอบเรื่องพืชมีดอก

21. พืชดอกมีลักษณะสำคัญอย่างไร

ก. มีรากฝอย ข. เส้นใบเป็นร่างแห

ค. มีดอกใช้ในการสืบพันธุ์ ง. กลีบดอกแบ่งเป็นชุด ชุดละ 4-5 กลีบ

แบบทดสอบเรื่องราก

31. ข้อใด ไม่เป็น ลักษณะของรากพืช

ก. เป็นส่วนที่อยู่ล่างสุดของพืช

ข. ไม่มีลักษณะเป็นข้อ ปล้อง ตา และใบ

ค. มีขนาดและความยาวที่เสมอกัน

ง. หยั่งลงสู่พื้นดินหรือแทงลงในดิน

แบบทดสอบเรื่องลำต้น

41. ลำต้นของพืชในข้อใดทำหน้าที่สะสมอาหาร

ก. แห้ว ข. กระจाय ค. มันเทศ ง. มันแกว

42. ข้อใดไม่สามารถเจริญเติบโตจาก ข้อ (node) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของลำต้นได้

ก. กิ่ง ข. ดอก ค. ตั้น ง. ใบ

ตัวอย่าง แบบฝึกหัดระหว่างเรียน

จงเติมคำในช่องว่างให้ถูกต้อง

แบบฝึกหัดเรื่องเมล็ด

1. เมล็ด คือ _____ ที่เจริญเต็มวัยหรือสุกแก่แล้ว เป็นการเจริญเติบโตหลังจากการปฏิสนธิ
2. ส่วนประกอบเมล็ดสามารถแยกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ _____

แบบฝึกหัดเรื่องพืชไร้ดอก

11. นักเรียนไม่สามารถพบส่วนประกอบเหล่านี้ได้แก่ _____ ในพืชไม่มีดอก
12. _____ เป็นพืชที่มีสปอร์จะอยู่ในอับสปอร์ที่อยู่ใต้ใบ เมื่อแก่เต็มที่อับสปอร์ซึ่งเป็นถุงเล็ก ๆ จะแตกออกและปลิวไปตามลม เมื่อตกในที่ที่เหมาะสมจะงอกเป็นต้นใหม่

แบบฝึกหัดเรื่องพืชมีดอก

21. ดอก เป็นการสืบพันธุ์แบบ _____
22. การถ่ายละอองเกสรในดอกเดียวกัน เกิดกับพืชที่มีดอกเป็นดอก _____ คือ มีเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกันละอองเกสรตัวผู้สามารถร่วงหรือปลิวมาตกบนยอดเกสรตัวเมียได้

แบบฝึกหัดเรื่องราก

31. ระบบรากแก้ว มีลักษณะหลักคือ _____ มักพบในพืชแบบ _____
32. พืชที่มีรากเกาะ เช่น _____

แบบฝึกหัดเรื่องลำต้น

41. ปล้อง เป็นส่วนของลำต้นที่อยู่ระหว่าง _____
42. พืชใบเลี้ยงคู่มีลักษณะลำต้น คือ ข้อ ปล้อง _____

แบบวัดพฤติกรรมผู้เรียนด้านความยึดมั่นผูกพันในการเรียน

คำชี้แจง

แบบสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

☐ เพศชาย

☐ เพศหญิง

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมความผูกพันในการเรียนของผู้เรียนระดับประถมศึกษา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

ความหมายระดับความพึงพอใจ

ระดับ 5	หมายถึง	พฤติกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	พฤติกรรมอยู่ในระดับมาก
ระดับ 3	หมายถึง	พฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	พฤติกรรมอยู่ในระดับน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	พฤติกรรมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

พฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม				
	5	4	3	2	1
ด้านที่ 1 ความยึดมั่นผูกพันทางพฤติกรรม					
ฉันพยายามทำความเข้าใจกับสื่อวัสดุอุปกรณ์ในการเรียน	5	4	3	2	1
ฉันเป็นผู้เรียนที่มีความกระตือรือร้น	5	4	3	2	1
ฉันสนใจในการเรียน	5	4	3	2	1
ฉันตั้งใจเรียน	5	4	3	2	1
ฉันมีสมาธิจดจ่อในการเรียน	5	4	3	2	1
ฉันการแสดงความคิดเห็น	5	4	3	2	1
ฉันทำการบ้านหรืองานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จก่อนจะทำอย่างอื่นที่ไม่เกี่ยวกับการเรียน	5	4	3	2	1
ฉันกำกับพฤติกรรมการเรียนให้เป็นไปตามตารางเรียนที่กำหนดไว้	5	4	3	2	1
ฉันเสนอความคิดเห็นในชั้นเรียน	5	4	3	2	1
ฉันบอกอาจารย์ให้ทราบว่าสนใจอะไรบ้างในระหว่างการเรียนรู้	5	4	3	2	1
ฉันถามคำถามเวลาอยู่ในชั้นเรียน	5	4	3	2	1
ฉันพยายามที่จะทำงานให้ดี	5	4	3	2	1

พฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม				
	5	4	3	2	1
เมื่อฉันอยู่ในห้องเรียนฉันมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชั้นเรียน	5	4	3	2	1
ฉันให้ความสนใจในชั้นเรียน	5	4	3	2	1
เมื่อฉันอยู่ในห้องเรียนฉันรู้สึกท้าทาย	5	4	3	2	1
ถ้าฉันไม่เข้าใจฉันสามารถเข้าไปเรียนรู้ได้อีกจนกว่าจะเข้าใจ	5	4	3	2	1
ถ้าฉันไม่เข้าใจในงานที่ทำ ฉันจะหาวิธีการที่จะสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้	5	4	3	2	1
ด้านที่ 2 ความยึดมั่นผูกพันทางอารมณ์					
ฉันมีความสุขในการเรียน	5	4	3	2	1
ฉันอยากมาเรียน	5	4	3	2	1
ฉันสนุกกับการเรียน	5	4	3	2	1
ฉันรู้สึกดีเวลาอยู่ในชั้นเรียน	5	4	3	2	1
ฉันสนใจใคร่รู้เวลาอยู่ในชั้นเรียน	5	4	3	2	1
ฉันรู้สึกว่าการเรียนสนุกสนาน	5	4	3	2	1
ฉันรู้สึกสนุกกับการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆในชั้นเรียน	5	4	3	2	1
ฉันคิดว่าสิ่งที่กำลังเรียนน่าสนใจ	5	4	3	2	1
ฉันรู้สึกว่าการเรียนรู้ช่างน่าเบื่อ	5	4	3	2	1
ฉันชอบเมื่อฉันได้เรียนรู้	5	4	3	2	1
ด้านที่ 3 ความยึดมั่นผูกพันทางปัญญา					
ฉันทุ่มเทในการเรียน	5	4	3	2	1
ฉันพยายามในการหาความรู้	5	4	3	2	1
ฉันมีความชำนาญหรือมีทักษะที่เพิ่มขึ้น	5	4	3	2	1
ฉันเข้าใจบทเรียนและเนื้อหาที่เรียนที่ซับซ้อนได้	5	4	3	2	1
ฉันจดจำในสิ่งที่เรียน	5	4	3	2	1
ฉันทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียน	5	4	3	2	1
ฉันมีการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับความรู้เดิมเพื่อช่วยให้เข้าใจยิ่งขึ้น	5	4	3	2	1
ฉันนึกตัวอย่างที่ช่วยเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้	5	4	3	2	1
ฉันสรุปแนวคิดหรือประเด็นสำคัญเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน	5	4	3	2	1
ฉันหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้อื่นๆนอกจากในชั้นเรียน	5	4	3	2	1
ฉันทบทวนประเด็นสำคัญในสิ่งที่เรียน	5	4	3	2	1
ฉันตรวจสอบความถูกต้องหลังทำงานหรือการบ้านเสร็จ	5	4	3	2	1
ฉันพิจารณาความเข้าใจของตนเองอีกครั้งหลังทำการบ้านเสร็จ	5	4	3	2	1

แบบสอบถามความคิดเห็น

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกฝนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับสถานภาพของท่าน

1. เพศ

☐ เพศชาย

☐ เพศหญิง

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกฝนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ความหมายระดับความพึงพอใจ

ระดับ 5	หมายถึง	ระดับมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	ระดับมาก
ระดับ 3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	ระดับน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	ระดับน้อยที่สุด

รายการประเมินความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านที่ 1 เนื้อหา					
1.1 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ	5	4	3	2	1
1.2 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับฉัน	5	4	3	2	1
1.3 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับความสามารถของฉัน	5	4	3	2	1
ด้านที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอน					
2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยให้ฉันเกิดการเรียนรู้	5	4	3	2	1
2.2 กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยให้ฉันเกิดลำดับขั้นตอนในการเรียน	5	4	3	2	1
2.3 กิจกรรมในการเรียนการสอนมีความสนุกสนาน กระตุ้นความท้าทายของฉัน	5	4	3	2	1
2.4 กิจกรรมในการเรียนการสอนช่วยดึงดูดความสนใจของฉัน	5	4	3	2	1

รายการประเมินความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2.5 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลาย	5	4	3	2	1
2.6 กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนดีขึ้น	5	4	3	2	1
ด้านที่ 3 สื่อและสิ่งสนับสนุนการเรียนการสอน					
3.1 ฉันชอบเอกสารการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	5	4	3	2	1
3.2 สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้ฉันมีความสนใจในการเรียน	5	4	3	2	1
3.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีความทันสมัย	5	4	3	2	1
3.4 หุ่นยนต์ช่วยสนับสนุนให้ฉันเกิดการเรียนรู้	5	4	3	2	1
3.5 หุ่นยนต์ช่วยให้ฉันเกิดความสุขสนุกสนานในการเรียน	5	4	3	2	1
3.6 โมบายแอปพลิเคชันช่วยให้สนับสนุนการเรียนรู้ของฉัน	5	4	3	2	1
3.7 โมบายแอปพลิเคชันช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของฉัน	5	4	3	2	1

แบบสอบถามเพื่อรับรองประสิทธิภาพ

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิในการรับรองประสิทธิภาพหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาและการเรียนรู้หลังทดลอง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับตามความคิดเห็นของท่าน

ผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ ตำแหน่งทางวิชาการ.....ชื่อ-นามสกุล.....

ระดับ 5 มากที่สุด ระดับ 4 มาก ระดับ 3 ปานกลาง ระดับ 2 พอใช้ ระดับ 1 ควรปรับปรุง

หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
ด้านที่ 1 หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์					
1.1 มีการออกแบบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	5	4	3	2	1
1.2 มีลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดึงดูดใจผู้เรียน	5	4	3	2	1
1.3 มีลักษณะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	5	4	3	2	1
1.4 มีลักษณะส่งเสริมความท้าทายของผู้เรียน	5	4	3	2	1
1.5 สามารถช่วยเหลือผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	3	2	1
ด้านที่ 2 โมบายแอปพลิเคชัน					
2.1 โมบายแอปพลิเคชันสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	5	4	3	2	1
2.2 โมบายแอปพลิเคชันสามารถส่งเสริมทักษะการคิดตามแนวคิดของบลูมให้กับผู้เรียน	5	4	3	2	1
2.3 โมบายแอปพลิเคชันสามารถกระตุ้นความสนใจ	5	4	3	2	1
2.4 โมบายแอปพลิเคชันสามารถส่งเสริมความท้าทายของผู้เรียน	5	4	3	2	1
2.5 โมบายแอปพลิเคชันสามารถแบ่งเบาภาระของผู้สอน	5	4	3	2	1
ด้านที่ 3 การจัดการเรียนการสอน					
3.1 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน	5	4	3	2	1
3.2 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะการจำของผู้เรียน	5	4	3	2	1
3.3 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะการเข้าใจของผู้เรียน	5	4	3	2	1
3.4 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะการประยุกต์ใช้ของผู้เรียน	5	4	3	2	1
3.5 กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมทักษะการวิเคราะห์ของผู้เรียน	5	4	3	2	1

หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนส่งเสริมทักษะการประเมินค่าของผู้เรียน	5	4	3	2	1
3.7 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ของผู้เรียน	5	4	3	2	1
4. ภาพรวมของหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐานร่วมกับโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและความยืดหยุ่นผู้ฝึกสอนในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา	5	4	3	2	1

ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน
System Manual
MOODLE PLUGIN

Table of Contents

Prerequisite	134
Backend (Administrator)	134
Install Plugin	134
Widget Level Up!	136
Frontend (User)	138
Appendix : Avatar	143

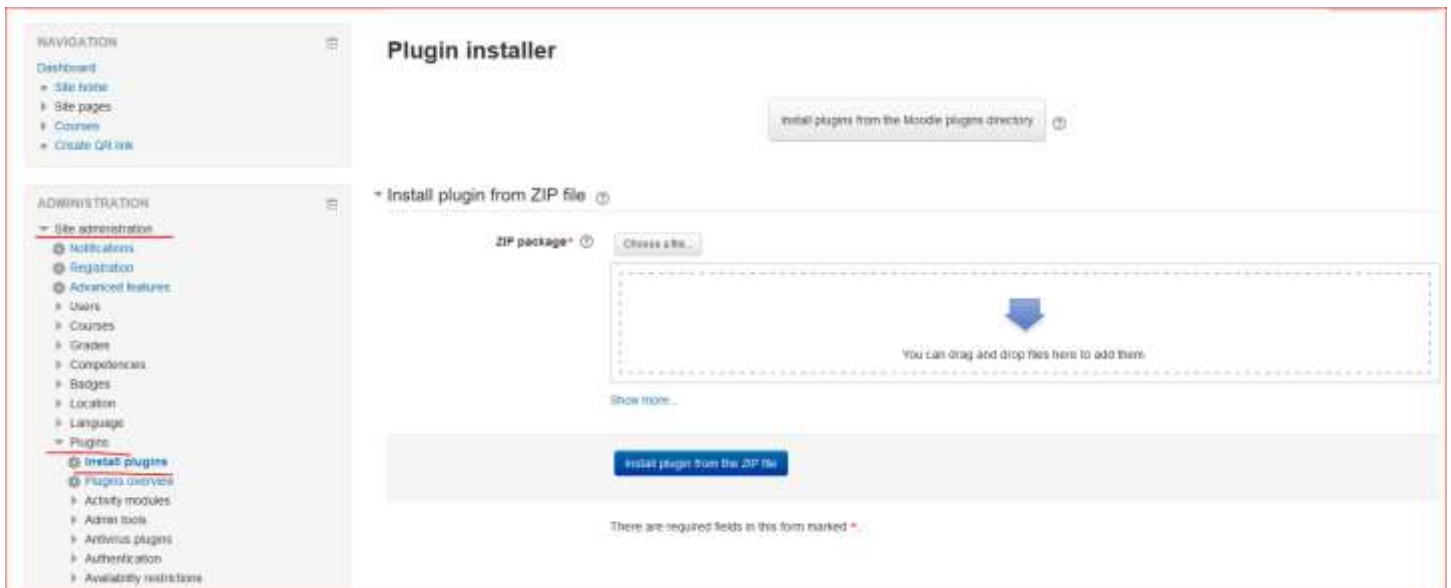
Prerequisite

1. ติดตั้งปลั๊กอิน Level Up ก่อน (https://moodle.org/plugins/block_xp)
2. Theme eLobot ทำงานภายใต้ Default theme ชื่อว่า 'Clean'

Backend (Administrator)

Install Plugin

1. เมนู Site administration -> Plugins -> Install plugins



2. เปลี่ยน Theme เป็น elobot
 - a. เมนู Site administration -> Appearance -> Themes -> Theme selector -> Change theme

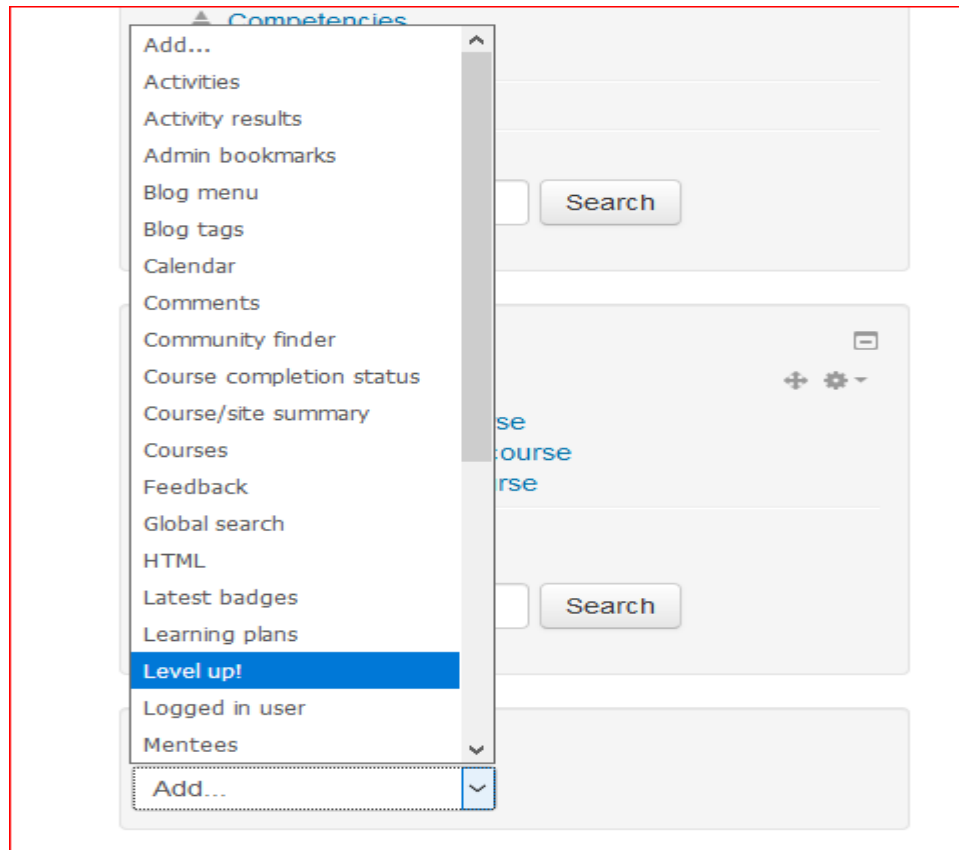
[illegible]

b. เลือก Use theme 'e-Lobot'

The image displays two screenshots of the Moodle Learning Management System (LMS) interface. The top screenshot shows the 'Teaching with Moodle: An Introduction' page. It features a sidebar navigation menu on the left with options like 'Home', 'My home', 'Site pages', 'My profile', 'Current course', 'Teaching with Moodle', 'Activities', 'Pages', 'General', 'Week 1: Getting Started with Moodle', 'Week 2: Getting started', 'Week 3: Making the Grade', 'Week 4: Taking it Further', and 'General'. The main content area is titled 'Week 1: Getting Started with Moodle' and includes sections for 'Week 1: Getting started with Moodle', 'Week 2: Getting started', 'Week 3: Making the Grade', and 'Week 4: Taking it Further'. The bottom screenshot shows the 'Moodle Features Demo' page. It features a sidebar navigation menu on the left with options like 'Home', 'My home', 'Site pages', 'My profile', 'Current course', 'Teaching with Moodle', 'Activities', 'Pages', 'General', 'Week 1: Getting Started with Moodle', 'Week 2: Getting started', 'Week 3: Making the Grade', 'Week 4: Taking it Further', and 'General'. The main content area is titled 'Welcome to the Moodle Features Demo Course' and includes sections for 'Welcome to the Moodle Features Demo Course', 'Activities', 'Pages', 'General', 'Week 1: Getting Started with Moodle', 'Week 2: Getting started', 'Week 3: Making the Grade', and 'Week 4: Taking it Further'.

Widget Level Up!

1. เพิ่ม Block Level Up เข้าสู่ Course วิชาที่ต้องการ



2. Widget Level up จะโชว์ขึ้นมา พร้อมกับแสดง Avatar เริ่มต้นที่ Level 1

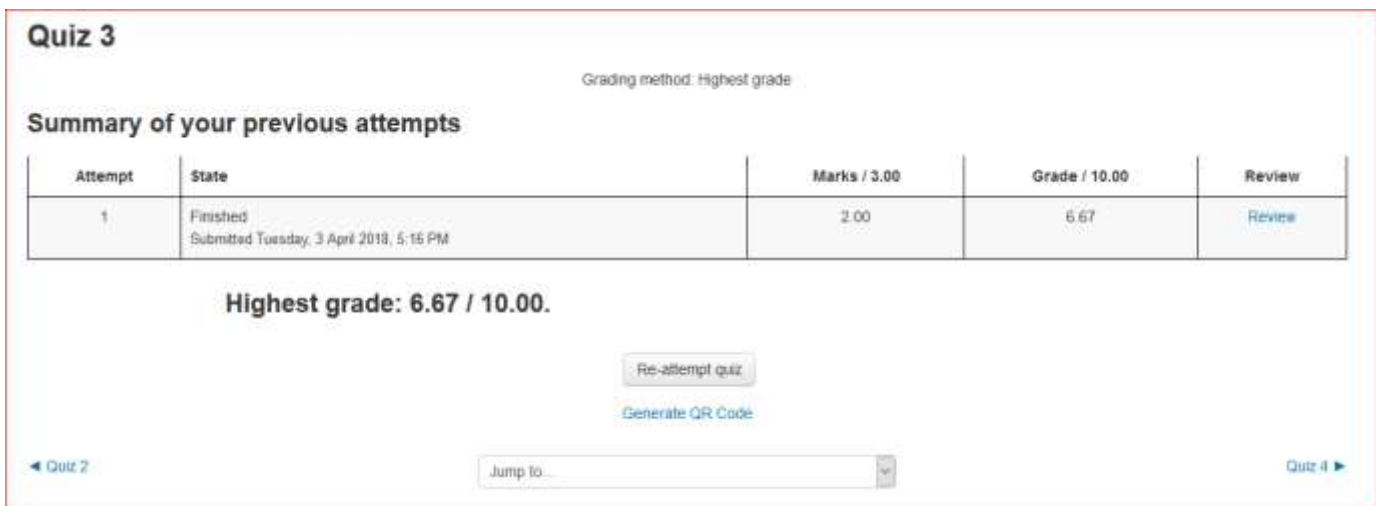


Frontend (User)

1. ผู้ใช้งานเลือกรายวิชาที่ต้องการทำแบบทดสอบ หน้าจอจะแสดงผลดังรูป



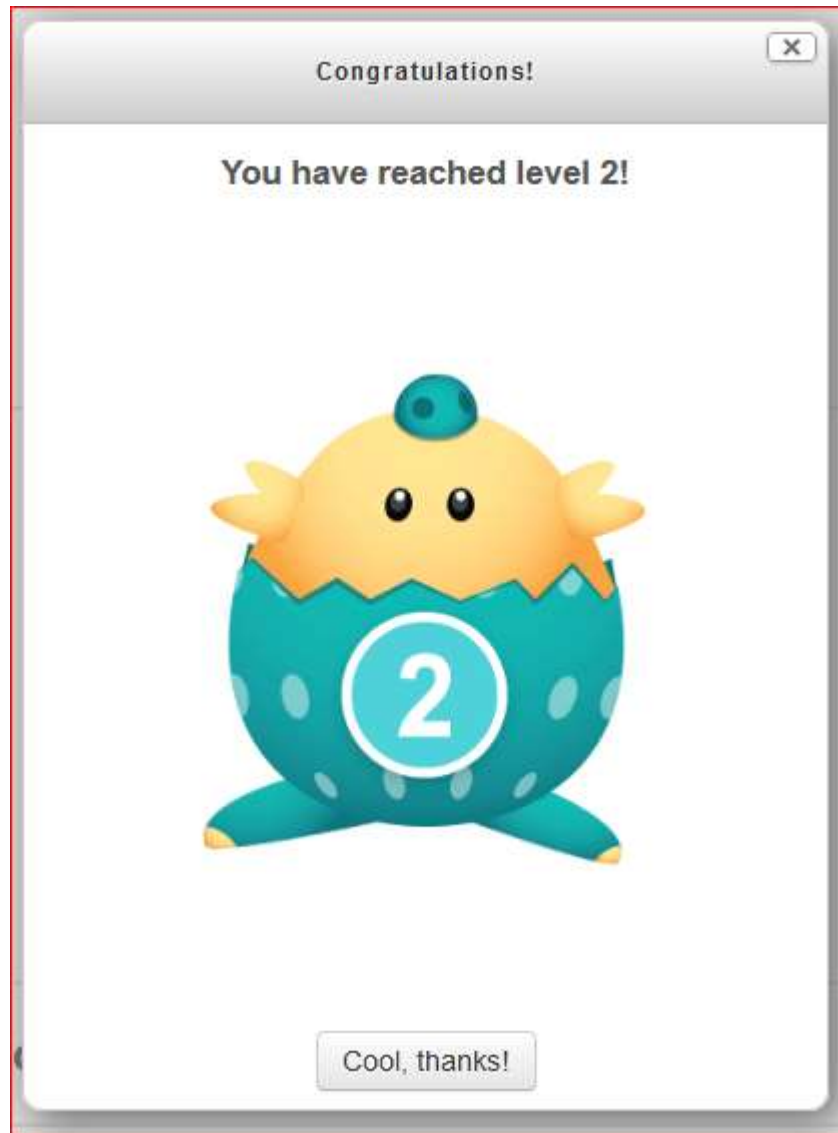
2. เลือก Quiz ที่ต้องการ และหากผ่านเกณฑ์ของ Quiz แล้ว จะมี Link สำหรับ Generate QR Code ในหน้า Quiz View



3. เมื่อกดลิงค์ จะแสดง QR Code เพื่อใช้ในการยืนยันการอัปเดตเลเวล พร้อมกับแสดง Avatar ของเลเวลถัดไป



4. เมื่อนำ QR Code ไปสแกนจะแสดง Popup ของเลเวลนั้น



5. หลังจากอัปเลเวลแล้ว หากย้อนกลับไปดู Quiz ที่ทำผ่านไปแล้ว จะเห็นว่า Link Generate QR Code จะเปลี่ยนเป็น "You have been passed this level" นั้นหมายความว่า นักเรียนที่ทำ Quiz นี้ผ่านและอัปเลเวลไปแล้ว จะไม่สามารถมาอัปเลเวลซ้ำได้อีก

1st quiz

Grading method: Highest grade

Summary of your previous attempts

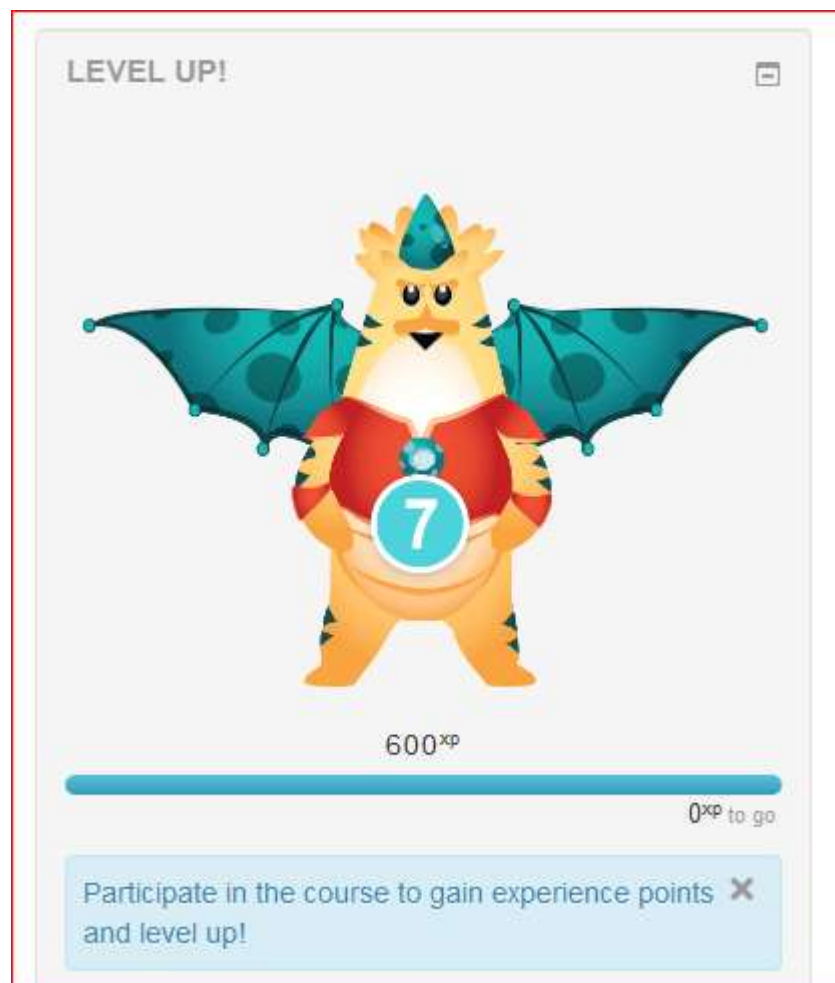
Attempt	State	Marks / 3.00	Grade / 10.00	Review
1	Finished Submitted Saturday, 10 March 2018, 8:28 PM	1.00	3.33	Review
2	Finished Submitted Saturday, 10 March 2018, 8:29 PM	2.00	6.67	Review

Highest grade: 6.67 / 10.00.

Re-attempt quiz

You have been passed of this level.

6. ผลลัพธ์เมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบครบทั้ง 6 ข้อแล้ว



6th quiz

Grading method: Highest grade

Summary of your previous attempts

Attempt	State	Marks / 3.00	Grade / 10.00	Review
1	Finished Submitted Saturday, 10 March 2018, 10:54 PM	1.00	3.33	Review
2	Finished Submitted Saturday, 10 March 2018, 10:54 PM	3.00	10.00	Review

Highest grade: 10.00 / 10.00.[Re-attempt quiz](#)

You have been completed of all levels.

Appendix

Avatar

Level 1



Level 2



Level 3



Level 4



Level 5



Level 6



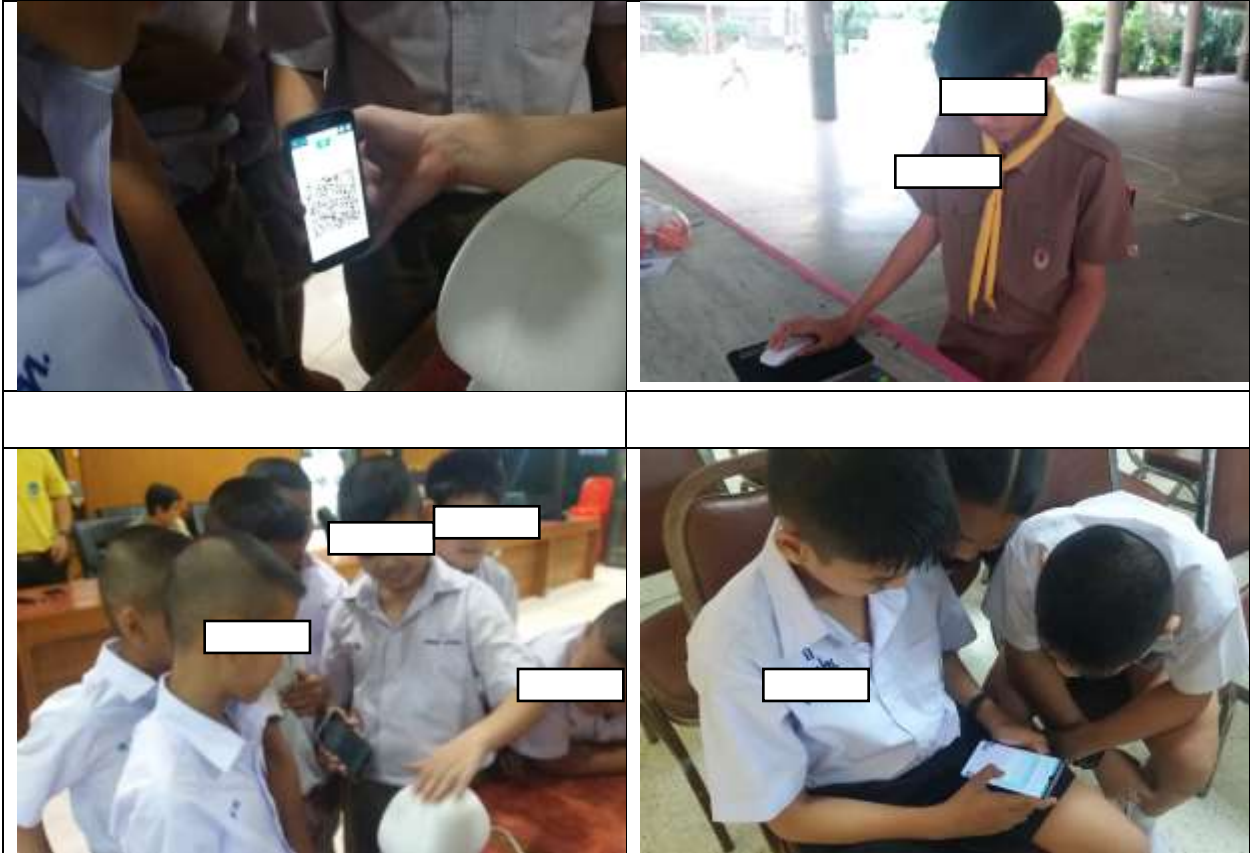
Level 7



ภาคผนวก ง
ภาพการทดลองกับผู้เรียนแต่ละโรงเรียน







ภาคผนวก จ

กระบวนการจัดการเรียนการสอนด้วยหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมเป็นฐาน
และแนวคิดของBloom

สามารถคู่มือการใช้งานประกอบได้ที่ภาคผนวก ข

ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองโดยเข้าเรียนที่ <http://www.chulacyberinnovation.net/> ซึ่งเป็น Web Application ที่สามารถเรียนได้ตามความสะดวกของผู้เรียนในหลาย devices ได้แก่ บน Mobile phone หรือบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีบทเรียนให้เลือกจำนวน 5 บทเรียน ในเรื่องพืช ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วย 1. เมล็ดของพืช 2. พืชไม่มีดอก 3. พืชมีดอก 4. รากของพืช 5. ลำดับของพืช โดยผู้เรียนจะเรียนในแต่ละเนื้อหาโดยแบ่งเป็น 5 level ตามที่ได้เรียงลำดับเนื้อหาไว้ รายละเอียดในการเรียนแต่ละเนื้อหาซึ่งแสดงไว้ในลักษณะบทเรียนมีดังนี้

1. ขั้นนำ

ผู้เรียนเข้าเรียนเนื้อหาที่ 1 ได้แก่ เมล็ดของพืช ในระบบออนไลน์ โดยในขั้นนี้จะเป็นสื่อวีดิทัศน์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาอย่างชัดเจน (Bloom- ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้)

The image displays two screenshots of a web application interface titled "My education".

The top screenshot shows the "วิดีโอสื่อการสอน" (Instructional Video) section. On the left, there is a sidebar menu with options like "site pages", "My courses", "Participants", "Badges", "Competencies", "Grades", "General", "วิดีโอสื่อการสอน", "e-Book", and "พืชไม่มีดอก". The main content area lists five topics with checkboxes: "เมล็ดของพืช", "พืชไม่มีดอก", "พืชมีดอก", "รากของพืช", and "ลำดับของพืช".

The bottom screenshot shows the "เมล็ดของพืช" (Seed Germination) video player. The sidebar menu is similar, but the "วิดีโอสื่อการสอน" section is expanded, showing the same five topics. The main content area displays a video player with the title "Seed Germination | #aumsum" and a large yellow text "Seed Germination". Below the title is a cartoon illustration of a green watering can, a small plant, and a boy.



2. ขั้นสอน

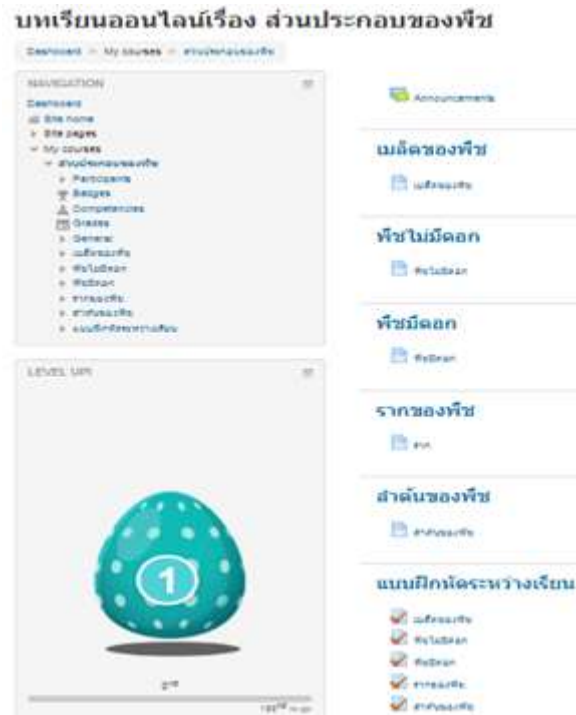
2.1 ผู้เรียนสามารถเข้าศึกษาและอ่านทำความเข้าใจใน e-book ที่จัดเตรียมไว้ให้ (Bloom-ความเข้าใจ การนำไปประยุกต์ใช้)



2.2 ผู้เรียน ตอบคำถามระหว่างเรียนซึ่งข้อคำถามจะอยู่บนระบบให้ผู้เรียนได้ตอบ (ข้อคำถามได้ตั้งไว้ให้ตามแนวคิดของ Bloom- ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ประเมินค่า สร้างสรรค์ อธิบายในภาคผนวก ญ) โดยผู้สอนจะเป็นผู้ให้คะแนนและ Feedback แก่ผู้เรียนและจะส่ง QR code เพื่อให้ผู้เรียนได้สามารถนำตัวอวตารไปขึ้น Level up ในระบบได้

ในขั้นตอนนี้หุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์จะเข้ามาช่วยในการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนผูกพันกับการเรียน (แนวคิดเกมเป็นฐาน) ได้แก่ เมื่อผู้เรียนตอบคำถามระหว่างเรียน จะต้องนำ QR ที่ได้ซึ่งจะแสดงไว้บนหน้าจอระบบ (แนะนำให้เรียนด้วย Mobile Phone เนื่องจากจะได้สแกนในหุ่นยนต์ได้ง่าย) ไปให้หุ่นยนต์สแกนเพื่อขึ้นระดับ ซึ่งหากใช้ AR ส่องที่ QR Code จะเห็นเป็นภาพอาหารเช่น แฮมเบอร์เกอร์ ซึ่งเป็นเสมือนการให้อาหารหุ่นยนต์ โดยวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบหุ่นยนต์เป็นของเล่นให้ผู้เรียนได้ป้อนอาหาร และเลี้ยงให้ตัวอวตารในระบบโต เมื่อป้อนอาหารให้หุ่นยนต์ หุ่นยนต์ก็จะส่งเสียงออกมา ได้แก่ ง่ำๆ อร่อยมากเลย โดยระบบกลไก

หุ่นยนต์เขียนเชื่อมต่อให้ส้อมคำป้อนกลับได้ ได้แก่ อร่อยจัง อยากทานอีก ขอเพิ่มอีกนะ อร่อยมากๆ เพื่อให้ผู้เรียนผูกพันที่จะเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยมีลักษณะดังนี้ ภาพในระบบเมื่อผู้เรียนเริ่มเรียน ตัวอวตารยังไม่ฟักออกจากไข่



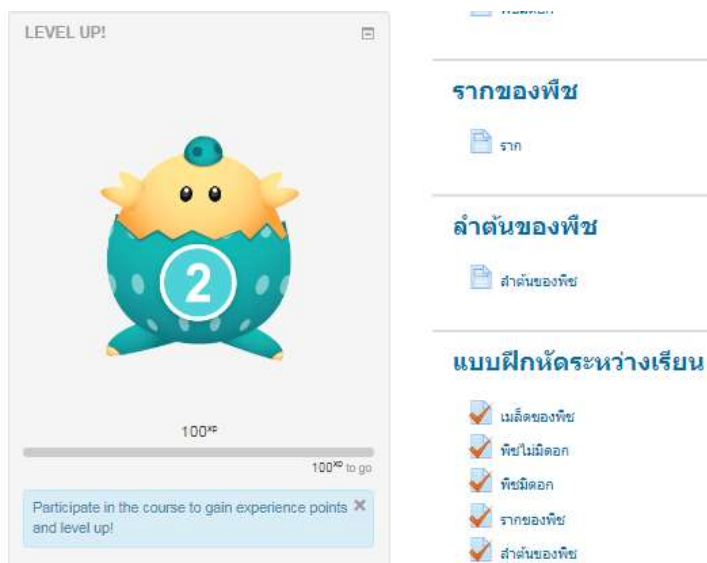
ผู้เรียนตอบคำถามระหว่างเรียนหลังจากดำเนินการเรียนรู้จากสื่อมัลติมีเดียที่เตรียมให้





QR Code เมื่อใช้โปรแกรม AR จะเป็นภาพ AR ได้แก่ แฮมเบอร์เกอร์ ในแต่ละระดับรูปภาพอาหารจะเปลี่ยนไปไม่เหมือนกัน

เมื่อผู้เรียนตอบได้ตัวอวตารจะฟักออกจากไข่และจะขึ้นระดับ (Level Up) 1 ชั้น ในภาพคือ ผู้เรียนขึ้นระดับlevel up ไข่ฟักออกมาเป็นตัวอวตาร

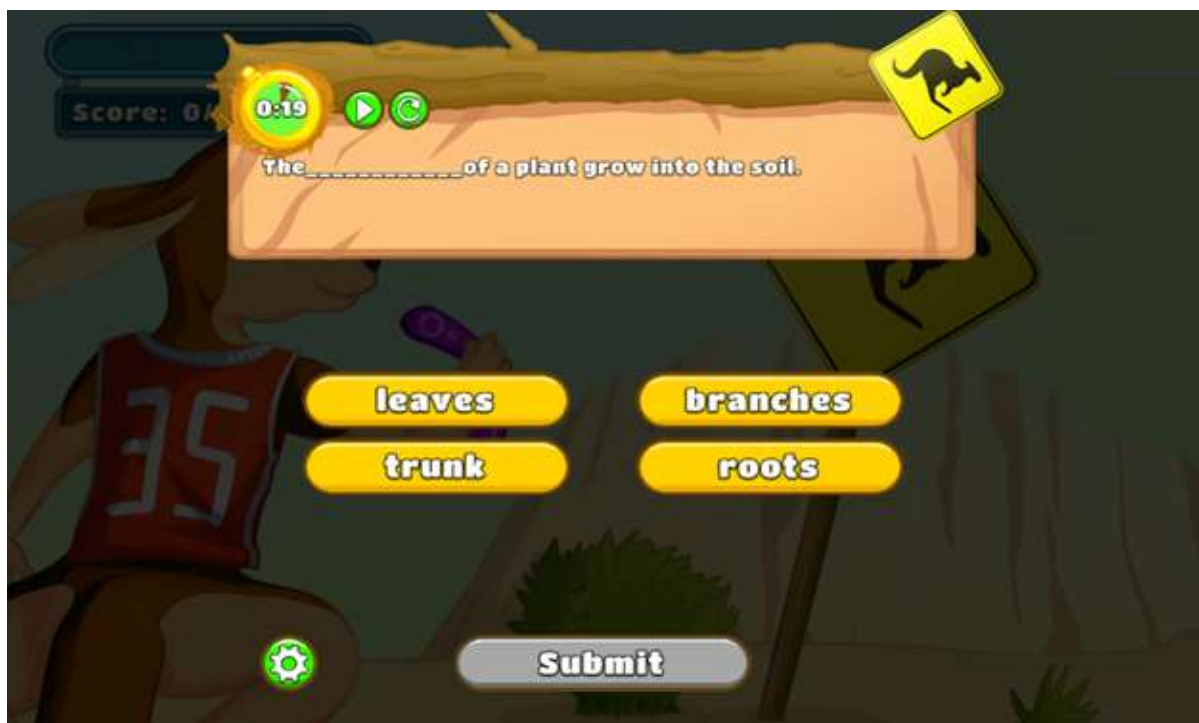


3. ขั้นสรุป (ตามแนวคิดเกมเป็นฐาน)

ในระบบจะมีเกมไว้ให้ผู้เรียนได้เล่นในแต่ละเรื่อง เพื่อเป็นการสรุปความรู้ในแต่ละเรื่องที่ได้เรียนไป (Bloom- ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้)



เมื่อคลิกเข้าไปจะเจอเกมให้ผู้เรียนได้เล่นและได้รับความรู้



ผู้สอนควบคุมการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยให้ดำเนินการตามกระบวนการสอนในลักษณะเดียวกันให้ครบทั้ง 5 เรื่อง ความผูกพันในการเรียนจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนต้องสามารถเลี้ยงตัวอวตารให้โตขึ้นถึงระดับสูงสุด จากภาพด้านล่าง คือ ระดับ level up ในแต่ละขั้น ผู้เรียนจะสามารถเลี้ยงอวตารของตัวเองให้โตขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนการสอนจากสื่อมัลติมีเดีย การตอบคำถามระหว่างเรียน โดยทั้งกระบวนการเรียนการสอนใช้แนวคิดของบлумและแนวคิดเกมเป็นฐานผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับหุ่นยนต์



ภาพแสดงQR code เมื่อเรียนผ่านเนื้อหา 1 เรื่อง ผู้เรียนจะเลี้ยงตัวอวตาร 1 ขั้นในแต่ละเนื้อหา ขั้นสูงสุดอวตารจะเป็นมังกร ซึ่งหมายถึงผู้เรียนได้เรียนครบตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้จนครบแล้ว

สรุป ระบบที่จัดทำขึ้นสามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้สอนได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายวิชาเนื่องจากระบบที่จัดทำขึ้นเป็น Learning Management System (LMS) ขึ้นอยู่กับการกำหนดเนื้อหาให้แก่ผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ ผู้สอนสามารถดำเนินการจัดทำและuploadสื่อมัลติมีเดียและจัดการกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลายทั้งแบบออนไลน์เต็มรูปแบบหรือการสอนแบบผสมผสาน ทั้งนี้ไม่ได้จำกัดเพียงการเรียนการสอนตามแนวคิดของบloomหรือเกมเป็นฐานเพียงอย่างเดียวผู้สอนสามารถประยุกต์การจัดการเรียนการสอนโดยอาศัยFunctionในระบบที่งานวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาขึ้น ได้แก่ 1.ระบบหุ่นยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์ 2.ระบบการจัดการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (LMS) และ 3.ระบบ plug in ตัวอวตาร

ภาคผนวก จ

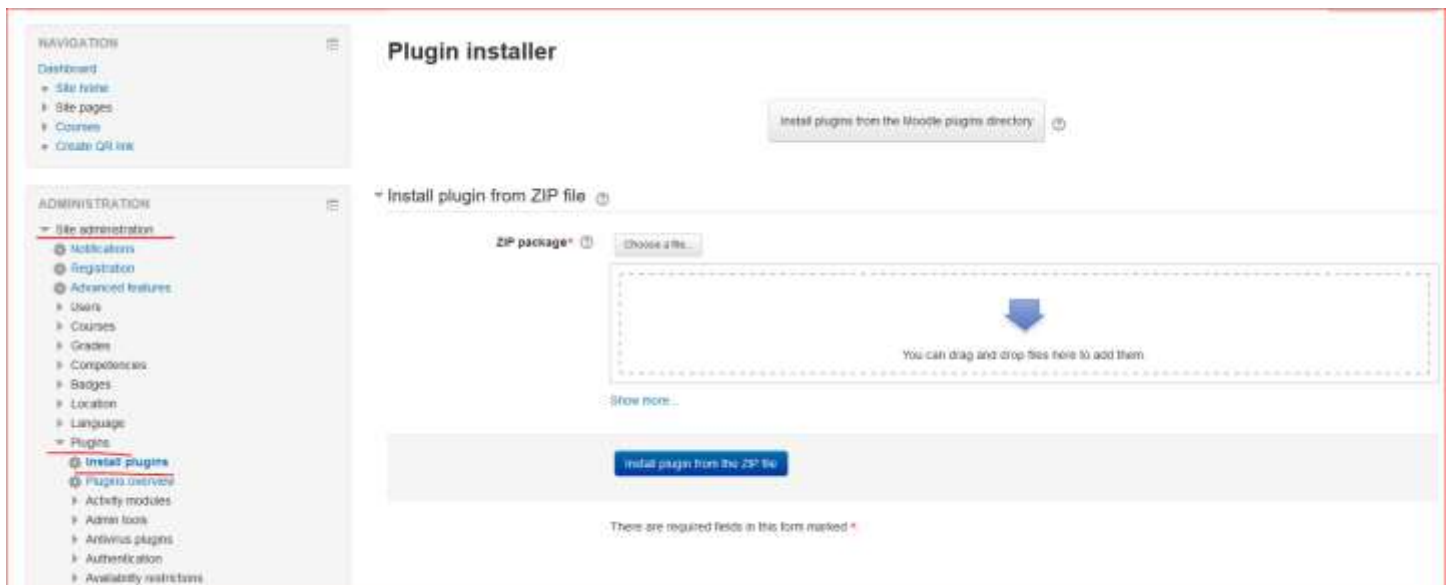
การติดตั้ง Plug in eLobot

เงื่อนไขก่อนการติดตั้งปลั๊กอิน eLobot

1. ติดตั้งปลั๊กอิน Level Up ก่อน (https://moodle.org/plugins/block_xp)
2. Theme eLobot ทำงานภายใต้ Default theme ชื่อว่า 'Clean' (หากต้องการนำไปใช้กับ theme อื่น ต้องมีการแก้ไขจากโค้ด)

ติดตั้งปลั๊กอิน eLobot

1. เมนู Site administration -> Plugins -> Install plugins



2. เปลี่ยน Theme เป็น elobot
 - a. เมนู Site administration -> Appearance -> Themes -> Theme selector -> Change theme

Select device

Clear theme caches

Device type	Current theme	Information
Default	Teaching with Moodle: An Introduction Week 1: Getting Started with Moodle Week 1 tasks and understanding of Moodle Book: Getting up your course How to set up your course and add lessons Book: Learning on the site How to add and use blocks to the side of your main course content Course: Practice experience with Moodle How would you describe your previous experience with Moodle? Page: Welcome to your learning Here are some suggested ways you could record your thoughts as you progress through this course Page: Progression in Moodle The effort levels of Moodle sites are defined by its number Survey: Welcome to learning This is designed to help you reflect on your participation as a learner in the course Start Week 1	Clean Change theme
Legacy	No theme selected	Change theme
Mobile	No theme selected	Change theme

NAVIGATION

Dashboard

- Site home
- Site pages
- Courses
- Create QR code

ADMINISTRATION

- Site administration
- Notifications
- Registration
- Advanced features
- Users
- Courses
- Grades
- Competencies
- Badges
- Location
- Language
- Plugins
- Security
- Appearance
 - Themes
 - Theme settings
 - Theme selector
 - Academy
 - Archives
 - Class
 - Essential

b. เลือก Use theme 'e-Lobot'

Teaching with Moodle: An Introduction

Week 1: Getting Started with Moodle

Week 1 tasks and understanding of Moodle

Book: Getting up your course

How to set up your course and add lessons

Book: Learning on the site

How to add and use blocks to the side of your main course content

Course: Practice experience with Moodle

How would you describe your previous experience with Moodle?

Page: Welcome to your learning

Here are some suggested ways you could record your thoughts as you progress through this course

Page: Progression in Moodle

The effort levels of Moodle sites are defined by its number

Survey: Welcome to learning

This is designed to help you reflect on your participation as a learner in the course

Start Week 1

Clean

Moodle Features Demo

Welcome to the Moodle Features Demo Course

This is a demo course designed to showcase the various features and capabilities of Moodle. It includes a variety of activities, assignments, and quizzes to help you get familiar with the platform.

Assignments

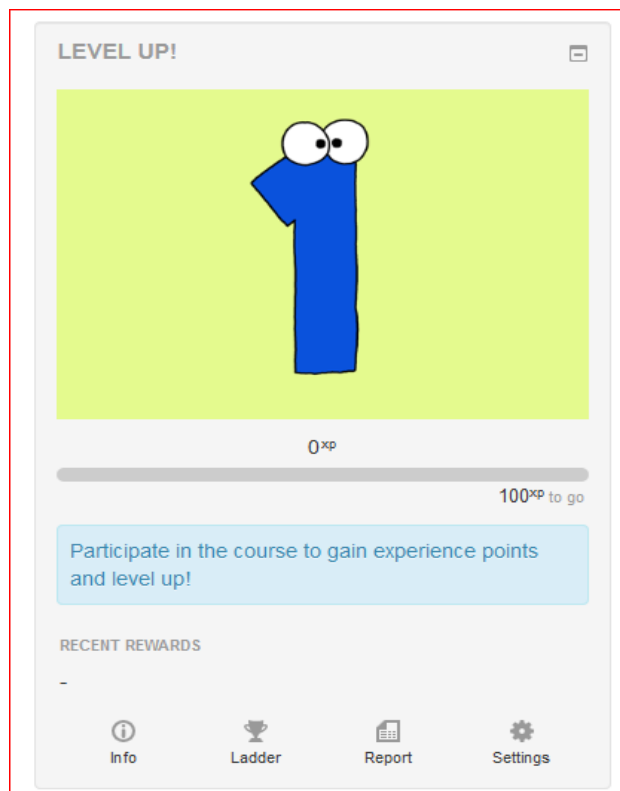
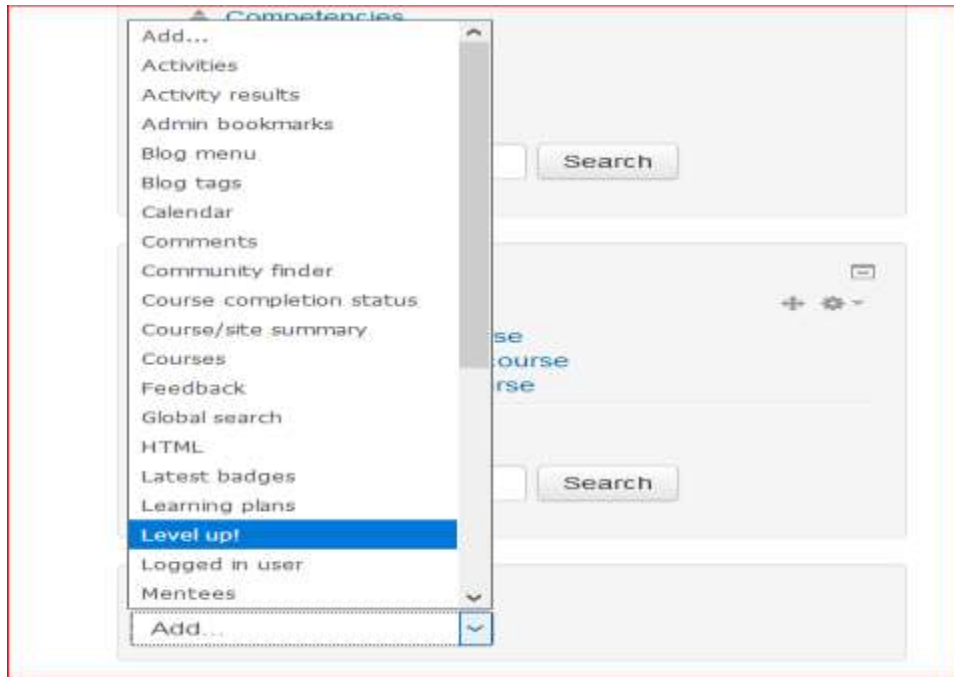
Assignments are a key feature of Moodle, allowing you to create and manage various types of assignments. This section provides an overview of the assignment process, including creating assignments, submitting work, and grading.

e-Lobot

Use theme

การใช้งานปลั๊กอิน

1. เพิ่ม Block Level Up เข้าสู่ Course วิชาที่ต้องการ



2. หลังจากทำ Quiz ใน Course นั้นๆ แล้ว และผ่านเกณฑ์ของ Quiz แล้ว จะมี Link สำหรับ Generate QR Code ในหน้า Quiz View

1st quiz

Grading method: Highest grade

Summary of your previous attempts

Attempt	State	Marks / 3.00	Grade / 10.00	Review
1	Finished Submitted Saturday, 10 March 2018, 8:28 PM	1.00	3.33	Review
2	Finished Submitted Saturday, 10 March 2018, 8:29 PM	2.00	6.67	Review

Highest grade: 6.67 / 10.00.

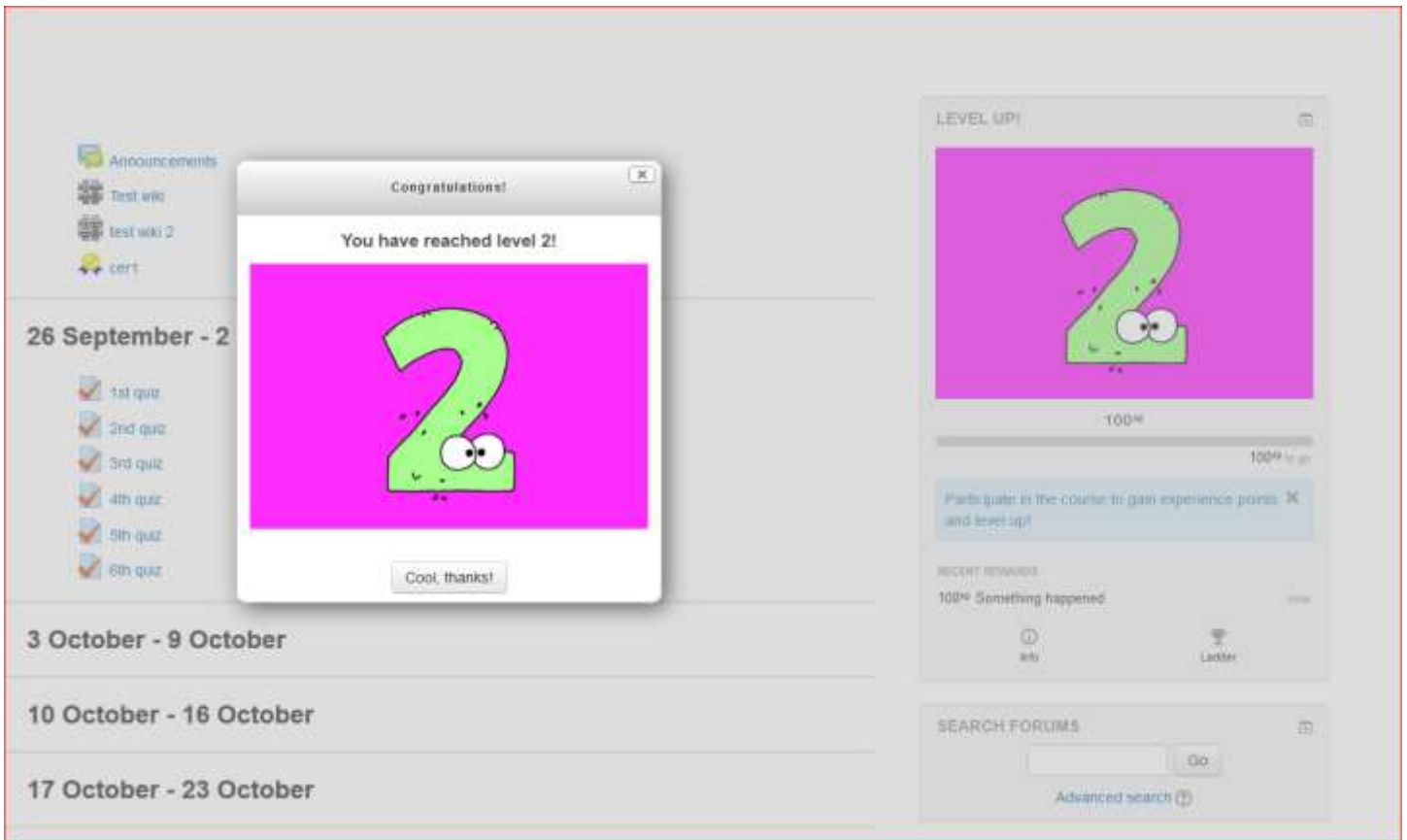
[Re-attempt quiz.](#)

[Generate QR Code](#)

3. เมื่อกดลิงค์ จะแสดง QR Code เพื่อใช้ในการยืนยันผ่าน Quiz พร้อมกับแสดง Avatar ของ Level ถัดไป



4. เมื่อนำ QR Code ไปสแกนจะแสดงผลการอัปเดตไป



5. หลังจากอัปเดตแล้ว หากย้อนกลับไปดู Quiz ที่ทำผ่านไปแล้ว จะเห็นว่า Link Generate QR Code จะเปลี่ยนเป็น “You have been passed this level” นั้นหมายความว่า นักเรียนที่ทำ Quiz นี้ผ่านและอัปเดตไปแล้ว จะไม่สามารถมาอัปเดตซ้ำได้อีก

1st quiz

Grading method: Highest grade

Summary of your previous attempts

Attempt	State	Marks / 3.00	Grade / 10.00	Review
1	Finished Submitted Saturday, 10 March 2018, 8:28 PM	1.00	3.33	Review
2	Finished Submitted Saturday, 10 March 2018, 8:29 PM	2.00	6.67	Review

Highest grade: 6.67 / 10.00.

[Re-attempt quiz](#)

You have been passed of this level.

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานระบบสำหรับผู้เรียนและผู้สอน

สำหรับผู้เรียน

1. login เข้า ระบบการเรียนออนไลน์ได้ที่

<http://www.chulacyberinnovation.net/>

My education

Home ► Log in to the site

Log in

Username

Password

☐ Remember username

2. เลือกแบบฝึกหัดระหว่างเรียน โดยเริ่มทำแบบฝึกหัดจากบทแรก (เมล็ดของพืช)

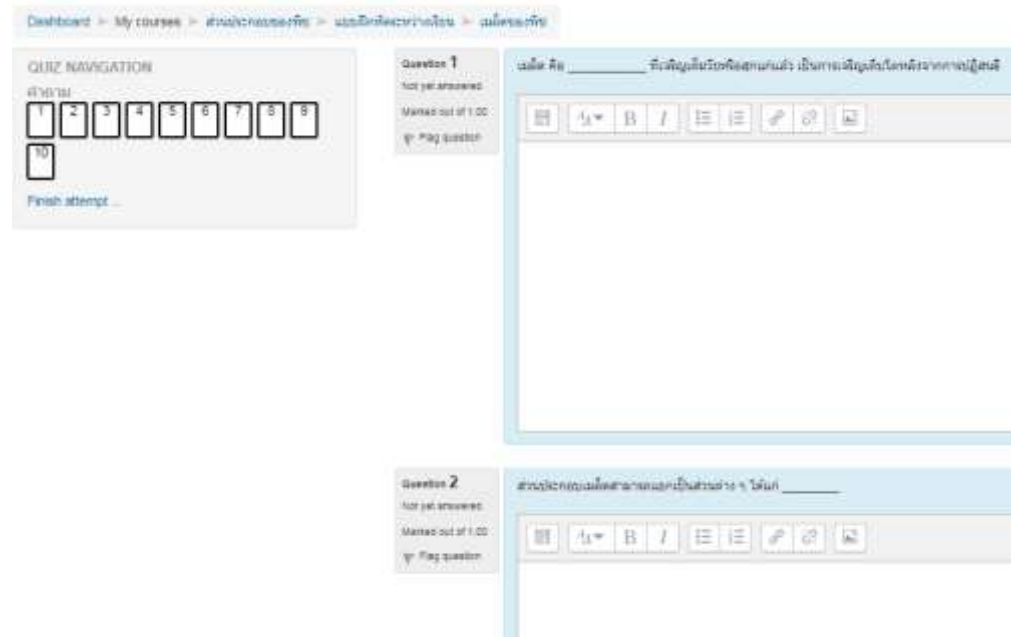
บทเรียนออนไลน์เรื่อง ส่วนประกอบของพืช

3. เลือก Attempt quiz now

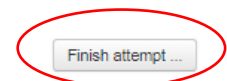
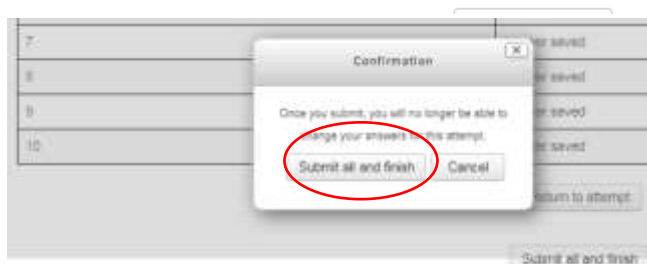
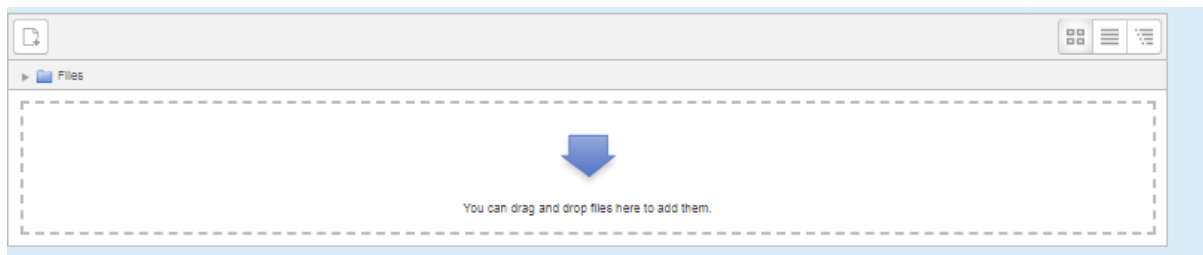
บทเรียนออนไลน์เรื่อง ส่วนประกอบของพืช

4. ตอบคำถาม

บทเรียนออนไลน์เรื่อง ส่วนประกอบของพืช



5. เมื่อทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อ เลือก Finish attempt > Submit all and finish



สำหรับผู้สอน

เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดบทแรก (เมล็ดของพืช) เสร็จแล้ว อาจารย์ทำการตรวจและให้คะแนน โดย

1. login เข้า Moodle

My education

[Home](#) ► [Log in to the site](#)

Log in

Username

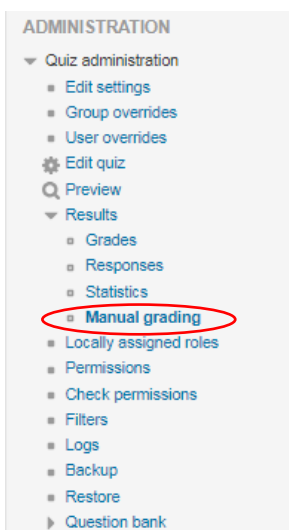
Password

☐ Remember username

2. เลือกแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำเสร็จแล้ว ตามเมนู My course > แบบฝึกหัดระหว่างเรียน



3. เลือกเมนู Quiz administration > Result > Manual grading



4. ตรวจสอบคำตอบและให้คะแนนแต่ละข้อ ที่หัวข้อ To grade (คลิกเลือกตรวจที่ละข้อ)

เมล็ดของพืช

Questions that need grading

[Also show questions that have been graded automatically](#)

Q #	T	Question name	To grade	Already graded	Total
1		1	1 grade	6 update grades	7 grade all
2		2	1 grade	6 update grades	7 grade all
3		3	1 grade	6 update grades	7 grade all
4		4	1 grade	6 update grades	7 grade all
5		5	1 grade	6 update grades	7 grade all
6		6	1 grade	6 update grades	7 grade all
7		7	1 grade	6 update grades	7 grade all
8		8	1 grade	6 update grades	7 grade all
9		9	1 grade	6 update grades	7 grade all
10		10	1 grade	6 update grades	7 grade all

5. ตรวจสอบคำตอบ และให้คะแนนที่ช่อง Mark (คำตอบถูกใส่ 1 คำตอบผิดใส่ 0) จากนั้นกด Save เพื่อบันทึกคะแนน

Grading attempts 1 to 1 of 1

Attempt number 1 for student -

Question 1

Complete

Marked out of 1.00

▼

เนล็ด คือ _____ ที่เจริญเต็มวัยหรือสุกแก่แล้ว เป็นการเจริญเติบโตหลังจากการปฏิสนธิ

xx

Comment

[Rich Text Editor Icons]

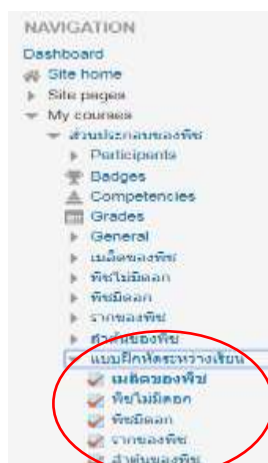
Mark out of 1.00

[Save and go to next page]

การใช้งานสำหรับผู้เรียน (หลังทำแบบฝึกหัด)

1. เมื่ออาจารย์ทำการตรวจและให้คะแนนเสร็จแล้ว นักเรียนตรวจผลคะแนน ตามเมนู

My course > ส่วนประกอบของพืช > แบบฝึกหัดระหว่างเรียน > เลือกแบบฝึกหัดที่ต้องการ



2. นักเรียนจะเห็นผลคะแนน และ link ของ QR Code (กรณีได้คะแนนผ่านเกณฑ์)

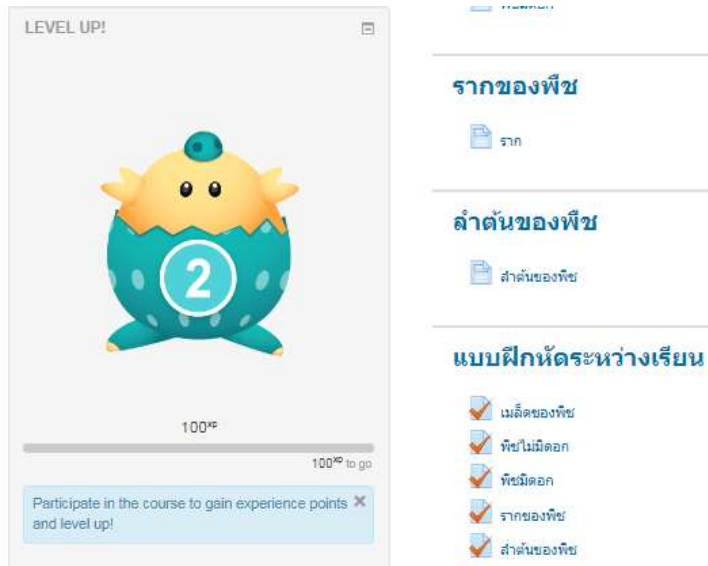
บทเรียนออนไลน์เรื่อง ส่วนประกอบของพืช



3. นักเรียนคลิกที่ Generate QR Code เพื่อแสดง level ถัดไป โดยระบบจะแสดง QR code ของ level ถัดไป ตามภาพ



4. นักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือ Scan ที่ QR code เพื่อยืนยัน จากนั้นหน้าจอระบบ จะแสดง level ถัดไป ตามภาพ



ภาคผนวก ซ

ตัวอย่าง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book)





พืชมีดอก

พืชมีดอก คือ พืชดอกจัดเป็นพืชชั้นสูงที่มีอวัยวะต่างๆ ครบสมบูรณ์ คือ ราก ลำต้น ใบ ดอก และ เมล็ด พืชที่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะออกดอก และอาศัยดอกในการสืบพันธุ์ ซึ่งทำให้สามารถเกิดเป็นพืชต้นใหม่ได้ ดอกของพืชจึงมีหน้าที่ในการสืบพันธุ์

พืชมีดอกมีอยู่ทั่วไปหลายชนิดทั้งที่อยู่บนบกและอยู่ในน้ำ ได้แก่

1. พืชดอกที่อยู่บนบก ได้แก่ มะม่วง ขบ่า กุหลาบ มะเขือ มะขาม มะพร้าว พักทอง มะลิ มะละกอ มะกอก เฟืองฟ้า
2. พืชดอกที่อยู่ในน้ำ ได้แก่ บัว สันตะวา ผักตบชวา ผักกระเฉด จอก แหน

พืชมีดอกแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ พืชยืนต้น และพืชล้มลุก

1. พืชยืนต้น คือ พืชที่มีอายุยืน ส่วนต่าง ๆ ของลำต้นสามารถเจริญเติบโตได้ตลอดอายุ ออกดอกออกผลได้หลายครั้ง เช่น ยางพาราและไม้ผลต่าง ๆ พวกมะม่วง มะพร้าว มะขามกระท้อน เป็นต้น
2. พืชล้มลุก คือ พืชที่มีการเจริญเติบโตเพียงแค่ออกดอกออกผลในระยะเวลาอันสั้น แล้วก็ตาย พืชล้มลุกที่จำเป็นสำหรับมนุษย์มาก ได้แก่ พืชจำพวกผักต่างๆ ผักกาด ผักชีต้นหอม กระหล่ำปลี บวบ พักทอง เป็นต้น

ส่วนประกอบของดอก ดอกของพืชแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน โดยทั่วไปดอกของพืชประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 4 ส่วนดังนี้



1. **เกสรเพศเมีย** เป็นส่วนที่อยู่ตรงกลางของดอก อาจจะมีอันเดียวหรือหลายอันก็ได้ เกสรตัวเมียโดยทั่วไปจะประกอบด้วยรังไข่ที่อยู่ล่างสุด บริเวณฐานรองดอก ภายในรังไข่จะมีเซลล์เล็กๆ ๆ ไข่ เหนือรังไข่จะเป็นท่อยาวขึ้นมา เรียกว่า ก้านชูเกสร ในท่อของก้านชูเกสรจะมีน้ำเหนียว ๆ อยู่ เพื่อนำเชื้อตัวผู้ลงมาผสมกับเชื้อตัวเมียในรังไข่ และบนสุดเป็นยอดเกสรตัวเมีย ซึ่งมีน้ำเหนียวๆ อยู่เช่นกัน น้ำเหนียวๆ นี้จะช่วยยึดเกาะเกสรตัวผู้ให้เข้ามาผสมกับเกสรตัวเมียได้ดีขึ้น





2. **เกสรเพศผู้** มีลักษณะทั่วไปเป็นคล้ายหลอดอันเล็ก ๆ มักมีสีขาว ปลายหลอดจะมีอับใส่ละอองเกสร รูปร่างค่อนข้างกลม เกสรตัวผู้จะอยู่ถัดจากกลีบดอกเข้ามาข้างในดอก ก้านของเกสรตัวผู้มักจะติดกับกลีบดอก หรือแยกออกมาต่างหาก แล้วแต่ชนิดของพืช ดอกไม้ดอกหนึ่งอาจมีเกสรตัวผู้มากกว่า 1 อัน ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้



3. **กลีบดอก** เป็นส่วนที่อยู่เหนือขึ้นมาจากกลีบเลี้ยง กลีบดอกส่วนใหญ่ จะมีสีสวยสะดุดตา หลายชนิดมีกลิ่นหอม ความสวยงามของดอกจะขึ้นอยู่กับสี ลักษณะและจำนวนของกลีบดอกเป็นสำคัญ กลีบดอกเป็นส่วนประกอบของดอกที่บอบช้ำง่ายและร่วงโรยเร็วกว่าส่วนประกอบอื่น ทำหน้าที่ห่อหุ้มเกสรขณะที่เกสรวงยังอ่อนอยู่



4. **กลีบเลี้ยง** เป็นกลีบเล็ก ๆ สีเขียว อยู่ล่างสุดของดอก ในระยะที่ดอก เริ่มผลิดอกออกมาใหม่ ๆ เราจะเห็นดอกตูมสีเขียว เมื่อดอกตูมขยายโตขึ้น กลีบเลี้ยงจะทำหน้าที่ห่อหุ้มดอกตูม และป้องกันอันตรายต่าง ๆ และอันตรายจากแมลงให้กลีบดอกในขณะที่ยังอ่อนอยู่

5. **ฐานรองดอก** เป็นส่วนประกอบที่ทำหน้าที่รองรับส่วนอื่น ๆ ของดอก ฐานรองดอกเป็นที่เจริญเติบโตแผ่ขยายต่อออกมาจากปลายก้านดอก มักจะมีกลีบเลี้ยงหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง ฐานรองดอกของพืชบางชนิดอาจจะหุ้มรังไข่ไว้ทั้งหมด เมื่อรังไข่เจริญขึ้น ฐานรองดอกก็เจริญด้วย และฐานรองดอกของพืชบางชนิดกลายเป็นเนื้อของผลที่ใช้รับประทานได้ เช่น ชมพู่ ฝรั่ง แอปเปิล สาลี่ เป็นต้น





การจำแนกประเภทของดอกไม้ เราสามารถจำแนกประเภทของดอกไม้ โดยใช้ส่วนประกอบของดอกไม้เป็นเกณฑ์ได้ ดังนี้

1. การจำแนกดอกของพืช โดยใช้ส่วนประกอบของดอกเป็นเกณฑ์ ดังนี้

- ดอกสมบูรณ์ มีส่วนประกอบครบ 4 ส่วน คือ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย ตัวอย่างเช่น ดอกบัว ดอกพริก
- ดอกไม่สมบูรณ์เพศ มีส่วนประกอบไม่ครบ 4 ส่วน ตัวอย่างเช่น ดอกมะระ ดอกตำลึง

2. การจำแนกดอกของพืช โดยใช้เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียเป็นเกณฑ์ ดังนี้

- ดอกสมบูรณ์เพศ มีเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกัน เช่น ดอกกุหลาบ ดอกชบา
- ดอกไม่สมบูรณ์เพศ มีเกสรเพศผู้หรือเกสรเพศเมียเพียงอย่างเดียวในดอกหนึ่งดอก เช่น ดอกบวบ ดอกมะละกอ

การสืบพันธุ์ของพืชดอก

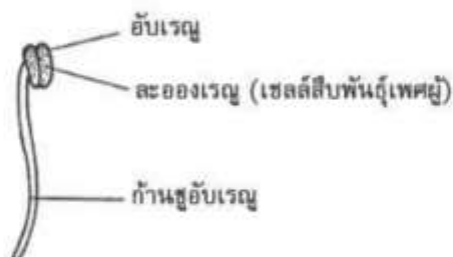
พืชมีดอกมีวิธแพร่พันธุ์แตกต่างกัน พืชดอกจะอาศัยดอกในการสืบพันธุ์ เรียกว่า การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และการสืบพันธุ์แบบไม่ต้องใช้ดอก เรียกว่า การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

เมื่อพืชดอกเจริญเติบโตเต็มที่จะเริ่มออกดอก ภายในดอกมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (ละอองเรณู) เก็บไว้ในอับเรณู ส่วนเกสรเพศเมียจะมีรังไข่ และภายในรังไข่มีออวูล ซึ่งทำหน้าที่เก็บเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (เซลล์ไข่) เอาไว้ เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์ ซึ่งการสืบพันธุ์ลักษณะนี้ เรียกว่า การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ดังนั้น ส่วนประกอบของดอกที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ ได้แก่ เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย

ส่วนประกอบของเกสรตัวผู้และตัวเมีย มีดังนี้

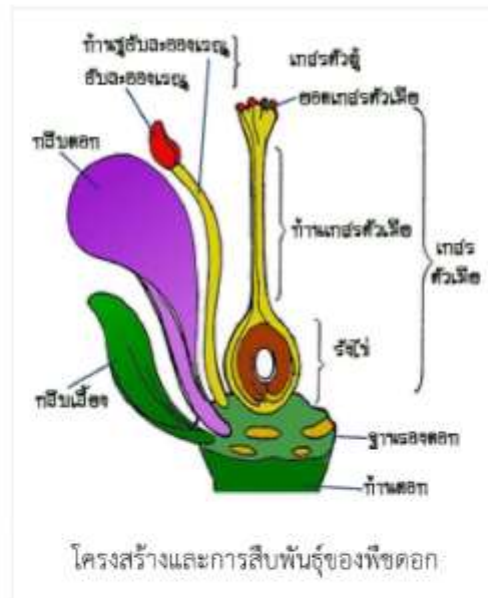
- เกสรเพศผู้ เป็นส่วนที่อยู่ถัดเข้ามาจากชั้นกลีบดอก เป็นอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ เกสรเพศผู้มักมีอยู่หลายอัน ในแต่ละอันจะประกอบด้วย





- เกสรเพศเมีย เป็นส่วนที่อยู่ในชั้นในสุด ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เกสรเพศเมีย ประกอบด้วยยอดเกสรเพศเมีย รังไข่ และออวุล

ผังแผนภาพด้านล่าง



การถ่ายละอองเกสร

การถ่ายละอองเกสร คือ วิธีการที่ละอองเกสรตัวผู้เคลื่อนที่ไป ตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย เพื่อให้เกิดการผสมพันธุ์ในโอกาสต่อไป การถ่ายละอองเกสรมี 3 แบบ คือ

1. การถ่ายละอองเกสรในดอกเดียวกัน เกิดกับพืชที่มีดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ คือ มีเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ละอองเกสรตัวผู้สามารถร่วงหรือปลิวมาตกบนยอดเกสรตัวเมียได้ พืชที่ถ่ายละอองเกสรในดอกเดียวกัน ได้แก่ ถั่ว มะเขือ ฝ้าย และพืชที่มีดอกสมบูรณ์เพศอื่น ๆ

2. การถ่ายละอองเกสรข้ามดอกในต้นเดียวกัน เกิดกับพืชที่มีดอกไม่สมบูรณ์ ละอองเกสรตัวผู้จะต้องเคลื่อนที่ไปตกบนยอดเกสรตัวเมียของดอกหนึ่งในต้นเดียวกัน พืชที่ต้องถ่ายละอองเกสรแบบนี้ ได้แก่ พักทอง แตงกวา และพืช ที่มีดอกไม่สมบูรณ์เพศอื่น ๆ

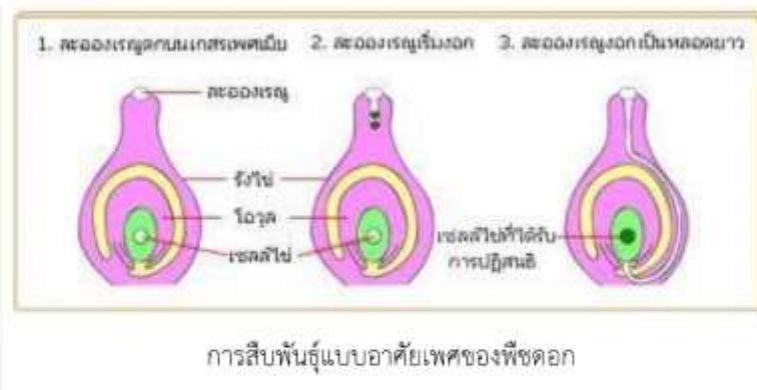
3. การถ่ายละอองเกสรข้ามต้น เกิดกับพืชที่มีดอกตัวผู้หรือดอกตัวเมียอยู่คนละต้น จึงต้องใช้ในการถ่ายละอองเกสรข้ามต้นพืชที่มีดอกสมบูรณ์เพศ หรือพืชที่มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในต้นเดียวกัน ก็อาจจะถ่ายละอองเกสรข้ามต้นได้ โดยอาศัยลมหรือสัตว์พาไป





การปฏิสนธิ คือ เซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้ (ละอองเรณู) ผสมกับเซลล์สืบพันธุ์ตัวเมีย (ไข่อ่อน) เมื่อเกิดการถ่ายละอองเรณู ละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมียและได้รับอาหารที่ยอดเกสรตัวเมีย จะงอกหลุดไปตามเกสรตัวเมีย และเข้าไปผสมกับเซลล์ไข่ (ไข่อ่อน) ภายในรังไข่

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเริ่มจากการถ่ายละอองเรณู เมื่อละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรเพศเมีย และได้รับอาหารที่ยอดเกสรเพศเมีย จะงอกหลุดแทงเข้าไปตามก้านเกสรเพศเมียของรังไข่ และเข้าไปผสมกับเซลล์ไข่ภายในออวุล เกิดการปฏิสนธิ ดังภาพด้านล่าง



หลังจากการปฏิสนธิ ยอดและก้านชูเกสรเพศเมียก็เหี่ยวลง กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมียก็จะแห้งแล้วร่วงหลุดไป ส่วนรังไข่และออวุลจะมีการเจริญเติบโตต่อไป โดยรังไข่เจริญกลายเป็นผล ออวุลเจริญไปเป็นเมล็ด ภายในเมล็ดจะเก็บต้นอ่อนและสะสมอาหารไว้ภายใน เพื่อเกิดเป็นต้นใหม่ต่อไป



รังไข่ที่มีออวุลเดียว จะมีเมล็ดในผลเพียงเมล็ดเดียว เช่น ลำไย



รังไข่ที่มีหลายออวุล จะมีเมล็ดอยู่ในผลจำนวนมาก เช่น มะละกอ





นอกจากนี้เราสามารถแบ่งพืชดอกโดยใช้ใบเลี้ยงเป็นเกณฑ์ได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เป็นพืชที่มีใบเลี้ยงงอกออกมาจากเมล็ดเพียงใบเดียว มีลักษณะใบแคบและตั้งตรง เส้นใบเรียงแบบขนาน เช่น หลู่กู่ ข้าว ข้าวโพด มะพร้าว ชิงช้า เตยไคร้ เป็นต้น เป็นพืชที่เมื่อเมล็ดเริ่มงอก จะมีใบเลี้ยงใบเดียวงอกออกมาเป็นใบแรกของพืช ลักษณะของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้แก่

- มีใบเลี้ยงใบเดียว
- ลักษณะเส้นใบเรียงกันแบบขนาน
- มีระบบรากฝอย
- ลำต้นมองเห็นข้อปล้องชัดเจน
- ไม่มีการเจริญทางด้านข้าง
- ส่วนประกอบของดอก เช่น กลีบดอก มีจำนวนเป็น 3 หรือทวีคูณของ 3

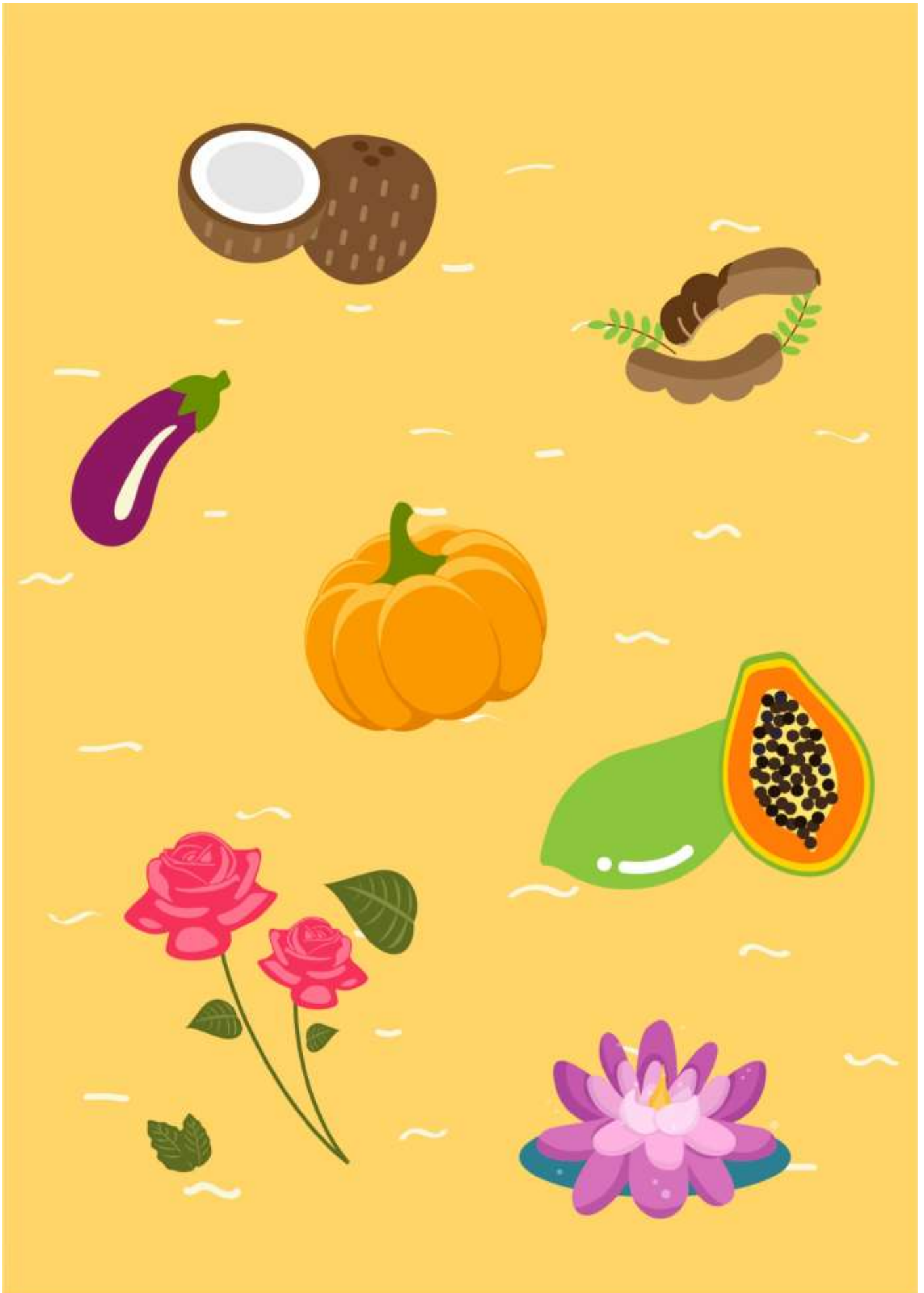
2. พืชใบเลี้ยงคู่

พืชใบเลี้ยงคู่ เป็นพืชที่มีใบเลี้ยงงอกออกมาจากเมล็ด 2 ใบ มีลักษณะใบกว้าง และอยู่ในแนวนอน เส้นใบเรียงตัวเป็นร่างแห เช่น มะเขือ มะเขือเทศ มะม่วง กุหลาบ มะนาว ถั่ว เป็นต้น ลักษณะของพืชใบเลี้ยงคู่ ได้แก่

- มีใบเลี้ยง 2 ใบ
- ลักษณะเส้นใบเป็นร่างแห
- มีระบบรากแก้ว
- ลำต้นมองเห็นข้อปล้องไม่ชัดเจน
- การเจริญออกทางด้านข้าง

ส่วนประกอบของดอก คือ กลีบดอกมีจำนวนเป็น 4-5 หรือ ทวีคูณของ 4-5





ภาคผนวก ฅ

ตัวอย่าง ตารางวิเคราะห์ข้อสอบและแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

ข้อสอบ	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์
1. พืชดอกมีลักษณะสำคัญอย่างไร ก. มีรากฝอย ข. เส้นใบเป็นร่างแห ค. มีดอกใช้ในการสืบพันธุ์ ง. กลีบดอกแบ่งเป็นชุด ชุดละ 4-5 กลีบ เฉลย ค. มีดอกใช้ในการสืบพันธุ์	✓					
2. ข้อใดเป็นกลุ่มของพืชมีดอกทั้งหมด ก. กุหลาบ เฟื่องฟ้า มะลิ ข. กุหลาบ มอส เฟิร์น ค. มอส เฟิร์น ผักกูด ง. ปรง มะลิ สน เฉลย ก. กุหลาบ เฟื่องฟ้า มะลิ	✓					
3. ข้อใดจัดเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้พืชมีดอกมีความหลากหลายทางชีวภาพ ก. การถ่ายละอองเรณู ข. การแตกหน่อ ค. การปฏิสนธิซ้อน ง. การสร้างสปอร์ เฉลย ค. การปฏิสนธิซ้อน		✓				
4. ข้อใดเป็นการแสดงว่าดอกมีการปฏิสนธิ ก. อับละอองเรณูแตก ข. กลีบดอกเบ่งบานเต็มที่ ค. ก้านชูเกสรเพศเมียห้อยลง ง. รังไข่แห้งและฝ่อไป เฉลย ค. ก้านชูเกสรเพศเมียห้อยลง		✓				

ตารางวิเคราะห์
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน

จงเติมคำในช่องว่างให้ถูกต้อง

แบบฝึกหัดเรื่องเมล็ด

1. เมล็ด คือ _____ ที่เจริญเต็มวัยหรือสุกแก่แล้ว เป็นการเจริญเติบโตหลังจากการปฏิสนธิ (จำ)
2. ส่วนประกอบเมล็ดสามารถแยกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ _____ (เข้าใจ)
3. เพรีน ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ด้วย _____ (เข้าใจ)
4. เมล็ดคล้ายสปอร์ในแง่ที่สามารถ _____ ไม่ว่าจะในรูปเมล็ดเดี่ยวๆ หรืออยู่ภายในผลที่เป็นลักษณะกั้วหน้า (จำ)
5. ในเมล็ดถั่วจะพบรูเล็ก ๆ ที่ปิดสนิทบนเปลือกเมล็ด เรียกว่า _____ มีบทบาทในการดูดซึมน้ำของเมล็ด (เข้าใจ)
6. หากสุดาต้องการปลูกต้นถั่วจากเมล็ดและต้องการให้เมล็ดงอกต้องสนใจต้องดำเนินการอย่างไรบ้าง _____ (การนำไปใช้)
7. ถ้านักเรียนต้องการขยายพันธุ์พืชให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นควรใช้วิธีการ _____ (การนำไปใช้)
8. “การปฏิสนธิเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาของเมล็ด” ข้อความนี้กล่าวถูกต้องหรือไม่ _____ (การวิเคราะห์)
9. “การปฏิสนธิเป็นหนึ่งในกระบวนการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของพืช” ข้อความนี้กล่าวถูกต้องหรือไม่ (ประเมินค่า)
10. นักเรียนวาดรูปและระบายสีเมล็ดพืชที่ดีตามจินตนาการ (การสร้างสรรค์)

ภาคผนวก ญ

ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบของหุ่นยนต์ช่วยสอน

หุ่นยนต์เพื่อการศึกษาได้รับการพัฒนาขึ้นในสาขาเทคโนโลยีการศึกษา (Benitti, 2012; Johnson et al., 2016) ซึ่งเป็นการบูรณาการระหว่างวิธีการสอนและเทคโนโลยีสมัยใหม่ หุ่นยนต์เพื่อการศึกษาเป็นกลยุทธ์การเรียนการสอนเพื่อใช้หุ่นยนต์สำหรับช่วยสอนในโรงเรียน (Ospennikova, Ershov, & Iljin, 2015) จากการศึกษาพบว่าหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดและการแก้ปัญหา (Kazimoglu, Kiernan, Bacon, & Mackinnon, 2012) หุ่นยนต์สามารถเพิ่มแรงจูงใจและความสนใจของนักเรียน (Martinez Ortiz, 2015; Prensky, 2010) อย่างไรก็ตามมิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ในประเทศไทยยังไม่พบในงานวิจัยและยังขาดหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับมุมมองของครูในโรงเรียนประถมศึกษา ปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากนำเสนอข้อดีของหุ่นยนต์เพื่อการศึกษา แต่มีการศึกษาน้อยมากที่มาจากวิธีการสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) ขององค์ประกอบด้านคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ เพื่อออกแบบหุ่นยนต์บริการทางการศึกษาในฐานะหุ่นยนต์ช่วยสอนในโรงเรียนระดับประถมศึกษา

การศึกษามิติของคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้ในโรงเรียนระดับประถมศึกษา จากการทบทวนวรรณกรรมที่ได้รับคัดเลือกอย่างเป็นระบบจากผลการวิจัยในช่วงหลายปีที่ผ่านมาเพื่อที่จะดูอิทธิพลของหุ่นยนต์ต่อเด็กและบริบทการเรียนรู้ ตามที่กล่าวมา มีองค์ประกอบสำคัญ 6 ข้อ ดังนี้: (1) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) (2) สมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive function) (3) วิธีการสอน (Teaching method) (4) ลักษณะของผู้เรียน (Learner characteristics) (5) คุณสมบัติหลัก (Main feature) และ (6) เนื้อหาวิชา (Content)

เพื่อเป็นการยืนยันองค์ประกอบดังกล่าว ผู้วิจัยได้จัดการสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อพิจารณาและยืนยันจุดสำคัญของแต่ละองค์ประกอบ

ตอนที่ 1 การสังเคราะห์ องค์ประกอบ (มิติ) ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้

องค์ประกอบหลักที่พิจารณา	ข้อที่	องค์ประกอบย่อยที่พิจารณา	รายละเอียด	ผู้วิจัย													องค์ประกอบ (มิติ) ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการศึกษาด้วยหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้
			Kubilinskiene, Zilinskiene, Dagiene and Sinkovicius (2016)	Spod Benitti (2019)	Malik, Han, van der Pijl, and de Witte (2016)	Wong Wai Hong, Chew, and Wong (2017)	Ang, and Alur (2017)	Fong, Nourbakhsh, and Oa (2017)	Sim and Loo (2017)	Galibihari, Javed, Ang, and Alur (2017)	Bauer, Wolherr, and F (2017)	Focus group inter					
1. ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction)	1	คำพูด การแสดงออกทางสีหน้า และการเคลื่อนไหว	เล่นิทาน บทสนทนาถามคำถาม เสี่ยงพูดทำนองเสียง การแสดงออกทางสีหน้าในอารมณ์พื้นฐาน (ความสุข ความเศร้า ประหลาดใจ ความโกรธ ความกลัว) และการเคลื่อนไหวร่างกาย (มีการส่งเสียงแจ้งคนรอบข้างก่อนดำเนินการ เช่น ส่งเสียงว่าจะเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา แล้ว	1			1				1	1	1	1	1	1	1

			จึงค่อยเลียข้าย เลียขววา เป็นต้น)															
	2	ความคุ้นเคย	ความรู้สึกคุ้นเคย เป็นเพื่อน	1							1	1	1	1				1
	3	สิ่งเร้า	ไฟกระพริบ, แสง, เสียง, การตอบสนอง ต่อการสัมผัส, ความสามารถเล่น เพลง, ระบบสั่น										1	1	1	1	1	1
	4	รูปร่าง	หุ่นยนต์ลักษณะ เหมือนสัตว์ หุ่นยนต์ ลักษณะเหมือน การ์ตูน									1	1	1	1		1	1
	5	คุณสมบัติใหม่ ๆ	การรับรู้ใน ปัญญาประดิษฐ์โดย การตรวจจับ การ ตีความ และการ ตอบสนอง - มี sensor ตรวจสอบว่า ด้านหน้าของหุ่นยนต์ นั้นมีคนหรือไม่ หรือ มีสิ่งกีดขวางใด หรือไม่ เพื่อป้องกัน ไม่ให้ทั้งคนและ หุ่นยนต์เกิดความ เสียหาย					1				1	1	1	1		1	1

			- มี sensor ให้มีระบบเดินตามผู้ใช้งาน - ให้หุ่นยนต์เก็บข้อมูลการใช้งานบน cloud server (เพื่อเพิ่มพื้นที่การเก็บข้อมูล และสะดวกในการวิเคราะห์ผล)															
2. สมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive function)	6	การทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบ	1						1			1	1	1		1	1
	7	การทดสอบหลังเรียน	หลังเรียน แบบเลือกตอบ ๖ Multiple choices)	1						1			1	1	1		1	1
	8	ข้อเสนอแนะ	การให้ความเห็น การจำลองการสอบจริง (Simulation test) การป้อนข้อความ (Text input) ปุ่มเลือกและปุ่มควบคุม (Choice and control button) หน้าจอรระบบสัมผัส แป้นพิมพ์ส่องสว่าง เด็กสามารถเลือกคุณลักษณะของหุ่นยนต์ตามความสนใจได้ และมีการ	1						1			1	1	1		1	1

			แสดงคำตอบพร้อมคำอธิบาย															
3. วิธีการสอน (Teaching method)	9	การเรียนรู้ผ่านการเล่น	- เกมส์ผ่านด่าน และให้รางวัล - มีการอัพ Level ของเกมส์เพิ่มความยาก เพื่อเพิ่มความท้าทายให้ผู้เรียน						1					1	1		1	1
	10	การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	การเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยการนำปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นและสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา (เมื่อถึงจุดที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ หุ่นยนต์อาจส่งเสียงและถามคำถามหรือให้ความรู้เกี่ยวกับบริเวณนั้นๆได้)	1	1	1			1								1	1
	11	การเรียนรู้ด้วยโครงงาน	การเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยผู้เรียนจะได้รับความรู้ความ	1		1			1									1

			เข้าใจอย่างลึกซึ้งจาก การค้นหาคำความรู้ด้วย ตนเองด้วยการทำ โครงการ															
4. ลักษณะ ของผู้เรียน (Learners characteristics)	12	อายุ	อายุของผู้เรียน เป็น ปัจจัยเงื่อนไขมีผลต่อ การพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ									1						1
	13	เพศ	เพศ เป็นปัจจัย เงื่อนไขที่มีผลต่อการ พัฒนาความรู้ ความ เข้าใจ									1						1
	14	ความสนใจในการ เรียนรู้	ความสนใจในการ ใช้ เป็นปัจจัยเงื่อนไข ที่มีผลต่อการพัฒนา ความรู้ ความเข้าใจ									1						1
5. คุณสมบัติ หลัก (Main feature)	15	ความเสถียรใน การทำงาน	มีความเสถียรในการ ทำงาน ไม่มีการ เคลื่อนไหวที่รวดเร็ว หรือกระตุก รองรับ การทำงานแบบไร้ สาย แบตเตอรี่ที่มี อายุการใช้งานนาน					1	1						1		1	1
	16	ใช้งานง่าย	ง่ายต่อการติดตั้ง ง่าย ต่อการแก้ไขปัญหา ค่าบำรุงรักษาต่ำ ง่าย ต่อการใช้งาน (มีไฟ LED ช่วยเด็กในการ						1			1	1		1	1		1

			เลือกเมนู) ทำงานด้วยระบบสัมผัส															
	17	ความปลอดภัย	ปลอดภัย ไม่มีความเสี่ยงต่อเด็ก (ไม่มีขอบคม จุดที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน) แยกชิ้นส่วนได้ และมีความแข็งแรง				1	1				1			1	1	1	1
	18	ทนทาน	ทนทานต่อการใช้งานกับเด็ก												1		1	1
6. เนื้อหาวิชา (Content)	19	การเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ	พัฒนา ปรับปรุง และเข้าใจการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ				1										1	1
	20	การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	พัฒนา ปรับปรุง และเข้าใจการเรียนรู้วิทยาศาสตร์				1										1	1
	21	การเรียนรู้เทคโนโลยี	พัฒนา ปรับปรุง และเข้าใจการเรียนรู้เทคโนโลยี				1										1	1

ซึ่งการเลือกองค์ประกอบจะคัดเลือกจาก องค์ประกอบจากงานวิจัยที่มีความดีและมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด โดยผ่านการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญผ่านการสนทนากลุ่ม (Focus group)

ตอนที่ 2 การอธิบายองค์ประกอบ

2.1 ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction)

ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) หมายถึง การกระทำหรือการถ่ายทอดความคิด ระหว่างบุคคล หรือกลุ่มบุคคลโดยมีหุ่นยนต์ช่วยการเรียนรู้เป็นสิ่งเร้า การจัดการศึกษาสำหรับเด็ก คุณค่าการบูรณาการการเรียนรู้ของเด็กมาจากการพัฒนาทางสังคมและอารมณ์ของพวกเขา (Fong, Nourbakhsh, & Dautenhahn, 2003) จากการเรียนรู้ร่วมกัน (Wolfe, 2000) และมีการยอมรับกันอย่างแพร่หลายว่าหุ่นยนต์สามารถช่วยนักเรียนในการสื่อสารและโต้ตอบกับผู้อื่นได้ (Fridin, 2014) โดยการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้วิชาต่างๆผ่านการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอนด้วยหุ่นยนต์ (Fong et al., 2003; Keren & Fridin, 2014; Kory & Breazeal, 2014) ผลลัพธ์ที่ได้คือการส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในการทำกิจกรรมใหม่ๆและเพิ่มทักษะทางปัญญา (Feil-Seifer & Matarić, 2011; Moriguchi, Kanda, Ishiguro, Shimada, & Itakura, 2011) การสร้างความสัมพันธ์ทางอารมณ์ที่ดี นำมาซึ่งมิตรภาพ ตอบสนองต่อความต้องการทางสังคม(Dautenhahn et al., 2006; Friedman, Kahn Jr, & Hagman, 2003; Kazuyoshi Wada, Takanori Shibata, Tomoko Saito, & Kazuo Tanie, 2003a, 2003b; Kazuyoshi Wada, Takanori Shibata, Tomoko Saito, & Kazuo Tanie, 2003; Kazuyoshi Wada, Takanori Shibata, Tomoko Saito, & Kazuo Tanie, 2003c) และเกิดปฏิสัมพันธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากมีทักษะในการเข้าใจผู้อื่น Chersi (2012), Friedman et al. (2003), Dautenhahn et al. (2006), Fong et al. (2003), Fujita (2001) Wu and Miller (2005) สนับสนุนว่าความสัมพันธ์ทางอารมณ์ที่ดีสามารถเพิ่มการยอมรับจากคนในสังคม ดังนั้นหุ่นยนต์ควรจะมีปฏิสัมพันธ์กับมนุษย์แบบไม่เป็นภัยคุกคาม แสดงความเป็นมิตรที่ดี และควรแสดงความเข้าใจในอารมณ์ของผู้อื่น รวมทั้งสามารถแสดงอารมณ์ผ่านสีหน้า น้ำเสียง ท่าทาง และการเคลื่อนไหวร่างกาย ตามบริบทของการสนทนา (Mutlu, Forlizzi, & Hodgins, 2006) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าพฤติกรรมการเห็นใจของหุ่นยนต์มีผลต่อการรับรู้ของเด็กในเชิงบวก (Moriguchi et al., 2011) และเด็กส่วนใหญ่ตอบว่าแรงจูงใจหลักของพวกเขาคือการกลายเป็น "เพื่อน" กับหุ่นยนต์ (Leite, Martinho, & Paiva, 2013) หุ่นยนต์ที่มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมต้องให้ผู้ผู้ใช้รู้สึกปลอดภัย สะดวกสบายในการใช้งาน และสอดคล้องกับบุคลิกภาพของผู้ใช้(Tapus & Matarić, 2008) และหุ่นยนต์ที่มีความสามารถในการเข้าใจความรู้สึกและอารมณ์ของผู้ใช้งานมีผลในทางบวกต่อทัศนคติของผู้ใช้ต่อหุ่นยนต์(Brave, Nass, & Hutchinson, 2005; Cramer, Goddijn, Wielinga, & Evers, 2010; Hone, 2006; Klein, Moon, & Picard, 2002; Picard & Liu, 2007) ดังนั้นการตอบสนองต่อประสบการณ์ทางอารมณ์ของผู้ใช้ในลักษณะที่เหมาะสมถือเป็นเรื่องสำคัญมากต่อความไว้วางใจและความพึงพอใจของผู้ใช้ รวมถึงการปฏิบัติตามคำสั่งของผู้ใช้งาน (Bickmore & Schulman, 2007; Brave et al., 2005; Cramer et al., 2010; Dautenhahn et al., 2006; Tamura et al., 2004) เพื่อให้มีปฏิสัมพันธ์กับสังคม หุ่นยนต์จะต้องรับรู้ถึงพฤติกรรมทางสังคมของมนุษย์และมีคุณสมบัติตอบสนองต่อการสัมผัส การตรวจจับ การตีความ การนำทาง และการหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง (Fong et al., 2003) ดังนั้นคุณสมบัติปัญญาประดิษฐ์จึงนำมาใช้ในหุ่นยนต์เพื่ออำนวยความสะดวกในการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ (Cañamero & Fredslund, 2001; Ogata & Sugano, 2000)

2.2 สมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive function)

สมรรถนะของการรู้คิด (Cognitive function) หมายถึง การขยายผลให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และเรียนรู้ข้อมูลใหม่ที่เข้ามา มีการศึกษาถึงองค์ประกอบของหลักสูตรหุ่นยนต์เพื่อการศึกษา และพบว่าศักยภาพการเรียนรู้ของเด็กแต่ละคนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ: (1) ประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านการสะท้อนความคิดตามที่เด็กเข้าใจจากบทเรียน และ (2) การตีความและการประยุกต์ใช้งาน (Jung & Won, 2018) ในการออกแบบปฏิสัมพันธ์ของหุ่นยนต์กับนักเรียนเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ หุ่นยนต์ต้องสามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านข้อคำถามก่อนเรียนและข้อคำถามหลังเรียน (Haywood & Lidz, 2006) นอกจากนี้ Severinson-Eklundh, Green, and Hüttenrauch (2003) มีการอภิปรายถึงวิธีการสะท้อนความคิดของนักเรียนเพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์กับหุ่นยนต์เพื่อการศึกษา ซึ่งมีประโยชน์ในการออกแบบหุ่นยนต์ในอนาคต

2.3 วิธีการสอน (Teaching method)

วิธีการสอน (Teaching method) หมายถึง ความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา การออกแบบเทคนิคการสอน และการขึ้นนำกระบวนการเรียนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ โดยสิ่งสำคัญคือต้องออกแบบการเรียนการสอนในโรงเรียนที่สามารถบูรณาการเข้ากับหุ่นยนต์เพื่อการศึกษา (Altin & Pedaste, 2013) หุ่นยนต์ในฐานะเครื่องมือช่วยสอนสามารถมีอิทธิพลต่อรูปแบบการเรียนรู้ของเด็กๆ ให้สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Piaget, 1973) และทดสอบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (Papert, 1980) จากการศึกษาพบว่าหุ่นยนต์เพื่อการศึกษา มีความเหมาะสมกับหลักสูตร STEM Education ในระดับชั้นประถมศึกษา-มัธยมศึกษา ที่เน้นการเรียนแบบบูรณาการใน 4 สาขาวิชาหลัก ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science), เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (Cacco & Moro, 2014; Chambers, Carbonaro, & Murray, 2008; Datteri, Zecca, Laudisa, & Castiglioni, 2013; Highfield, 2010; McDonald & Howell, 2012; Wei & Hung, 2011) นอกจากนี้ McLurkin, Rykowski, John, Kaseman, and Lynch (2013) ได้ประเมินผลกระทบของการใช้หุ่นยนต์ใน STEM Education ซึ่งผลลัพธ์ยืนยันว่า หุ่นยนต์มีประสิทธิภาพ, ราคาถูก, และ ทนทานต่อการใช้งาน สำหรับการศึกษาวิธีการสอนโดยใช้หุ่นยนต์ในฐานะเครื่องมือช่วยสอน โดย Altin and Pedaste (2013) สรุปได้ว่า วิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) การสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist) และการเรียนรู้เชิงแข่งขัน (Competition-based learning) นอกเหนือจากวิธีดังกล่าว วิธีการอื่น ๆ ที่ใช้คือ การเรียนรู้แบบผู้เรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง (Discovery learning) การเรียนรู้จากการสื่อสาร (Communication-based learning) และการเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project-based learning) Nag, Katz, and Saenz-Otero (2013) and Mathers, Goktogen, Rankin, and Anderson (2012) สนับสนุนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ การวางแผนเชิงกลยุทธ์ และการสื่อสารอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่า Altin and Pedaste (2013) ได้แย้งว่า หุ่นยนต์เพื่อการศึกษา ในวิชา STEM เช่น การเรียนรู้แบบผู้เรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง (Discovery learning) การ

เรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative learning) การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) การเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project-based learning) การเรียนรู้เชิงแข่งขัน (Competition-based learning) และ การเรียนรู้ภาคบังคับ (Compulsory learning) ยังขาดหลักฐานว่าบรรลุเป้าหมายทางการศึกษา จากข้อโต้แย้งดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการทำวิจัยเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบว่าต้องปรับวิธีการสอนอย่างไรเมื่อใช้หุ่นยนต์ (Alimisis, 2012) และการฝึกอบรมครูเพื่อที่จะใช้หุ่นยนต์ในชั้นเรียนจะต้องนำมาพิจารณา (Benitti, 2012)

2.4 ลักษณะของผู้เรียน (Learners characteristics)

ลักษณะของผู้เรียน (Learners characteristics) หมายถึง อายุ และเพศ รวมถึงลักษณะเฉพาะของผู้เรียนแต่ละคน เช่น ความสนใจในการเรียนรู้ ตามทฤษฎี UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) ซึ่งใช้ในการประเมินการยอมรับของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ (De Ruyter, Saini, Markopoulos, & Van Breemen, 2005; Heerink, 2010; Looije, Cnossen, & Neerincx, 2006) ทฤษฎีดังกล่าวระบุว่า อิทธิพลของ (1) ความคาดหวังถึงประสิทธิภาพ (2) ความคาดหวังด้านความง่ายในการใช้งาน (3) อิทธิพลทางสังคม มีอิทธิพลโดยตรงต่อการยอมรับเทคโนโลยี (De Ruyter et al., 2005; Heerink, 2010; Looije et al., 2006; Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003) ส่วน อายุ เพศ และความสนใจในการใช้คือตัวแปรควบคุมที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี

2.5 คุณสมบัติหลัก (Main feature)

คุณสมบัติหลัก (Main feature) ของหุ่นยนต์ หมายถึง ความเสถียรในการทำงาน และง่ายต่อการใช้งาน รวมถึงคุณสมบัติเฉพาะของหุ่นยนต์ เช่น ไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก จากการสำรวจพบว่า มีรายละเอียดจำนวนมากเกี่ยวกับการยอมรับการใช้งานหุ่นยนต์ (Heerink, 2010; Kidd, Taggart, & Turkle, 2006; Taggart, Turkle, & Kidd, 2005) ในกรณีที่พิจารณาคุณสมบัติหลักของหุ่นยนต์ เรื่องสำคัญที่จะต้องพิจารณาคือ "ใช้งานง่าย" สำหรับคนที่ไม่คุ้นเคยกับหุ่นยนต์ (Leite et al., 2013) และต้องมั่นใจว่าหุ่นยนต์ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัย และมีความเสถียรในการทำงาน ส่วนคุณลักษณะเพิ่มเติมคือหุ่นยนต์ควรทนทานต่อการใช้งานกับเด็ก (Cabibihan, Javed, Ang, & Aljunied, 2013)

2.6 เนื้อหาวิชา (Content)

เนื้อหาวิชา (Content) หมายถึง การกำหนดเนื้อหาวิชาที่จะให้ หรือสิ่งที่สอน ซึ่งสิ่งสำคัญขึ้นอยู่กับกระตุ้นใจของผู้สอนเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับหลักสูตร ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และมีการนำหุ่นยนต์เข้าใช้งานมากขึ้นในโรงเรียน (Toh et al., 2016) และเด็กรุ่นใหม่ก็คุ้นเคยกับการใช้งานอุปกรณ์เทคโนโลยีที่ทันสมัย (Beran, Ramirez-Serrano, Kuzyk, Fior, & Nugent, 2011) การศึกษาวิจัยพบว่าหุ่นยนต์มีอิทธิพลต่อความรู้ความเข้าใจของเด็กในด้านการพัฒนาทักษะภาษาต่างประเทศ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และจริยธรรม (Kahn Jr et al., 2012; Kozima & Nakagawa, 2007; Shimada,

Kanda, & Koizumi, 2012; Wei & Hung, 2011) เนื่องจากกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ทำให้เด็กมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น (Chen, Quadir, & Teng, 2011; Highfield, 2010; Wei & Hung, 2011) การศึกษาเพิ่มเติมของ Mubin, Stevens, Shahid, Al Mahmud, and Dong (2013) และ Benitti (2012) ได้ผลที่คล้ายคลึงกันในหุ่นยนต์ที่ใช้ช่วยการเรียนรู้ ในการเรียนภาษาต่างประเทศ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเหมือนกับการศึกษาที่ดำเนินการโดย Chang, Lee, Chao, Wang, and Chen (2010), Young, Wang, and Jang (2010), Hong, Yu, and Chen (2011) เกี่ยวกับหุ่นยนต์ใช้สอนภาษาต่างประเทศ ในโรงเรียนประถม พบว่าหุ่นยนต์สามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ และสร้างความกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมของเด็กนักเรียน นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (Chen et al., 2011) และการเล่าเรื่อง (Sugimoto, 2011) มีการศึกษาที่ดำเนินการโดย Barker and Ansorge (2007) เรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยการใช้หุ่นยนต์ในวิชาวิทยาศาสตร์ และมีการศึกษาที่ดำเนินการโดย Kazakoff, Sullivan, and Bers (2013) เรื่องการใช้หุ่นยนต์ช่วยเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน ซึ่ง Barker and Ansorge (2007), Highfield (2010), Whittier and Robinson (2007) และ Barak and Zadok (2009) สนับสนุนว่าหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพในการช่วยเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี

REFERENCE

- Alimisis, D. (2012). *Robotics in education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy*. Paper presented at the Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education.
- Altin, H., & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of baltic science education*, 12(3), 365-377.
- Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289-307.
- Barker, B. S., & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of research on technology in education*, 39(3), 229-243.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.

- Beran, T. N., Ramirez-Serrano, A., Kuzyk, R., Fior, M., & Nugent, S. (2011). Understanding how children understand robots: Perceived animism in child-robot interaction. *International Journal of Human-Computer Studies*, 69(7-8), 539-550.
- Bickmore, T., & Schulman, D. (2007). *Practical approaches to comforting users with relational agents*. Paper presented at the CHI'07 extended abstracts on Human factors in computing systems.
- Brave, S., Nass, C., & Hutchinson, K. (2005). Computers that care: investigating the effects of orientation of emotion exhibited by an embodied computer agent. *International Journal of Human-Computer Studies*, 62(2), 161-178.
- Cabibihan, J.-J., Javed, H., Ang, M., & Aljunied, S. M. (2013). Why robots? A survey on the roles and benefits of social robots in the therapy of children with autism. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), 593-618.
- Cacco, L., & Moro, M. (2014). *When a Bee meets a Sunflower*. Paper presented at the Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics Teaching with Robotics and 5th International Conference on Robotics in Education, Padova, Italy.
- Cañamero, L., & Fredslund, J. (2001). I show you how I like you-can you read it in my face?[robotics]. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics-Part A: Systems and humans*, 31(5), 454-459.
- Chambers, J. M., Carbonaro, M., & Murray, H. (2008). Developing conceptual understanding of mechanical advantage through the use of Lego robotic technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(4).
- Chang, C.-W., Lee, J.-H., Chao, P.-Y., Wang, C.-Y., & Chen, G.-D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(2).
- Chen, N.-S., Quadir, B., & Teng, D. C. (2011). *A Novel approach of learning English with robot for elementary school students*. Paper presented at the International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment.
- Chersi, F. (2012). Learning Through Imitation: a Biological Approach to Robotics. *IEEE transactions on autonomous mental development*, 4(3), 204.
- Cramer, H., Goddijn, J., Wielinga, B., & Evers, V. (2010). *Effects of (in) accurate empathy and situational valence on attitudes towards robots*. Paper presented at the Human-Robot Interaction (HRI), 2010 5th ACM/IEEE International Conference on.

- Datteri, E., Zecca, L., Laudisa, F., & Castiglioni, M. (2013). Learning to explain: the role of educational robots in science education. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 29-38.
- Dautenhahn, K., Walters, M., Woods, S., Koay, K. L., Nehaniv, C. L., Sisbot, A., . . . Siméon, T. (2006). *How may I serve you?: a robot companion approaching a seated person in a helping context*. Paper presented at the Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction.
- De Ruyter, B., Saini, P., Markopoulos, P., & Van Breemen, A. (2005). Assessing the effects of building social intelligence in a robotic interface for the home. *Interacting with computers*, 17(5), 522-541.
- Feil-Seifer, D., & Matarić, M. J. (2011). Socially assistive robotics. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 18(1), 24-31.
- Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics and autonomous systems*, 42(3-4), 143-166.
- Fridin, M. (2014). Kindergarten social assistive robot: First meeting and ethical issues. *Computers in Human Behavior*, 30, 262-272.
- Friedman, B., Kahn Jr, P. H., & Hagman, J. (2003). *Hardware companions?: What online AIBO discussion forums reveal about the human-robotic relationship*. Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems.
- Fujita, M. (2001). AIBO: Toward the era of digital creatures. *The International Journal of Robotics Research*, 20(10), 781-794.
- Haywood, H. C., & Lidz, C. S. (2006). *Dynamic assessment in practice: Clinical and educational applications*: Cambridge University Press.
- Heerink, M. (2010). *Assessing acceptance of assistive social robots by aging adults*. Universiteit van Amsterdam [Host].
- Highfield, K. (2010). Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving.
- Hone, K. (2006). Empathic agents to reduce user frustration: The effects of varying agent characteristics. *Interacting with computers*, 18(2), 227-245.
- Hong, J.-C., Yu, K.-C., & Chen, M.-Y. (2011). Collaborative learning in technological project design. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(3), 335-347.
- Johnson, L., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). *NMC horizon report: 2016 higher education edition*: The New Media Consortium.

- Jung, S. E., & Won, E.-s. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905.
- Kahn Jr, P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B. T., . . . Shen, S. (2012). "Robovie, you'll have to go into the closet now": Children's social and moral relationships with a humanoid robot. *Developmental psychology*, 48(2), 303.
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245-255.
- Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., & Mackinnon, L. (2012). A serious game for developing computational thinking and learning introductory computer programming. *Procedia-Social and Behavioural Sciences*, 47, 1991-1999.
- Keren, G., & Fridin, M. (2014). Kindergarten Social Assistive Robot (KindSAR) for children's geometric thinking and metacognitive development in preschool education: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 35, 400-412.
- Kidd, C. D., Taggart, W., & Turkle, S. (2006). *A sociable robot to encourage social interaction among the elderly*. Paper presented at the Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006. Proceedings 2006 IEEE International Conference on.
- Klein, J., Moon, Y., & Picard, R. W. (2002). This computer responds to user frustration: Theory, design, and results. *Interacting with computers*, 14(2), 119-140.
- Kory, J., & Breazeal, C. (2014). *Storytelling with robots: Learning companions for preschool children's language development*. Paper presented at the Robot and Human Interactive Communication, 2014 RO-MAN: The 23rd IEEE International Symposium on.
- Kozima, H., & Nakagawa, C. (2007). *A robot in a playroom with preschool children: Longitudinal field practice*. Paper presented at the Robot and Human interactive Communication, 2007. RO-MAN 2007. The 16th IEEE International Symposium on.
- Leite, I., Martinho, C., & Paiva, A. (2013). Social robots for long-term interaction: a survey. *International Journal of Social Robotics*, 5(2), 291-308.
- Looije, R., Cnossen, F., & Neerincx, M. A. (2006). *Incorporating guidelines for health assistance into a socially intelligent robot*. Paper presented at the Robot and Human Interactive Communication, 2006. ROMAN 2006. The 15th IEEE International Symposium on.

- Martínez Ortiz, A. (2015). Examining Students' Proportional Reasoning Strategy Levels as Evidence of the Impact of an Integrated LEGO Robotics and Mathematics Learning Experience. *Journal of Technology Education*, 26(2), 46-69.
- Mathers, N., Goktogen, A., Rankin, J., & Anderson, M. (2012). Robotic mission to mars: Hands-on, minds-on, web-based learning. *Acta astronautica*, 80, 124-131.
- McDonald, S., & Howell, J. (2012). Watching, creating and achieving: Creative technologies as a conduit for learning in the early years. *British journal of educational technology*, 43(4), 641-651.
- McLurkin, J., Rykowski, J., John, M., Kaseman, Q., & Lynch, A. J. (2013). Using multi-robot systems for engineering education: Teaching and outreach with large numbers of an advanced, low-cost robot. *IEEE Transactions on education*, 56(1), 24-33.
- Moriguchi, Y., Kanda, T., Ishiguro, H., Shimada, Y., & Itakura, S. (2011). Can young children learn words from a robot? *Interaction Studies*, 12(1), 107-118.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J.-J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209-0015), 13.
- Mutlu, B., Forlizzi, J., & Hodgins, J. (2006). *A storytelling robot: Modeling and evaluation of human-like gaze behavior*. Paper presented at the Humanoid robots, 2006 6th IEEE-RAS international conference on.
- Nag, S., Katz, J. G., & Saenz-Otero, A. (2013). Collaborative gaming and competition for CS-STEM education using SPHERES Zero Robotics. *Acta astronautica*, 83, 145-174.
- Ogata, T., & Sugano, S. (2000). *Emotional communication robot: WAMOEBA-2R emotion model and evaluation experiments*. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Humanoid Robots.
- Ospennikova, E., Ershov, M., & Iljin, I. (2015). Educational robotics as an inovative educational technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 214, 18-26.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*: Basic Books, Inc.
- Piaget, J. (1973). To understand is to invent: The future of education.
- Picard, R. W., & Liu, K. K. (2007). Relative subjective count and assessment of interruptive technologies applied to mobile monitoring of stress. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(4), 361-375.
- Prensky, M. R. (2010). *Teaching digital natives: Partnering for real learning*: Corwin Press.

- Severinson-Eklundh, K., Green, A., & Hüttenrauch, H. (2003). Social and collaborative aspects of interaction with a service robot. *Robotics and autonomous systems*, 42(3-4), 223-234.
- Shimada, M., Kanda, T., & Koizumi, S. (2012). *How can a Social Robot facilitate children's collaboration?* Paper presented at the International Conference on Social Robotics.
- Sugimoto, M. (2011). A mobile mixed-reality environment for children's storytelling using a handheld projector and a robot. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4(3), 249-260.
- Taggart, W., Turkle, S., & Kidd, C. D. (2005). *An interactive robot in a nursing home: Preliminary remarks*. Paper presented at the Towards social mechanisms of android science: a COGSCI workshop.
- Tamura, T., Yonemitsu, S., Itoh, A., Oikawa, D., Kawakami, A., Higashi, Y., . . . Nakajima, K. (2004). Is an entertainment robot useful in the care of elderly people with severe dementia? *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(1), M83-M85.
- Tapus, A., & Mataric, M. J. (2008). *Socially Assistive Robots: The Link between Personality, Empathy, Physiological Signals, and Task Performance*. Paper presented at the AAAI spring symposium: emotion, personality, and social behavior.
- Toh, E., Poh, L., Causo, A., Tzuo, P.-W., Chen, I., & Yeo, S. H. (2016). A Review on the Use of Robots in Education and Young Children. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2).
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.
- Wada, K., Shibata, T., Saito, T., & Tanie, K. (2003a). *Effects of robot assisted activity to elderly people who stay at a health service facility for the aged*. Paper presented at the Intelligent Robots and Systems, 2003.(IROS 2003). Proceedings. 2003 IEEE/RSJ International Conference on.
- Wada, K., Shibata, T., Saito, T., & Tanie, K. (2003b). *Psychological and social effects of robot assisted activity to elderly people who stay at a health service facility for the aged*. Paper presented at the Robotics and Automation, 2003. Proceedings. ICRA'03. IEEE International Conference on.
- Wada, K., Shibata, T., Saito, T., & Tanie, K. (2003). *Psychological, physiological and social effects to elderly people by robot assisted activity at a health service facility for the*

- aged. Paper presented at the Advanced Intelligent Mechatronics, 2003. AIM 2003. Proceedings. 2003 IEEE/ASME International Conference on.
- Wada, K., Shibata, T., Saito, T., & Tanie, K. (2003c). *Relationship between familiarity with mental commit robot and psychological effects to elderly people by robot assisted activity*. Paper presented at the Computational Intelligence in Robotics and Automation, 2003. Proceedings. 2003 IEEE International Symposium on.
- Wei, C.-W., & Hung, I. (2011). A joyful classroom learning system with robot learning companion for children to learn mathematics multiplication. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 10(2), 11-23.
- Whittier, L. E., & Robinson, M. (2007). Teaching evolution to non-English proficient students by using Lego robotics. *American Secondary Education*, 19-28.
- Wolfe, J. (2000). *Learning from the past: Historical voices in early childhood education*: Piney Branch.
- Wu, P., & Miller, C. (2005). Results from a field study: The need for an emotional relationship between the elderly and their assistive technologies. *Foundations of Augmented Cognition*, 11, 889-898.
- Young, S. S. C., Wang, Y. H., & Jang, J. S. R. (2010). Exploring perceptions of integrating tangible learning companions in learning English conversation. *British journal of educational technology*, 41(5), E78-E83.