รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 เรื่อง “ดิจิทัลเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา”

Digital for Senior Tourism Development in Lanna Civilization Area

โดย

รศ.ดร.นริศรา เอี่ยมคณิตชาติ และคณะ

มกราคม 2562

สัญญาเลขที่ RDG60T0053

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 เรื่อง “ดิจิทัลเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา”

คณะผู้วิจัย

รศ.ดร.นริศรา เอี่ยมคณิตชาติ

อ.ดร.จิราวิทย์ ญาณจินดา

สังกัด

สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิทยาลัยศิลปะ สื่อ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

แผนงานวิจัย “การพัฒนาการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา”

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

สารบัญ(ต่อ)

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

สารบัญรูปภาพ

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

สารบัญตาราง

สารบัญตาราง(ต่อ)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

วิวัฒนาการด้านดิจิทัลก่อให้เกิดเทคโนโลยีต่างด้านสารสนเทศมากมายรวมถึงความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบหลากหลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นภาพ เสียง หรือภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบดิจิทัล และเนื่องจากแนวโน้มของประชากรผู้สูงอายุจะมีจำนวนขึ้นทุกปี สำหรับข้อมูลด้านการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนามีจำนวนมากและยังขาดการรวบรวมจัดเก็บอย่างเป็นระบบเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ให้สูงสุด วิวัฒนาการในปัจจุบันจึงเน้นที่การสามารถนำข้อมูลมหาศาลเหล่านี้มาวิเคราะห์หาองค์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ด้านการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุ โดยในการทำงานด้านนี้มีวิวัฒนาการอย่างต่อเนื่องและต้องอาศัยองค์ความรู้ด้านคอมพิวเตอร์หลากหลายสาขา และแยกเป็นงานหลัก 3 ส่วนได้แก่

ส่วนต้นทางด้านการจัดเก็บข้อมูลซึ่งเป็นต้นทางเอง ต้องการเทคโนโลยีที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การรักษาความปลอดภัยด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล ระบบปฏิบัติการ ทั้งนี้เพื่อให้มีการจัดการข้อมูลที่ปลอดภัย ไม่ล่าช้า และมีความเสถียรเป็นต้น เพื่อรองรับงานในขั้นตอนถัดไป

ส่วนกลางทาง เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งต้องประกอบการทำงานร่วมกันหลายส่วนไม่ว่าจะเป็นผู้เชียวชาญด้านเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถนำเทคโนโลยีด้านความฉลาดทางการคำนวณ (Computational Intelligence) ที่เหมาะสม เช่นเทคนิคด้านการเรียนรู้ของเครื่อง(Machine learning) ด้านอัลกอริทึม (Algorithm) สถิติ (Statistic) เป็นต้น มาดำเนินการวิเคราะห์ ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในสายงานที่เกี่ยวข้องกับชุดข้อมูลเหล่านั้น เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย

ส่วนปลายทางนั้น มุ่งเน้นนำองค์ความรู้ไปต่อยอดให้ตรงความต้องการของผู้ใช้ขั้นสุดท้าย(End user) ซึ่งผู้ใช้ในขั้นตอนนี้ สามารถเป็นได้ทั้งมนุษย์ หรือ software ที่นำองค์ความรู้นั้นไปต่อยอด สำหรับงานส่วนปลายทางนี้ต้องอาศัยงานในส่วนการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้และความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถออกแบบและทักษะด้านคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถพัฒนา ส่วนต่อประสานให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้และสามารถสื่อสาร ขั้นตอนการทำงานไปจนถึงผลการทำงานผ่านโปรแกรมให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยสะดวกที่สุด

ดังนั้นเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาฐานข้อมูลขนาดใหญ่ด้านการท่องเที่ยวในอนาคต จึงปรับให้มุ่งเน้นที่ การศึกษาและนำเสนอแบบจำลองในการจัดการและจัดเก็บข้อมูลในส่วนแรกเป็นหลักเนื่องจากการพัฒนาส่ วนแรกต้องอาศัยงบประมาณจำนวนมาก จึงเป็นการเน้นการศึกษาวิจัยและออกแบบเบื้องต้นให้เหมาะส มกับแผนการทำงานและโครงการย่อย 1 และย่อย 2 โดยมุ่งเน้นให้เกิดประโยชน์ต่อผู้สนใจและต้องการ พัฒนาศูนย์ข้อมูล (Data center) ด้านการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนาในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านการท่องเที่ยวผู้สูงอายุจากแหล่งข้อมูลหลักต่าง ๆ
2) เพื่อออกแบบรูปแบบ data center ให้เป็นต้นแบบของศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุ
3) เพื่อเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก data center เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยว ผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) ขอบเขตด้านข้อมูลประกอบการศึกษาด้านโครงสร้างฐานข้อมูล: ด้านการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา ไม่น้อยกว่า 5 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง และพะเยา
2) ขอบเขตด้านข้อมูลประกอบการศึกษาด้านเทคนิค: ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ระบบความปลอดภัยด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมในด้าน association rule, classification และ clustering
3) ขอบเขตด้านประชากร: สำรวจจากกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่ใช้งานอินเทอร์เน็ต

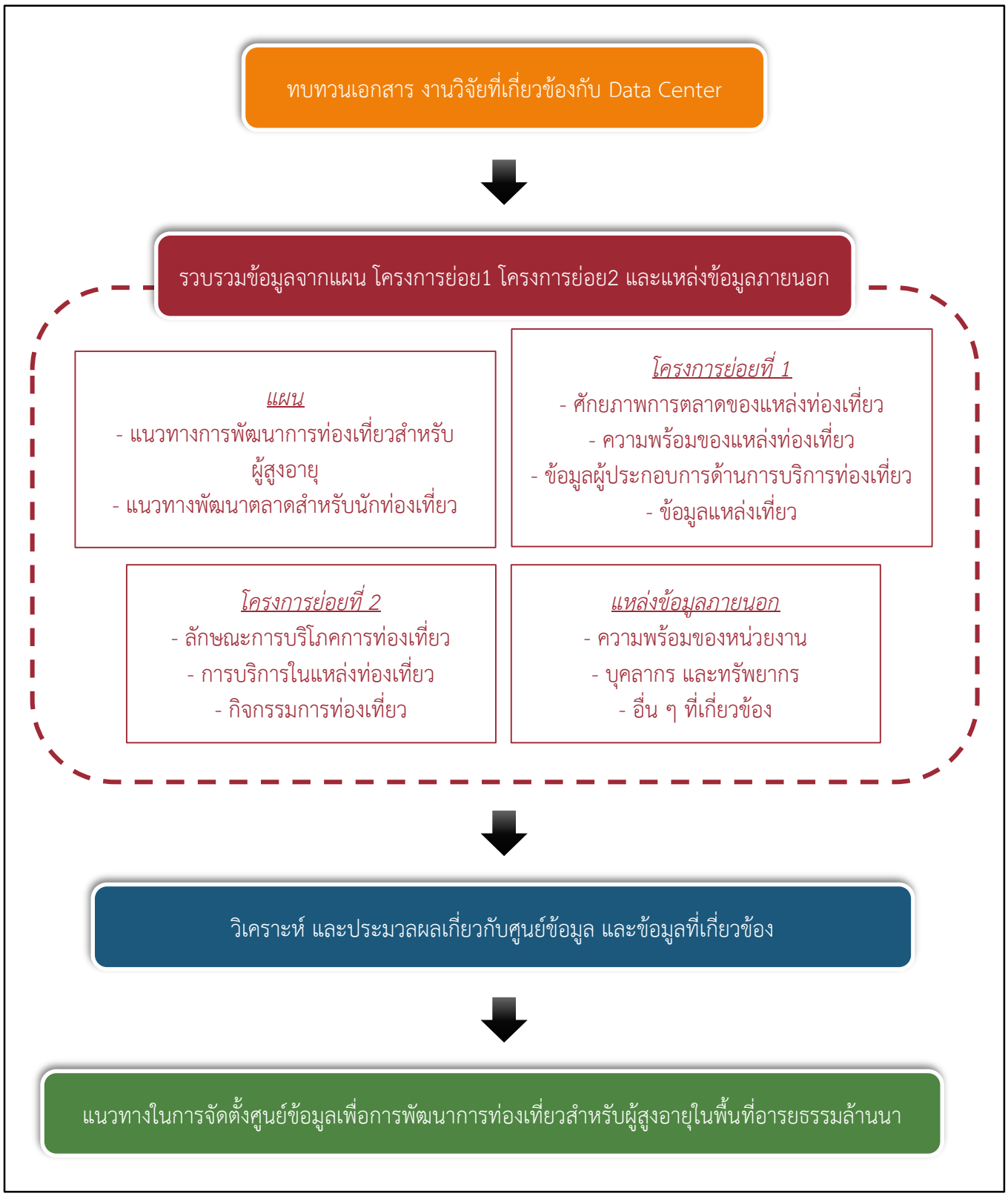
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1) ศูนย์ข้อมูล (Data Center) เป็นพื้นที่ที่ใช้จัดวางระบบประมวลผลกลางและระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขององค์กร โดยส่วนใหญ่ผู้ใช้งานจะเชื่อมต่อมาใช้บริการผ่านระบบเครือข่ายที่มาจากภายนอก
2) นักท่องเที่ยวผู้สูงอายุ หมายถึง กลุ่มนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย และชาวต่างชาติ ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ส่วนใหญ่รวมไปถึงผู้เกษียณจากงานประจำ (Retirees) จึงเป็นนักท่องเที่ยวที่มีเวลาว่างมาก และคาดว่าจะมีกำลังจ่ายสูงเมื่อเปรียบเทียบกับนักท่องเที่ยวที่อยู่ในช่วงวัยทำงาน แม้อยู่ในช่วงวัยสูงอายุแต่ความต้องการและพฤติกรรมการท่องเที่ยวก็มีความแตกต่างกัน และเป็นผู้ที่นิยมท่องเที่ยว
3) พื้นที่อารยธรรมล้านนา ตามประกาศคณะกรรมการนโยบายการท่องเที่ยวแห่งชาติ ในการกำหนดเขตพัฒนาการท่องเที่ยว พ.ศ. 2555 ซึ่งประกอบไปด้วย 5 จังหวัด ดังนี้คือ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ลำพูน และพะเยา

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ผลการศึกษาความเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านการท่องเที่ยวผู้สูงอายุจากแหล่งข้อมูลหลัก
2) รูปแบบ data center ให้เป็นต้นแบบของศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุ (Model)
3) แนวทางการประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก data center เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา

1.6 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



ภาพที่ ย่อย3-1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยนี้จะกล่าวถึงทฤษฎี เอกสาร และวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาศูนย์ข้อมูล ทั้งองค์ประกอบด้านโครงสร้างพื้นฐาน(Infrastructure) ด้านการจัดการข้อมูล(Data management) และด้านการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวีการต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 Data Center

Data Center คือแหล่งรวมของข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีการรวบรวมข้อมูลเป็นจำนวนมาก หรือเป็นศูนย์ข้อมูลในการจัดการเซิร์ฟเวอร์ทั้งหลายของระบบโดยสามารถจัดการกับระบบที่มีขนาดเล็ก (Web Hosting) ไปจนถึงระบบที่มีขนาดใหญ่มาก (Super computer) [1] ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อตอบสนองต่อการใช้งานเซิร์ฟเวอร์ให้เสถียรที่สุด การเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เช่นการจัดเก็บข้อมูลของคนไข้ในโรงพยาบาล การเก็บการใช้งานของผู้ใช้ในบริษัท google และการเก็บข้อมูลการซื้อ-ขายของเว็บ amazon เป็นต้น โดยจัดวางระบบประมวลผลกลางและระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขององค์กร ซึ่งข้อมูลที่ถูกรวบรวมเอาไว้นี้จะมีการป้องกันรักษาความปลอดภัยของข้อมูล เพื่อความปลอดภัยจากภัยต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับข้อมูล ปัจจัยสำคัญในการออกแบบศูนย์ข้อมูลได้แก่ ความพร้อมในการใช้งาน ความเสถียรภาพ การบำรุงรักษา ความเหมาะสมในการลงทุน ความปลอดภัย และการรองรับการขยายในอนาคต

ประเภทของศูนย์ข้อมูล

ประเภทของศูนย์ข้อมูลจะมีการแบ่งระดับของศูนย์ข้อมูลเป็น 4 ระดับ โดยเรียกว่า “Data Center Tiers” เริ่มตั้งแต่ระดับ Tier I ถึง Tier IV กำหนดระดับศูนย์ข้อมูลจากหน่วยงานประเมินระดับของศูนย์ข้อมูล (UPTIME) ได้กำหนดระดับของศูนย์ข้อมูล [2] ดังต่อไปนี้

1) Redundancy คือระบบสำรอง เพื่อทดแทนระบบหลักที่อาจจะเกิดความบกพร่อง ระบบต้องเป็น “N afterany failure” คือถ้าระบบใดระบบหนึ่งล่มต้องมีระบบหนึ่งทดแทนทันทีระบบจะไม่หยุดทำงาน โดย “N” หมายถึงระบบที่มีระบบเดียวไม่มีระบบสำรอง และ “N+1” หมายถึงระบบต้องการจำนวนอุปกรณ์ N ตัว ต้องเตรียมไว้ N+1 ตัว กรณีที่อุปกรณ์ในระบบ N+1 เสียไปเพียงหนึ่งตัว ระบบจะสามารถทำงานได้ตามปกติ
2) Distribution Paths คือจำนวนสายป้อนข้อมูลที่เตรียมไว้ให้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โดย Tier III และ Tier IV ต้องการอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่สามารถรับไฟฟ้าได้ 2 สายคู่กันเรียกว่า dual cord equipment
3) Concurrently Maintainable คือระบบสามารถบำรุงรักษาตามที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าได้ ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถซ่อมบำรุงระบบไปพร้อมกับมีการทำงานตามปกติ โดยไม่มีผลกระทบใดกับระบบ
4) Fault Tolerance to Worst Event คือการยอมรับความผิดพลาดที่แย่ที่สุดกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ระบบต้องมีเสถียรภาพสูงสุด สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องไม่ว่าอะไรจะเกิดขึ้น
5) Compartmentalization คือการแบ่งพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ที่มีความสำคัญกับระบบที่ออกแบบเป็นสัดส่วน เมื่อเกิดเหตุการณ์ความผิดปกติกับอุปกรณ์หนึ่งจะไม่กระทบกับอุปกรณ์ตัวอื่นที่เหลือ

6) Continuous Cooling คือ ระบบทำความเย็นที่สามารถทำความเย็นให้กับศูนย์อย่างต่อเนื่อง ซึ่ง Tier IV เท่านั้นที่ต้องการระบบแบบ Higher tier = Higher availability โดยกำหนดระดับเกณฑ์มาตรฐานศูนย์คอมพิวเ ตอร์ไว้ดังตารางที่ ย่อย3-1

ตารางที่ ย่อย3-1 ระดับเกณฑ์ของศูนย์คอมพิวเตอร์

Tier Requirement	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Redundancy	N	N+1	N+1	2(N+1)
Distribution Paths	1	1	1 active and 1 alternate	2 simultaneously active
Concurrently Maintainable	No	No	Yes	Yes
Fault Tolerance to Worst Event	No	No	No	Yes
Compartmentalization	No	No	No	Yes
Continuous Cooling	Load Density Dependent	Load Density Dependent	Load Density Dependent	Yes (Class A)

มาตรฐานของศูนย์ข้อมูล

ระบบการจัดการและเก็บรักษาข้อมูลสารสนเทศสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจ ไม่ว่าจะขนาดใดก็ตาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในองค์กรขนาดใหญ่ เช่น ธนาคาร ผู้ให้บริการระบบสื่อสาร/Internet บริษัทธุรกิจน้ำมัน การไฟฟ้าฯ ที่มีจำนวนข้อมูลมหาศาล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องสามารถบริหารจัดการได้ทุกเมื่อหากต้องการใช้งาน สามารถเก็บรักษาข้อมูลเพื่อไม่ให้สูญหาย และต้องมีระบบการบริหารจัดการข้อมูลที่ดี เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายที่ส่งผลกระทบต่อธุรกิจทั้งด้านความน่าเชื่อถือ และรายได้ขององค์กร ดังนั้น องค์กร หรือหน่วยงานต่าง ๆ ต้องมีศูนย์ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือเรียกว่าศูนย์คอมพิวเตอร์ (Data Center) เพื่อจัดการข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ตลอดเวลา Data Center จึงถูกสร้างขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายหลัก คือ ความพร้อมที่ Data Center สามารถใช้การได้ (Availability) สูงสุด หรือมีช่วงเวลาที่ต้องหยุด (Downtime) ต่ำสุด

มาตรฐานสากลที่นิยมใช้เป็นแนวทางในการสร้าง Data Center [3] มีอยู่ 3 มาตรฐาน คือ

1) มาตรฐานของ UPTIME INSTITUTE ประเทศสหรัฐอเมริกา จัดระดับ Availability ในรูปแบบ Tier IV มุ่งเน้นงานระบบวิศวกรรมที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างพื้นฐาน (Site Infrastructure) ของโครงการ
2) มาตรฐาน TIA-942, Telecommunications Infrastructure Standard for DATA Centers Telecommunications Industry Association (TIA) ประเทศสหรัฐอเมริกา จัดระดับ Availability ในรูปแบบ Tier IV เช่นเดียวกับ UPTIME INSTITUTE แต่รายละเอียดของโครงสร้างจะมองในภาพรวมด้านการเลือกพื้นที่ตั้ง งานสถาปัตยกรรม ระบบไฟฟ้า เครื่องกล และสื่อสาร ด้วย
3) มาตรฐาน ANSI/BICSI 002-2011: Data Center Design & Implementation best practice จัดระดับAvailability เป็น 5 ระดับ เรียกว่า Class0 ถึง 4 แตกต่างจาก UPTIME INSTITUTE และ TIA-942 แต่รายละเอียดของโครงสร้างใช้มาตรฐานเดียวกันกับ TIA-942

นอกจากนี้ Data Center สามารถติดตั้งอยู่ภายในองค์กร หรือพื้นที่ ที่มีผู้ให้เช่าภายนอกองค์กรก็ได้ ซึ่งองค์กรแต่ละแห่งอาจมีศูนย์ข้อมูลสำรองสำหรับการกู้คืนระบบ (Disaster Recovery Site – DR Site) เพื่อใช้ในกรณีที่ศูนย์หลัก (Main Site) มีปัญหาจากความเสียหายจากเหตุการณ์ไม่คาดคิดต่าง ๆ อีกด้วย ซึ่งหากพิจารณาระดับความเสี่ยงของ Data Center แล้วนั้นแต่ละองค์กรคงจะต้องประเมินความเสี่ยงที่ยอมรับได้และงบประมาณ เนื่องจาก Data Center ที่มี Availability ที่สูงขึ้น ก็ย่อมหมายถึงการลงทุนที่สูงขึ้นตามไปด้วย

2.1.2 การรักษาความปลอดภัยบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์

รายงานวิจัยในส่วนนี้ มุ่งเน้นแสดงการทบทวนปัจจัยต่าง ๆ โดยละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูลของศูนย์ข้อมูล ทำให้สามารถประเมินโครงสร้างที่จำเป็นในการพัฒนาศูนย์ข้อมูลในอนาคต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถบริหารจัดการข้อมูล ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ โดยสิ่งแรกที่ต้องระบุคือมาตรการรักษาความปลอดภัยในระดับต่าง ๆ

ระดับมาตรการรักษาความปลอดภัย

1) รักษาความปลอดภัยทางกายภาพ (Physical Security) การจัดการบริเวณที่ติดตั้ง เครื่องคอมพิวเตอร์ในห้องที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมและเป็นส่วนตัว มีระบบ รักษาความปลอดภัย ทางกายภาพที่เหมาะสม
2) รักษาความปลอดภัยระดับผู้ใช้ (Human) มีขบวนการและขั้นตอนในการควบคุม การใช้งานของผู้ดูแลระบบและผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้มีการใช้งานระบบอย่างมี ประสิทธิภาพและปลอดภัย

3) การควบคุมความปลอดภัยโดยระบบปฏิบัติการ (Operating System Control) คือมีระบบการควบคุมสิทธิการเข้าถึงและการใช้ข้อมูลอย่างเป็นสัดส่วน ภายในระบบคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้แต่ละคนตามความเหมาะสม
4) การรักษาความปลอดภัยระดับเครือข่าย (Network) ระบบคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย ต้องมีมาตรการรักษาความปลอดภัยขั้นพื้นฐาน เช่น Firewall โปรแกรมป้องกันไวรัส มีระบบ log in ในการเข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อป้องกันการใช้งานจากผู้อื่นที่ไม่มี สิทธิในการใช้เครื่อง ซึ่งมีวิธีป้องกันที่หลากหลายให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม

ในองค์ประกอบเน้นมุ่งเน้นกล่าวถึงมาตรฐานในข้อ 3 และข้อ 4 ซึ่งจะมีความสอดคล้องเกี่ยวเนื่องกัน จึงอธิบายร่วมกันไป ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ซึ่งเป็นหลักการด้านระบบปฏิบัติการสำหรับเครือข่ายและความปลอดภัยของเครือข่ายที่สรุปสาระสำคัญจาก [4]

การจัดการความปลอดภัยด้านเครือข่ายของศูนย์ข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายจำเป็นต้องเลือกใช้ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีการบริหารจัดการความปลอดภัยของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้ใช้ มีความปลอดภัยในการแบ่งปันไฟล์ หรือพื้นที่ทางกายภาพต่าง ๆ แนวคิดในการป้องกัน ในปัจจุบันมีการพัฒนาเพื่อเพิ่ม ความน่าเชื่อถือและครอบคลุมระบบที่ซับซ้อนเช่น การจำกัดสิทธิ ในการเข้าถึงข้อมูล หรือการใช้ทรัพยากรตามที่ได้รับการจัดสรร เป็นต้น เนื่องจากทรัพยากรที่ไม่มี การป้องกันอาจเสียหายจากการใช้งานในทางที่ผิดของผู้ใช้ ระบบป้องกันมุ่งเน้นให้เห็นความแตกต่างระหว่างสิทธิต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ที่ได้รับอนุญาต ระบบศูนย์ข้อมูลที่ดีจึงควรจัดเตรียมการป้องกันด้านเครือข่ายที่ดีควบคู่กันไปด้วย ซึ่งทำได้หลายแบบเช่น การกำหนดแนวทางขึ้นเพื่อป้องกันไฟล์และโปรแกรมของตน ระบบป้องกันต้องมีความยืดหยุ่นและเข้มงวดต่อการทำตามข้อตกลงที่ได้กำหนดไว้ นโยบายของการใช้ทรัพยากรมักแปรผันตามชนิดของแอปพลิเคชันและอาจจะเปลี่ยนแปลงตามเวลา ในปัจจุบันนักพัฒนาโปรแกรมจะออกแบบกลไกการป้องกัน โปรแกรมของตนเองด้วย เพื่อป้องกันทรัพยากรและช่วยเหลือระบบ ในการป้องกันการใช้แอปพลิเคชันในทางที่ผิด

หลักของการป้องกัน

หลักสำคัญของการป้องกันที่นิยมใช้ในระบบปฏิบัติการ เพื่อช่วยลดความยุ่งยาก ในการออกแบบและการตัดสินใจ ให้มีความสอดคล้องกับระบบ อีกทั้งยังง่ายต่อการเข้าใจคือ การจำกัดผู้มีสิทธิให้น้อยที่สุด (Principle of least privilege) โดยให้ผู้ใช้มีความสามารถ ในการควบคุมโปรแกรมแค่พอเพียงต่อการดำเนินการนั้น ๆ เท่านั้น ระบบปฏิบัติการที่ทำ ตามหลักการนี้เมื่อมีความผิดพลาด จะมีข้อเสียทั้งทางด้านโปรแกรมที่ต้องเรียกใช้ System call และโครงสร้างของข้อผิดพลาดที่สร้างความเสียหายน้อย อีกทั้งยังมีประโยชน์ ในการสร้างบัญชีเพื่อการตรวจสอบสำหรับการเข้าถึงฟังก์ชันที่ได้รับการยกเว้น ซึ่งช่วยให้ ระบบบังคับใช้กฎใช้ในการตรวจสอบและป้องกันรักษาความปลอดภัยกิจกรรมทั้ง หมดได้ง่าย

โดเมนของการป้องกัน

แนวทางที่สามารถใช้เพื่อจัดการด้านการป้องกันคือ การใช้โดเมนของสิทธิ์ในการ เข้าถึง หรือจัดการข้อมูลโดยลดการเข้าถึงข้อมูลโดยไม่จำเป็นเพื่อลดความเสี่ยงและรักษา ความปลอดภัยต่อเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ ดังนั้นถ้าจำเป็นต้องไปละเมิดการเข้าถึงต้อง มีการจัดการขอบเขตเพื่อให้เกิดผลกระทบอย่างน้อยที่สุดหากการเชื่อมโยงมีหลายรูปแบบ ก็จะมีกลไก ที่ช่วยในการสับเปลี่ยนจากโดเมนหนึ่งไปยังอีกโดเมนหนึ่งโดยยังสามารถ จัดการกับสิทธิ์ของการเข้าถึงถ้ามีการเปลี่ยนแปลง ถ้าไม่สามารถเปลี่ยนแปลง ขอบเขตสามารถที่จะสร้างโดเมนใหม่เมื่อจำเป็นโดยโดเมนสามารถจำกัดได้หลายแบบ เช่น

- จำกัดขอบเขตผู้ใช้ ในกรณีนี้การเข้าถึงจะขึ้นอยู่กับตัวตนผู้ใช้ เช่นผู้ใช้ที่เป็นผู้จัดการ ระบบ กับผู้ใช้ที่เป็นผู้ใช้ทั่วไป
- จำกัดขอบเขตตามกระบวนการในกรณีนี้จะขึ้นอยู่กับตัวแปรและขั้นตอนในกระบวน การทำงาน

การเพิกถอนสิทธิการเข้าถึง

ในระบบการป้องกันแบบไดนามิกบางครั้งอาจจำเป็นต้องเพิกถอนสิทธิการเข้าถึงไป ยังข้อมูลที่ใช้ร่วมกันโดยผู้ใช้ที่แตกต่างกัน ประเด็นเกี่ยวกับการเพิกถอนอาจเกิดขึ้นได้แก่

- ทันทีหรือรอเวลาการเพิกถอนเกิดขึ้นจะทันทีหรือไม่ถ้ารอเวลาจะกำหนด เวลาอย่างไร
- เฉพาะกลุ่มหรือทั่วไป เมื่อมีสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลที่ถูกเพิกถอนไม่ได้ส่งผลกระทบ ต่อผู้ใช้ทั้งหมดที่มีสิทธิ์ไปยังวัตถุที่หรือสามารถระบุกลุ่มที่เลือกของผู้ใช้ที่มีสิทธิใน การเข้าถึงควรถูกเพิกถอน
- บางส่วนหรือทั้งหมด สามารถจัดกลุ่มสิทธิที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ถูกเพิกถอน หรือจะต้องเพิกถอนสิทธิการเข้าถึงทั้งหมดสำหรับข้อมูลนี้
- ชั่วคราวหรือถาวร การเข้าถึงสามารถถูกเพิกถอนอย่างถาวรนั่นคือการเข้าถึง อีกครั้งจะไม่สามารถใช้ได้ หรือสามารถเข้าถึงถูกเพิกถอน และต่อมาได้รับอีกครั้ง

ที่กล่าวมาข้างต้นคือตัวอย่างการจัดการสิทธิ์เบื้องต้นเพียงบางส่วนเท่านั้น

ปัญหาด้านความปลอดภัย

ปัญหาที่ก่อให้เกิดอันตรายด้านความปลอดภัยของระบบคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งได้ เป็นอันตรายที่เกิดจากความตั้งใจ หรืออันตรายที่เกิดจากเหตุสุดวิสัย ส่วนใหญ่กลไกการป้องกันหลักของระบบที่เตรียมไว้ล่วงหน้าจะเป็นการป้องกันอันตรายที่เกิดจาก ความตั้งใจและอุบัติเหตุแบบพื้นฐานซึ่งมีหลายรูปแบบในการกล่าวถึงอันตรายที่เกิดขึ้น ในงานวิจัยนี้จะหมายถึงการกระทำโดย Cracker หรือ Intruder ซึ่งเป็นผู้ที่ตั้งใจละเมิดความปลอดภัยของระบบ นอกจากนี้ภัยคุกคามหมายถึงการละเมิดความปลอดภัยที่ อาจก่อให้เกิดอันตราย ต่อระบบ เช่นการค้นพบช่องโหว่ในขณะที่โจมตีเพื่อพยายามทำลายความปลอดภัย สำหรับการรักษาความปลอดภัยเพื่อป้องกันการละเมิดที่ทำให้เกิดความเสียหาย มีเป้าหมายดังนี้

- เป้าหมายแรกคือป้องกันความลับของข้อมูล (Data confidentiality) เป็นการ รับประกัน ว่าผู้มีสิทธิ์และได้รับอนุญาตเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ ศูนย์ข้อมูล ต้องมีมาตรการป้องกันการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นความลับ เช่น การจัดประเภทของข้อมูล การรักษาความปลอดภัยในกับแหล่งจัดเก็บข้อมูล
- เป้าหมายที่สองคือการป้องกันความเชื่อถือได้ของข้อมูล (Data integrity) หมายถึง ผู้ใช้ที่ไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของข้อมูลจะไม่สามารถเข้าไปทำการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลได้
- เป้าหมายที่สามการทำให้ระบบยังคงทำงานอยู่ได้ (System availability) หมายถึง การที่ไม่มีใครสามารถที่จะจัดการการทำงานของระบบ ทำให้ระบบไม่สามารถทำงาน ต่อไปได้

นอกจากนี้ยังมีการป้องกันการเข้าไปลักลอบใช้ระบบข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาต (Thief of Services) ตัวอย่างวิธีการต่างละเมิดในการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายได้แก่

- Masquerading (Breach authentication) เป็นการโจมตีที่ผู้บุกรุกจะแอบอ้าง เป็นคนอื่นโดยการปลอมแปลง IP แล้วทำการขโมยข้อมูล

- Replay attack (Message modification) เป็นการโจมตีที่ผู้บุกรุกจะแอบ เข้าระบบแล้วบันทึกการสนทนาหรือการโต้ตอบกันระหว่าง Client กับ Server และเมื่อผู้บุกรุกเข้าสู่ Server ได้ก็จะนำบทสนทนาที่บันทึกไว้มาปรับเปลี่ยน เพื่อประโยชน์ของตน
- Man-in-the-middle (MitM) attack หมายถึงผู้บุกรุกเข้ามาแทรกกลาง ในการติดต่อสื่อสารแล้วทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลของคู่สนทนาผู้บุกรุก สามารถใช้รูปแบบการโจมตีในลักษณะนี้ในการดักรับหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ทั้ง 2 ฝั่งสื่อสารกัน
- Session hijacking หมายถึงวิธีที่ผู้บุกรุกพยายามเข้าขโมยการเชื่อมต่อแบบ TCP Session ที่เกิดขึ้นระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดต่อสื่อสารกันอยู่ โดยผู้บุกรุก จะปลอมหมายเลข IP ของเครื่องเป้าหมายมาใช้หลอกเครื่องอื่น เรียกว่าการทำ IP Address Spoofing และทำการติดต่อไปยังเครื่องอื่น ซึ่งเครื่องเหล่านั้นจะยอมรับ Packet ที่ส่งมาจากผู้บุกรุกซึ่งอาจทำความเสียหายต่อระบบได้

โปรแกรมคุกคาม

หมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีจุดประสงค์ร้ายต่อระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือระบบเครือข่ายของศูนย์ข้อมูล ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภทด้วยกัน เช่น

- Trojan Horse คือ โปรแกรมพัฒนามาในรูปแบบ ที่ดูเหมือนมีประโยชน์ หรือไม่เป็นอันตรายต่อเครื่อง แต่ในตัวโปรแกรมจะแฝงโค้ดสำหรับการใช้ประโยชน์ จากระบบหรือทำลายระบบที่เข้าไปฝังตัว เช่น การขโมยข้อมูลจากเครื่อง การลอบเก็บข้อมูลการใช้งาน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์โดยมิชอบ
- Trap Door คือ ช่องโหว่ที่ผู้ดูแลหรือผู้พัฒนาระบบได้จงใจให้มีในระบบ หรือสร้างโดยผู้ไม่ประสงค์ดี ซึ่งสาเหตุของการสร้างช่องโหว่นั้น ไม่จำเป็นต้องมี เจตนาร้ายเสมอไปเช่นบางระบบผู้สร้างได้สร้างแอคเคาท์ที่มีสิทธิพิเศษ เพื่อที่จะได้ปรับปรุงและ ดูแลรักษาระบบได้สะดวกขึ้น เป็นต้นซึ่งการจะตรวจพบ Trap Door นั้น สามารถจะกระทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจาก จะต้องวิเคราะห์ source code ของโปรแกรม
- Logic Bomb คือชิ้นส่วนของ source code ที่ถูกใส่ไปในระบบอย่างจงใจ โดยจะทำงานเมื่อมีตัวกระตุ้นบางอย่างมา กระตุ้นหรือได้เกิดเหตุการณ์บางอย่างที่ตรงกับเงื่อนไขที่ได้ตั้งไว้ เช่น มีผู้ไม่ประสงค์ดีฝัง Logic Bomb ไว้ในเครื่อง server แล้วกำหนดให้เมื่อถึงวันปีใหม่ ก็ให้ทำการ format server เป็นต้น
- Stack and Buffer Overflow เกิดจากการที่เขียนข้อมูลลงไปใน Stack หรือ Buffer จนเกิดการล้นเข้าไปทับข้อมูลอื่นที่อยู่ในระบบ ผลที่ตามมาจากการ Overflow อาจจะทำให้โปรแกรมประมวลผลข้อมูลผิดพลาด โปรแกรมยุติการทำงานหรืออาจจะร้ายแรงถึงขั้นที่ผู้โจมตีสามารถที่จะเปลี่ยนการทำงานของระบบให้ประมวลผลโปรแกรมตามที่ต้องการ
- Viruses คือ โปรแกรมประสงค์ร้ายที่สามารถสำเนาตัวเองเข้าไปติดอยู่ใน เครื่องคอมพิวเตอร์โดยจะแพร่กระจายได้ก็ต่อเมื่อมีพาหะนำไป เช่นไฟล์ที่ปฏิบัติการ ได้ ส่วน Boot sector ของแผ่นดิสก์ ไฟล์ข้อมูลประเภทสคริปต์ ข้อมูลเอกสาร ที่มีสคริปต์ Macro เป็นต้น โดยไวรัสสามารถจำแนกเป็นหลายประเภทได้ ดังนี้
    - File คือไวรัสที่แทรกตามไฟล์ เข้าสู่ระบบได้เมื่อนำไฟล์มาบันทึกเข้าสู่ คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้
    - Boot ไวรัสที่เก็บใน Boot sector ของดิสก์ ถูกเรียกขึ้นมาทำงานเมื่อมีการ Boot ระบบ
    - Macro ไวรัสซึ่งมีความสามารถในการใส่คำสั่ง macro ในไฟล์เอกสารสำหรับ ทำงานโดยอัตโนมัติในไฟล์

- Source Code ไวรัสที่มองหา source code ของโปรแกรมและ แก้ไขโดยการใส่ตัวเองเพิ่มเข้าไป เพื่อจุดประสงค์ในการแพร่กระจาย ตัวไวรัสเอง
- Polymorphic ไวรัสที่มีการทำให้ถูกตรวจจับได้ยากเนื่องจาก มีความ สามารถในการแปรเปลี่ยนรายละเอียดบางส่วนของตัวเองได้เมื่อมีการสำเนา
- Encrypted วรัสที่มีการเข้ารหัสไว้เพื่อหลีกเลี่ยงการตรวจจับ โดยเมื่อไวรัสจะทำการรันนั้น ก็จะมีการถอดรหัสตัวเองก่อนจากนั้นจึง ทำการรัน
- Stealth ไวรัสที่มีความสามารถในการแก้ไขบางส่วนของระบบ ที่อาจจะ สามารถ ใช้ตรวจจับตัวไวรัสได้เพื่อหลีกเลี่ยงการตรวจจับ
- Tunneling ไวรัสที่มีความพยายามจะขัดขวาง Antivirus ก่อนที่ตัวเอง จะถูกตรวจจับได้
- Multipartite ไวรัสที่สามารถแพร่ได้ทั้งในโปรแกรมและใน Boot sector โดยขั้นตอนแรกจะฝังตัวอยู่ในหน่วยความจำของ Boot Sector ก่อนจากนั้น จะทำการสำเนาไปยังไฟล์ในระบบ
- Armored ไวรัสที่สามารถบีบอัดตัวเองเพื่อให้ยากต่อการ ถูกพบและ ยากต่อการเข้าใจ

ภัยคุกคามต่อระบบและเครือข่าย

- Worm โปรแกรมที่สำเนาตัวเองไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยตัวเอง เรียกว่า Worm มักจะถูกใช้แพร่ไปยังเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ร่วมกับซอฟต์แวร์ที่ควบคุมจากระยะไกล (Remote-control software) ในปี 1980 นักวิจัยได้มีการค้นหาหนทางในการจัดการการเติบโตของอินเทอร์เน็ต โดยใช้โปรแกรมที่สามารถแพร่กระจายตัวเองอย่างอัตโนมัติ ผ่านเครือข่ายใน ปี 1988 Robert Morris แห่ง Cornell University ได้ทำการทดลองปล่อยโปรแกรมที่แพร่กระจายได้ออกสู่อินเทอร์เน็ต เพื่อหาว่ามีคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับ อินเทอร์เน็ตอยู่มีมากแค่ไหนเมื่อโปรแกรมนี้แพร่กระจายออกไป พบว่ามีเครื่องคอมพิวเตอร์ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ที่ติดซอฟต์แวร์นี้ ซึ่งบักส์ในโปรแกรมเป็นสาเหตุทำให้เกิดชนกันในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีซอฟต์แวร์นี้ แม้ว่า Morris ไม่ได้มีเจตนาที่จะทำโปรแกรมที่สร้างความเดือดร้อนแก่ผู้อื่นก็ตาม แต่ในปัจจุบัน Worm ถูกนำไปใช้ในทางอาชญากรรมทั้งสิ้นโดยในขณะที่แพร่ตัวเองเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ Worm สามารถขโมยข้อมูลและเข้าควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีซอฟต์แวร์ฝังตัวอยู่ซึ่งสามารถนำมาสร้างเป็นเครื่อง Zombies ได้โดยหากรวบรวมเครื่องที่ถูกควบคุมไว้ด้วยกันเป็น Botnet ก็จะสามารถนำ ไปใช้ในการส่ง spam email หรือใช้ในการโจมตีระบบเครือข่ายได้ Worm มักจะถูกนำเข้าสู่คอมพิวเตอร์ผ่านทางซอฟต์แวร์หรือเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือและผู้ใช้มักจะไม่สามารถสังเกตเห็นได้ โดยมากเมื่อ Worm ถูกนำเข้าสู่คอมพิวเตอร์จะมีการสร้าง Backdoor ไว้และนำเครื่องคอมพิวเตอร์ไปใช้ตามที่ผู้บุกรุกต้องการ
- Port Scanning ปกติระบบที่ต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตจะต้องอาศัยพอร์ตในการติดต่อของข้อมูล ซึ่งก็จะมีทั้งพอร์ตทั่วไปและพอร์ตเฉพาะที่ไม่เป็นที่รู้จักการทำ port scanning ทำให้สามารถรับรายละเอียดของระบบเป้าหมายได้มาก เช่น มีการใช้บริการอะไรอยู่บ้าง ใครเป็นผู้ให้บริการ เป็นต้น การทำ port scanning สามารถทำได้โดยการส่งข้อความหนึ่งไปยังแต่ละพอร์ตเพื่อดูการตอบสนองก็จะทำให้รู้ว่าพอร์ตนั้นถูกใช้งานอยู่หรือไม่ และสามารถเจาะเข้าไปได้หรือไม่ซึ่ง มีหลายเทคนิคดังตัวอย่างต่อไปนี้

- Address Resolution Protocol scan คือการตรวจหาอุปกรณ์ที่ทำงานในเครือข่าย โดยการ scan ชนิดนี้จะได้รับผลตอบสนองจากอุปกรณ์ที่มี IP บนเครือข่ายออกมาในรูปแบบของ IP address ของแต่ละอุปกรณ์ การ scan แบบนี้จึงทำให้รู้แผนผังของเครือข่ายทั้งหมด
- Vanilla TCP connect scan คือการใช้ connect ระบบ call ของระบบปฏิบัติการไปบนระบบเป้าหมาย เพื่อเปิดการเชื่อมต่อไปยังทุกพอร์ตที่เปิดอยู่ การ scan ชนิดนี้สามารถจับได้ง่ายมาก โดยล็อก (Log) ของระบบที่เป็นเป้าหมายจะแสดงการร้องขอการเชื่อมต่อ และข้อความแสดงข้อผิดพลาด สำหรับบริการที่ตอบรับการเชื่อมต่อนั้น
- TCP Reverse Ident scan คือการเชื่อมต่อด้วย TCP บนเครื่องเป้าหมาย การ scan ชนิดนี้จะทำให้ระบบที่ทำการโจมตี สามารถเชื่อมต่อเข้าไปยังพอร์ตที่เปิดอยู่ และค้นหาว่าใครเป็นเจ้าของโปรเซสบนเครื่องเป้าหมายได้
- FTP Bounce Attack คือการซ่อนตัวอยู่หลัง ftp server และ scan เป้าหมายอื่นได้โดยไม่ถูกตรวจจับ ดังนั้น ftp servers ส่วนใหญ่จะมีการ disable บริการของ ftp เพื่อความปลอดภัยของระบบ
- UDP ICMP port scan คือการใช้โพรโตคอล UDP ในการ scan หาพอร์ตหมายเลขสูง โดยเฉพาะในระบบ Solaris แต่จะช้าและไม่น่าเชื่อถือ
- ICMP ping-sweeping scan คือการใช้คำสั่ง ping เพื่อกวาดดูว่ามีระบบไหนที่เปิดใช้งานอยู่ เครือข่ายส่วนใหญ่จึงมีการกรองหรือ disabled โพรโตคอล ICMP เพื่อความปลอดภัยของระบบ

- การป้องกันระบบจาก port scanning นั้นปัจจุบันยังไม่มีวิธีการที่แน่นอน และการทำ port scanning ถือว่าเป็นการกระทำที่ไม่ผิดกฎหมาย หากไม่นำข้อมูลไปใช้เจาะระบบ แต่การป้องกันขั้นต้นก็สามารถทำได้โดยการทำ port scanning ของระบบตัวเอง แล้วปิดพอร์ตที่ไม่จำเป็นเพื่อลดความเสี่ยงในการถูกบุกรุก หรือการใช้ TCP Wrappers ซึ่งช่วยให้ผู้ดูแลสามารถกำหนดการอนุญาต หรือปฏิเสธการเข้าถึงบริการต่าง ๆ โดยอ้างอิงถึง IP addresses หรือ domain names หรืออาจจะใช้ Port Sentry ในการตรวจจับการเชื่อมต่อที่ร้องขอเข้ามาที่พอร์ต และสามารถตั้งค่าให้ไม่สนใจการร้องขอเข้ามาโดยผู้ดูแลระบบสามารถ เลือกว่าจะให้ Port Sentry สนใจการเชื่อมต่อเข้ามาที่พอร์ตไหนและจะปฏิเสธการร้องขอไหนบ้าง
- Denial of Service (DoS) คือการโจมตีที่มุ่งให้เกิด การปิดการทำงานของคอมพิวเตอร์เป้าหมาย หรือเครือข่ายเป้าหมาย โดยการทำให้เส้นทางของเครือข่ายคับคั่ง หรือการส่งข้อมูลที่ทำให้เกิดการชนกันในเป้าหมาย ซึ่งทำให้ผู้ใช้อื่นไม่สามารถใช้บริการได้ตามปกติ เป้าหมายของ DoS ส่วนใหญ่มักจะเป็น web server องค์กรขนาดใหญ่เช่น รัฐบาล หรือ ธนาคารเป็นต้น ซึ่งการทำ DoS ส่วนใหญ่ไม่ได้มีเป้าหมายในการขโมย หรือทำลายข้อมูล แต่เป็นการทำให้เป้าหมาย สูญเสียเวลาการใช้งานไป DoS มีอยู่ 2 ประเภทคือ
  - Flooding services คือการทำให้เครือข่ายของเป้าหมายคับคั่งมากเกินไป ทำให้เกิดการช้าลงหรือ กระทั่งการหยุดไปของระบบ การทำ flooding services ที่นิยมกันได้แก่
    - Buffer overflow attack คือการส่งข้อมูลไปรบกวนระบบมากเกินกว่าที่ Buffer ของระบบจะรับไหว
    - ICMP flood คือการส่ง spoofed packets ไปยังคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในเครือข่าย

- SYN flood คือการส่ง request to connect ไปยัง server แต่ไม่ทำการ handshake ให้เสร็จสิ้น จนกระทั่งพอร์ตทั้งหมดเต็มไปด้วย request to connect ที่ไม่เสร็จสิ้นจนไม่สามารถรับ request อื่นเพิ่มได้
- Crashing services คือการจู่โจมช่องโหว่ที่ก่อให้เกิดการชนกันของระบบ ในกรณีนี้คือการใช้ประโยชน์จากบักส์ของระบบ โดยการส่งค่าที่ทำให้เกิดชนกันไปทำให้ระบบไม่สามารถใช้งานได้

- Distributed Denial of Service (DDOS) คือการใช้คอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องหรือ botnet นั่นเองในการช่วยกันในการทำ DOS ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมหลายเท่า

การเตรียมการป้องกันด้านความปลอดภัย (Implementing Security Defense)

เนื่องจากมีการคุกคามต่อระบบและความปลอดภัยของเครือข่ายอย่างมหาศาล การจัดทำศูนย์ข้อมูลจึงจำเป็นต้องมีวิธีการรักษาความปลอดภัยหลายวิธี

นโยบายด้านความปลอดภัย (Security Policy) การพัฒนาด้านความปลอดภัยลักษณะต่างๆ ของการประมวลผลมีนโยบายด้านความปลอดภัย ที่หลากหลาย แต่โดยทั่วไปแล้วจะประกอบไปด้วยข้อปฏิบัติของสิ่งที่มีความปลอดภัย ยกตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชันที่สามารถเข้าถึงได้จากภายนอกต้องมีการทำ code review ก่อนจะทำการพัฒนาหรือผู้ใช้งานไม่ควรเผยแพร่รหัสผ่านของตนให้แก่ผู้อื่นหรือจุดเชื่อมต่อระหว่างบริษัทและภายนอกจำเป็นต้องมีการทำ port scans ทุกหกเดือนเป็นต้น ถ้าไม่มีนโยบายด้านความปลอดภัยอย่างที่กล่าวไว้ข้างต้น admin และผู้ใช้งานจะไม่สามารถรู้ถึงสิทธิ์ในการเข้าใช้งานว่ายอมรับได้แค่ไหน สิ่งไหนที่จำเป็นต้องใช้ หรือสิ่งไหนที่ไม่อนุญาตให้ใช้ได้ นโยบายคือ road map สู่ความปลอดภัย ผู้คนจะรู้ถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี และควรจะมีแนวทางอย่างไร นโยบายควรจะเป็นเอกสารซึ่งรีวิวและอัพเดทอย่างสม่ำเสมอเพื่อทำให้มั่นใจได้ว่าจะยังคงอยู่ในขอบเขตและยังทันกระแส

1) Vulnerability Assessment การประเมินช่องโหว่ของระบบเป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบนโยบายด้านความปลอดภัยของ entity ของเป้าหมายหาก entity นั้น มีความเสี่ยง ที่จะได้รับผลกระทบของ security ที่มีช่องโหว่ ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ตามเป้าหมาย ระบบอาจจะซ่อมแซมส่วนนั้นหรือรายงานไปให้ผู้ดูแลระบบ ซึ่งการตรวจหาหาช่องโหว่นั้น มักจะทำในช่วงที่คอมพิวเตอร์มีการใช้งานน้อยเพื่อลดผลกระทบต่อระบบ และจะมี การทดสอบตั้งแต่ระบบอยู่ใน ขั้นตอนการทดสอบระบบก่อนจะเปิดให้ใช้ใน ระบบจริงเพื่อจำกัดปัจจัยที่สามารถส่งผลกระทบต่อการทดสอบหรือระบบ โดยมีเกณฑ์การทดสอบในแต่ละระบบ เช่น

- รหัสผ่าน ที่สั้น หรือคาดเดาได้ง่าย
- Program ที่ไม่มีการยืนยันสิทธิ์การเข้าถึงหรือสิทธิ์การใช้
- Program ใน system directories ที่ไม่ได้รับการยืนยันความปลอดภัย
- Process ที่ใช้เวลารันนานเกินกำหนด

เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมกับ network นั้นมีโอกาสถูกโจมตีได้มากกว่า เครื่องที่เป็น standalone โดยเฉพาะการโจมตีผ่าน access point เช่น การเข้าถึง terminal ได้โดยตรง การแสกนช่องโหว่สามารถนำไปประยุกต์กับ network security ในการแสกนหาพอร์ตว่ามีช่องโหว่ในการ access หรือสามารถปิด service ที่ป้องกัน ซึ่งสามารถตัดสินได้ว่าระบบต้องการ patch หรือ config เพิ่มแต่ในอีกแง่หนึ่ง cracker ก็สามารถใช้ port scanner ในการหาช่องโหว่ที่จะโจมตี ทำให้คนบางกลุ่ม สนับสนุนไม่ให้เผยแพร่หรือสร้าง security test tool ซึ่งทำให้ cracker ต้องเขียน tool เองเพื่อที่จะเจาะแต่ละ layer ของระบบ

2) การตรวจจับการบุกรุก การตรวจจับการบุกรุกนั้นจะคอยตรวจจับการพยายามเข้าระบบโดยไม่ได้รับอนุญาต หรือตรวจจับการบุกรุกเข้าระบบที่สำเร็จไปแล้วและตอบสนองให้เหมาะสมกับการละเมิดนั้น ๆ การตรวจจับการบุกรุกมีเทคนิคหลายอย่าง ซึ่งรวมไปถึง

- เวลาที่เกิดการบุกรุก การตรวจจับสามารถเกิดขึ้นในทันทีหรือภายหลังก็ได้
- ประเภทของอินพุทที่ใช้ในการตรวจจับการบุกรุก ซึ่งอาจจะรวมไปถึงคำสั่งเชลล์ของผู้ใช้ System call ของระบบหรือเฮดเดอร์หรือเนื้อหาของไฟล์ในระบบเน็ตเวิร์ค การบุกรุกบางรูปแบบอาจต้องใช้ข้อมูลเหล่านี้หลายอย่างร่วมกัน
- ระดับของการตอบสนอง รูปแบบง่ายคือการแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบว่ามีการบุกรุก หรือหยุดยั้งการทำงานของการบุกรุกนั้นโดยการปิดโปรเซส ในการตอบสนองชั้นสูง ระบบอาจจะส่งผู้บุกรุกไปยัง Honeypot – แหล่งทรัพยากรปลอมซึ่งผู้บุกรุกจะเห็นเป็นเหมือนทรัพยากรจริง ทำให้ระบบสามารถคอยควบคุมและได้รับข้อมูลของการบุกรุกนั้นได้

ความอิสระในการออกแบบระบบตรวจจับการบุกรุกนี้ทำให้มีวิธีรับมือได้หลากหลายรูปแบบ เป็นที่รู้จักกันในชื่อ Intrusion-detection systems (IDSs) และ Intrusion-prevention systems (IDPs) โดย IDS จะคอยเตือนเมื่อตรวจพบการบุกรุก ส่วน IDP จะทำงานเหมือนเร้าเตอร์ ส่งผ่านข้อมูลจนกระทั่งตรวจพบการบุกรุก ซึ่งการอธิบายว่าการบุกรุกมีรูปแบบอย่างไรเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยาก ดังนั้นระบบ IDS และ IDP ในปัจจุบันจึงเลือกรูปแบบจากหนึ่งในสองรูปแบบ ซึ่งได้แก่

3) การตรวจจับโดยลักษณะเฉพาะ (signature-based detection) อินพุตของระบบหรือ การส่งผ่านข้อมูลในเน็ตเวิร์ค จะถูกตรวจสอบว่ามีลักษณะที่เหมือนเป็นการโจมตีหรือไม่ รูปแบบที่สองโดยทั่วไปมีชื่อเรียกว่าการตรวจจับความผิดปกติ (Anomaly Detection) โดยส่วนมากการบุกรุกจะทำให้เกิดลักษณะที่ผิดปกติ

ทั้งสองรูปแบบนี้ก็สามารถเทียบได้ว่า การตรวจจับโดยลักษณะเฉพาะนั้น จะจดจำลักษณะการทำงานที่เป็นอันตราย และตรวจจับเมื่อมีรูปแบบลักษณะนั้นเกิดขึ้น ในขณะที่การตรวจจับความผิดปกติจะจดจำลักษณะการทำงานในขณะปกติ และตรวจจับ เมื่อมีลักษณะการทำงานที่แปลกขึ้นมาความแตกต่างนี้ทำให้ IDSs และ IDPs มีคุณสมบัติที่ต่างกันมาก แต่ว่าโดยทั่วไปแล้วการตรวจจับความผิดปกติ สามารถค้นพบ การบุกรุกในรูปแบบที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อนได้ (เรียกว่า zero-day attacks) ในขณะที่ การตรวจจับโดยลักษณะเฉพาะจะตรวจพบเฉพาะการบุกรุกที่รู้จักและปรากฏเป็นแพทเทิร์นที่จดจำได้เท่านั้น ดังนั้นการโจมตีในรูปแบบใหม่จะสามารถหลบการตรวจจับ โดยลักษณะเฉพาะได้ ปัญหานี้ทำให้ผู้ผลิตโปรแกรมแอนตี้ไวรัสต้องอัพเดทรูปแบบใหม่ ทุกครั้งเมื่อที่มีการตรวจพบไวรัสตัวใหม่ ในระบบที่ผู้ดูแลความปลอดภัยระบบต้องตรวจสอบทุกการแจ้งเตือน อัตราการเกิดการแจ้งเตือนผิดพลาดสูง (เรียกว่า Christmas tree effect) จะยิ่งไม่มีประโยชน์และทำให้ผู้ดูแลระบบเพิกเฉยต่อการแจ้งเตือน

4) การป้องกันไวรัส (Virus Protection) การป้องกันไวรัสเป็นเรื่อง ของความปลอดภัยที่สำคัญที่ควรต้องคำนึงถึงเนื่องจากไวรัสสามารถสร้างปัญหาให้กับระบบได้โปรแกรมแอนติไวรัสจึงถูกใช้เพื่อ การนี้การทำงานของโปรแกรมแอนติไวรัส ก็คือทำการ ค้นหา ทุกโปรแกรมที่อยู่ในระบบและหารูปแบบของคำสั่งที่เหมือนกับที่ถูกใช้ใน การสร้างไวรัส ดังนั้นโปรแกรมแอนติไวรัสเหล่านี้จะใช้จัดการกับไวรัสได้เพียงเฉพาะไวรัส ที่ถูกเคยเจอมาก่อนแล้วเท่านั้น เมื่อเจอรูปแบบที่เหมือนกับไวรัสแล้วก็จะทำการ disinfecting ซึ่งก็คือการลบคำสั่งของไวรัส โดยปกติแล้วโปรแกรมแอนติไวรัสนั้นจะมีรายการของไวรัส ที่ใช้ในการค้นหา อยู่เป็นจำนวนมาก

ทั้งไวรัสและแอนติไวรัสเป็นซอฟต์แวร์ที่นับวันจะมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ไวรัสเองก็จะถูกปรับปรุงเพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของได้โดยไม่ถูกตรวจพบ ส่วนโปรแกรมแอนติไวรัสก็จะใช้การดูรูปแบบที่หลากหลายประกอบกันแทนที่จะดูเพียงแค่รูปแบบเดียวในการตรวจหาไวรัส ในความเป็นจริงแล้วโปรแกรมแอนติไวรัสบางโปรแกรมนั้น ถูกเขียนให้มีอัลกอริทึมในการตรวจสอบที่หลากหลาย แม้กระทั่งสามารถแตก ไวรัสที่ถูกบีบอัดก่อนที่จะทำการตรวจสอบหาไวรัส บางตัวก็ใช้การตรวจสอบ หาพฤติกรรมที่ดูผิดปกติ ยกตัวอย่างเช่นหากมีโพรเซส (process) ที่กำลังถูกเปิดอยู่เป็น executable file เพื่อใช้ในการเขียนข้อมูลมีความน่าสงสัยและประกอบกับโพรเซสดังกล่าว ไม่ใช่คอมไพเลอร์ (compiler) ในกรณีนี้โปรแกรมแอนติไวรัสก็จะมองว่าโพรเซส ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเป็นไวรัสได้ อีกหนึ่งเทคนิคที่นิยมก็คือการรันโปรแกรม ในระบบสำหรับทดสอบที่เรียกว่า sandbox ซึ่งเป็นการควบคุมหรือเลียนแบบ (emulate) บางส่วนของระบบขึ้นมาไว้ให้โปรแกรมแอนติไวรัสวิเคราะห์พฤติกรรมของโค้ดที่ถูกรัน ภายใน sandbox ก่อนที่จะปล่อยให้โค้ดดังกล่าวทำงานตามปกติ นอกจากเพียงแค่ สแกนไฟล์ ในระบบแล้วยังมีโปรแกรมแอนติไวรัสบางตัวที่สร้างการป้องกันให้กับระบบ โดยตรวจดูส่วน boot sectors หน่วยความจำ อีเมล์อินพุต เอาท์พุตไฟล์ที่ทั้งถูกดาวน์โหลดและไฟล์ที่มาจากอุปกรณ์เชื่อมต่ออื่น เป็นต้น

2.1.3 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล (Mass-Storage Structure)

ในการเก็บข้อมูลจำนวนมหาศาลรูปแบบโครงสร้างส่วนจัดเก็บข้อมูลและการสำรองข้อมูลก็มีความจำเป็นที่ต้องได้รับการวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อให้การจัดเก็บข้อมูลมีประสิทธิภาพสูงสุด ระบบคอมพิวเตอร์เข้าใช้ดิสก์เก็บข้อมูลได้สองวิธี วิธีแรกคือผ่านทาง I/O (Host -Attached Storage) ซึ่งเป็นวิธีสำหรับระบบขนาดเล็ก ส่วนวิธีที่สองจะเข้าถึงผ่านทาง Host ที่อยู่ไกลผ่านทางระบบกระจายไฟล์ซึ่งวิธีนี้เรียกว่า Network-Attached Storage [4]

Host - Attached Storage คือพื้นที่เก็บข้อมูลที่สามารถเข้าถึงผ่าน I/O เช่นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลใช้สถาปัตยกรรม I/O Bus ซึ่งเรียกว่า IDE หรือ ATA ซึ่งสถาปัตยกรรมนี้อนุญาตให้เข้าถึงได้ 2 Drives ต่อ I/O Bus แต่ปัจจุบันมีสถาปัตยกรรมใหม่ที่มี Protocol ที่คล้ายกันแต่มีสาย Cable ที่ซับซ้อนน้อยกว่าเรียกว่า SATA

Network-Attached Storage (NAS) คือระบบเก็บข้อมูลในวัตถุประสงค์พิเศษซึ่งสามารถเข้าถึงได้จากระบบ Network Clients เข้าถึง Network-Attached Storage ผ่านทาง Remote-Procedure-Call Interface เช่น NFS สำหรับ UNIX หรือ CIFS สำหรับ Windows Remote Procedure Calls จะถูกส่งผ่าน TCP หรือ UDP บน IP Network ซึ่งปกติจะส่งกันแค่ใน Local-Area Network (LAN) ซึ่งสามารถส่งข้อมูลทั้งหมดไปให้ Clients ดังนั้นอาจจะคิดว่า Network-Attached Storage (NAS) เป็น Protocol การเข้าถึงข้อมูลที่ง่ายที่สุด Network-Attached Storage มักจะนำมาใช้เป็น RAID อาเรย์กับ Software ซึ่งนำ RPC Interface มาใช้

Network-attached storage สะดวกสำหรับคอมพิวเตอร์ทุกตัวบน LAN ที่จะแบ่งปัน ที่เก็บข้อมูล อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มที่ประสิทธิภาพจะน้อยลงและประสิทธิภาพการทำงานต่ำกว่า direct-attached storage

iSCSI คือ network-attached storage protocol ล่าสุดประโยชน์ของคือใช้ IP network protocol ในการส่งข้อมูล ดังนั้นสามารถใช้ network เชื่อมกันระหว่าง Host และที่เก็บข้อมูล เป็นผลให้ Host สามารถจัดการกับที่เก็บข้อมูลของราวกับเชื่อมต่อโดยตรงแม้ว่าที่เก็บข้อมูลนั้นจะอยู่ใกลก็ตาม

Storage-Area Network (SAN) คือ Network ที่เชื่อมต่อ servers และหน่วยเก็บข้อมูล ความสามารถของ SAN คือยืดหยุ่นเพราะ Host และที่เก็บข้อมูลหลายตัวสามารถอยู่ด้วยกันได้ภายใน SAN

เดียวกันและที่เก็บข้อมูลสามารถจัดสรรแบบ dynamic ให้กับ Host โดย SAN จะสลับระหว่างการอนุญาตหรือการห้าม ในการเข้าถึงระหว่าง Host กับที่เก็บข้อมูลเช่นถ้า Host ที่กำลังรันอยู่มีพื้นที่เก็บข้อมูลเหลือน้อยแล้ว SAN สามารถจัดสรรที่เก็บข้อมูลให้กับ Host SAN สามารถจัดกลุ่มของ servers เพื่อที่จะแบ่งปันที่เก็บข้อมูลและอาเรย์ของที่เก็บข้อมูลรวมถึงเชื่อมต่อกับ Host โดยตรงปกติแล้ว SANs จะมี ports มากกว่าอาเรย์ของที่เก็บข้อมูล

FC คือการเชื่อมต่อกันของ SAN ที่พบได้บ่อยที่สุดแม้ว่าความง่ายของ iSCSI จะเป็นส่วนที่เพิ่มการใช้งานของ SAN ส่วน SAN อื่นๆ เชื่อมกันเป็น InfiniBand เป็นสถาปัตยกรรมแบบ bus เพื่อจุดประสงค์พิเศษ ซึ่งทำให้ฮาร์ดแวร์และ Software สนับสนุนการเชื่อมต่อ Networks ด้วยความเร็วสูงสำหรับ Servers และหน่วยเก็บข้อมูล

โครงสร้างของ RAID

ปัจจุบันดิสก์ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กลงรวมถึงราคาที่ถูกลงด้วยทำให้ดิสก์ถูกนำไปใช้ในระบบคอมพิวเตอร์อย่างแพร่หลาย ในจำนวนที่มากขึ้น การใช้ดิสก์หลายตัวทำงานร่วมกันในระบบ จะสามารถเพิ่มโอกาสในการจัดการข้อมูลมากยิ่งขึ้นเมื่อดิสก์นั้นมีการทำงานแบบขนาน (ทำงานไปพร้อมกัน) ทั้งยังเพิ่มความน่าเชื่อถือในการจัดเก็บข้อมูลโดยการเก็บข้อมูลเดียวกัน (สำเนา) ลงไปในหลายดิสก์ซึ่งช่วยลดการสูญหายของข้อมูลหากดิสก์ใดดิสก์หนึ่งเกิดความผิดพลาดของฮาร์ดแวร์ เทคนิคในการจัดการดิสก์ในรูปแบบต่าง ๆ เรียกว่า RAID (Redundant Arrays of Independent Disks)

เนื่องจากโอกาสที่ใช้ดิสก์หลายตัวทำงานร่วมกันแล้วมีโอกาสเกิดความผิดพลาดของฮาร์ดแวร์ มากกว่าการทำงานกับดิสก์ตัวเดียว ดังนั้นหากเก็บข้อมูลเพียงชุดเดียวไม่มีสำเนาแล้วผลที่ตามมาคือการสูญหายของข้อมูลในดิสก์ที่มากขึ้นกว่าเดิม วิธีแก้ปัญหาคือทำการเก็บข้อมูลและทำการสำรองข้อมูลโดยการเก็บข้อมูลนั้นในดิสก์อื่นด้วย เพื่อช่วยลดโอกาสการสูญหายของข้อมูล ประสิทธิภาพของการถ่ายโอนข้อมูลของดิสก์สามารถเพิ่มได้โดย การใช้ดิสก์หลายตัวทำงานแบบขนานคือ การแบ่งข้อมูลที่ต้องการเก็บเป็นส่วนแล้วนำไปเก็บในดิสก์หลายตัว การอ่านหรือเขียนจึงใช้เวลาน้อยกว่าเดิมเพื่อการถ่ายโอนข้อมูล

ระดับของ RAID การสำรองข้อมูลในดิสก์นั้นเหมาะสมและสะดวกแต่เปลืองทรัพยากร จึงมีแนวคิดในการแบ่งข้อมูลเป็นส่วน (Data Striping) แล้วแบ่งเก็บในแต่ละดิสก์ช่วยลดเวลาในการถ่ายโอนข้อมูลและประหยัดทรัพยากร แต่ขาดความน่าเชื่อถือเพราะอาจเกิดการสูญหายของข้อมูลเนื่องจากไม่มีการสำรองไว้ ดังนั้นเพื่อประหยัดทรัพยากรและลดการสูญหายของข้อมูลจึงใช้การแบ่งข้อมูลเป็นส่วนย่อย เพื่อเก็บในดิสก์โดยมีพาริตี้บิต (Parity Bit) มาช่วยเช็คความถูกต้องของข้อมูลเมื่อต้องการถ่ายโอนหรือจัดเก็บ การจัดการกับข้อมูลในแต่ละรูปแบบให้ผลต่างกัน เรียกว่าระดับของ RAID

- RAID 0: Non-Redundant Striping คือการแบ่งข้อมูลเป็นบล็อก แล้วนำแต่ละบล็อกไปเก็บในดิสก์โดยไม่มีการสำรองข้อมูล เมื่อดิสก์มีการทำงานแบบขนานทำให้การเข้าถึงข้อมูลมีความรวดเร็ว แต่หากดิสก์ตัวใดตัวหนึ่งเสียหายจะส่งผลต่อข้อมูลทั้งระบบทันที
- RAID 1: Mirrored Disks ใช้ดิสก์สองเท่าในการเก็บข้อมูลที่เหมือนกันทุกประการ (สำรองข้อมูล) เมื่อเกิดความเสียหายกับดิสก์ตัวใดตัวหนึ่งระบบก็ยังคงทำงานต่อไปได้ ทำให้เกิดความปลอดภัยกับข้อมูล โดยไม่เน้นเรื่องประสิทธิภาพความเร็วในการเข้าถึงข้อมูล ในส่วนของการอ่านและเขียนข้อมูลนั้น เนื่องจากปัจจุบันมี RAID Controller ที่ถูกออกแบบมาสำหรับการเขียนข้อมูลลงสองดิสก์ในเวลาเดียวกันแทบจะใช้เวลาใกล้เคียงกับเขียนลงดิสก์เดียว ส่วนการอ่านข้อมูลจะใช้เวลาน้อยลงเพราะเลือกอ่านข้อมูลจากดิสก์ตัวไหนก็ได้

- RAID 2: Memory-Style Error-Correcting Codes ใน RAID 2 ข้อมูลทั้งหมดจะถูกตัดแบ่งในระดับบิตเพื่อจัดเก็บลงดิสก์แต่ละตัว โดยมีดิสก์บางส่วนเก็บข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด (ECC - Error Checking and Correcting) ซึ่งเป็นการลดโอกาสที่ข้อมูลจะเสียหายหรือสูญเสียไป เมื่อมีการส่งข้อมูลไปเขียนในดิสก์ จะมีดิสก์ที่ใช้เก็บค่า ECC โดยเฉพาะ หากดิสก์ตัวใดตัวหนึ่งเสียหาย ระบบก็จะสามารถสร้างข้อมูลทั้งหมดในดิสก์ตัวนั้นขึ้นมาได้ใหม่ โดยอาศัยข้อมูลจากดิสก์ตัวอื่น ๆ และจากค่า ECC ที่เก็บเอาไว้ ซึ่งการทำ ECC นี้ส่งผลให้ดิสก์ทั้งระบบต้องทำงานค่อนข้างหนักและใช้ดิสก์จำนวนมากในการเก็บค่า ECC ซึ่งทำให้ค่อนข้างสิ้นเปลือง
- RAID 3: Bit-Interleaved Parity คล้ายกับ RAID 2 แต่จะตัดแบ่งข้อมูลในระดับไบต์ แทนบิต (RAID2) ส่วนการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูล สามารถเช็คได้ว่าเซ็คเตอร์ไหนผิดพลาด จึงใช้พาริตี้บิต (Parity Bit) แค่ตัวเดียวในการเช็ค แทน ECC ทำให้ RAID 3 มีความสามารถในการอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเก็บข้อมูลแบบ Data Striping และการเก็บพาริตี้ในดิสก์เพียงแค่ตัวเดียวเท่านั้น หากนำ RAID 3 ไปใช้ในงานที่มีการส่งผ่านข้อมูลขนาดเล็กแต่มีจำนวนมาก ซึ่งต้องกระจายข้อมูลไปทั่วทั้งดิสก์ จะทำให้เกิดปัญหาที่เรียกว่า “คอขวด” ขึ้นกับดิสก์ที่เก็บพาริตี้ เพราะไม่ว่าข้อมูลจะมีขนาดใหญ่หรือเล็ก RAID 3 ต้องเสียเวลาไปสร้างส่วนพาริตี้ทั้งสิ้น ยิ่งข้อมูลมีขนาดเล็ก แต่พาริตี้ต้องสร้างขึ้นตลอดเพื่อให้ข้อมูลสามารถถูกจัดเก็บ จึงจะทำงานต่อไปได้
- RAID 4: Block-Interleaved Parity RAID 4 มีลักษณะการแบ่งข้อมูลเหมือน RAID 0 คือเป็นบล็อก ทำให้การอ่านข้อมูลแบบสุ่มทำได้รวดเร็วกว่า RAID 3 และเพิ่มการเช็คความถูกต้องของข้อมูลโดยการใช้ Parity Block ที่เก็บในดิสก์ที่แยกออกไปจากข้อมูล หากดิสก์ใดดิสก์หนึ่งผิดพลาดก็สามารถกู้คืนข้อมูลมาได้ อย่างไรก็ตามปัญหาคอขวดที่กล่าวใน RAID 3 ก็ยังมีโอกาสเกิดขึ้นเหมือนเดิม การอ่านเขียนข้อมูลทำได้เป็นปกติโดยมีการทำงานแบบขนาน ใช้เวลาในการทำงานน้อย แต่การเขียนเพื่อเปลี่ยนแปลงข้อมูลขนาดเล็ก ไม่สามารถทำงานแบบขนานได้ เพราะจำเป็นต้องมีการอ่านข้อมูล(ดิสก์) และพาริตี้ (พาริตี้ดิสก์) ที่บล็อกนั้นอยู่แล้วจึงเขียน (เปลี่ยนแปลง) ไปยังดิสก์ข้อมูลและพาริตี้อีกครั้งหนึ่ง
- RAID 5: Block-Interleaved Distributed Parity มีการตัดแบ่งข้อมูลในระดับบล็อกเช่นเดียวกับ RAID 4 แต่จะไม่ทำการแยกดิสก์ตัวใดตัวหนึ่งเพื่อเก็บพาริตี้ ในการเก็บพาริตี้ของ RAID 5 นั้น จะกระจายพาริตี้ไปยังดิสก์ทุกตัว โดยปะปนไปกับข้อมูลปกติ จึงช่วยลดปัญหา “คอขวด” ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญที่เกิดใน RAID 3 และ RAID 4 คุณสมบัติอีกอันหนึ่งที่น่าสนใจของ RAID 5 คือ เทคโนโลยี Hot Swap โดยสามารถทำการเปลี่ยนดิสก์ในกรณีที่เกิดปัญหาได้ในขณะที่ระบบยังทำงานอยู่เหมาะสำหรับงาน Server ที่ต้องทำงานต่อเนื่อง
- RAID 6: P+Q Redundancy RAID 6 อาศัยพื้นฐานการทำงานของ RAID 5 เกือบทุกประการ แต่มีการเพิ่ม Parity Block เข้าไปอีก 1 ชุด เพื่อยอมให้ทำการ Hot Swap ได้พร้อมกัน 2 ตัว (RAID 5 ทำการ Hot Swap ได้ทีละ 1 ตัวเท่านั้น หากดิสก์มีปัญหาพร้อมกัน 2 ตัว จะทำให้เสียทั้งระบบ) เรียกว่าเป็นการเพิ่ม Fault Tolerance ให้กับระบบ โดย RAID 6 เหมาะกับงานที่ต้องการความปลอดภัยและเสถียรภาพของข้อมูลที่สูงมาก
- RAID 0+1, 1+0 เป็นการผสมผสานระหว่าง RAID 1และRAID 0 เข้าด้วยกัน โดย RAID 0 มีข้อดีคือประสิทธิภาพการทำงานสูงและRAID 1 มีความน่าเชื่อถือโดยการทำสำรองข้อมูล ข้อเสียคือค่อนข้างเปลืองทรัพยากร

- 0+1: ทำการแบ่งข้อมูล แล้วค่อยทำการ mirror ข้อมูลที่ถูกแบ่งอีกที
- RAID 1+0: ทำการ mirror ข้อมูลก่อนแล้วค่อยทำการแบ่งข้อมูล

การเลือกระดับ RAID หากดิสก์เกิดความผิดพลาด เวลาที่ใช้ในการกู้ข้อมูลคืนก็แตกต่างกันไป ระดับที่มีการกู้คืนข้อมูลได้เร็วสุดคือ RAID 1 เพราะมีการสำรองข้อมูลไว้โดยตรง ใน RAID ระดับอื่นต้องมีการเข้าถึงข้อมูลในแต่ละดิสก์ที่เก็บข้อมูลชุดนั้นไว้เพื่อนำข้อมูลมากรวมแล้วค่อยกู้คืน การกู้คืนข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นอย่างมากต่อระบบฐานข้อมูลที่ต้องการความแม่นยำถูกต้อง

- RAID 0 ใช้ในแอปพลิเคชันที่ต้องการประสิทธิภาพสูง ตอบสนองได้รวดเร็วโดยที่การสูญหายของข้อมูลไม่มากเกิน
- RAID 1 เป็นที่นิยมสำหรับแอปพลิเคชันที่ต้องการความน่าเชื่อถือสูงและสามารถกู้คืนข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว
- RAID 0+1, 1+0 ถูกใช้เมื่อต้องการประสิทธิภาพของการทำงานและความน่าเชื่อถือ เช่น ระบบฐานข้อมูลขนาดเล็ก
- RAID 5 เหมาะสำหรับการเก็บฐานข้อมูลที่มีข้อมูลจำนวนมาก
- RAID 6 ให้ความน่าเชื่อถือมากกว่า RAID 5 แต่ความสามารถบางอย่างของ RAID ยังไม่รองรับ

RAID ในแต่ละระดับให้ผลลัพธ์ที่ต่างกัน เพื่อให้เป็นทางเลือกในการตัดสินใจเลือกใช้ให้เหมาะกับรูปแบบการทำงานของแต่ละระบบ

2.1.4 ฐานข้อมูล (Database)

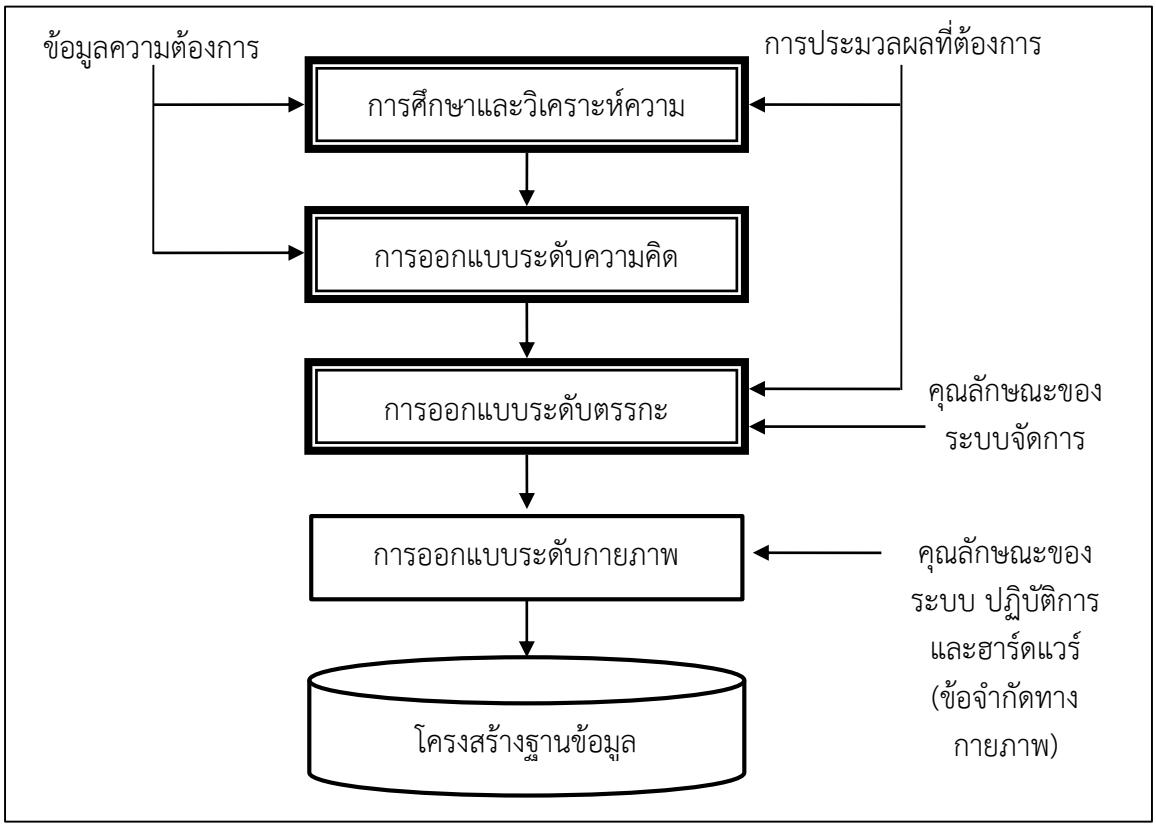
ระบบฐานข้อมูล (Database System) [5] คือ ระบบที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มที่มีข้อมูล เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูลเรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล (Data Base Management System, DBMS) มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้อาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูล หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล

ประโยชน์ของฐานข้อมูล

1) ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ข้อมูลบางชุดที่อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลอาจมีปรากฏอยู่หลายๆ แห่ง เพราะมีผู้ใช้ข้อมูลชุดนี้หลายคน เมื่อใช้ระบบฐานข้อมูลแล้วจะช่วยให้ความซ้ำซ้อนของข้อมูลลดน้อยลง
2) รักษาความถูกต้องของข้อมูลเนื่องจากฐานข้อมูลมีเพียงฐานข้อมูลเดียว ในกรณีที่มีข้อมูลชุดเดียวกันปรากฏอยู่หลายแห่งในฐานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องตรงกัน ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลนี้ทุก ๆ แห่งที่ข้อมูลปรากฏอยู่จะแก้ไขให้ถูกต้องตามกันหมดโดยอัตโนมัติด้วยระบบจัดการฐานข้อมูล
3) การป้องกันและรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลทำได้อย่างสะดวก การป้องกันและรักษาความปลอดภัยกับข้อมูลระบบฐานข้อมูลจะให้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ซึ่งก่อให้เกิดความปลอดภัยของข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)

การออกแบบฐานข้อมูล [6] สิ่งที่สำคัญและจำเป็นในการที่จะออกแบบฐานข้อมูลนั้นคือจะต้องเข้าใจจุดประสงค์ของการออกแบบหรือความต้องการก่อน แล้วจึงจะทำตามขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูล โดยทั่วไปแล้วขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูล (แสดงดังภาพที่ ย่อย 3-3) ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ ย่อย3-2 ขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูล

1) การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ เพื่อศึกษาถึงความต้องการข้อมูล และการใช้งานข้อมูลของผู้ใช้แต่ละกลุ่ม ซึ่งในการศึกษาอาจทำโดยการใช้แบบสอบถามหรือการสอบถามข้อมูลจากผู้ใช้งาน สำหรับการวิเคราะห์ความต้องการเป็นกระบวนที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำเอกสารเพื่อให้ทราบถึงความต้องการใช้งานข้อมูลของผู้ใช้งาน ศึกษาเกี่ยวกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อค้นหาว่า มีข้อมูลใดที่ต้องการทั้งในปัจจุบันและอนาคต คุณสมบัติของข้อมูลที่ผู้ใช้แต่ละกลุ่มจะมองเห็น คีย์หลักที่ใช้อ้างอิงถึงข้อมูลในแต่ละชุดประกอบด้วยอะไร ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ความปลอดภัยของข้อมูล เป็นต้น
2) การออกแบบฐานข้อมูลในระดับความความคิด เป็นการนำเสนอฐานข้อมูลในลักษณะของแผนภาพ โดยอาจใช้โมเดลแบบ E-R (Entity Relationship Model) ซึ่งมีการแสดงเอนทิตี้ทั้งหมดที่มีแอททริบิวต์ของแต่ละเอนทิตี้นั้น และความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ออกมาในรูปแบบของแผนภาพ E-R Diagram
3) การออกแบบฐานข้อมูลในระดับตรรกะ เป็นการนำผลจากการออกแบบในระดับความคิดมาปรับเพื่อให้เหมาะสมกับรูปแบบฐานข้อมูลที่เลือกใช้ ผลที่ได้จะเป็นเค้าร่างของฐานข้อมูลที่มีรายละเอียดสมบูรณ์ โดยทำการแปลงผลจากการออกแบบในระดับแนวคิด ให้อยู่ในรูปแบบของระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ที่เลือกใช้ โดยกำหนดภาษาสำหรับนิยามข้อมูล (DDL) และรายละเอียดเหล่านี้จะถูกจัดเก็บไว้ในพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

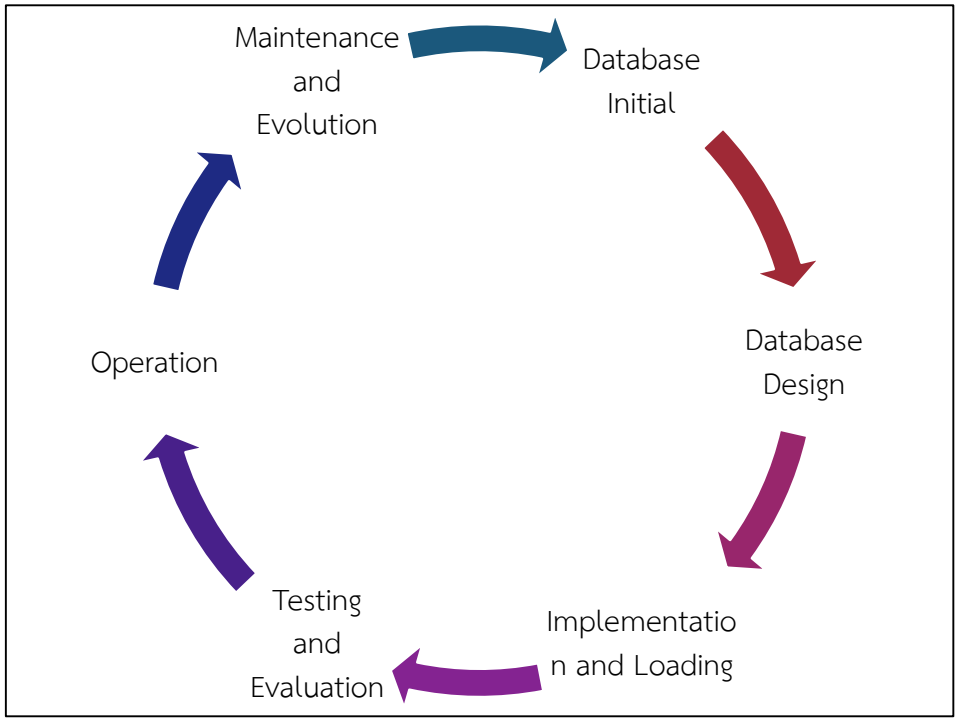
4) การออกแบบฐานข้อมูลในระดับกายภาพ เป็นการนำข้อมูลในระดับตรรกะมากำหนดโครงสร้างข้อมูล การจัดเก็บ วิธีการเข้าถึงข้อมูล และการจัดการด้านระบบความปลอดภัย

ฐานข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญสำหรับงานสารสนเทศที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล การออกแบบฐานข้อมูลที่ดีจะช่วยทำให้ฐานข้อมูลง่ายต่อการใช้งาน และมีความยืนหยุ่น ในการออกแบบฐานข้อมูลนั้นมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

วงจรชีวิตของการพัฒนาระบบฐานข้อมูล (Database Life Cycle, DBLC)

วงจรชีวิตของการพัฒนาระบบฐานข้อมูล [7] เป็นขั้นตอนในการกำหนดแนวทางในการพัฒนาระบบฐานข้อมูล มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) Database Initial เป็นการวิเคราะห์ความต้องการต่าง ๆ ของผู้ใช้ เพื่อกำหนดปัญหา ขอบเขต และรายละเอียดต่าง ๆ ของฐานข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบฐานข้อมูล
2) Database Design เป็นการนำรายละเอียดจากขั้นตอนแรกมาวิเคราะห์ เพื่อออกแบบฐานข้อมูล
3) Implementation and Loading เป็นการนำโครงสร้างต่าง ๆ ของระบบฐานข้อมูลที่ได้จากการออกแบบมาพัฒนาเป็นระบบเพื่อใช้เก็บข้อมูลจริง
4) Testing and Evaluation คือการทดสอบและประเมินผลระบบฐานข้อมูล
5) Operation คือการนำเอาระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาเสร็จเรียบร้อยมาใช้งานจริง
6) Maintenance and Evolution เป็นการรักษาระบบฐานข้อมูลให้สามารถทำงานมีประสิทธิภาพ และการแก้ไข ปรับปรุงระบบระหว่างใช้งานจริง



ภาพที่ ย่อย3-3 วงจรชีวิตของการพัฒนาระบบฐานข้อมูล (Database Life Cycle, DBLC)

การออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) [8] เป็นฐานข้อมูลที่ได้รับการใช้งานมากที่สุด ในการออกแบบฐานข้อมูลจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1) ข้อมูล (Data) จะต้องทำการวิเคราะห์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ ว่าข้อมูลนั้นจะจัดเป็นกลุ่มหรือประเภทต่าง ๆ ได้อย่างไร ข้อมูลแต่ละกลุ่มมีลักษณะอย่างไร มีรายละเอียดอย่างไร และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร วิธีที่ใช้ในการดำเนินงานนั้นจะต้องทำการจำแนกข้อมูล แล้วเขียน ER Diagram แล้วทำการนอร์มัลไลซ์ (Normalize) ต่อไป
2) เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ (Computer Technology) ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงระบบคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ว่าควรเป็นระบบแบบใดจึงจะเหมาะสมมากที่สุด
3) ซอฟต์แวร์ (Software) ได้แก่ โปรแกรมประยุกต์ (Application Software) โปรแกรมระบบ (System Software) ที่ใช้ในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลโดยต้องเลือกระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ที่ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพ
4) ผู้ใช้ (User) ผู้วิเคราะห์และออกแบบระบบฐานข้อมูลนั้น จะต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้งานเพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกใช้ DBMS ให้เหมาะสม
5) ผู้พัฒนา (Developer) ผู้พัฒนาระบบฐานข้อมูลประกอบด้วย ผู้บริการข้อมูล นักวิเคราะห์และออกแบบ และโปรแกรมเมอร์ ดังนั้น ผู้พัฒนาระบบฐานข้อมูล ควรเป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับฐานข้อมูล

ในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์นั้น DBMS ส่วนใหญ่จะมีโครงสร้างข้อมูลเป็นตาราง ซึ่งในการออกแบบฐานข้อมูลนั้น มีขั้นตอนดังนี้

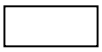
ขั้นตอนที่ 1: เก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งาน (User Requirement Collection) เพื่อกำหนดขอบเขตของงาน รวมถึงกำหนดแอททริบิวต์ต่าง ๆ ที่จะเก็บลงในฐานข้อมูล

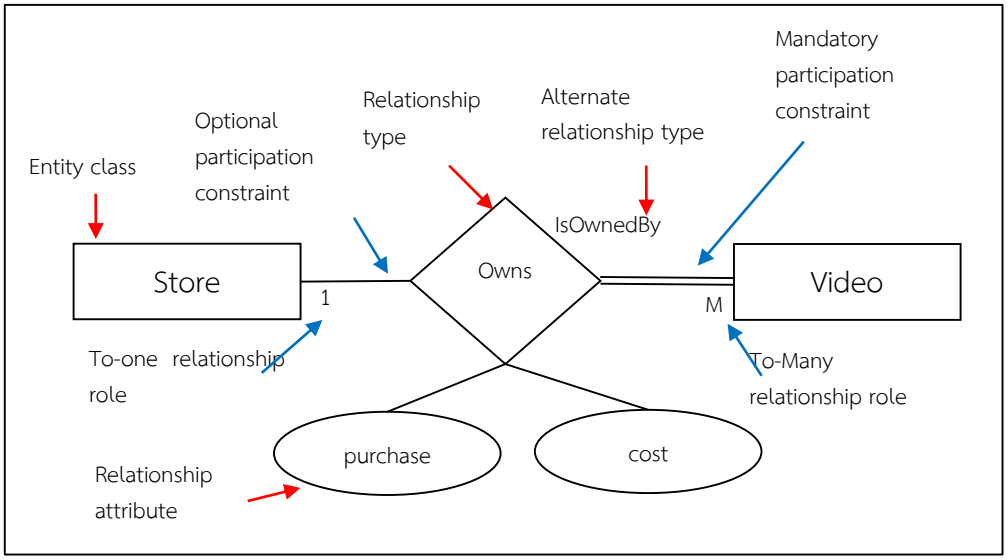
ขั้นตอนที่ 2: ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล (Conceptual Design) จากขั้นตอนที่ 1 จะนำแอททริบิวต์ที่ได้ มาทำการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล โดยส่วนใหญ่จะเขียน E-R Model

ขั้นตอนที่ 3: ทำการ map จาก E-R Model เป็น Data Model เพื่อทำการนอร์มัลไลซ์ เป็นขั้นตอนของการออกแบบฐานข้อมูลที่ยากที่สุด เพื่อลดความซับซ้อน (Duplication) ของข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4: การออกแบบโครงสร้างในระดับล่าง (Physical Design) เมื่อทำการนอร์มัลไลซ์ทั้งหมดแล้ว จะทำการเลือกซอฟต์แวร์ RDBMS ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลากหลาย เช่น Microsoft Access, Oracle, SQL เป็นต้น เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบฐานข้อมูล

ในการออกแบบฐานข้อมูล เครื่องมือที่นิยมใช้ในการออกแบบฐานข้อมูลคือ อีอาร์ดี (Entity Relationships Diagram: ERD) [9] เป็นแบบจำลองข้อมูล ซึ่งเป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ และแอททริบิวต์ และต้องทำการนอร์มัลไลเซชันปรับปรุงให้ข้อมูลมีความถูกต้อง เมื่อมีการปรับข้อมูล โดยระบบฐานข้อมูลที่ใช้กันในปัจจุบัน คือ ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) และฐานข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-Oriented Database) และแบบผสมของฐานข้อมูลเชิงวัตถุ-สัมพันธ์ (Hybrid Object-Relational DBMS) ในการเขียนอีอาร์ดี ประกอบไปด้วย เอนทิตี้ (Entity), แอททริบิวต์ (Attribute) และความสัมพันธ์ (Relationship)

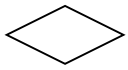
1) เอนทิตี้ ใช้แทนที่ สิ่ง ซึ่งอาจจะเป็นทั้งคน วัตถุ สิ่งของ ใช้สัญลักษณ์ 
2) แอททริบิวต์ ใช้แสดงถึงคุณสมบัติของเอนทิตี้ เช่น ชื่อ นามสกุล ที่อยู่ ฯลฯ ใช้สัญลักษณ์ 

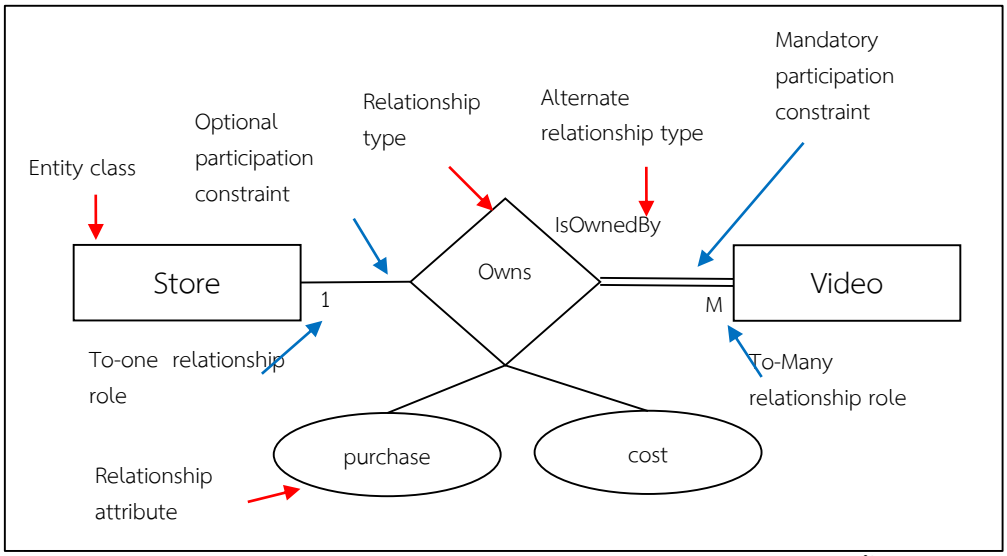


ภาพที่ ย่อย3-4 ตัวอย่างของการออกแบบอีอาร์ดี

ภาพที่ ย่อย 3-4 แสดงถึงเอนทิตี้ที่ชื่อว่า Customer ที่ประกอบไปด้วยแอททริบิวต์ต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับเอนทิตี้ด้วยเส้นตรงที่ลากเชื่อมต่อระหว่างกัน โดยแต่ละแอททริบิวต์ในภาพมีรายละเอียดดังนี้

- Key attribute คือ แอททริบิวต์ที่ถูกหนดให้เป็นคีย์ของเอนทิตี้
- Multi-valued attribute คือ แอททริบิวต์ที่มีค่าบรรจุมากกว่าหนึ่งค่า
- Derived attribute คือ แอททริบิวต์ที่ค่าของมันได้มาจากการคำนวณของแอททริบิวต์อื่น
- Composite attribute คือ แอททริบิวต์ที่สามารถแยกออกเป็นแอททริบิวต์ย่อย ๆ ได้

3) ความสัมพันธ์ ใช้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ โดยใช้สัญลักษณ์ 



ภาพที่ ย่อย3-5 ตัวอย่างของการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้

ภาพที่ ย่อย 3-5 แสดงความสัมพันธ์ของเอนทิตี้ได้ว่า Store Owns Video หรือ Video IsOwnedBy Store และในความสัมพันธ์สามารถมีแอททริบิวต์เป็นของตัวเองได้ ในการแสดงถึงข้อกำหนดของความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ จะใช้ Cardinality Constraints ซึ่งเป็นออกเป็น 2 แบบ คือ Cardinality Ratio และ Participation โดยที่ Cardinality Ration ใช้แสดงถึงอัตราส่วนของความสัมพันธ์ แทนด้วย 1, M และ N ดังนี้

1:1	แทนความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง
1:N	แทนความสัมพันธ์แบบหนึ่งตอ่หลาย
M:N	แทนความสัมพันธ์แบบหลายต่อหลาย

ส่วน Participation ใช้แสดงการมีส่วนร่วมในความสัมพันธ์ของสมาชิกในเอนทิตี้ แทนที่ด้วยเส้นตรงเดี่ยวและเส้นตรงคู่ โดยที่เส้นตรงเดี่ยวแสดงถึงบางส่วนของสมาชิกที่อยู่ในเอนทิตี้เท่านั้นที่อยู่ในความสัมพันธ์ และเส้นตรงคู่แสดงถึงทุกๆ สมาชิกที่อยู่ในเอนทิตี้จะอยู่ในความสัมพันธ์ทั้งหมด

การนอร์มัลไลเซชัน (Normalization)

ในการออกแบบฐานข้อมูลต้องทำการนอร์มัลไลเซชัน [10] ปรับปรุงแบบจำลองข้อมูลอีอาร์ดี ให้ข้อมูลมีความถูกต้อง การนอร์มัลไลเซชันเป็นกระบวนการนำตารางข้อมูล (Relation; รีเลชัน) มาแตกให้อยู่ในรูปแบบบรรทัดฐานที่เหมาะสม (Normal Form) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

- ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล เพื่อลดเนื้อหาที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล

- ลดปัญหาความไม่ถูกต้องของข้อมูล เมื่อข้อมูลไม่เกิดความซ้ำซ้อนทำให้การปรับปรุงข้อมูลสามารถทำได้จากแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียว ช่วยลดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการปรับปรุงข้อมูล ประกอบด้วย ข้อผิดพลาดจากการเพิ่มเติมข้อมูล การลบข้อมูล และการปรับแก้ข้อมูล

ในการนอร์มัลไลเซชันมีได้ถึง 6 ระดับ ดังนี้

1) 1NF (First Normal Form) กำจัดกลุ่มของข้อมูลที่มีความซ้ำซ้อน
2) 2NF (Second Normal Form) กำจัดแอททริบิวต์ที่ไม่ขึ้นกับทั้งส่วนของคีย์หลักออก เพื่อให้แอททริบิวต์อื่นทั้งหมดขึ้นตรงกับส่วนที่เป็นคีย์หลักทั้งหมด
3) 3NF (Third Normal Form) แอททริบิวต์จะต้องขึ้นกับคีย์หลักของรีเลชันเท่านั้น โดยจะต้องไม่มีการขึ้นต่อกันระหว่างแอททริบิวต์ด้วยกันเอง
4) Boyce-Codd Normal Form (BCNF) กำหนดคีย์คู่แข่งในตาราง
5) 4NF (Forth Normal Form) จะต้องไม่มีการขึ้นต่อกันเชิงกลุ่มภายในรีเลชัน
6) 5NF (fifth Normal Form) จะต้องไม่มีคุณสมบัติของการขึ้นต่อกันแบบเชื่อมโยง

ในการทำนอร์มัลไลเซชัน ส่วนใหญ่ทำถึง 3NF ก็เพียงพอที่จะแก้ปัญหาความผิดปกติและลดความซับซ้อนของข้อมูลได้

2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากองค์กรหนึ่งมีศูนย์ข้อมูลที่มีข้อมูลอยู่จำนวนมาก ขั้นตอนต่อมาเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งทำงานร่วมกันหลายส่วนทั้งผู้เชียวชาญด้านเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถนำเทคโนโลยีด้านความฉลาดทางการคำนวณ (Computational Intelligence) ที่เหมาะสม มาดำเนินการวิเคราะห์ อีกทั้งผู้เชี่ยวชาญในสายงานที่เกี่ยวข้องกับชุดข้อมูลเหล่านั้น เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย เทคโนโลยีด้านความฉลาดทางการคำนวณ มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลขนาดใหญ่(Big Data)

ศูนย์ข้อมูลทำหน้าที่เก็บข้อมูลจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก ข้อมูลนั้นเรียกว่า “ข้อมูลขนาดใหญ่” [11] และยังมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานทำการวิเคราะห์ข้อมูล และสกัดสารสนเทศแล้วนำไปใช้ต่อยอดได้ โดยใช้เทคโนโลยีด้านการวิเคราะห์ข้อมูล และข้อมูลขนาดใหญ่มีคุณลักษณะ 4 ข้อดังนี้

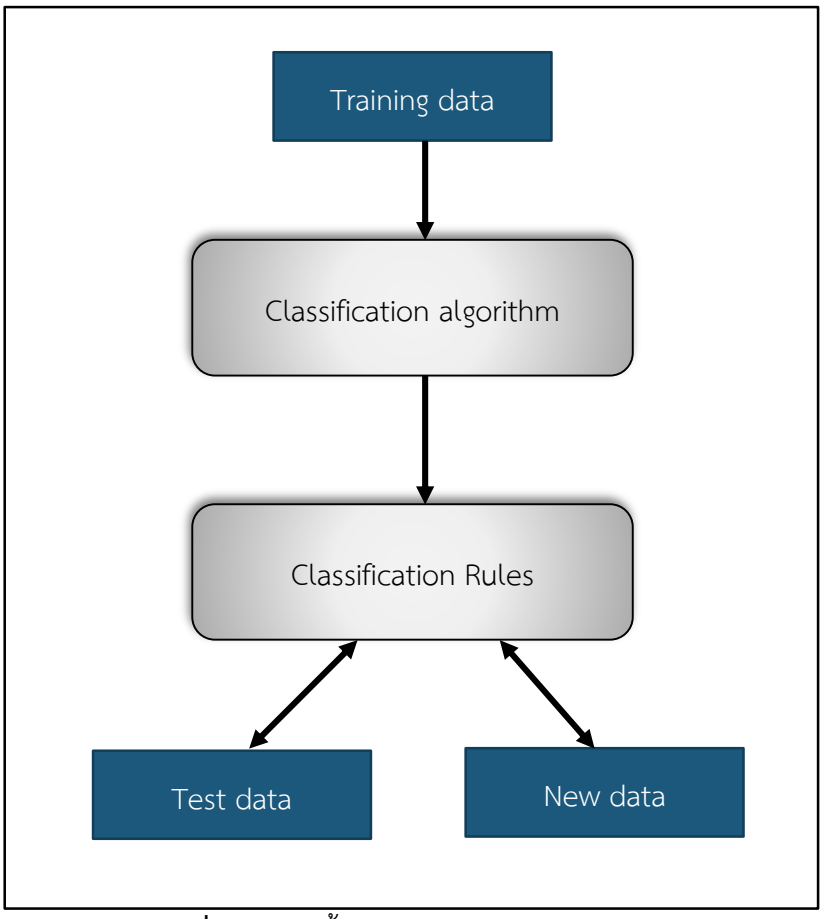
1) Volume ปริมาณหมายความว่าระบบข้อมูลขนาดใหญ่จำเป็นต้องสามารถจัดการกับข้อมูลจำนวนมากเช่น เพตะไบต์ หรือหนึ่งพันล้านล้านไบต์ มักใช้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์
2) Variety ความหลากหลายหมายถึงความสามารถในการประมวลผลข้อมูลประเภทต่าง ๆ เช่น ข้อมูลแบบมีโครงสร้าง ข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง ข้อมูลแบบกึ่งโครงสร้าง และแหล่งที่มาของข้อมูลแตกต่างกัน เช่นข้อมูลแบบข้อความและกราฟ
3) Velocity ความเร็ว ความสามารถในการจัดการกับข้อมูลที่ได้รับการฟื้นฟูเป็นประจำหรือไม่สม่ำเสมอ
4) Veracity เกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอนของข้อมูล การบ่งบอกความคงที่ของข้อมูลดิบในการประมวลผลหรือสังเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่

2) การจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification)

การจำแนกประเภทเป็นเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ชนิดหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดประเภทให้กับชุดข้อมูลโดยสร้างแบบจำลองที่เรียนรู้จากชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้

(Training data) ในภาพที่ ย่อย 3-6 รูปแบบที่มักใช้ในการสร้างแบบจำลอง เช่นกฎการจำแนกประเภทต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) หรือสูตรทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองที่ดีต้องไม่มีลักษณะที่ยึดติดกับชุดข้อมูลสำหรับเรียนมากเกิน (over-fitting) เพราะแบบจำลองต้องนำไปกำหนดประเภทให้กับชุดข้อมูลทดสอบ (Test data) ซึ่งหากทั้งสองชุดข้อมูลแตกต่างกันมากก็ไม่สามารถจำแนกประเภทข้อมูลได้ดี การแบ่งการจำแนกประเภทข้อมูลเป็นสองประเภทตามลักษณะการเรียนรู้ได้แก่ [12]

1) การจำแนกประเภทแบบเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ชุดข้อมูลสำหรับเรียนเรียนรู้มีการกำหนดคลาสไว้
2) การจำแนกประเภทแบบเรียนรู้โดยไม่มีผู้เชี่ยวชาญ ชุดข้อมูลสำหรับเรียนไม่กำหนดคลาส จะเกิดความผิดพลาดได้สูงกว่าการจำแนกประเภทแบบเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ ย่อย3-6 ขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูล

3) กฎความสัมพันธ์ (Association Rule)

กฎความสัมพันธ์ เป็นวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะที่หาความสัมพันธ์จากรูปแบบของข้อมูลข้อมูลขนาดใหญ่ ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งจนเป็นรูปแบบ (Frequent Pattern) [12] เช่น ประวัติการซื้อ-ขายสินค้า ประวัติการเดินทางท่องเที่ยวไปยังสถานที่ต่าง ๆ ที่ฐานข้อมูลแบบ transaction database ดังแสดงในตารางที่ย่อย3-2 ผลลัพธ์การหาความสัมพันธ์จะได้เป็น กฎความสัมพันธ์ ค่าสนับสนุน (Support) แสดงถึงประสิทธิภาพของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น และค่าความเชื่อมั่น (Confidence) แสดงถึงประสิทธิภาพของกฎความสัมพันธ์ที่จะเกิดขึ้น อัลกอริทึมที่นิยมนำมาใช้คำนวณกฎความสัมพันธ์ ได้แก่ Apriori Algorithm โดยมีรหัสเทียมดังนี้

C_k: Candidate itemset of size k

L_k : frequent itemset of size k

L_1 = {frequent items};

for (k = 1; L_k !=∅; k++) **do begin**

C_{k+1} = candidates generated from L_k;

for each transaction t in database do

increment the count of all candidates in C_{k+1} that are contained in t

L_{k+1} = candidates in C_{k+1} with min_support

end

return $\cup_k L_k$;

โดยขั้นแรกให้สแกนชุดข้อมูล 1 ครั้งเพื่อรับชุดคำสั่งซื้อ 1 ชุด แล้วสร้าง candidates ความยาว (k + 1) จาก itemsets ที่มีความยาว k หลังจากนั้นให้ทดสอบ candidates กับชุดข้อมูลนั้นแล้วสร้าง itemsets ใหม่ คำนวณค่าสนับสนุน ทำซ้ำจนกว่าไม่มีการสร้าง candidates หรือ itemsets ใหม่

ตารางที่ ย่อย3-2 ตัวอย่างฐานข้อมูล Transaction database

Transaction ID	Items
TID1	itemaA, itemC, itemD
TID2	itemA, itemB
TID3	itemB, itemD
TID4	itemB, itemC, itemE
TID5	itemE

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาศูนย์ข้อมูล ทั้งองค์ประกอบด้านโครงสร้างพื้นฐาน(Infrastructure) ด้านการจัดการข้อมูล(Data management) และด้านการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวีการต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 มาตรฐาน Data Center ในภาพรวม (Overview of Data Center Standards)

ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา เมื่อศูนย์ข้อมูลเริ่มมีความโดดเด่นขึ้นมา ในอดีตศูนย์ข้อมูลเคยได้รับการออกแบบโดยไม่คำนึงถึงมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับหรือแนวปฏิบัติที่ดี ประเด็นนี้ทำให้ผู้ดูแลเครือข่ายหลายรายต้องเผชิญความท้าทายในการเลือกใช้เทคโนโลยีและตีความหมายวิธีการที่จะใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นกับศูนย์ข้อมูลขนาดเล็ก เพื่อให้สามารถให้บริการแก่องค์กรทั้งในปัจจุบันและอนาคตอย่างมั่นคงปลอดภัย และน่าเชื่อถือ นอกเหนือจากองค์ประกอบทางเทคโนโลยี มิติด้านความมั่นคงปลอดภัย การออกแบบ และการก่อสร้าง ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญไม่ต่างจากการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์เพื่อการพาณิชย์ ศูนย์ข้อมูลจำเป็นต้องอ้างอิงมาตรฐานเพื่อพัฒนาพันธกรณีในการดำเนินงานสิ่งก่อสร้างที่ตอบสนอง แนวทางที่เข้มงวด

และความต้องการในการปฏิบัติตามกฎธุรกิจทั่วโลก บริษัทผู้พัฒนามาตรฐานอุตสาหกรรม ทำงานร่วมกับองค์กรกำกับดูแลและมาตรฐานหลายแห่ง เพื่อทำให้เกิดการปฏิบัติตามกฎ ตั้งแต่การปฏิบัติงาน ของศูนย์ข้อมูล ไปจนถึงความยั่งยืนและกฎระเบียบ ด้านสิ่งแวดล้อม มาตรฐานหรือแนวทางการออกแบบจัดทำ ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นวิธีการออกแบบพื้นฐานที่มีประสิทธิภาพสำหรับระบบศูนย์ข้อมูล ซึ่งอ้างอิงการ ประเมินเกณฑ์เปรียบเทียบของศูนย์ข้อมูลที่กำลังดำเนินงานและข้อมูลจากนักออกแบบและผู้ประกอบการที่ ปฏิบัติตามกฎ[13]

กรอบมาตรฐาน (Standards Framework) ครอบคลุม 6 ส่วนงาน ทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล

1) พลังงานและไฟฟ้า (Energy & Power) พลังงานเป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญที่สุดของกรอบมาตรฐานศูนย์ข้อมูล ศูนย์ข้อมูลถูก ตั้งสมมติฐานว่าใช้พลังงานเป็น 10 – 100 เท่าของพื้นที่เพื่อการพาณิชย์
2) การออกแบบและการก่อสร้าง (Design & Construction) ศูนย์ข้อมูลครอบครองพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ตั้งแต่ 1 ห้องภายในอาคาร พื้นที่อาคาร 1 ชั้นขึ้นไป ไปจนถึง อาคารทั้งหลัง นอกเหนือจากขนาดพื้นที่ ในตัวศูนย์ข้อมูลนั้นจัดเก็บข้อมูลที่ต้องการมาตรการความปลอดภัยที่ เข้มงวดและความปลอดภัยของข้อมูล
3) การใช้ประโยชน์ศูนย์ข้อมูลและเครื่องแม่ข่าย (Utilization - Facilities, Servers) ศูนย์ข้อมูลมีหน้าที่หลักในการจัดเก็บอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ ได้แก่ เครื่องแม่ข่าย, storage subsystem, networking switch, router และ firewall รวมทั้งสายสัญญาณและตู้แร็คที่ใช้จัด ระเบียบและเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน
4) ข้อตกลงระดับการให้บริการ (Service level agreements หรือ SLAs) ข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLAs) คือเอกสารทางกฎหมายที่ครอบคลุมมิติด้านประสิทธิภาพของ การให้บริการศูนย์ข้อมูล โดยระบุประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ผู้ให้บริการศูนย์ข้อมูลได้ทำข้อตกลงไว้
5) ศูนย์ข้อมูลประหยัดพลังงาน (Green Data Centers) ศูนย์ข้อมูลสีเขียว ปฏิบัติงานและหน้าที่ผ่านการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและก่อให้เกิด ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ครอบคลุมตั้งแต่ อุปกรณ์จักรกล แสงไฟ ไฟฟ้า และเทคโนโลยีสารสนเทศ)เครื่องแม่ข่าย อุปกรณ์จัดเก็บเครือข่าย
6) สถานที่ (Location) การเลือกสถานที่มีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณา เช่น สถานที่ตั้งของศูนย์ข้อมูลต้องตั้งอยู่ ห่างจากบริเวณใด ๆ ที่ภัยธรรมชาติ สถานที่ใกล้ทางหลวงสายหลัก และเส้นทางบินจำเป็นต้องหลีกเลี่ยง เพื่อบรรเทาความเสี่ยง สถานที่ตั้งจริงของศูนย์ข้อมูลควรตั้งอยู่บนพื้นที่สูง และ ได้รับการปกป้องจากสภาพแวดล้อมรอบด้าน สถานที่ตั้งมีการเชื่อมต่อ สายสัญญาณใยแก้วนำแสงหลายเส้นทางและมีความหลากหลายเต็มรูปแบบกับผู้ให้บริการเครือข่ายรายต่าง ๆ รวมทั้งมีพลังงานเหลือเฟือและเพียงพอกับความต้องการในระยะยาว

มาตรฐานของ Data Centerที่กำหนดโดยองค์กรสากล (Standards by International Bodies)

1) Uptime Institute ให้ความสำคัญต่อประเด็นการใช้พลังงานและการทำความเย็น (Critical systems infrastructure) เป็นลำดับแรก และมุ่งเน้นการปฏิบัติงานของศูนย์ข้อมูล (data center

operations) เป็นลำดับรอง เป็นมาตรฐานด้านประสิทธิภาพที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมศูนย์ข้อมูล ทั่วโลก โดยทั่วไป

2) TIA-942 มุ่งเน้นเรื่องการเดินสายสัญญาณ และการวางแผนการใช้พื้นที่ศูนย์ข้อมูล เป็นลำดับแรก โดยให้ความสำคัญต่อโครงสร้างระบบศูนย์ข้อมูลที่สำคัญ สถาปัตยกรรม และการเลือกสถานที่ตั้ง เป็นลำดับรองลงมา
3) BICSI เป็นกรอบการทำงานเพื่อกำหนดรูปแบบสิ่งก่อสร้างที่แนะนำ และ การ สำรองเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการในการปฏิบัติงาน บรรลุเป้าหมายด้านไอทีและเพื่อพัฒนางาน ออกแบบและแนวทางดำเนินงานที่เหมาะสมที่สุด
4) EN 50600 มาตรฐาน EN 50600 ทำการจำแนกประเภทของการออกแบบด้านการจ่ายกำลังไฟฟ้า การควบคุม สิ่งแวดล้อม และโครงสร้างสายสัญญาณโทรคมนาคม ครอบคลุมส่วนประกอบและมิติที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล ตั้งแต่ตัวอาคารเอง แหล่งจ่ายไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ไปจนถึง การป้องกันอัคคีภัย และ ตั้งแต่การเดินสายเชื่อมต่ออุปกรณ์ไป จนถึงการควบคุมการเข้าถึง มิติที่กล่าวถึงยังประกอบด้วย ความปลอดภัยทางกายภาพ ความพร้อมของตัว แปรพื้นฐาน
5) LEED เป็นระบบรับรองอาคารสีเขียวอัน เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในระดับสากล มีการพิสูจน์ยืนยันโดยหน่วยงานภายนอกว่าอาคารหรือชุมชนได้รับ การออกแบบและก่อสร้างตามกลยุทธ์ที่มุ่งยกระดับประสิทธิภาพ
6) Green Globes เป็นโปรแกรมสำหรับอาคารพาณิชย์ที่สามารถดำเนินการผ่านทางเว็บซึ่งครอบคลุมการประเมินอาคาร ณ สถานที่จริง โปรแกรมนี้ให้การรับรองอาคารหลากหลายขนาดและประเภท
7) Energy Star เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในฐานะมาตรฐานสากลสำหรับสินค้าบริโภคที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็น เครื่องมือเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารเฉพาะกลุ่มและโรงงานอุตสาหกรรม โดยเทียบ ประสิทธิภาพพลังงานของสิ่งก่อสร้างใกล้เคียงกัน
8) ISO (ISO 27031 & ISO 30134) ผู้พัฒนามาตรฐานสากลแบบ สมัครใจรายใหญ่ที่สุดของโลก และส่งเสริมการค้าในระดับโลก ผ่านการนำเสนอมาตรฐานที่ใช้ร่วมกันระหว่างชาติต่าง ๆ ISO ได้กำหนดมาตรฐานมากกว่า 20,000 มาตรฐานขึ้นมา
9) AMS IX เป็นผู้ให้บริการ แลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ตแบบไม่แสวงหากำไร มีความเป็นกลาง และถือเป็นผู้ให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ตรายใหญ่ที่สุดในโลก โดยมี ปริมาณข้อมูลคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ตสูงสุด มากกว่า 4.5 เทราบิตต่อวินาที (Tb/s)

2.2.2 มาตรฐานของ Trusted Site Infrastructure (TSI) กรณีศึกษาจาก CAT data center : บมจ. กสท โทรคมนาคม สำนักงานใหญ่

อาคาร CAT data center Nonthaburi 2 เป็นหนึ่งตัวอย่างของการสร้างศูนย์ data center ที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้มาตรฐานตาม TSI หรือ Trusted Site Infrastructure มาตรฐานของ data center จากสถาบัน TÜViT แห่งประเทศเยอรมนีที่เป็นหน่วยงานกลางประเมินคุณภาพและความปลอดภัย องค์กรด้าน IT ต่าง ๆ สามารถเชื่อมั่นได้ว่าผลิตภัณฑ์หรือระบบ IT ที่ได้รับมาตรฐานจากสถาบันนี้จะมีความปลอดภัยและน่าเชื่อถือ และ TSI นั้นเป็นมาตรฐานของการตรวจสอบ Data center ในเรื่องของความพร้อมใช้งาน (Availability) และ ความปลอดภัย (Security) เป็นหลัก ซึ่ง มาตรฐาน TSI นี้แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ซึ่ง CAT data center ได้ระดับ 3 เป็นมาตรฐานระดับ High Security Requirement ถือเป็นผู้ให้บริการรายแรกของอาเซียนที่ผ่านการรับรองมาตรฐานนี้ [14] โดยมีรายละเอียดในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) Environment สภาพแวดล้อมของอาคารที่ตั้งปลอดภัยจากหลาย ๆ ความเสี่ยง เช่น น้ำท่วม แผ่นดินไหว เหตุระเบิด แหล่งสารเคมี
2) Constructions การออกแบบอาคารที่ปลอดภัยทั้งจากสภาวะคุกคามจากภัยธรรมชาติ หรือบุคคล ซึ่ง CAT data center ใช้การออกแบบประตูชนิดพิเศษป้องกันการบุกรุกโดยเฉพาะ ไม่มีหน้าต่างที่บุคคลสามารถปีนเข้า-ออกได้ รวมถึงลักษณะพื้น ที่สามารถรองรับน้ำหนักได้ถึง 1,000 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
3) Power การออกแบบระบบไฟฟ้าให้ทำงานแบบ Redundant CAT data center มีระบบไฟฟ้าที่ทำงานแบบ Redundant พร้อมระบบ UPS แบบ 2N รองรับการจ่ายไฟฟ้าสำรองได้ 15 นาที และ Power Generator รองรับในกรณีที่ไฟฟ้าเกิดการขัดข้องได้นานถึง 48 ชั่วโมง จากน้ำมันปริมาณ 20,000 ลิตร
4) Cooling and Ventilation ระบบระบายอากาศ การควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น ซึ่ง CAT data center มีระบบระบายอากาศแบบ N+1 Redundant ร่วมกัน รวมถึงระบบตรวจจับน้ำรั่วซึมตามจุดต่าง ๆ ได้
5) Security System ระบบรักษาความปลอดภัย เช่นที่ CAT data center ติดตั้งระบบ Access Control แบบ Three-factor Authentication ที่ต้องใช้ Access Card, Password และ Finger Scan เพื่อตรวจสอบสิทธิ์ของเจ้าหน้าที่ และยังมีระบบ Mantrap คุมคนเข้าออกแต่ละพื้นที่ได้ทีละ 1 คนเท่านั้น เพื่อป้องกันการลักลอบเข้าออกพื้นที่ต่าง ๆ พร้อม CCTV ที่สามารถดูย้อนหลังได้ถึง 30 วัน และเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยตลอด 24 ชั่วโมง
6) Fire Protection and Suppression System มีการออกแบบระบบป้องกันอัคคีภัย ตัวอย่างของ CAT data center ใช้ระบบ VESDA ที่ดูดอากาศเข้าไป วิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง ทำให้ตรวจจับเหตุอัคคีภัยได้รวดเร็วยิ่งกว่าระบบ Smoke Detection ทั่วไป ผนังและประตูสามารถทนไฟได้นานถึง 2 ชั่วโมง โดยไม่ทำให้อุณหภมิห้องข้างเคียงสูงขึ้น
7) Network and Connectivity การออกแบบระบบเครือข่าย ของ CAT data center ออกแบบให้ทำงานแบบ Redundant เสริมการเชื่อมต่อเครือข่ายเพิ่มเติมและเชื่อมต่อกับ Internet Gateway 2 แห่ง ได้แก่ นนทบุรี และบางรัก
8) Operation and Maintenance ระบบบปฏิบัติการและการบำรุงรักษา มีการติดตั้งระบบ Building Automation System (BAS) เพื่อติดตามการทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในอาคาร และบำรุงรักษาระบบต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง พร้อมเจ้าหน้าที่ประจำ Network Operations Center (NOC) ตลอด 24 ชั่วโมง

ปัจจัย และกรณีศึกษาข้างต้นสามารถเป็นตัวอย่างให้องค์กรที่กำลังจะลงทุนสร้างศูนย์ Data center หรือเช่ากับองค์กรภายนอก หรือเป็นผู้ให้บริการเช่าศูนย์ Data center ที่จะต้องคำนึงถึงมาตรฐานเหล่านี้เพื่อสร้างความปลอดภัยให้กับข้อมูลและสร้างความน่าเชื่อถือต่อการให้บริการแก่ผู้ใช้งาน

2.2.3 สิ่งอำนวยความสะดวกของศูนย์ข้อมูล กรณีศึกษาของศูนย์ข้อมูล ซีเอส ล็อกซอินโฟ

เพื่อให้ศูนย์ข้อมูลได้ดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพศูนย์ข้อมูล ซีเอส ล็อกซอินโฟ [15] ได้นำเสนอ สิ่งอำนวยความสะดวกของศูนย์ข้อมูลด้านพื้นที่ของศูนย์ข้อมูล 7 ข้อดังต่อไปนี้

1) **ระบบไฟฟ้าหลักและสำรอง** ศูนย์ข้อมูล ซีเอส ล็อกซอินโฟ เชื่อมต่อโดยตรงกับการไฟฟ้านครหลวง และมีระบบไฟฟ้าสำรองจาก Generator จ่ายกระแสสลับเข้ามาที่เซิร์ฟเวอร์ในศูนย์ข้อมูลทันที

รวมถึงระบบการจัดการอาคารและระบบการจัดการโครงข่าย มีทีมวิศวกรของซีเอส ล็อกซอินโฟเข้ามาตรวจสอบและดำเนินการแก้ไขปัญหาอย่างทันท่วงที เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือ

2) **ระบบเครื่องปรับอากาศ** การออกแบบระบบปรับอากาศในศูนย์ข้อมูล ซีเอส ล็อกซอินโฟ เป็นแบบ N+1 และศูนย์ข้อมูลของ ซีเอส ล็อกซอินโฟ ควบคุมด้านสภาพแวดล้อมทั้งอุณหภูมิ และความชื้นตลอดเวลา โดยระบบปรับอากาศและระบบความชื้นภายในศูนย์ ใช้ระบบ BMS ในการควบคุมบริหารจัดการ เช่นเดียวกับระบบไฟฟ้า
3) **ระบบป้องกันอัคคีภัย** ใช้ระบบตรวจจับควันที่เรียกว่า HSSD (เครื่องตรวจจับควันความไวสูง) และติดตั้งระบบดับเพลิง NOVEC1230 (The Cloud) และ FM-200 (CW และบางรัก) ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ จากเพลิงไหม้ รวมถึง ผนังใช้วัสดุที่สามารถทนความร้อนได้กว่า 2 ชั่วโมง
4) **การป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมหรือน้ำรั่ว** พื้นที่ตั้งอาคารของศูนย์ข้อมูล ซีเอส ล็อกซอินโฟ นอกจากจะตั้งอยู่ในพื้นที่ ที่ปลอดภัยจากอุทกภัยยังมีระบบตรวจจับน้ำรั่วซึมภายใต้พื้นห้องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเชื่อมต่อกับระบบการจัดการอาคาร BMS ซึ่งจะส่งสัญญาณเตือนไปยังการทีมปฏิบัติการเหมือนกับระบบอื่น ๆ
5) **ระบบการตรวจสอบ** เป็นการรวบรวมข้อมูล และรายงานเหตุการณ์ฉุกเฉินไปยังศูนย์ปฏิบัติการหรือลูกค้า เพื่อที่จะได้ตรวจสอบและเพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที ทั้งระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบป้องกันอัคคีภัย
6) **ระบบรักษาความปลอดภัย** ศูนย์ข้อมูล ซีเอส ล็อกซอินโฟ ระบบรักษาความปลอดภัยของเราประกอบไปด้วยกล้องวงจรปิด (CCTV) ที่จะบันทึกการเข้าออกของลูกค้าและบุคคลอย่างเคร่งครัดตามมาตรฐาน ISO20000, ISO27001 และ ISO9001 standards และยังมีระบบสแกนลายนิ้วมือตรงทางเข้าเพื่อทำการบันทึกเมื่อมีการเข้าถึงศูนย์ข้อมูล
7) **พื้นที่สำหรับการจัดเตรียมการติดตั้งและการบำรุงรักษา** ศูนย์ข้อมูล ซีเอส ล็อกซอินโฟ ได้จัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกไว้อาทิ ปลั๊กไฟ (Power Plugs), คีย์บอร์ด (Key-boards), เม้าส์ (Mouse), จอมอนิเตอร์ (Monitor) และพอร์ตในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Internet Accessing Port) ลูกค้าจะได้รับอนุญาตให้ใช้ห้อง Staging โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

นอกจากนี้ศูนย์ข้อมูล ซีเอส ล็อกซอินโฟ มีพื้นที่แร็ค (rack) ให้บริการตั้งแต่ขนาด Full rack จนถึงการใช้งานแบบ Share rack หรือจะเป็นการกั้นพื้นที่ของ Rack ล้อมด้วยกรง เพื่อความปลอดภัยสูงขึ้น และมีพื้นที่ของห้องคอมพิวเตอร์ เพื่อบริหารจัดการด้วยตัวเองทั้งชั้น รวมถึงการให้บริการ remote hands ดูแลเซิร์ฟเวอร์ อีกด้วย

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

จิรสิน กิตานุวัฒน์ (2558) [16] ได้วิจัยเรื่องความสัมพันธ์ของข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และการจัดการข้อมูลเพื่อความสำเร็จของกิจการในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าการศึกษาความสัมพันธ์ของแหล่งข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และการจัดการข้อมูลเพื่อความสำเร็จของกิจการมีการจัดการและใช้เทคนิคต่างๆ ได้แก่การศึกษารูปแบบของแหล่งข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ และการจัดการข้อมูลของกิจการที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งแหล่งข้อมูลที่นำมาวิจัยประกอบด้วย Social Media, Web Data, Sensor, RFID, GPS และ Mobile Usage ในส่วนของการจัดการข้อมูลประกอบด้วยการทำ Data Mining, Data Mart, Business intelligence, Data Warehouse และ Data Movement ในกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มบริษัท 52 บริษัท

ในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์แห่งประเทศไทย ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล นำข้อมูลที่เก็บไปวิเคราะห์ผลการวิจัยพบว่า ผู้ที่กรอกแบบสอบถามส่วนมากอยู่ในช่วงการดำเนินธุรกิจ 20-29 ปี ขนาดบริษัทเป็นบริษัทขนาดใหญ่ ยอดขายรวมของกิจการประมาณ 500-1,000 ล้านบาท และมีคนงานเกิน 200 คนในบริษัท ในปี พ.ศ. 2557 กลุ่มลูกค้าหลักของธุรกิจเป็นลูกค้าต่างประเทศ แบบจำลองสมการโครงสร้างของงานวิจัยมีความสอดคล้องกับความสำเร็จของกิจการในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่สำคัญคัญในด้านคุณภาพ (Quality), ด้านการตลาด (Marketing) และด้านประสิทธิภาพ (Efficiency)

พิมพ์ลักษณ์ กลางวิชิต (2558) [17] ได้วิจัยเรื่องการศึกษาแนวโน้มการเลือกใช้บริการข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data as a service) ของหน่วยงานภาครัฐ โดยใช้เทคนิคเดลฟาย เป็นการวิจัยแบบ Future Research ใช้ในการคาดการณ์หรือวางแผนการให้การบริการข้อมูลขนาดใหญ่แก่หน่วยงานภาครัฐ สามารถแสดงปัจจัยให้เห็นถึงแนวโน้มการเลือกใช้บริการ และแสดงแนวโน้มว่าเป็นไปในทิศทางใด รวมถึงผู้ให้บริการต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านใดบ้างหากเกิดการนำการบริการมาใช้งาน หรือการต่อยอดการบริการ Big Data ในอนาคต จากนโยบายของหน่วยงานภาครัฐในการเปิดเผยข้อมูลและบริการ Open Government Data ที่ส่งเสริมให้หน่วยงานภาครัฐทุกหน่วยงานทำการเปิดเผยข้อมูลสาธารณะที่เป็นประโยชน์ เพื่อศึกษาแนวโน้มการเลือกใช้บริการข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ของหน่วยงานรัฐ และประเมินความพร้อมในการนำเทคโนโลยี Big Data มาใช้งานในหน่วยงานภาครัฐ พบว่าหน่วยงานภาครัฐเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันมีปริมาณข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและอนาคตจะมีแหล่งข้อมูลที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้นหน่วยงานรัฐควรใช้ประโยชน์จากข้อมูลเหล่านี้ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อต่อยอดการทำงานและการบริการที่มีประสิทธิภาพแก่ประชาชน ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาประเทศไทย โดยผู้วิจัยทำการสำรวจข้อมูลจากแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญแบ่งเป็น 3 รอบ ได้แก่รอบที่1 จำนวน 52 ท่าน รอบที่ 2 จำนวน 53 ท่าน และรอบที่ 3 จำนวน 6 ท่าน ตามหลักการของเทคนิดเดลฟายจำนวน 2 รอบ ศึกษาแนวโน้มการใช้บริการข้อมูลขนาดใหญ่ประกอบไปด้วย งบประมาณ รูปแบบและประเภทข้อมูล มาตราฐานความปลอดภัยของข้อมูล ความรู้ ความสามารถของเจ้าที่ภายในหน่วยงาน และโครงสร้างข้อมูล รวมถึงจะทำการประเมินความพร้อมในด้านต่างๆ จากภาครัฐ ได้แก่ การอบรม Data scientists การวางแผนและแก้ไขปัญหาในกรณีเจ้าหน้าที่ขาดความรู้ การวางใช้เทคโนโลยี Big Data และความปลอดภัยของข้อมูล ก่อนตัดสินใจใช้บริการ

นายสมบัติ ยิ้มไพบูลย์ (2558) [18] ได้วิจัยเรื่องแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลต่อความล้มเหลวในการพัฒนาข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไขที่ส่งผลต่อความล้มเหลวในการพัฒนาข้อมูลขนาดใหญ่ในประเทศไทย โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากแบบถามโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มประชากรบุคลากรในองค์กรขนาดใหญ่ทำธุรกิจทางด้านธนาคารและการเงินโทรคมนาคม หรือสุขภาพในประเทศไทยที่กาลังพัฒนาข้อมูลขนาดใหญ่ หรือเคยทำงานผ่านช่วงระหว่างที่องค์กรกำลังพัฒนาข้อมูลขนาดใหญ่ มีจำนวนบุคลากรในบริษัทมากกว่า 200 คนขึ้นไป และกลุ่มกลุ่มตัวอย่างได้แก่ บุคลากรในองค์กรขนาดใหญ่ทาธุรกิจทางด้านธนาคารและการเงินโทรคมนาคม หรือสุขภาพในประเทศไทยที่มีจำนวนบุคลากรในบริษัทมากกว่า 200 คนขึ้นไป โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ใช้ตารางสำเร็จรูป ได้แก่ตารางสำเร็จรูปแบบของทาโร ยามาเน่ จะได้จำนวน 222 คน ในการตอบแบบสอบถาม ใช้ระยะเวลาในการแจกแบบสอบถามตั้งแต่เดือน กันยายน ถึงตุลาคม 2558 ค้นหาปัญหาจากด้านต่างๆ แล้วนำมาวิเคราะห์โดยที่พัฒนากระบวนการ POSDCoRB Model ช่วยบริหารจัดการในด้านของการวางแผนก่อนเริ่มการพัฒนาข้อมูลขนาดใหญ่ ทั้งในเรื่องกระบวนการการเตรียมความพร้อมของข้อมูล เครื่องมือ การบริหารบุคคล และการบริหารจัดการงบประมาณ นอกจากนี้ POSDCoRB Model เป็นกระบวนการที่จะช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาข้อมูลขนาดใหญ่ให้เป็นไปอย่างราบรื่น

2.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกประเภท (Classification)

Houman Rastegarfar, Madeleine Glick, Nicolaas Viljoen, Mingwei Yang, John Wissinger, Lloyd LaComb and Nasser Peyghambarian (2016) [19] ได้นำเสนอและศึกษางานวิจัยเรื่อง TCP Flow Classification and Bandwidth Aggregation in Optically Interconnected Data Center Networks เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการจำแนกประเภทในรูปแบบโฟลของการส่งข้อมูลของโพรโทคอล TCP และศูนย์เครือข่ายข้อมูลที่เชื่อมโยงฟังก์ชั่นออฟติคอลในการรวมแบนด์วิดท์ โดยฟังก์ชั่นการทำงานของออฟติคอลที่นำมาใช้เพื่อสร้างสถาปัตยกรรมของศูนย์ข้อมูลแบบใหม่ที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทำระบบอิเล็กทรอนิกส์แบบสวิทชิ่ง ซึ่งเป็นระบบชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ที่มีโครงสร้างของระบบอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ และการประมวลผลแบบพุชชิ่งของเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความใหม่ในงานวิจัยนี้คือ เครือข่ายศูนย์ข้อมูลที่เชื่อมต่อด้วยฟังก์ชั่นออฟติคอลของเครือข่ายศูนย์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ การรวมแบนด์วิดท์ และการสร้างวงจรฟังก์ชันออปติคได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการออกแบบในการแก้ปัญหาการส่งข้อมูลแบบโฟลซึ่งมีผลกระทบ 2 ส่วนหลัก คือปริมาณทรัพยากรออปติคอลไดรฟ์ จะต้องได้รับการจัดเตรียมในระหว่างขั้นตอนการวางแผนของระบบเครือข่าย และความถูกต้องของการจำแนกประเภทแบบโฟลประสิทธิภาพของวงจรออปติก เพิ่มความสามารถในปัญหาการส่งข้อมูล กลไกลในการควบคุมโปรโตคอล ที่จะส่งผลประสิทธิภาพการส่งข้อมูลของแบนด์วิดท์ ในการวิจัยผู้วิจัยจะทำการตรวจสอบผลกระทบในกลไกการทำงานของเครือข่ายศูนย์ข้อมูล ความถูกต้องของการจำแนกแบบโฟลของข้อมูล ได้แก่การรวมของเซิร์ฟเวอร์ที่มีความจุที่น้อย ที่มีช่องทางในการส่งข้อมูลเพียงช่องทางเดียวซึ่งมีผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก ในระยะทางการสื่อสารที่ใกล้กัน โดยได้ทำการพัฒนาจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่องสำหรับการทำงานแบบไฮบริด เครือข่ายศูนย์ข้อมูลช่วยให้สามารถปรับการจัดประเภทในรูปแบบโฟล มีประสิทธิภาพในการรวมตัวของช่องสัญญาณเซิร์ฟเวอร์และช่องสัญญาณแบนด์วิดธ์ของออปติคัลมีประสิทธิภาพสูงถึง 74.5% และพบว่าการจำแนกประเภทแบบโฟลมีประสิทธิภาพที่ดีด้วยแบนด์วิดท์ที่สูงขึ้นต่อความยาวคลื่น เมื่อเทียบกับมาตรฐานการจำแนกในรูปแบบการสุ่ม ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 54.7%

Nicolaas Viljoen, Houman Rastegarfar, Mingwei Yang, John Wissinger and Madeleine Glick (2016) [20] ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง Machine learning based adaptive flow classification for optically interconnected data centers เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของตำแหน่งสำหรับเครือข่ายไฮบริดที่ใช้การจำแนกเครือข่ายประสาทเทียมแบบปรับตัว โดยคาดการณ์การไหลอย่างต่อเนื่องของข้อมูลมีขนาดใหญ่มากด้วยความแม่นยำสูงในการเข้าชมเครือข่ายมหาวิทยาลัยที่ไม่ระบุชื่อหรือตัวตนในการเข้าใช้งาน ใช้การประมวลผลแบบโปรโตคอล TCP แสดงให้เห็นความสามารถในการดำเนินการที่มีความซับซ้อนสูงที่ 40 Gbps โดยใช้ความสามารถในการประมวลผลร่วมน้อยกว่า 5% แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้การดำเนินการที่ชาญฉลาด เช่นเครือข่ายประสาทเทียมในศูนย์ข้อมูลได้อย่างเต็มที่ ในประเทศอุตสาหกรรมใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมธนาคารโลก (NICs) สามารถตั้งการทำงานโปรแกรมได้โดยไม่มีความบกพร่องต่อซีพียูของเซิร์ฟเวอร์ในการทำงาน

2.2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกฎความสัมพันธ์ (Association Rule)

Marwa Bouraoui, Ines Bouzouita and Amel Grissa Touzi (2018) [21] ได้นำเสนอและศึกษางานวิจัยเรื่อง Hadoop based Mining of Distributed Association Rules from Big Data เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการทำเหมืองข้อมูลของกฎการเชื่อมโยงแบบกระจายจากข้อมูลขนาดใหญ่ของ Hadoop โดยการปรับปรุงเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล จุดประสงค์ในการปรับปรุงเทคนิคเพื่อช่วยให้การประมวลผลข้อมูลให้มีประสิทธภาพมาก

ขึ้น โดยใช้เทคนิคการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีอยู่เพื่อสามารถหารูปแบบของข้อมูลที่เกิดขึ้นบ่อยๆ และใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์หรือทำนายเหตุการณ์ต่างๆ (Association Rule Mining) กฎความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านี้ใช้ตรวจหาข้อเท็จจริงที่มักเกิดขึ้นร่วมกันภายในชุดข้อมูล แม้ว่าจะมีการแนะนำวิธีการต่างๆ สำหรับการสกัดกฎของปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อข้อมูลมีขนาดใหญ่ ในการปรับปรุงปัญหาการใช้เทคนิควิเคราะห์ข้อมูลจากกฎความสัมพันธ์ของข้อมูล งานวิจัยนี้จึงนำเสนอประสิทธิภาพในการปรับปรุงเทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์บนพื้นฐานการทำงานของ MapReduce คือ programming model ที่จะแบ่งส่วนการทำงานเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือขั้นตอน map และขั้นตอน reduce โดยแต่ละขั้นตอนจะมีคู่ key-value เป็น input และ output ซึ่งผู้วิจัยทำการกำหนดเองจนได้ค่าที่เหมาะสมและดีที่สุดในชุดข้อมูล ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำความเข้าใจในข้อมูลนั้นๆ ออกแบบคู่ key-value ในแต่ละขั้นออกมาได้ นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการกำหนดฟังก์ชัน map และฟังก์ชั่น reduce ให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับการประมวลผลข้อมูลจำนวนมาก เนื่องจากฐานข้อมูล reallife ทำให้เกิดกฎที่ซ้ำซ้อนหลายขั้นตอน ผู้วิจัยเสนอให้ทำชุดของกฎข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ไม่ซับซ้อน และไม่มีการสูญหายของข้อมูลจากข้อมูลทั้งหมด โดยเน้นถึงการตรวจจับรูปแบบที่เกี่ยวข้องกันในฐานข้อมูลของชุดข้อมูลที่ขนาดที่ใหญ่

Junyan Zhao and Aixiang Wang (2017) [22] ได้นำเสนอและศึกษางานวิจัยเรื่อง Evaluation Method and Decision Support of Network Education Based on Association Rules เป็นการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการประเมินผลและการสนับสนุนการตัดสินใจการศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลเครือข่าย โดยการพัฒนาเทคโนโลยีเครือข่าย สนับสนุนการตัดสินใจ และการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้งานอย่างกว้างขว้างในหลากหลายสาขา เช่นการเงิน การตลาด การวิเคราะห์คุณภาพ แต่ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลส่วนน้อยจะนำมาใช้งานในการประเมินผลการศึกษาของเครือข่าย เพื่อปรับปรุงคุณภาพบุคลากรของมหาวิทยาลัย ในเรื่องการดำเนินการปฏิรูปการเรียนการสอนและการจัดการโครงการปฏิรูปการสอนที่ดี และการสอนที่มีคุณภาพสำหรับมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นดำเนินการปฏิรูปการเรียนการสอนและการจัดการและสำรวจการจัดการแบบใหม่ในโหมดการศึกษา งานวิจัยนี้สรุปทฤษฎีความสัมพันธ์ และวิธีการของการสนับสนุนการตัดสินใจ นำไปใช้แนะนำกฎของความสัมพันธ์ในการทำเหมืองข้อมูล แบ่งปัญหาการวิเคราะห์เป็น 2 ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนแรกผู้วิจัยวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ของการทำเหมืองข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึม Apriori เป็นอัลกอริทึมพื้นฐานที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้หลักการค้นหาแบบวงกว้างก่อนนับทรานแซคชัน ซึ่งจะทำการสร้างและตรวจสอบเซตไอเท็มที่เกิดขึ้นบ่อยทีละชั้น แล้ววิเคราะห์ข้อเสียแต่ขั้นตอนและปรับปรุงวิธีการทำงานของอัลกอรึทึมก่อนถึงขั้นตอนถัดไป ส่วนขั้นตอนที่สองใช้อัลกอริทึม Apriori ซึ่งสามารถประเมินเครือข่ายได้การศึกษาจากหลายแง่มุมจึงให้การจัดการกับข้อเสนอแนะที่ชัดเจนและดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้ สุดท้ายมีการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่นำไปใช้งานในระบบการศึกษาของมหาวิทยาลัยผลลัพธ์ในการใช้งานทำให้ระบบเครือข่ายมีประสิทธิภาพมากขึ้นจากเดิม

F. Padillo, J.M. Luna† and S. Ventura (2017) [23] ได้นำเสนอและศึกษางานวิจัยเรื่อง An evolutionary algorithm for mining rare association rules: A Big Data approach เป็นการวิจัยเกี่ยวกับวิวัฒนาการของอัลกอริธึมสำหรับกฎความสัมพันธ์ในการทำเหมืองข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ โดยการหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลซึ่งที่นิยมในการทำเหมืองข้อมูล เทคนิคในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล จะค้นหาความเกี่ยวข้องกันหรือข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างรายการต่าง ๆ ของข้อมูล งานวิจัยนี้เน้นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกิดขึ้นบ่อย ซึ่งเป็นที่นิยมในการสกัดค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูล แต่จะมีข้อมูลส่วนหนึ่งในข้อมูลทั้งหมดที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน กฎของการหาความสัมพันธ์ในการทำเหมืองข้อมูลสามารถอธิบายกรณีที่ค้นหาได้ยาก หรือพฤติกรรมที่ไม่คาดคิด ซึ่งมีประโยชน์ในการหาความสัมพันธ์ในข้อมูลที่มีขนาด

ใหญ่มหาศาล จุดประสงค์ของผู้วิจัยคือเสนอขั้นตอนแบบใหม่ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ความใหม่ของงานวิจัยนี้คือการออกแบบการทำงานแบบคู่ขนานของการนำเทคโนโลยี Spark and Flink ซึ่งเทคโนโลยี Flink ป็นเครื่องมือที่มีการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่และเป็นที่รู้จักกันในการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็วด้วยข้อมูลต่ำและป้องกันความผิดพลาดสูงในระบบการกระจายในขนาดใหญ่ และเทคโนโลยี Spark ประมวลผลข้อมูลในโหมดแบทช์ในขณะที่ Flink ประมวลผลข้อมูลสตรีมมิ่งในเวลาจริง ฟังก์ชั่นการทำงานของระบบถูกออกแบบมาอย่างแม่นยำ มีคุณภาพในด้านมาตราฐานการทำงานของระบบ การทดลองประกอบด้วยชุดข้อมูลมากกว่า 70 ชุด ในระบบที่มีประสิทธิภาพเมื่อมีข้อมูล 300 ล้านกรณี ใช้ขนาดไฟล์ได้ถึง 250 จิกะไบต์ ได้รับการพิจารณาและพิสูจน์ให้เห็นว่าระบบสามารถที่จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในปริมาณมากของข้อมูล

บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

สำหรับการศึกษาและนำเสนอแบบจำลองในการจัดการและจัดเก็บข้อมูลในส่วนแรก โครงการวิจัยดิจิทัลเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา จึงได้ดำเนินการวิจัยเพื่อนำเสนอต้นแบบของศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุ โดยมีกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ และวิธีการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างสำหรับการศึกษา “ดิจิทัลเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา” คือกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่ใช้งานอินเทอร์เน็ต และตัวอย่างข้อมูลด้านการท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนา ไม่น้อยกว่า 5 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง และพะเยา

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. คอมพิวเตอร์ เครื่องมือสำหรับการสืบค้นข้อมูล และจัดรูปแบบข้อมูล
2. Data Storage หรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล ซึ่งหากต้องการเก็บข้อมูลที่มากขึ้นและเอาไว้ใช้ประโยชน์ในภายหลัง ก็จำเป็นต้องหาอุปกรณ์เก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และจำนวนมากขึ้น โดยเฉพาะศูนย์ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บข้อมูลจำนวนมหาศาล
3. สถิติเชิงพรรณา(Descriptive Statistics) เป็นสถิติที่บรรยายคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษาจากลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มใหญ่หรือกลุ่มเล็กก็ได้ ผลของการศึกษาไม่สามารถนำไปอ้างอิงกลุ่มอื่นได้ เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน เป็นต้น

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาความเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านการท่องเที่ยวผู้สูงอายุจากแหล่งข้อมูลหลักต่าง ๆ
2. นำข้อมูลที่ได้จาก ข้อที่ 1 และจากโครงการย่อย ที่ 1 และ 2 เป็นแนวทางหลักสำหรับวิเคราะห์ และประมวลผลเกี่ยวกับ Data Center เพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา
3. ออกแบบรูปแบบ data center ให้เป็นต้นแบบของศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุ
4. เสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก data center

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิจัย

จากการดำเนินวิจัยตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ.2560 เป็นต้นมา การวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่าเว็บไซต์เกี่ยวกับการท่องเที่ยวในปัจุบันไม่ได้มุ่งเน้นนำเสนอข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจงสำหรับผู้สูงอายุจึงเป็นที่มาในการดำเนินการวิจัยระยะแรก ซึ่งโครงการมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลออนไลน์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการบริหารจัดการการท่องเที่ยวผู้สูงอายุ และออกแบบเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่ข้อมูลด้านการท่องเที่ยวเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการท่องเที่ยว การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการและพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวจากโครงการย่อย 1 และย่อย 2 โครงการย่อย 3 จึงได้ดำเนินการสำรวจความต้องการเว็บไซต์เบื้องต้นจากผู้สูงอายุที่ใช้งานอินเทอร์เน็ต เพื่อนำมาออกแบบเว็บไซต์ที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน รวมทั้งการออกแบบเว็บไซต์สำหรับเผยแพร่ข้อมูลด้านการท่องเที่ยว และได้ออกแบบฐานข้อมูลสำหรับรวบรวมข้อมูลทุกส่วนที่เกี่ยวข้องด้านการท่องเที่ยวผู้สูงอายุเบื้องต้น พร้อมทั้งพัฒนาระบบจัดการข้อมูลสำหรับผู้ดูแลเว็บไซต์ (Admin) ที่แสดงฐานข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ฐานข้อมูลโรงพยาบาล และฐานข้อมูลสถานีตำรวจ ของพื้นที่อารยธรรมล้านนา ซึ่งจากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่าเว็บไซต์เกี่ยวกับการท่องเที่ยวที่พัฒนานั้นไม่ได้มุ่งเน้นนำเสนอข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจงสำหรับนักท่องเที่ยวผู้สูงอายุ จึงเป็นที่มาในการดำเนินการวิจัยระยะต่อมา

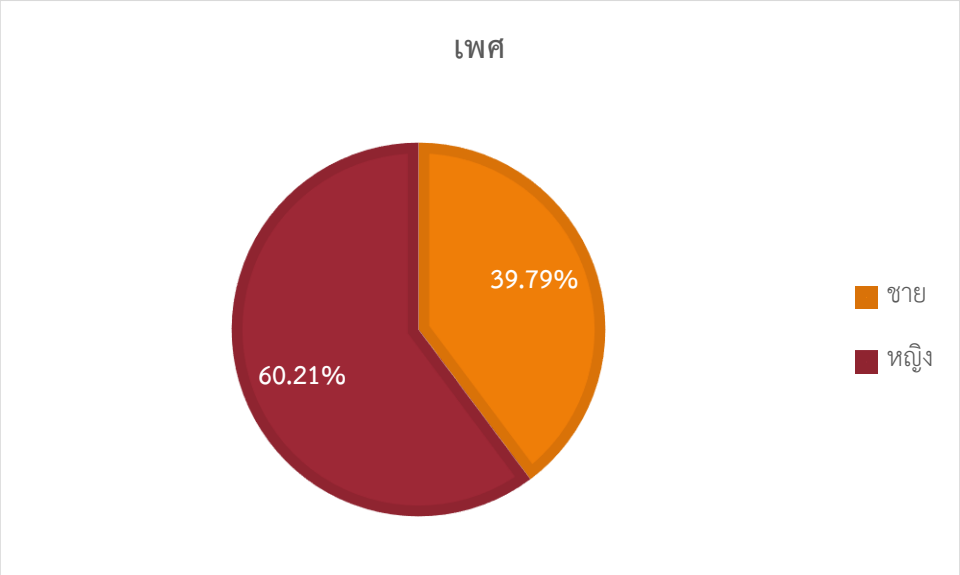
ต่อมาทางโครงการวิจัย ดิจิทัลเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา ได้ศึกษาความเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านการท่องเที่ยวผู้สูงอายุจากแผน โครงการย่อย 1 ย่อย 2 และแหล่งข้อมูลหลักต่าง ๆ เป็นแนวทางหลักเพื่อออกแบบรูปแบบ data center ให้เป็นต้นแบบของศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุ พร้อมทั้งเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก data center เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา โครงการจึงดำเนินการวิจัยและได้องค์ประกอบของแบบจำลองศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมดังนี้ องค์ประกอบด้านโครงสร้างฐานข้อมูลสำหรับต้นแบบศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา องค์กอบด้านการจัดการข้อมูลกล่าวถึงอุปกรณ์และบุคลากรที่ควรมีในศูนย์ข้อมูลนี้ และตัวอย่างการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนาเพื่อนำเสนอการนำองค์ความรู้ไปใช้ต่อยอด โดยที่ศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุได้

4.1 ผลการตอบแบบสอบถามความต้องการด้านเว็บไซต์

โครงการวิจัยเรื่อง “ดิจิทัลเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา” ได้ดำเนินงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการในการใช้งานเว็บไซต์ของผู้สูงอายุ เพื่อสำรวจความต้องการในการใช้งานด้านรูปแบบและการแสดงผลที่เหมาะสมและต้องตามความต้องการของผู้ใช้ โดยเน้นเก็บข้อมูลแบบออนไลน์เพื่อให้สามารถออกแบบการใช้งานให้ตอบโจทย์กลุ่มเป้าหมายคือ ผู้สูงอายุที่ใช้อินเตอร์เน็ต โดยใช้สถิติเชิงพรรณาในการวิเคราะห์แบบสอบถาม สำหรับการตอบแบบสอบถามเบื้องต้นของผู้ร่วมตอบ

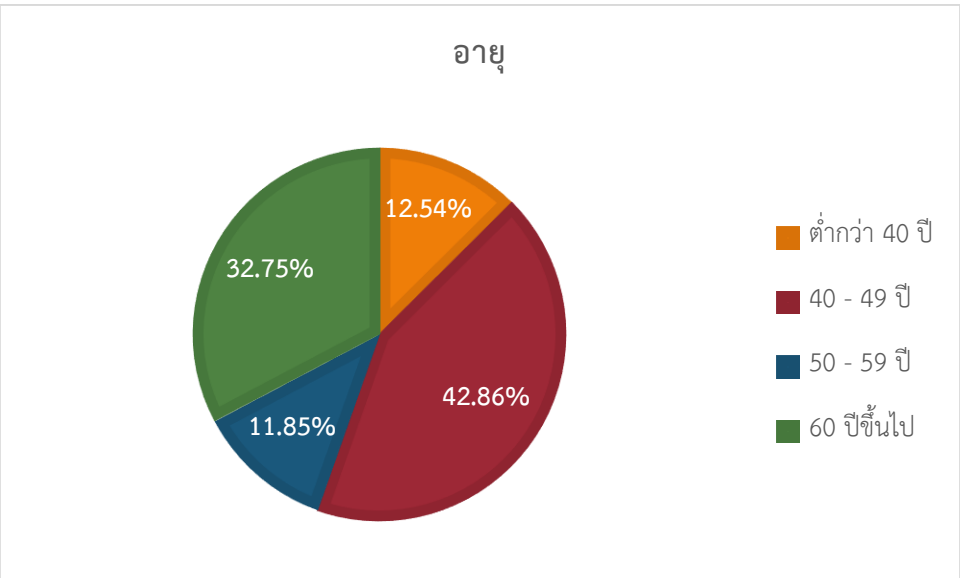
แบบสอบถามจำนวนทั้งสิ้น 289 คน โดยเก็บรวมรวบข้อมูลตั้งแต่วันที่ 14 มิถุนายน 2560 ถึงวันที่ 10 กรกฎาคม 2560 ดังนี้

4.1.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป



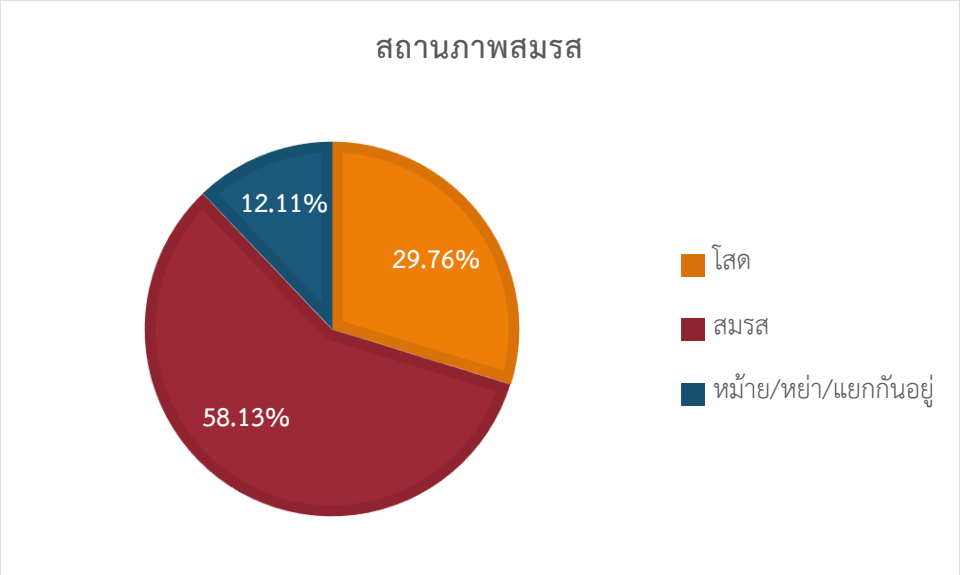
ภาพที่ ย่อย3-7 แสดงร้อยละของเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 60.21 และเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 39.79



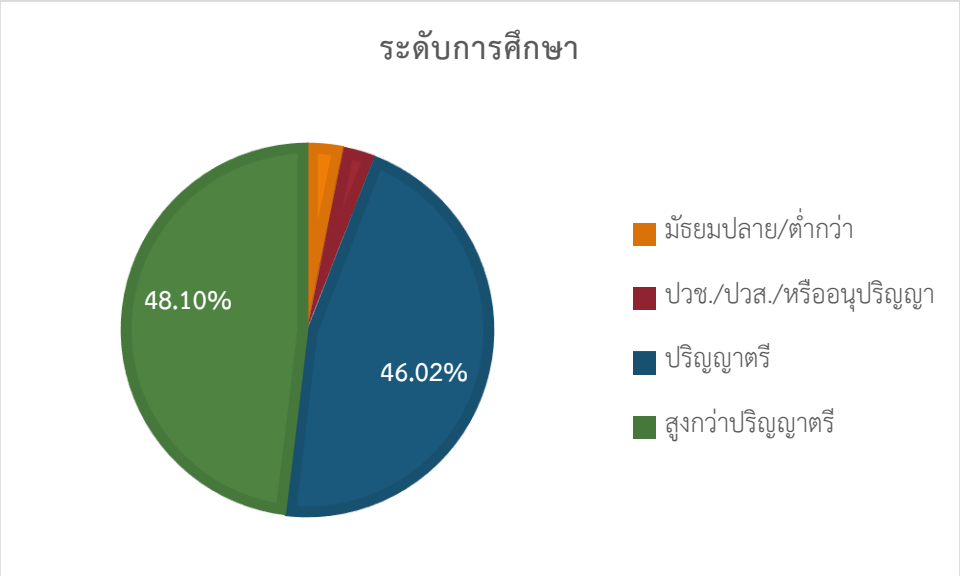
ภาพที่ ย่อย3-8 แสดงร้อยละของอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 40 – 49 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.86 รองลงมาเป็นผู้ที่มีอายุในช่วง 60 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 32.75 และผู้ที่มีอายุต่ำกว่า 40 ปี และผู้ที่มีอายุในช่วง 50 – 59 ปี ตามลำดับ



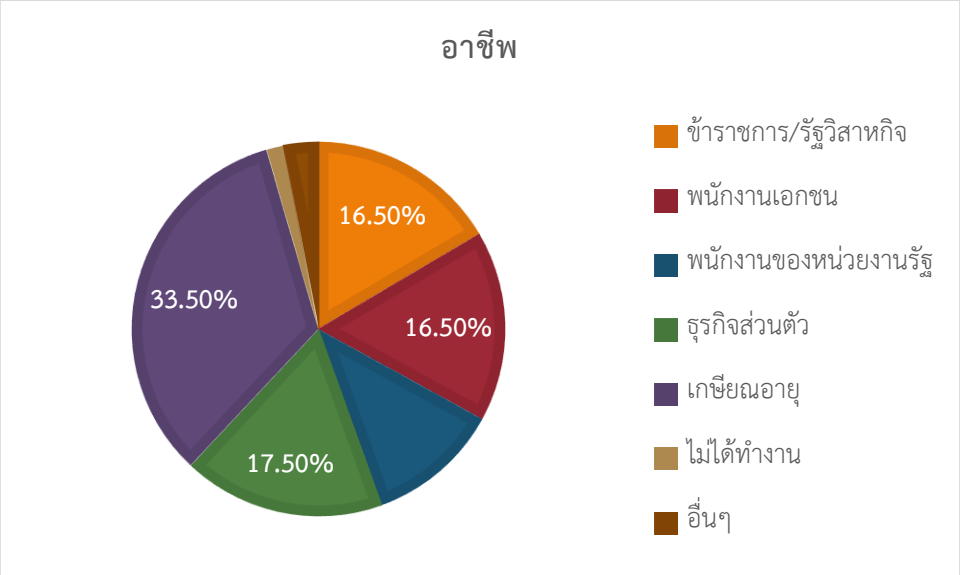
ภาพที่ ย่อย3-9 แสดงร้อยละของสถานภาพสมรสของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ร้อยละ 58.13 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 29.76 มีสถานภาพโสด และร้อยละ 12.11 มีสถานภาพ หม้าย/หย่า/แยกกันอยู่



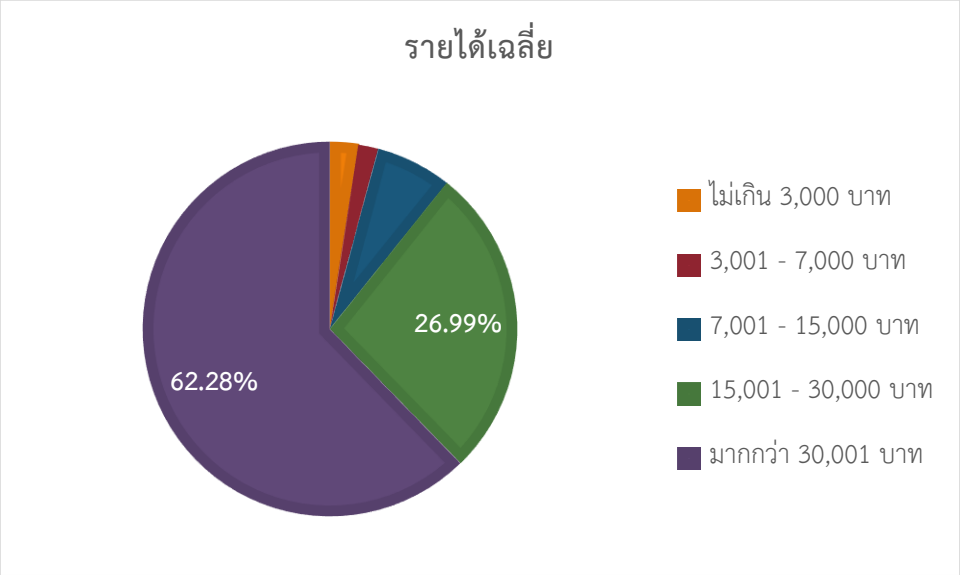
ภาพที่ ย่อย3-10 แสดงร้อยละของระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จบการศึกษาสูงกว่าระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อย 48.10 รองลงมาจบการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 46.02 และมัธยมปลาย/ต่ำกว่า ร้อยละ 3.11 และปวช./ปวส./หรืออนุปริญญา ร้อยละ 2.77 ตามลำดับ



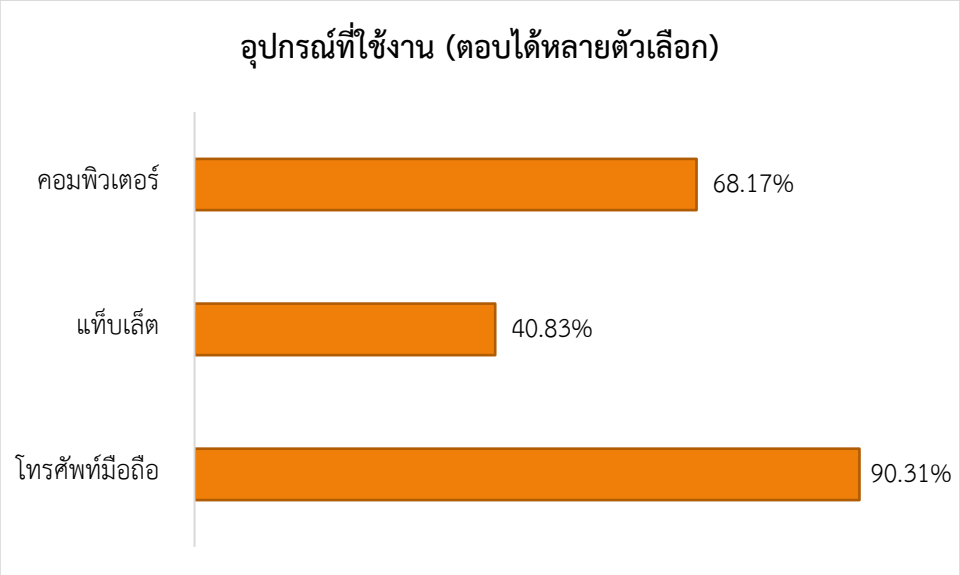
ภาพที่ ย่อย3-11 แสดงร้อยละของอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ที่ตอบแบบสอบถาม ร้อยละ 33.50% เกษียณอายุ ร้อยละ 17.50 ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 16.50 ประกอบอาชีพข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ และ16.50% ประกอบอาชี พนักงานเอกชน



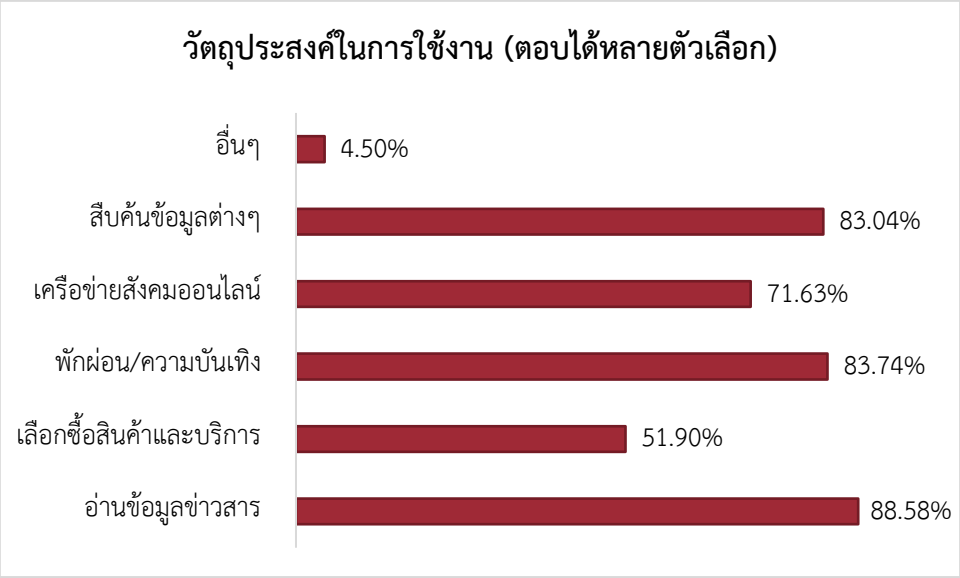
ภาพที่ ย่อย3-12 แสดงร้อยละของรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ 3 อันดับแรกมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน มากกว่า 30,001 บาท, 15,001 – 30,000 บาท และ 7,001 – 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 62.28, 26.99 และ 6.57 ตามลำดับ



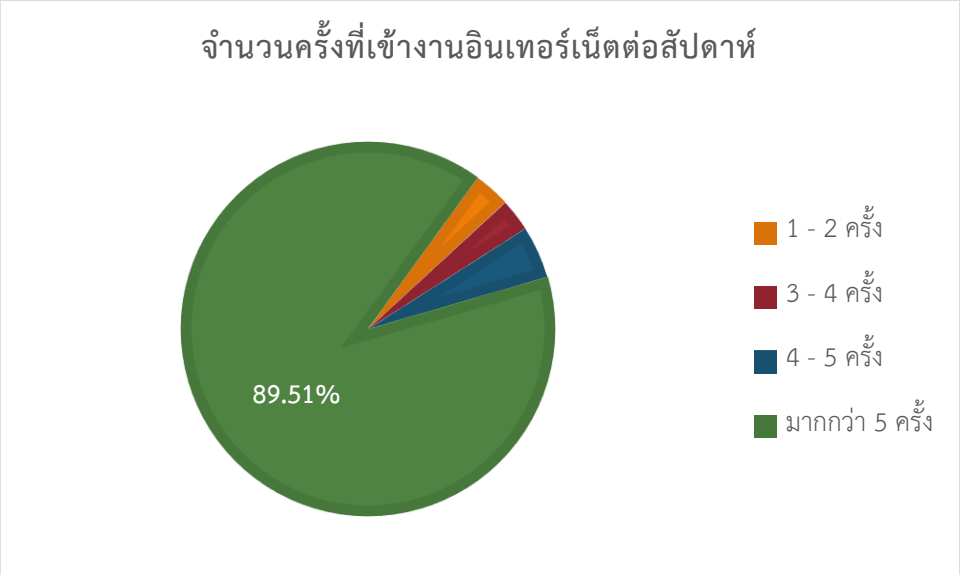
ภาพที่ ย่อย3-13 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้งานในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์มือถือในการใช้งานอินเทอร์เน็ต คิดเป็น 90.31% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และการใช้งานอินเทอร์เน็ตจากการใช้คอมพิวเตอร์และแท็บเล็ต คิดเป็น 68.17% และ 40.83% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด ตามลำดับ



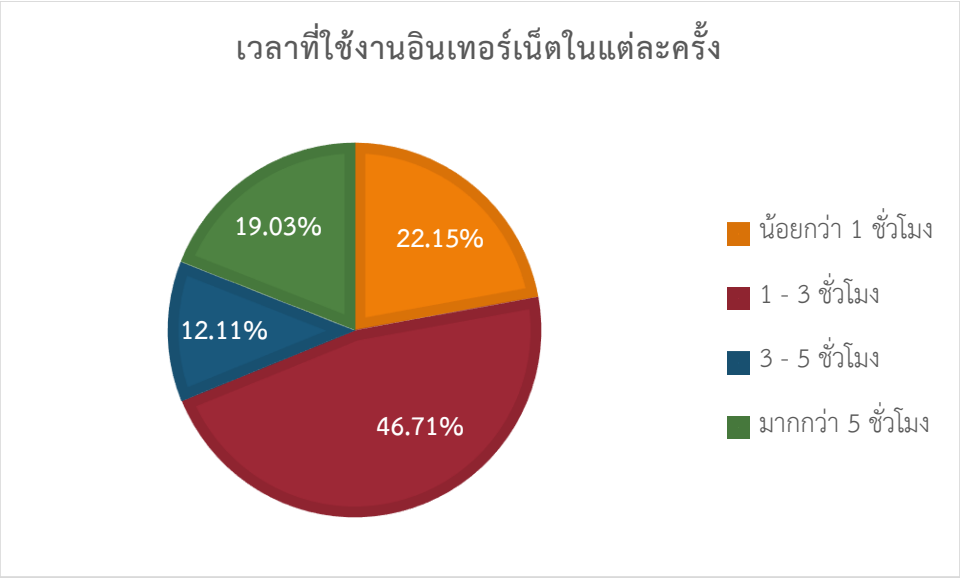
ภาพที่ ย่อย3-14 แสดงวัตถุประสงค์ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้งานอินเทอร์เน็ตในการอ่านข้อมูลข่าวสาร, พักผ่อน/ความบันเทิง และ สืบค้นข้อมูลต่าง ๆ เป็น 3 ลำดับแรก คิดเป็น 88.58%, 83.74% และ 83.04% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด



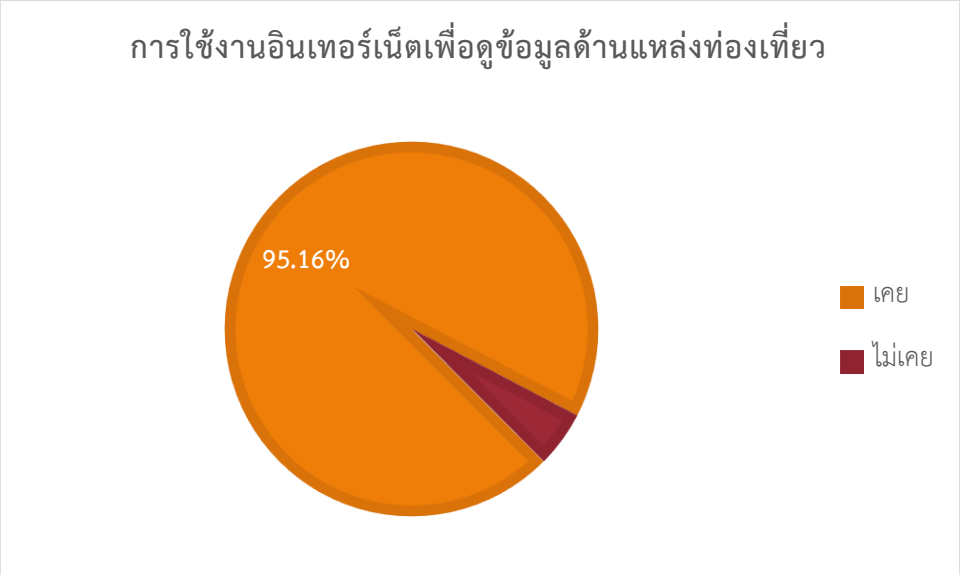
ภาพที่ ย่อย3-15 แสดงร้อยละของจำนวนครั้งที่เข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ร้อยละ 89.51 มีการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตมากกว่า 5 ครั้งต่อสัปดาห์ รองลงมาร้อยละ 4.55 ใช้งานอินเทอร์เน็ต 4 – 5 ครั้งต่อสัปดาห์



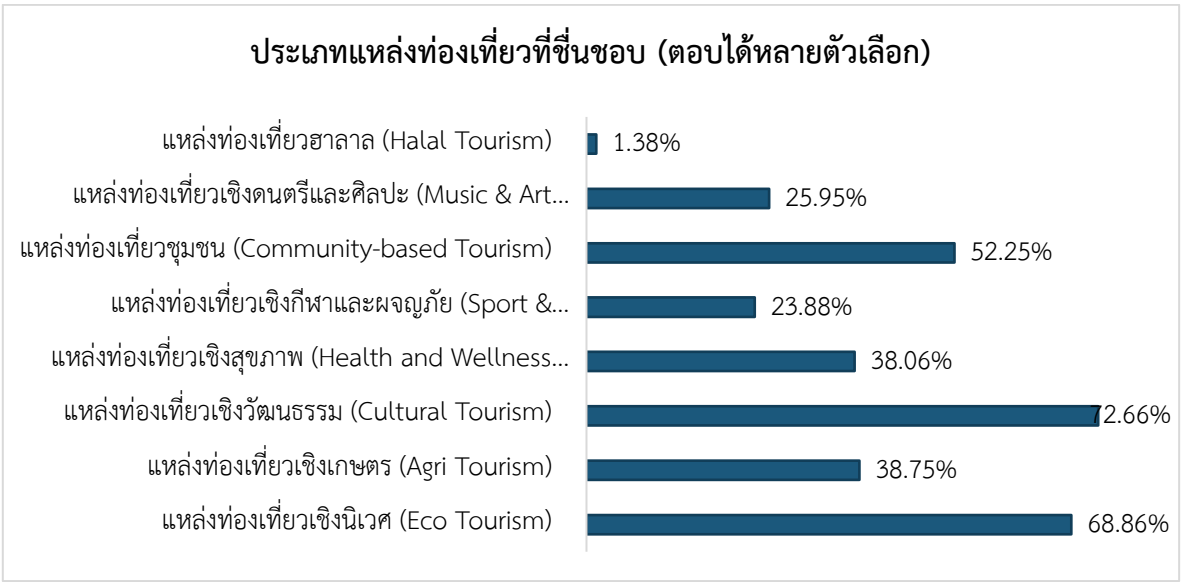
ภาพที่ ย่อย3-16 แสดงร้อยละของเวลาที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตในแต่ละครั้งของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ร้อยละ 46.71 ใช้งานอินเทอร์เน็ต 1 – 3 ชั่วโมงต่อการใช้งานในแต่ละครั้ง รองลงมาร้อยละ 22.15 ใช้งานอินเทอร์เน็ต น้อยกว่า 1 ชั่วโมงต่อการใช้งานในแต่ละครั้ง ร้อยละ 19.03 ใช้งานอินเทอร์เน็ตมากกว่า 5 ชั่วโมงในการใช้งานแต่ละครั้ง และร้อยละ 12.11 ใช้งานอินเทอร์เน็ต 3 – 5 ชั่วโมงต่อการใช้งานในแต่ละครั้ง



ภาพที่ ย่อย3-17 แสดงร้อยละของการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อดูข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 95.16 เคยใช้งานอินเทอร์เน็ตในการเข้าถึงข้อมูลเพื่อดูข้อมูลด้านแหล่งท่องเที่ยว และผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 4.84 ไม่เคยใช้งานอินเทอร์เน็ตในการเข้าถึงข้อมูลเพื่อดูข้อมูลด้านแหล่งท่องเที่ยว



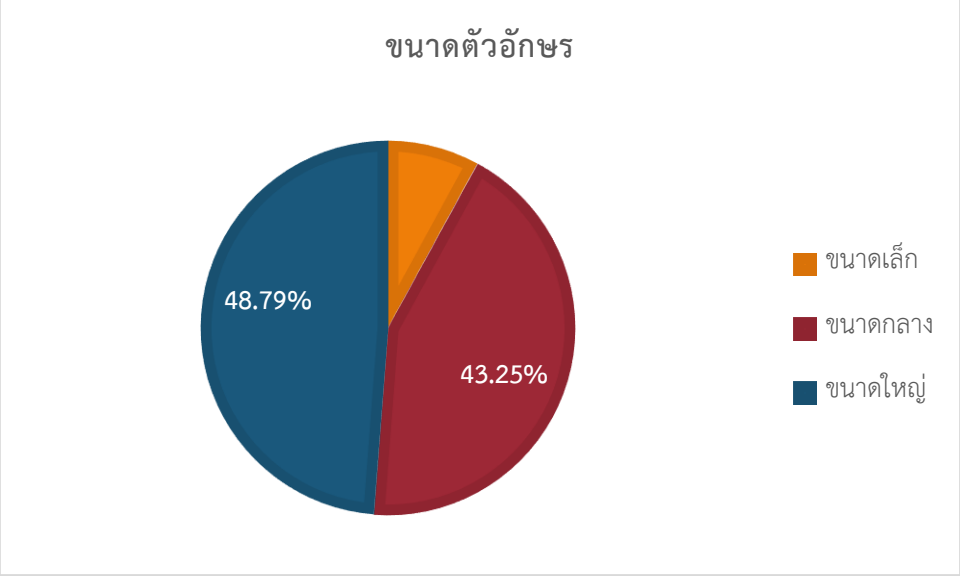
ภาพที่ ย่อย3-1 แสดงประเภทแหล่งท่องเที่ยวที่ชื่นชอบของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์เกี่ยวกับประเภทของแหล่งท่องเที่ยวที่ผู้ตอบแบบสอบถามชื่นชอบ พบว่าแหล่งท่องเที่ยวที่ผู้ตอบแบบสอบถามชื่นชอบมากที่สุด ได้แก่

1. แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม คิดเป็น 72.66% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด
2. แหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ คิดเป็น 68.86% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด
3. แหล่งท่องเที่ยวชุมชน คิดเป็น 52.25% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด
4. แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร คิดเป็น 38.75% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

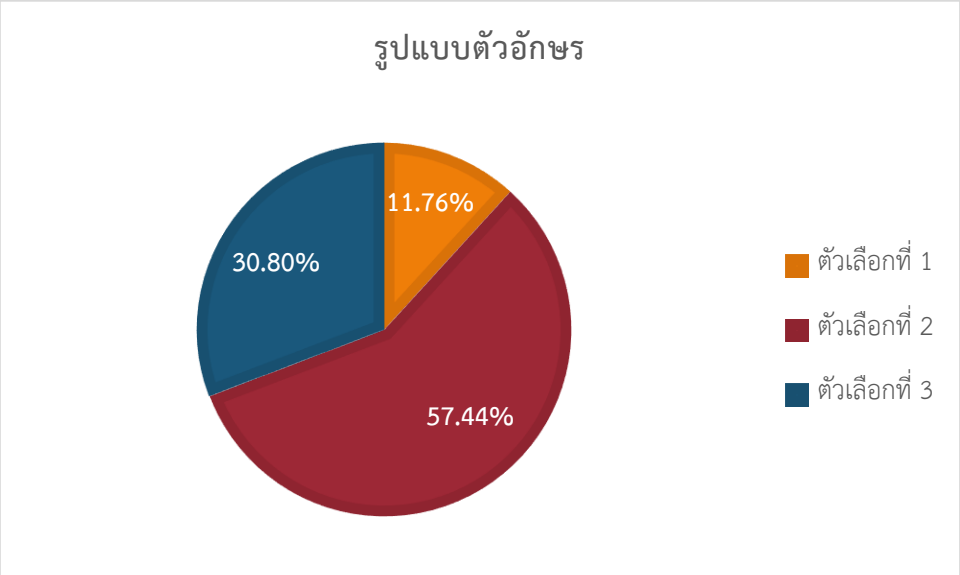
5. แหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ คิดเป็น 38.06% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด
6. แหล่งท่องเที่ยวเชิงดนตรีและศิลปะ คิดเป็น 25.95% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด
7. แหล่งท่องเที่ยวเชิงกีฬาและผจญภัย คิดเป็น 23.88% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด
8. แหล่งท่องเที่ยวฮาลาล คิดเป็น 1.38% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

4.1.2 ส่วนที่ 2 ด้านความต้องการส่วนแสดงผลหน้าเว็บไซต์



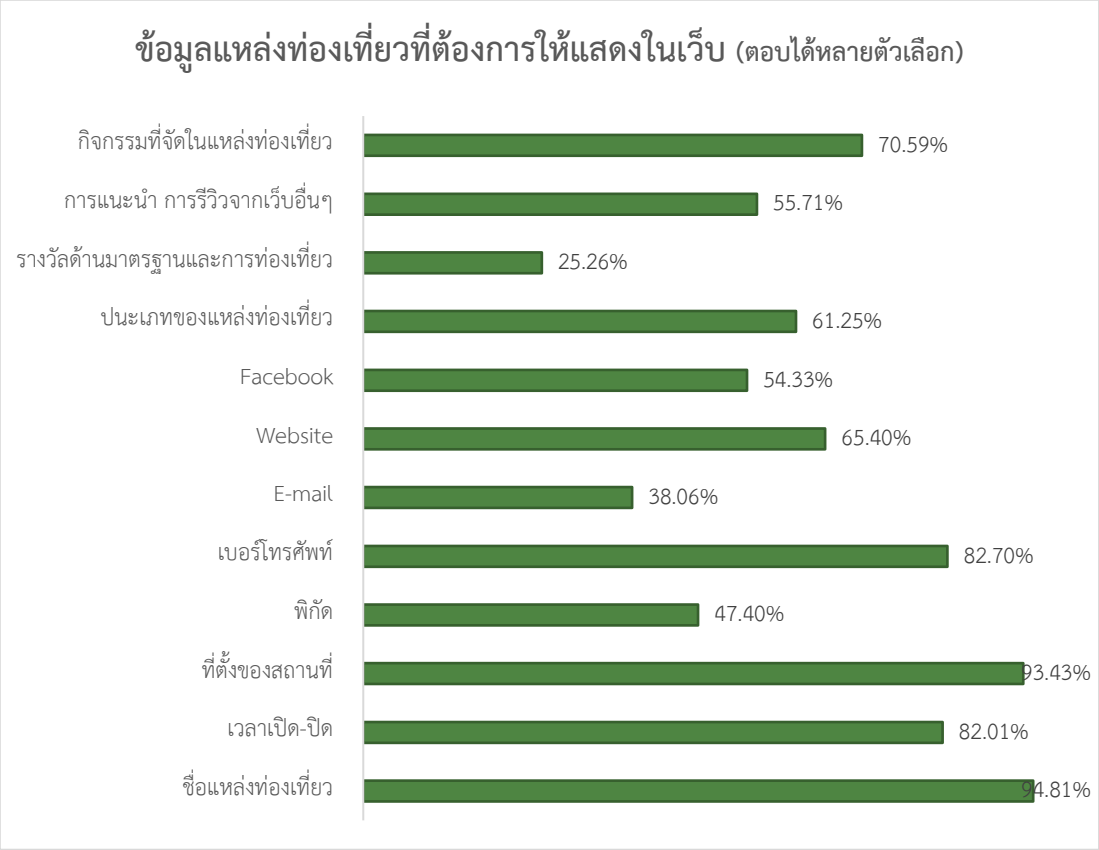
ภาพที่ ย่อย3-19 แสดงร้อยละของขนาดตัวอักษรที่ต้องการของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 48.79 อยากให้เว็บไซต์มีตัวหนังสือขนาดใหญ่ ร้อยละ 43.25 อยากให้เว็บไซต์มีตัวหนังสือขนาดกลาง และร้อยละ 7.96 อยากให้เว็บไซต์มีตัวหนังสือขนาดเล็ก



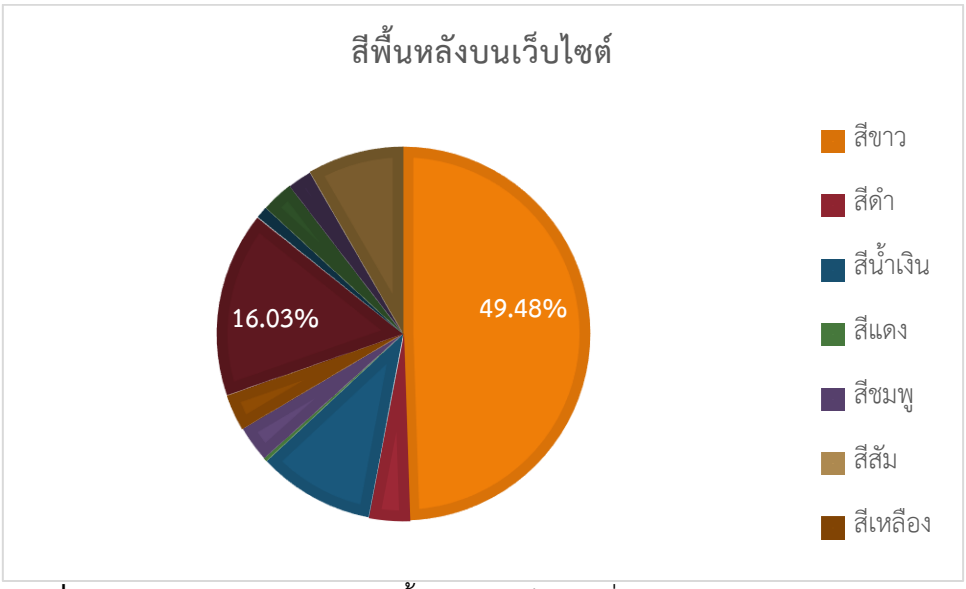
ภาพที่ ย่อย3-20 แสดงร้อยละของรูปแบบตัวอักษรที่ต้องการของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการตอบแบบสอบถามออนไลน์ด้านรูปแบบตัวอักษรที่ต้องการบนเว็บ ซึ่งมีให้เลือก 3 แบบ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 57.44, 30.80 และ 11.76 เลือกแบบที่ 2, แบบที่ 3 และแบบที่ 1 ตามลำดับ



ภาพที่ ย่อย3-21 แสดงข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวที่ต้องการให้แสดงบนเว็บของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์เกี่ยวกับข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวที่ต้องการให้แสดงบนเว็บ พบว่า ข้อมูลที่ต้องการให้แสดงที่เกินร้อยละ 60 ได้แก่ ชื่อแหล่งท่องเที่ยว, ที่ตั้ง, เบอร์โทรศัพท์, เวลาเปิด-ปิด, กิจกรรมที่จัดในแหล่งท่องเที่ยว, เว็บไซต์ของแหล่งท่องเที่ยว และประเภทของแหล่งท่องเที่ยว



ภาพที่ ย่อย3-22 แสดงร้อยละของสีพื้นหลังบนเว็บไซต์ที่ต้องการของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการตอบแบบสอบถามออนไลน์เกี่ยวกับสีพื้นหลังที่ต้องการแสดงบนเว็บไซต์ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ร้อยละ 49.48 เลือกสีขาว รองลงมาร้อยละ 16.03 เลือกสีเขียว

4.1.3 ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะจากผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

- แนะนำให้มีระบบรักษาความปลอดภัยในแต่ละสถานที่ และหน่วยปฐมพยาบาลเบื้องต้นให้ผู้สูงวัยค่ะ
- ภายในเว็บไซต์แหล่งท่องเที่ยวควรมีเนื้อหาที่มีลักษณะเสียงแทรกเข้าไปด้วย เพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว และมีระบบถามตอบให้ความรู้ของแหล่งนั้น ๆ
- เปิดช่องแสดงความคิดเห็น (Comment)
- อยากให้มีการจัดลำดับความนิยมของแหล่งท่องเที่ยว แยกตามประเภท/รสนิยม ของนักท่องเที่ยวด้วย
- สถานที่ท่องเที่ยวหรือร้านอาหารใกล้เคียง น่าจะมีข้อมูลเพิ่มให้ด้วยค่ะ เพราะบางทีการได้ท่องเที่ยวหลาย ๆ ที่ หรือร้านอาหารระหว่างเดินทางก็เป็นส่วนประกอบในการตัดสินใจไปที่ท่องเที่ยวนั้น ๆ ค่ะ
- ควรมีทางลาดสำหรับรถเข็นข้างบันได เพื่อให้ผู้พิการและผู้สูงอายุเข้าถึง ห้องน้ำทุกห้องควรมีราวจับกันล้ม สำหรับคนทั่วไปและผู้สูงอายุ ควรกันที่จอดรถสำหรับรถที่มีรถล้อเข็นมาด้วย 1 ใน 50 ถึง 1 ใน 20 ช่อง (2-5%)
- ทางลาดสำหรับรถเข็น ห้องน้ำสำหรับรถเข็น ที่จอดรถยนต์กันไว้ 2-5%
- อยากให้แหล่งท่องเที่ยวทุกแห่ง รักษาความสะอาดและความเป็นธรรมชาติไว้ให้มากที่สุด เท่าที่เคยไปมาสถานที่เที่ยวบางแห่งสกปรกมากมีขยะเต็มไปหมด ถังขยะควรมีฝาปิดให้มิด โดยเฉพาะแหล่งท่องเที่ยวที่ติดชายทะเล จะมีลมแรงมากทำให้ลมพัดพวกถุงพลาสติกปลิวเกลื่อนตามชายหาด
- ตัวหนังสือและความหนา ความชัดแจน อ่านแล้วสบายตา
- ให้มีข้อมูลของการแพทย์ฉุกเฉินในเว็บไซต์ด้วยครับ
- เน้นท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์
- มีรูปภาพให้ดูหลาย ๆ มุม Update อยู่เสมอและไม่fake ;)
- ควรมีรายละเอียดของสถานที่ การเดินทาง รูปที่พัก ฯลฯ ให้ละเอียดที่สุดเท่าที่เป็นไปได้
- ควรมีแนะนำแหล่งท่องเที่ยวที่น่าสนใจ และกิจกรรมการท่องเที่ยวตลอดปี ที่พักที่แนะนำในแต่ละที่ ร้านอาหาร และสถานที่แนะนำ
- การจัดการเรื่องการเดินทางไปและภายในสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุ ลดค่าบริการให้ผู้สูงอายุ จัด หรือติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือ ตัวช่วยสำหรับผู้สูงอายุในสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ จัดข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นระบบ หาง่าย ติดต่อง่าย จ่ายเงินง่าย ไม่ซับซ้อน

- รายละเอียดที่ให้ต้องมีรูปประกอบและมีข้อความ คำแนะนำ คำอธิบายภาพ เส้นทาง ด้วยตัวหนังสือ ขนาดใหญ่ ทุก ๆ ที่ค่ะ สำคัญยิ่งสำหรับผู้สูงอายุ
- ควรมีภาพของแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นไฮไลท์ประกอบมาก
- สิ่งอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุ อาทิ มีการประกันอุบัติเหตุให้อยู่แล้วสำหรับผู้มาเยือน ห้องน้ำ สถานพยาบาล และระบบการส่งต่อกรณีร้ายแรง ผู้ให้ข่าวสารความช่วยเหลือที่มีความชำนาญความรู้และจิตใจให้บริการ เป็นต้น
- ต้องการทราบประวัติการตั้งชุมชน ชื่อบ้านนามเมือง กลุ่มชาติพันธุ์ วิถีชุมชน วัฒนธรรมท้องถิ่น ความเชื่อ ประเพณีท้องถิ่นเป็นต้น
- ควรบอกเรื่องที่พักที่อยู่ไม่ไกลจากที่ท่องเที่ยวพร้อมราคา และหมายเหตุด้วยก็ดีว่าอนุญาตให้นำสัตว์เลี้ยงเข้าพักได้
- แหล่งท่องเที่ยวควรมีที่นั่ง ในที่ร่ม มีห้องน้ำที่สะอาด สิ่งอำนวยความสะดวกพอควร
- ควรมีภาพที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไฟล์ไม่ใหญ่มาก (เปลืองเน็ต) เน้นภาพมากกว่าตัวหนังสือ
- ให้มีบริการฟรีสำหรับผู้สูงอายุ
- คำแนะนำ วิธีการท่องเที่ยวของแต่ละสถานที่ จุดเด่น ข้อเปรียบเทียบกับสถานที่ท่องเที่ยวลักษณะเดียวกัน
- บอกแหล่งข้อมูลที่ชัดเจนเพื่อเป็นที่สนใจในการท่องเที่ยวในแต่ละที่
- แนะเส้นทางเดินทางและประเภทของพาหนะที่สามารถนำไปถึงแหล่งท่องเที่ยว

4.1.4สรุปแบบสอบถาม

จากแบบสอบถามออนไลน์เบื้องต้นพบว่ารูปแบบ และขนาดอักษรที่ควรนำไปใช้คือ Browallia New ขนาด 36pt ดังภาพที่ ย่อย 3-23 และ ข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวที่คนส่วนใหญ่เกินร้อยละ 60 ต้องการให้แสดงบนเว็บ ได้แก่ ชื่อแหล่งท่องเที่ยว, ที่ตั้ง, เบอร์โทรศัพท์, เวลาเปิด-ปิด, กิจกรรมที่จัดในแหล่งท่องเที่ยว, เว็บไซต์ของแหล่งท่องเที่ยว และประเภทของแหล่งท่องเที่ยว ส่วนสีพื้นหลังของเว็บไซต์ที่ต้องการมากที่สุด ร้อยละ 49.48 เลือกพื้นหลังสีขาว รองลงมาร้อยละ 16.03 เลือกพื้นหลังสีเขียว

ภาพที่ ย่อย3-23 แสดงรูปแบบและขนาดอักษรที่ได้จากผลแบบสอบถาม

4.2 ออกแบบเว็บไซต์

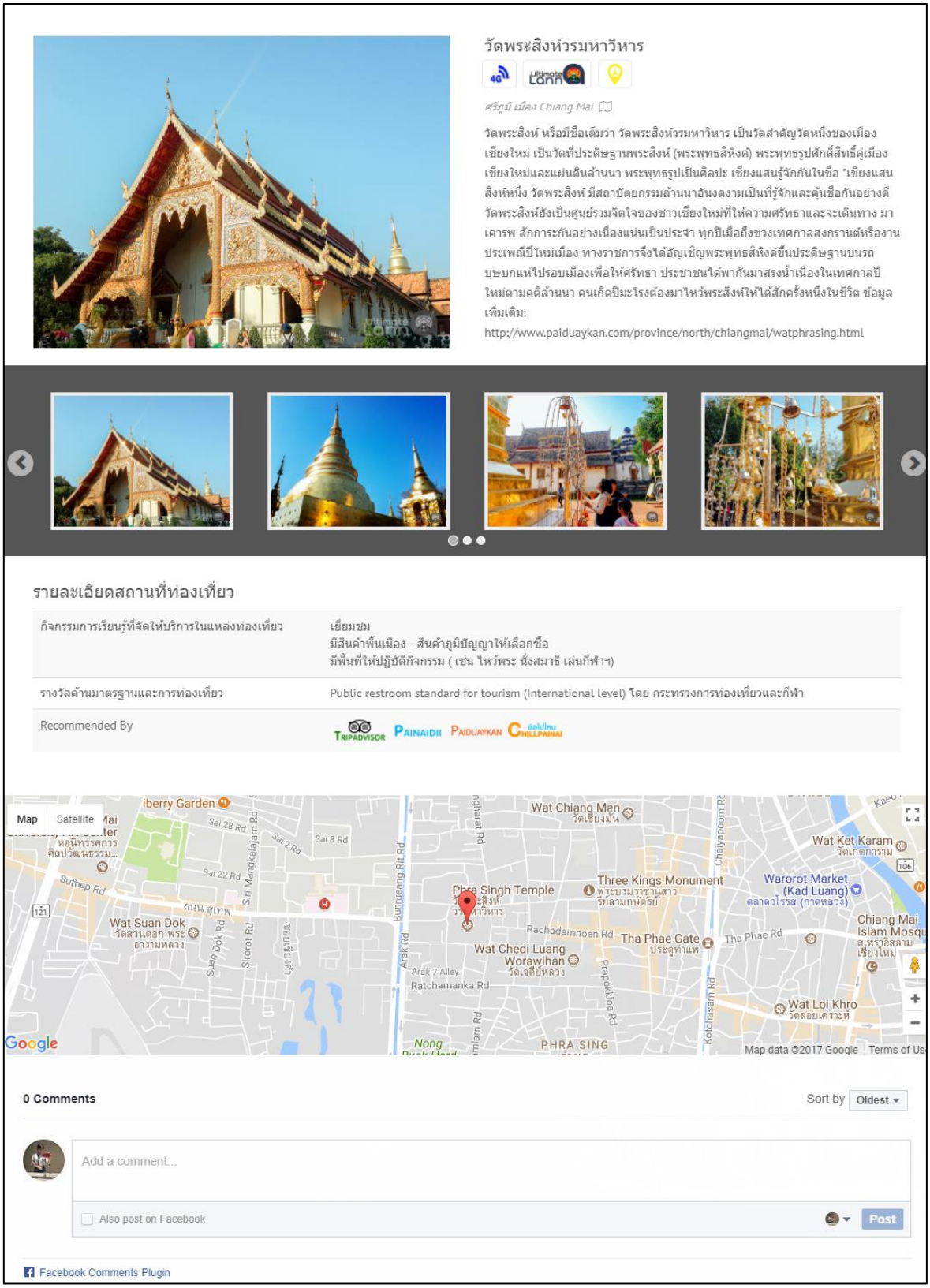
4.2.1 ออกแบบเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการและพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวจากโครงการย่อย 1 และย่อย 2

การออกแบบเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการและพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวผู้สูงอายุให้กับสมาชิกเว็บไซต์ การนำเสนอผลการวิเคราะห์จากแบบประเมินโครงการย่อย 1 และแบบสอบถามโครงการย่อย 2 ทำให้ทราบรูปแบบที่เป็นไปได้ของข้อมูล ได้แก่ ข้อความ ไฟล์เอกสาร รูปภาพ กราฟแท่ง กราฟวงกลม ตาราง และวิดีทัศน์ ดังนั้น เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บและนำเสนอกราฟชนิดต่าง ๆ และตาราง จะถูกแปลงและนำเสนอด้วยรูปภาพแทน ดังนั้นข้อมูล/สื่อที่ปรากฏบนหน้าเว็บไซต์ประกอบด้วย

1) ข้อความ ตัวอักษร
2) ไฟล์เอกสาร
3) รูปภาพ
4) วิดีทัศน์

4.2.2 เพื่อเผยแพร่ข้อมูลด้านการท่องเที่ยว

ผลจากแบบสอบถามออนไลน์ พบว่า องค์ประกอบต่าง ๆ บนเว็บไซต์ที่ต้องการได้แก่ ขนาดตัวอักษรขนาดใหญ่ รูปแบบอักษร Browallia New หลังสีขาว ข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวทั่วไปที่ต้องการ เช่น ชื่อแหล่งท่องเที่ยว, ที่ตั้ง, เบอร์โทรศัพท์, เวลาเปิด-ปิด, กิจกรรมที่จัดในแหล่งท่องเที่ยว, เว็บไซต์ของแหล่งท่องเที่ยว และประเภทของแหล่งท่องเที่ยว เป็นต้น จึงนำผลสรุปจากแบบสอบถามออนไลน์ที่ได้มาออกแบบเว็บไซต์เบื้องต้นเพื่อให้สอดคล้องกับการนำเสนอข้อมูล ดังภาพที่ ภาพที่ ย่อย 3-31

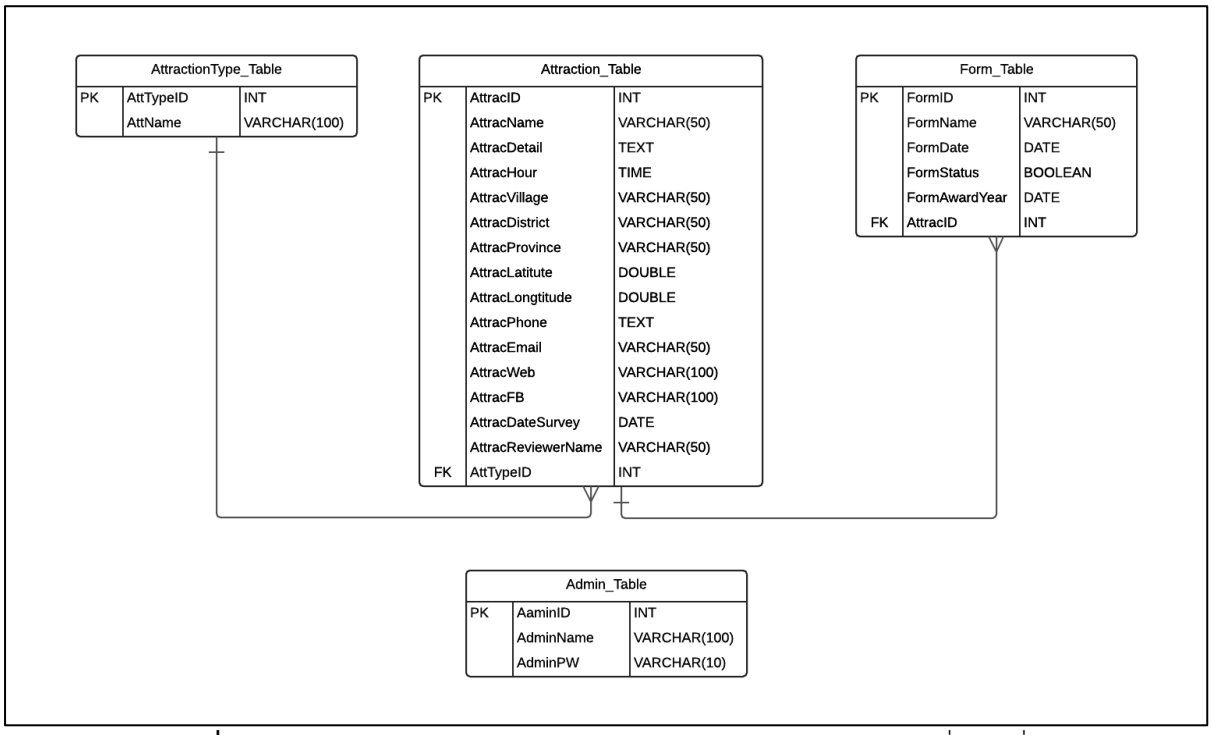


ภาพที่ ย่อย3-24 แสดงตัวอย่างการแสดงผลแหล่งท่องเที่ยวหน้าเว็บไซต์

4.3 ออกแบบฐานข้อมูล

ในการออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อจัดการและจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจให้เป็นระบบแบบแผน และง่ายต่อการสืบค้นและวิเคราะห์ต่อยอดได้ในอนาคต นำเสนอในรูปแบบ ER-Diagram การออกแบบฐานข้อมูลบางส่วน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล (Data Structure) สถานที่ท่องเที่ยว



ภาพที่ ย่อย3-25 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของระบบฐานข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว

จากภาพที่ ย่อย 3-25 รายละเอียดของโครงสร้างฐานข้อมูลมีดังนี้

ตารางที่ ย่อย3-3 แสดงรายละเอียดของตารางข้อมูล Form

Form_Table		
Attribute	Type	Mean
FormID	INT	รหัสฟอร์ม
FormName	VARCHAR(50)	ชื่อฟอร์ม
FormDate	DATE	วันที่กรอกฟอร์ม
FormStatus	BOOLEAN	สถานะฟอร์ม
FormAwardYear	DATE	ปีที่ได้รางวัล
AttracID	INT	รหัสสถานที่ท่องเที่ยว

ตารางที่ ย่อย3-4 แสดงรายละเอียดของตารางสถานที่ท่องเที่ยว

Attraction_Table		
Attribute	Type	Mean
AttracID	INT	รหัสสถานที่ท่องเที่ยว
AttracName	VARCHAR(50)	ชื่อสถานที่ท่องเที่ยว
AttracDetail	TEXT	ข้อมูลเบื้องต้น
AttracHour	TIME	เวลาเปิด-ปิด
AttracVillage	VARCHAR(50)	ที่อยู่ หมู่บ้าน
AttracDistrict	VARCHAR(50)	อำเภอ
AttracProvince	VARCHAR(50)	จังหวัด
AttracLatitute	DOUBLE	ละติจูด
AttracLongtitude	DOUBLE	ลองติจูด
AttracPhone	TEXT	เบอร์โทรศัพท์
AttracEmail	VARCHAR(50)	อีเมล์ที่ใช้ติดต่อ
AttracWeb	VARCHAR(100)	เว็บไซต์
AttracFB	VARCHAR(100)	เฟสบุ๊ค
AttracDateSurvey	DATE	วันที่สำรวจสถานที่ท่องเที่ยว
AttracReviewerName	VARCHAR(50)	ผู้รีวิวสถานที่ท่องเที่ยว
AttTypeID	INT	ประเภทของสถานที่ท่องเที่ยว

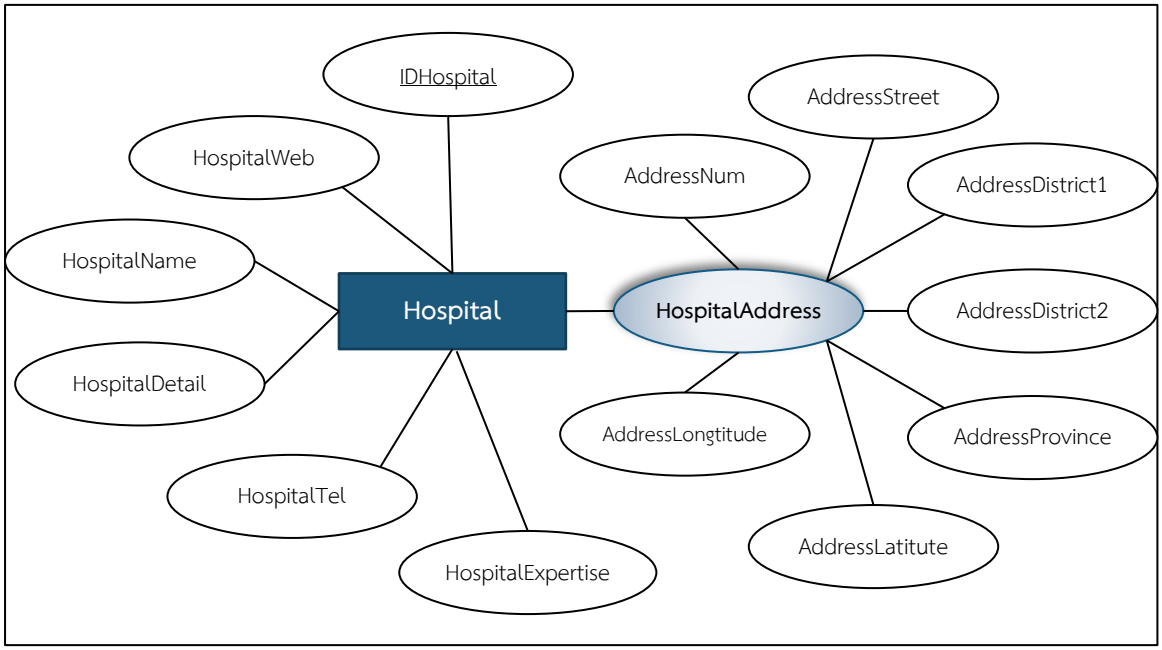
ตารางที่ ย่อย3-5 แสดงรายละเอียดตารางประเภทของสถานที่ท่องเที่ยว

AttractionType_Table		
Attribute	Type	Mean
AttTypeID	INT	รหัสประเภทของสถานที่ท่องเที่ยว
AttName	VARCHAR(100)	ชื่อประเภทสถานที่ท่องเที่ยว

ตารางที่ ย่อย3-6 แสดงรายละเอียดข้อมูล Admin

Admin_Table		
Attribute	Type	Mean
AdminID	INT	รหัส Admin
AdminName	VARCHAR(100)	ชื่อ
AdminPW	VARCHAR(10)	Password

4.3.2 ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล (Data Structure) โรงพยาบาล

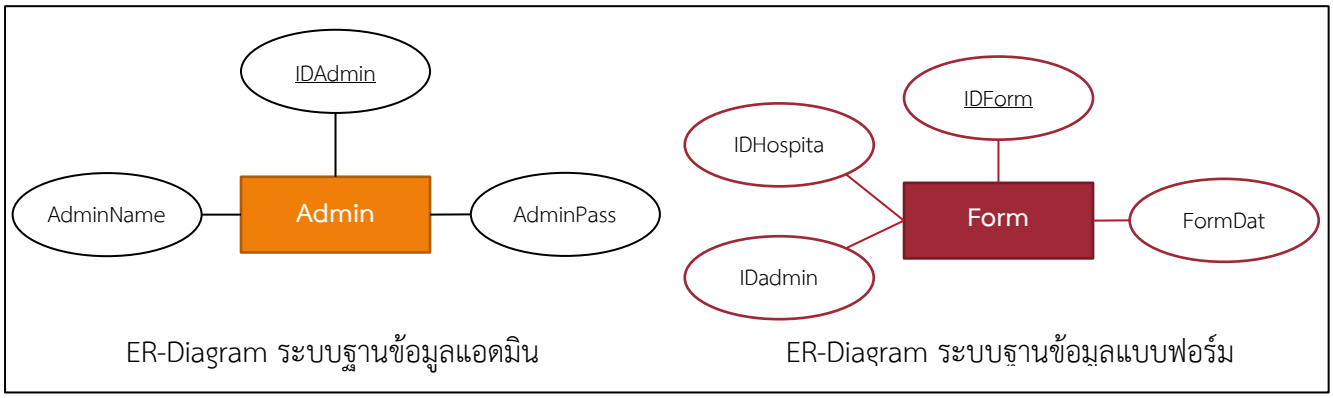


ภาพที่ ย่อย3-26 ER-Diagram ระบบฐานข้อมูลโรงพยาบาล

จากภาพที่ ย่อย 3-25 แสดงถึงเอนทิตี้ (Entity) ที่ชื่อว่า Hospital ที่ประกอบไปด้วยแอททริบิวต์ (Attribute) ที่เชื่อมโยงกับเอนทิตี้ด้วยเส้นตรงที่ลากเชื่อมระหว่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

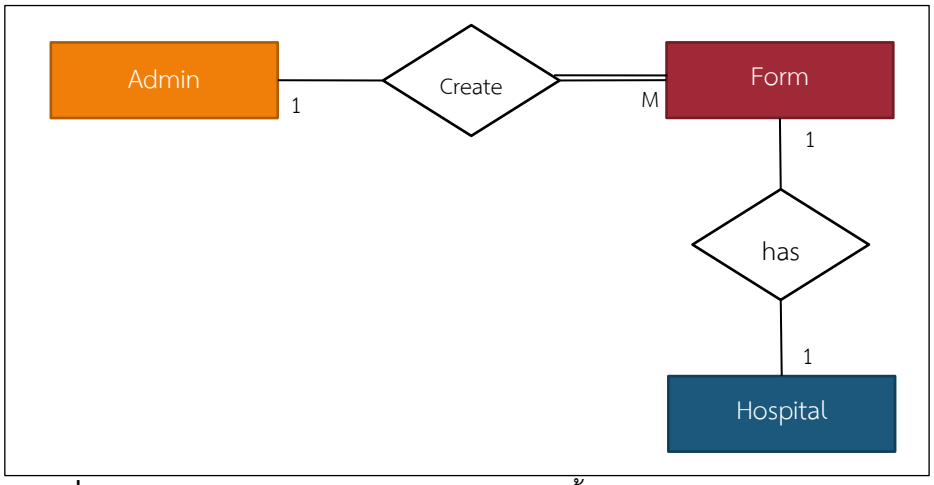
- IDHospital เป็นแอททริบิวต์ที่กำหนดให้เป็นคีย์ของเอนทิตี้ (Key Attribute)
- HopitalAddress เป็นแอททริบิวต์ที่สามารถแยกออกเป็นแอททริบิวต์ย่อย ๆ ได้ (Composite Attribute)

ในการเพิ่มข้อมูลโรงพยาบาลจำเป็นต้องมีแอดมิน (Admin) หรือผู้รับผิดชอบในการจัดการข้อมูล และมีฟอร์มเพื่อให้แอดมินใช้ในการตรวจสอบเบื้องต้น ดังนั้น เอนทิตี้ของระบบแอดมิน และฟอร์ม จึงใช้ชื่อว่า Admin และ Form ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดของ ER-Diagram แสดงดังภาพที่ ย่อย 3-26 ตามลำดับ



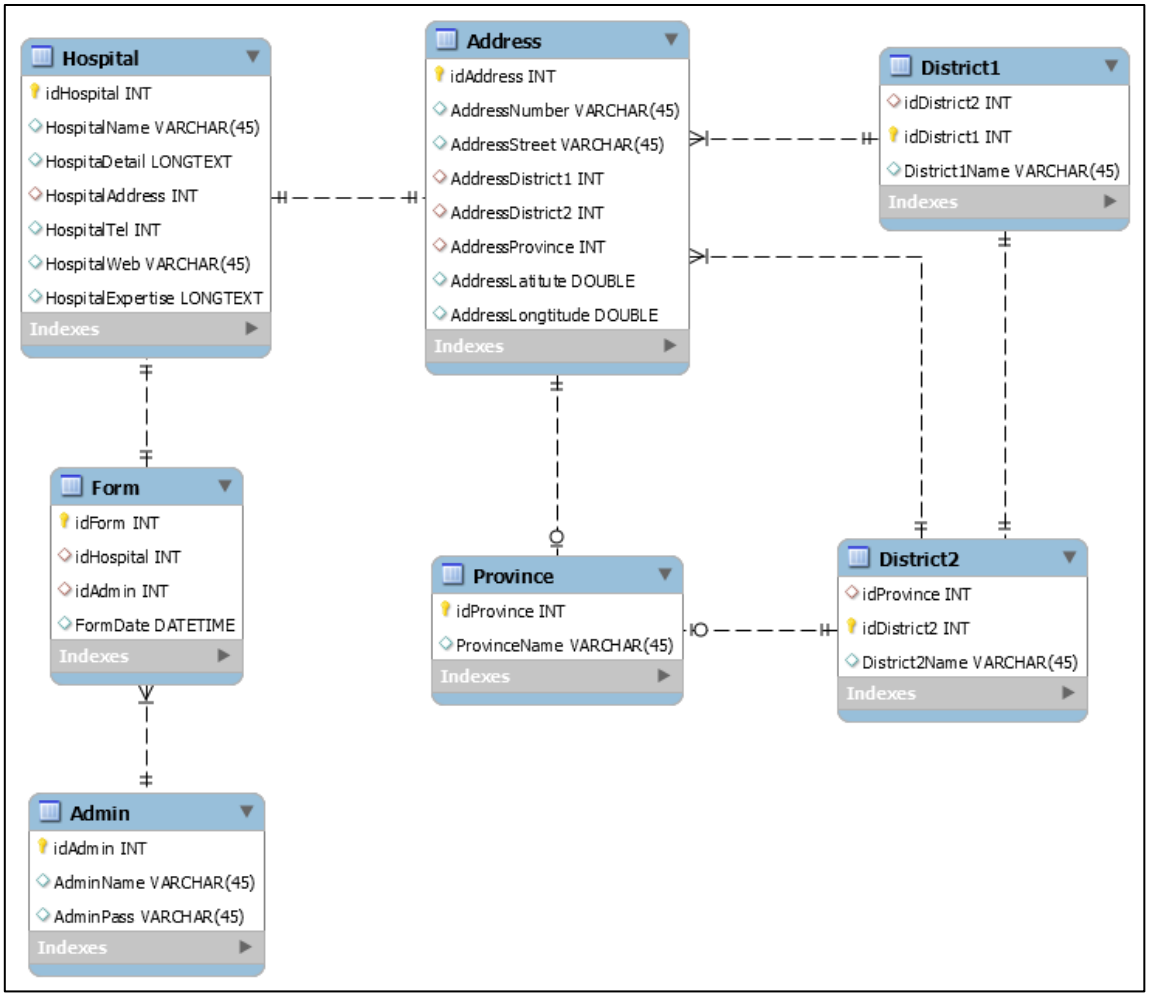
ภาพที่ ย่อย3-27 ER-Diagram ระบบฐานข้อมูลแอดมินและระบบฐานข้อมูลแบบฟอร์ม

จากภาพที่ ย่อย 3-26 และ ภาพที่ ย่อย 3-27 สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ได้ดังภาพที่ ย่อย 3-27 ได้ว่า Admin Create Form หรือ Form WasCreatedBy Admin โดยมีความสัมพันธ์แบบ 1:N กล่าวคือ แอดมิน 1 คนสามารถสร้างฟอร์มได้หลายฟอร์ม ในขณะที่ฟอร์ม 1 ฟอร์มถูกสร้างโดยแอดมินคนเดียว และ Form has Hospital โดยมีความสัมพันธ์แบบ 1:1 กล่าวคือ ฟอร์ม 1 ฟอร์มจัดเก็บข้อมูลโรงพยาบาล 1 แห่ง หรือโรงพยาบาล 1 แห่งสร้างมาจากฟอร์มเพียงฟอร์มเดียว



ภาพที่ ย่อย3-28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ Admin, Form และ Hospital

จากนั้นจึงได้ทำการออกแบบตารางฐานข้อมูล จากข้อมูลต่าง ๆ ข้างต้น โดยสามารถเขียนความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลโรงพยาบาลได้ดังภาพที่ ย่อย 3-28



ภาพที่ ย่อย3-292 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของระบบฐานข้อมูลโรงพยาบาล

จากภาพที่ ย่อย 3-26 สามารถนำมาเขียนพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ได้ดังตารางที่ ย่อย 3-7 ถึงตารางที่ ย่อย3-13

ตารางที่ ย่อย3-7 Admin(แอดมิน)

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
IDAdmin	รหัสแอดมิน	Int	-	PK (Not Null)	
AdminName	ชื่อผู้ใช้	Varchar	45		
AdminPass	รหัสผ่าน	Varchar	45		

ตารางที่ ย่อย3-8 Form (ฟอร์ม) ของโรงพยาบาล

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idForm	รหัสแบบฟอร์ม	Int	-	PK (Not Null)	
idHospital	รหัสโรงพยาบาล	int	-	FK	Hospital
idAdmin	รหัสแอดมิน	int	-	FK	Admin
FormDate	วันที่สร้างฟอร์ม	Datetime	-		

ตารางที่ ย่อย3-9 Hospital (โรงพยาบาล)

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idHospital	รหัสโรงพยาบาล	Int	-	PK (Not Null)	
HospitalName	ชื่อโรงพยาบาล	Varchar	45		
HospitalDetail	รายละเอียดของโรงพยาบาล	Longtext	-		
HospitalAddress	ที่อยู่ของโรงพยาบาล	Int	-	FK	Address
HospitalTel	เบอร์โทรศัพท์ของโรงพยาบาล	Int	-		
HospitalWeb	เว็บไซต์ของโรงพยาบาล	Varchar	45		
HospitalExpertise	ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง	Longtext	-		

ตารางที่ ย่อย3-10 Address (ที่อยู่) ของโรงพยาบาล

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idAddress	รหัสที่อยู่	Int	-	PK (Not Null)	
AddressNumber	บ้านเลขที่, อาคาร	Varchar	45		
AddressStreet	ถนน	Varchar	45		
AddressDistrict1	ตำบล	Int	-	FK	District1
AddressDistrict2	อำเภอ	Int	-	FK	District2
AddressProvince	จังหวัด	Int	-	FK	Province
AddressLatitute	ละติจูด	Double	-		
AddressLongtitute	ลองติจูด	Double	-		

ตารางที่ ย่อย3-11 Province (จังหวัด) ของโรงพยาบาล

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idProvince	รหัสจังหวัด	Int	-	PK (Not Null)	
ProvinceName	ชื่อจังหวัด	Varchar	45		

ตารางที่ ย่อย3-1 District2 (อำเภอ) ของโรงพยาบาล

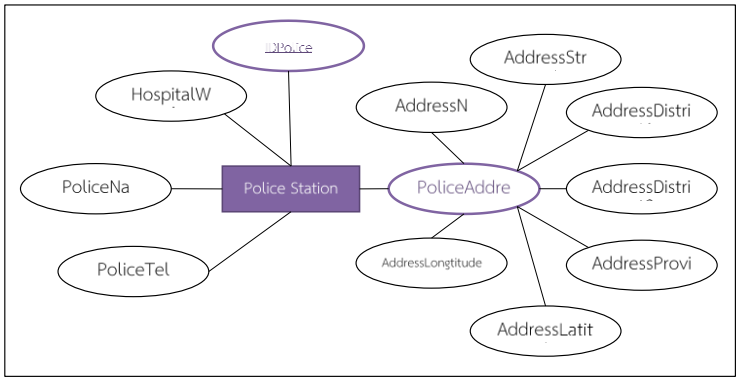
Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idProvince	รหัสจังหวัด	Int	-	FK	Province
idDistrict2	รหัสอำเภอ	Int	-	PK (Not Null)	
District2Name	ชื่ออำเภอ	Varchar	45		

ตารางที่ ย่อย3-13 District1 (ตำบล) ของโรงพยาบาล

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idDistrict2	รหัสอำเภอ	Int	-	FK	Province
idDistrict1	รหัสตำบล	Int	-	PK (Not Null)	
District1Name	ชื่อตำบล	Varchar	45		

4.3.3 ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล (Data Structure) สถานีตำรวจและจุดบริการนักท่องเที่ยว

ข้อมูลของสถานีตำรวจและจุดบริการนักท่องเที่ยว โดยได้ทำการออกแบบระบบฐานข้อมูลเพื่อให้บริการข้อมูลด้านสถานีตำรวจและจุดบริการนักท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำพูน จังหวัดลำปาง และจังหวัดพะเยา ได้ทำการออกแบบระบบฐานข้อมูล โดยได้ออกแบบแผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity Relational Diagram) แสดงดังภาพที่ ย่อย 3-30

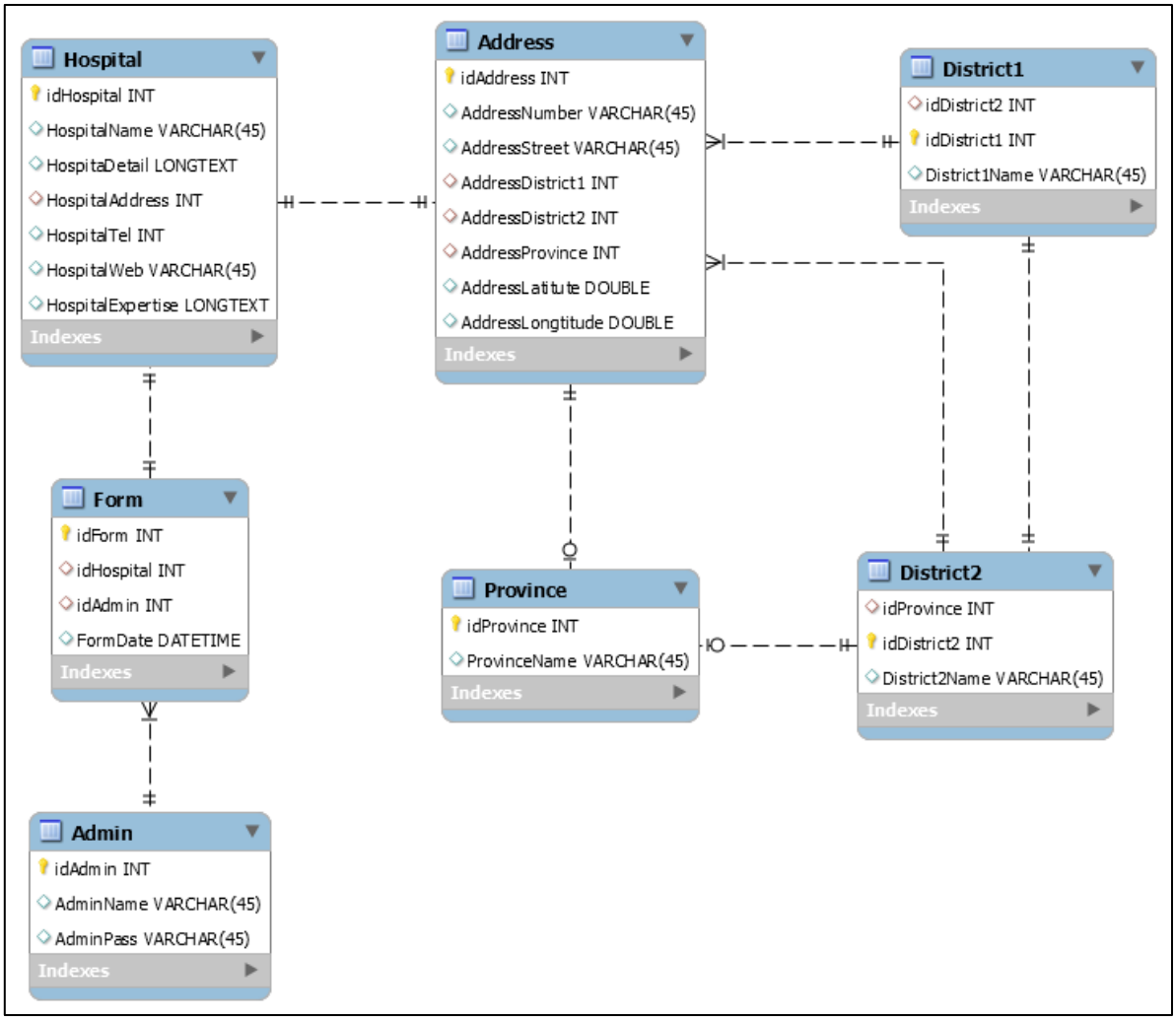


ภาพที่ ย่อย3-30 ER-Diagram ระบบฐานข้อมูลโรงพยาบาล

จากภาพที่ ย่อย 3-30 แสดงถึงเอนทิตี้ (Entity) ที่ชื่อว่า Police Station ที่ประกอบไปด้วยแอททริ-บิวต์ (Attribute) ที่เชื่อมโยงกับเอนทิตี้ด้วยเส้นตรงที่ลากเชื่อมระหว่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) IDPolice เป็นแอททริบิวต์ที่กำหนดให้เป็นคีย์ของเอนทิตี้
2) PoliceAddress เป็นแอททริบิวต์ที่สามารถแยกออกเป็นแอททริบิวต์ย่อย ๆ ได้

ในการเพิ่มข้อมูลโรงพยาบาลจำเป็นต้องมีแอดมิน (Admin) หรือผู้รับผิดชอบในการจัดการข้อมูล และมีฟอร์มเพื่อให้แอดมินใช้ในการตรวจสอบเบื้องต้น ซึ่งได้กล่าวไปแล้วในภาพที่ ย่อย 3-26 และ ภาพที่ ย่อย 3-27 จากนั้นได้ทำการออกแบบตารางฐานข้อมูล แสดงดังภาพที่ ย่อย 3-31



ภาพที่ ย่อย3-31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของระบบฐานข้อมูลโรงพยาบาล

จากภาพที่ ย่อย 3-31 สามารถนำมาเขียนพจนานุกรมข้อมูลได้ดังตารางที่ ย่อย 3-14 ถึงตารางที่ ย่อย 3-20

ตารางที่ ย่อย3-14 Admin (แอดมิน)

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
IDAdmin	รหัสแอดมิน	Int	-	PK (Not Null)	
AdminName	ชื่อผู้ใช้	Varchar	45		
AdminPass	รหัสผ่าน	Varchar	45		

ตารางที่ ย่อย3-2 Form (ฟอร์ม) ของสถานีตำรวจ

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idForm	รหัสแบบฟอร์ม	Int	-	PK (Not Null)	
IdPolice	รหัสสถานีตำรวจ	int	-	FK	Police
idAdmin	รหัสแอดมิน	int	-	FK	Admin
FormDate	วันที่สร้างฟอร์ม	Datetime	-		

ตารางที่ ย่อย3-16 Police (สถานีตำรวจ)

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idPolice	รหัสสถานีตำรวจ	Int	-	PK (Not Null)	
PoliceName	ชื่อสถานีตำรวจ	Varchar	45		
PoliceAddress	ที่อยู่ของสถานีตำรวจ	Int	-	FK	Address
PoliceTel	เบอร์โทรศัพท์ของสถานีตำรวจ	Int	-		

ตารางที่ ย่อย3-17 Address (ที่อยู่) ของสถานีตำรวจ

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idAddress	รหัสที่อยู่	Int	-	PK (Not Null)	
AddressNumber	บ้านเลขที่, อาคาร	Varchar	45		
AddressStreet	ถนน	Varchar	45		
AddressDistrict1	ตำบล	Int	-	FK	District1
AddressDistrict2	อำเภอ	Int	-	FK	District2
AddressProvince	จังหวัด	Int	-	FK	Province
AddressLatitute	ละติจูด	Double	-		
AddressLongtitute	ลองติจูด	Double	-		

ตารางที่ ย่อย3-18 Province (จังหวัด) ของสถานีตำรวจ

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idProvince	รหัสจังหวัด	Int	-	PK (Not Null)	
ProvinceName	ชื่อจังหวัด	Varchar	45		

ตารางที่ ย่อย3-19 District2 (อำเภอ) ของสถานีตำรวจ

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idProvince	รหัสจังหวัด	Int	-	FK	Province
idDistrict2	รหัสอำเภอ	Int	-	PK (Not Null)	
District2Name	ชื่ออำเภอ	Varchar	45		

ตารางที่ ย่อย3-20 District1 (ตำบล) ของสถานีตำรวจ

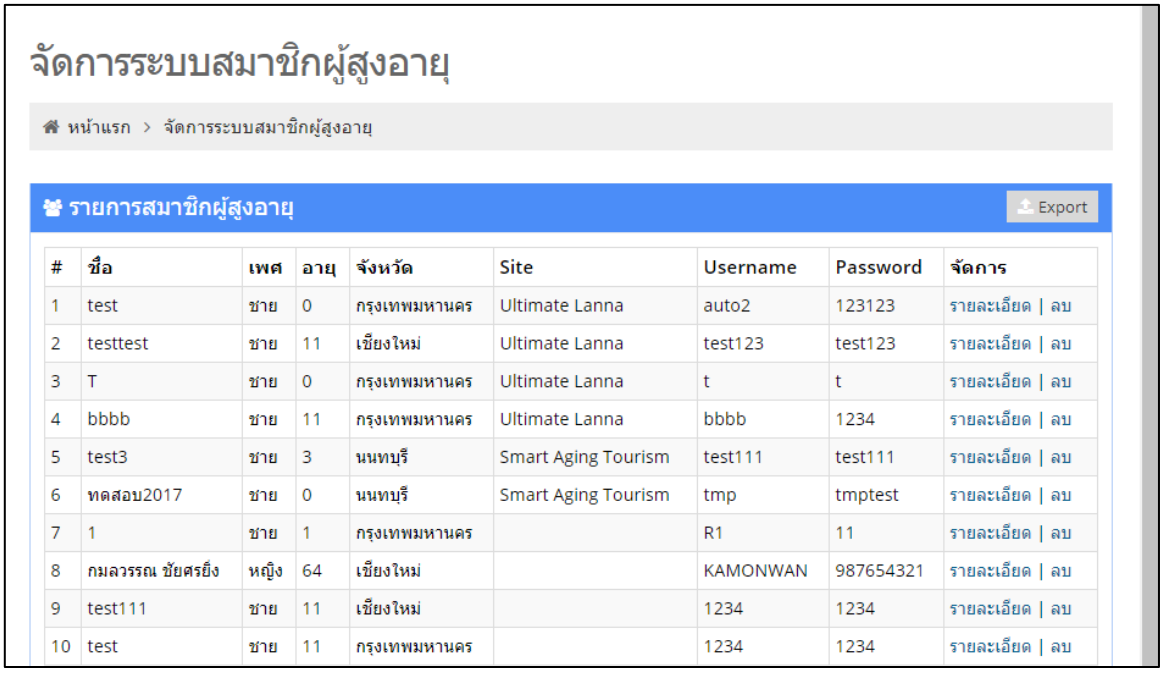
Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference
idDistrict2	รหัสอำเภอ	Int	-	FK	Province
idDistrict1	รหัสตำบล	Int	-	PK (Not Null)	
District1Name	ชื่อตำบล	Varchar	45		

การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่กล่าวเป็นเพียงส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ยังมี ฐานข้อมูลสำหรับระบบสมาชิกที่สามารถเข้าข้อมูลเชิงลึกจากแบบประเมินของโครงการย่อยที่ 1 และแบบสอบถามจากโครงการย่อยที่ 2 ซึ่งแยกประเภทสมาชิกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สมาชิกที่เป็นผู้ประกอบการด้านท่องเที่ยว และสมาชิกทั่วไป

4.4 ระบบจัดการฐานข้อมูลสำหรับผู้ดูแลหรือผู้รับผิดชอบ

การออกแบบเว็บไซต์เพื่อการจัดการข้อมูลสมาชิกและข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้ดูแลหรือผู้รับผิดชอบ(Admin) แอดมินสามารถเข้าถึงระบบจัดการฐาน หัวข้อต่อไปนี้

4.4.1 ระบบจัดการฐานข้อมูลสมาชิกผู้สูงอายุและผู้ประกอบการ



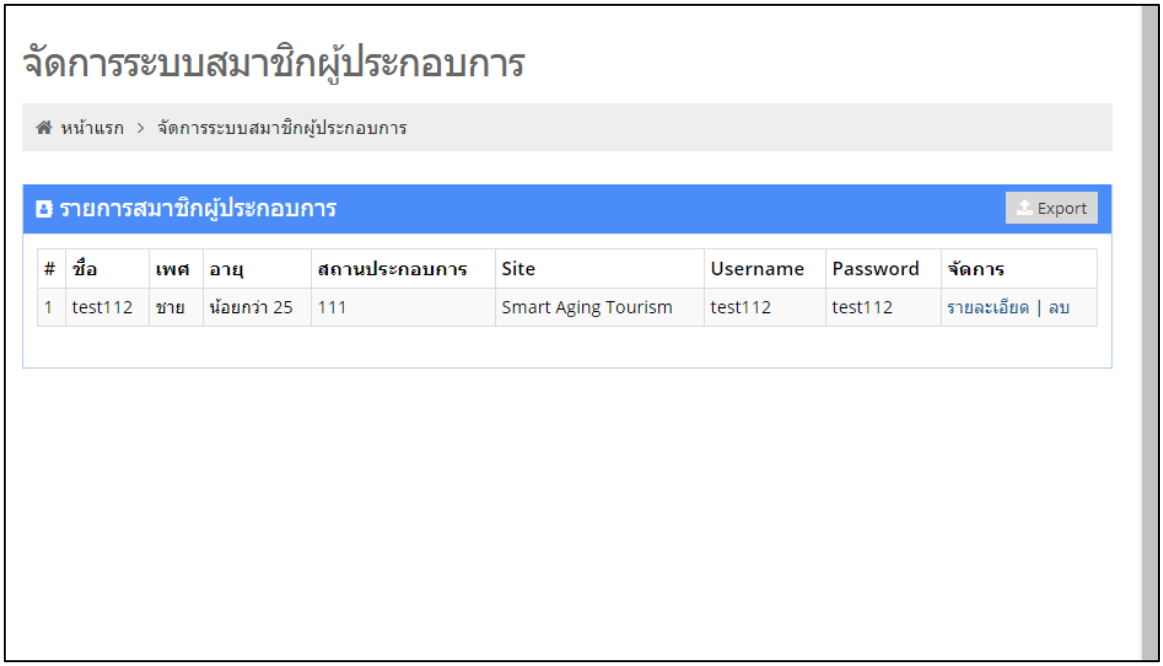
จัดการระบบสมาชิกผู้สูงอายุ

หน้าแรก > จัดการระบบสมาชิกผู้สูงอายุ

รายการสมาชิกผู้สูงอายุ Export

#	ชื่อ	เพศ	อายุ	จังหวัด	Site	Username	Password	จัดการ
1	test	ชาย	0	กรุงเทพมหานคร	Ultimate Lanna	auto2	123123	รายละเอียด | ลบ
2	testtest	ชาย	11	เชียงใหม่	Ultimate Lanna	test123	test123	รายละเอียด | ลบ
3	T	ชาย	0	กรุงเทพมหานคร	Ultimate Lanna	t	t	รายละเอียด | ลบ
4	bbbb	ชาย	11	กรุงเทพมหานคร	Ultimate Lanna	bbbb	1234	รายละเอียด | ลบ
5	test3	ชาย	3	นนทบุรี	Smart Aging Tourism	test111	test111	รายละเอียด | ลบ
6	ทดสอบ2017	ชาย	0	นนทบุรี	Smart Aging Tourism	tmp	tmptest	รายละเอียด | ลบ
7	1	ชาย	1	กรุงเทพมหานคร		R1	11	รายละเอียด | ลบ
8	กมลวรรณ ชัยศรยิ่ง	หญิง	64	เชียงใหม่		KAMONWAN	987654321	รายละเอียด | ลบ
9	test111	ชาย	11	เชียงใหม่		1234	1234	รายละเอียด | ลบ
10	test	ชาย	11	กรุงเทพมหานคร		1234	1234	รายละเอียด | ลบ

ภาพที่ ย่อย3-32 ระบบจัดการฐานข้อมูลสมาชิกผู้สูงอายุสำหรับผู้ดูแลหรือผู้รับผิดชอบ(Admin)



จัดการระบบสมาชิกผู้ประกอบการ

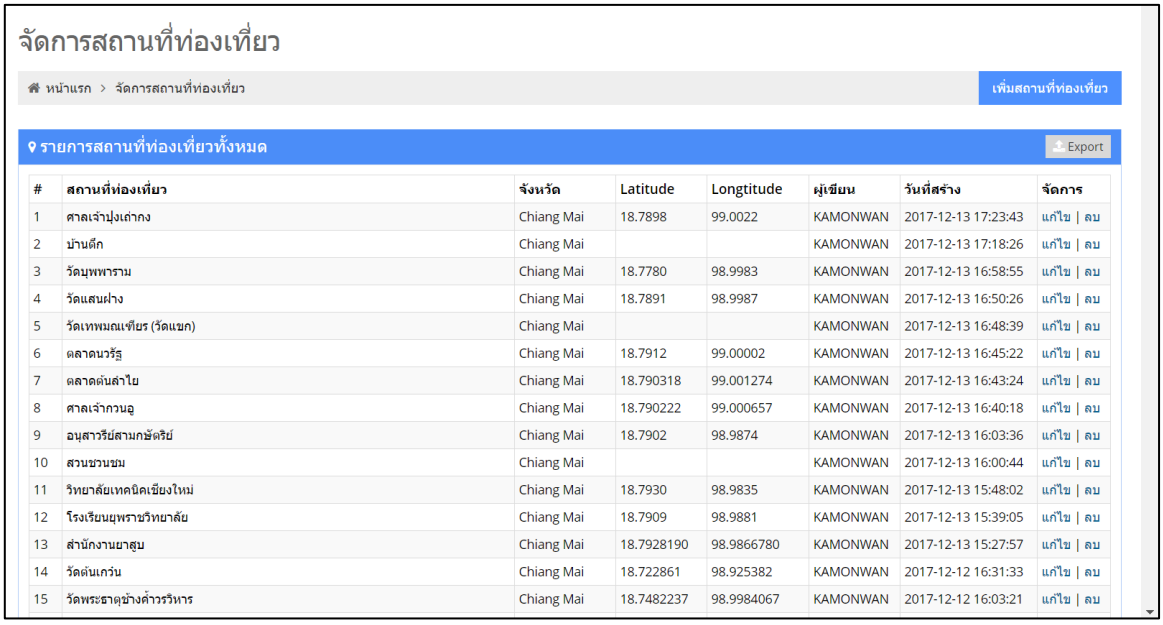
หน้าแรก > จัดการระบบสมาชิกผู้ประกอบการ

รายการสมาชิกผู้ประกอบการ Export

#	ชื่อ	เพศ	อายุ	สถานประกอบการ	Site	Username	Password	จัดการ
1	test112	ชาย	น้อยกว่า 25	111	Smart Aging Tourism	test112	test112	รายละเอียด | ลบ

ภาพที่ ย่อย3-33 ระบบจัดการฐานข้อมูลสมาชิกผู้ประกอบการ

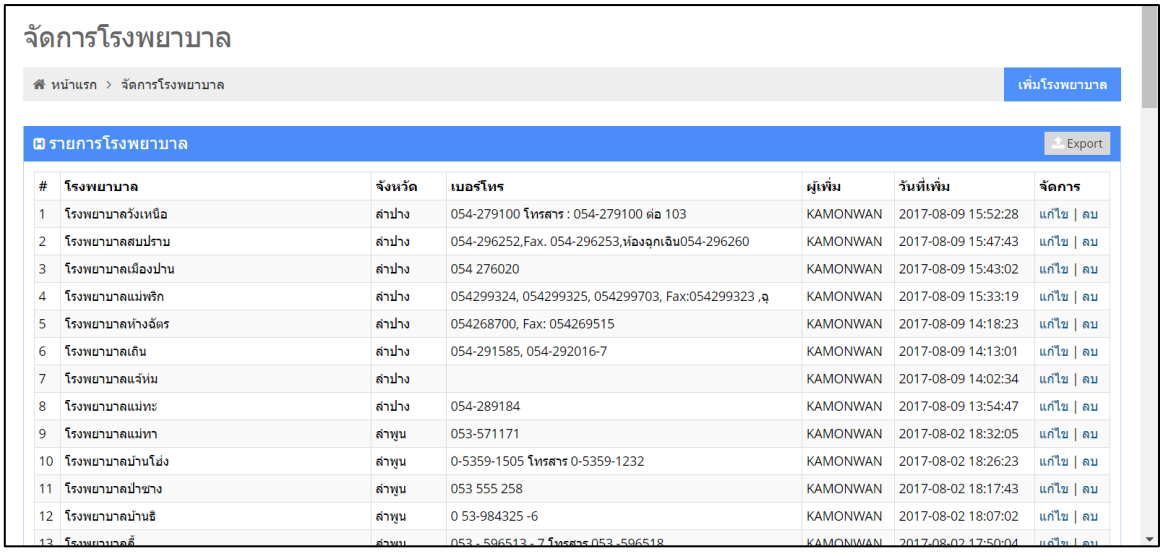
4.4.2 ระบบจัดการฐานข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว



#	สถานที่ท่องเที่ยว	จังหวัด	Latitude	Longtitude	ผู้เขียน	วันที่สร้าง	จัดการ
1	ศาลเจ้าปุงเถ่ากง	Chiang Mai	18.7898	99.0022	KAMONWAN	2017-12-13 17:23:43	แก้ไข | ลบ
2	บ้านดึก	Chiang Mai			KAMONWAN	2017-12-13 17:18:26	แก้ไข | ลบ
3	วัดบุพพาราม	Chiang Mai	18.7780	98.9983	KAMONWAN	2017-12-13 16:58:55	แก้ไข | ลบ
4	วัดแสนฝาง	Chiang Mai	18.7891	98.9987	KAMONWAN	2017-12-13 16:50:26	แก้ไข | ลบ
5	วัดเทพมณเฑียร (วัดแยก)	Chiang Mai			KAMONWAN	2017-12-13 16:48:39	แก้ไข | ลบ
6	ตลาดนวรัฐ	Chiang Mai	18.7912	99.00002	KAMONWAN	2017-12-13 16:45:22	แก้ไข | ลบ
7	ตลาดต้นลำไย	Chiang Mai	18.790318	99.001274	KAMONWAN	2017-12-13 16:43:24	แก้ไข | ลบ
8	ศาลเจ้ากวนอู	Chiang Mai	18.790222	99.000657	KAMONWAN	2017-12-13 16:40:18	แก้ไข | ลบ
9	อนุสาวรีย์สามกษัตริย์	Chiang Mai	18.7902	98.9874	KAMONWAN	2017-12-13 16:03:36	แก้ไข | ลบ
10	สวนช่วนชม	Chiang Mai			KAMONWAN	2017-12-13 16:00:44	แก้ไข | ลบ
11	วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่	Chiang Mai	18.7930	98.9835	KAMONWAN	2017-12-13 15:48:02	แก้ไข | ลบ
12	โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	Chiang Mai	18.7909	98.9881	KAMONWAN	2017-12-13 15:39:05	แก้ไข | ลบ
13	สำนักงานยาสูบ	Chiang Mai	18.7928190	98.9866780	KAMONWAN	2017-12-13 15:27:57	แก้ไข | ลบ
14	วัดต้นเกว๋น	Chiang Mai	18.722861	98.925382	KAMONWAN	2017-12-12 16:31:33	แก้ไข | ลบ
15	วัดพระธาตุช้างค้ำวรวิหาร	Chiang Mai	18.7482237	98.9984067	KAMONWAN	2017-12-12 16:03:21	แก้ไข | ลบ

ภาพที่ ย่อย3-34ระบบจัดการฐานข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว

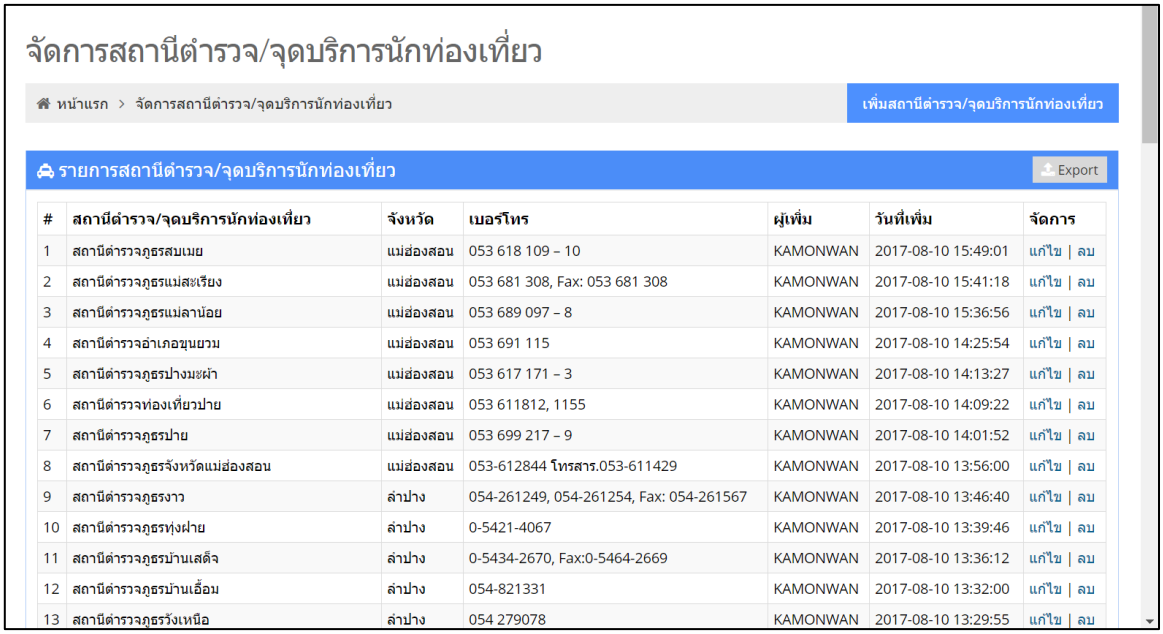
4.4.3 ระบบจัดฐานข้อมูลการโรงพยาบาล



#	โรงพยาบาล	จังหวัด	เบอร์โทร	ผู้เพิ่ม	วันที่เพิ่ม	จัดการ
1	โรงพยาบาลวังเหนือ	ลำปาง	054-279100 โทรสาร : 054-279100 ต่อ 103	KAMONWAN	2017-08-09 15:52:28	แก้ไข | ลบ
2	โรงพยาบาลสบปราบ	ลำปาง	054-296252,Fax. 054-296253,ห้องฉุกเฉิน054-296260	KAMONWAN	2017-08-09 15:47:43	แก้ไข | ลบ
3	โรงพยาบาลเมืองปาน	ลำปาง	054 276020	KAMONWAN	2017-08-09 15:43:02	แก้ไข | ลบ
4	โรงพยาบาลแม่พริก	ลำปาง	054299324, 054299325, 054299703, Fax:054299323 ,อุ	KAMONWAN	2017-08-09 15:33:19	แก้ไข | ลบ
5	โรงพยาบาลห้างฉัตร	ลำปาง	054268700, Fax: 054269515	KAMONWAN	2017-08-09 14:18:23	แก้ไข | ลบ
6	โรงพยาบาลเถิน	ลำปาง	054-291585, 054-292016-7	KAMONWAN	2017-08-09 14:13:01	แก้ไข | ลบ
7	โรงพยาบาลแจ้ห่ม	ลำปาง		KAMONWAN	2017-08-09 14:02:34	แก้ไข | ลบ
8	โรงพยาบาลแม่ทะ	ลำปาง	054-289184	KAMONWAN	2017-08-09 13:54:47	แก้ไข | ลบ
9	โรงพยาบาลแม่ทา	ลำพูน	053-571171	KAMONWAN	2017-08-02 18:32:05	แก้ไข | ลบ
10	โรงพยาบาลบ้านโฮ่ง	ลำพูน	0-5359-1505 โทรสาร 0-5359-1232	KAMONWAN	2017-08-02 18:26:23	แก้ไข | ลบ
11	โรงพยาบาลป่าซาง	ลำพูน	053 555 258	KAMONWAN	2017-08-02 18:17:43	แก้ไข | ลบ
12	โรงพยาบาลบ้านธิ	ลำพูน	0 53-984325 -6	KAMONWAN	2017-08-02 18:07:02	แก้ไข | ลบ
13	โรงพยาบาลลี้	ลำพูน	053 - 596513 - 7 โทรสาร 053 -596518	KAMONWAN	2017-08-02 17:50:04	แก้ไข | ลบ

ภาพที่ ย่อย3-35 ระบบจัดการฐานข้อมูลโรงพยาบาล

4.4.4 ระบบจัดการฐานข้อมูลสถานีตำรวจและจุดบริการนักท่องเที่ยว



#	สถานีตำรวจ/จุดบริการนักท่องเที่ยว	จังหวัด	เบอร์โทร	ผู้เพิ่ม	วันที่เพิ่ม	จัดการ
1	สถานีตำรวจภูธรสบเมย	แม่ฮ่องสอน	053 618 109 – 10	KAMONWAN	2017-08-10 15:49:01	แก้ไข | ลบ
2	สถานีตำรวจภูธรแม่สะเรียง	แม่ฮ่องสอน	053 681 308, Fax: 053 681 308	KAMONWAN	2017-08-10 15:41:18	แก้ไข | ลบ
3	สถานีตำรวจภูธรแม่ลาน้อย	แม่ฮ่องสอน	053 689 097 – 8	KAMONWAN	2017-08-10 15:36:56	แก้ไข | ลบ
4	สถานีตำรวจอำเภอขุนยวม	แม่ฮ่องสอน	053 691 115	KAMONWAN	2017-08-10 14:25:54	แก้ไข | ลบ
5	สถานีตำรวจภูธรปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	053 617 171 – 3	KAMONWAN	2017-08-10 14:13:27	แก้ไข | ลบ
6	สถานีตำรวจท่องเที่ยวปาย	แม่ฮ่องสอน	053 611812, 1155	KAMONWAN	2017-08-10 14:09:22	แก้ไข | ลบ
7	สถานีตำรวจภูธรปาย	แม่ฮ่องสอน	053 699 217 – 9	KAMONWAN	2017-08-10 14:01:52	แก้ไข | ลบ
8	สถานีตำรวจภูธรจังหวัดแม่ฮ่องสอน	แม่ฮ่องสอน	053-612844 โทรสาร.053-611429	KAMONWAN	2017-08-10 13:56:00	แก้ไข | ลบ
9	สถานีตำรวจภูธรงาว	ลำปาง	054-261249, 054-261254, Fax: 054-261567	KAMONWAN	2017-08-10 13:46:40	แก้ไข | ลบ
10	สถานีตำรวจภูธรทุ่งฝาย	ลำปาง	0-5421-4067	KAMONWAN	2017-08-10 13:39:46	แก้ไข | ลบ
11	สถานีตำรวจภูธรบ้านเสด็จ	ลำปาง	0-5434-2670, Fax:0-5464-2669	KAMONWAN	2017-08-10 13:36:12	แก้ไข | ลบ
12	สถานีตำรวจภูธรบ้านเอื้อม	ลำปาง	054-821331	KAMONWAN	2017-08-10 13:32:00	แก้ไข | ลบ
13	สถานีตำรวจภูธรวังเหนือ	ลำปาง	054 279078	KAMONWAN	2017-08-10 13:29:55	แก้ไข | ลบ

ภาพที่ ย่อย3-36 ระบบจัดการฐานข้อมูลสถานีตำรวจลและจุดบริการนักท่องเที่ยว

4.5 โครงสร้างฐานข้อมูลสำหรับต้นแบบศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา

การรออกแบบจัดทำและการใช้ประโยชน์จากการจัดทำระบบจัดทำศูนย์ข้อมูลกลาง (Data center) เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อแรกการศึกษาความเชื่อมโยงจากการนั้นโครงการวิจัยได้แบ่งสัดส่วนของระบบออกได้เป็น 3 องค์ประกอบคือ

1) องค์ประกอบด้านโครงสร้างพื้นฐาน(Infrastructure)
2) องค์ประกอบด้านระบบการจัดการข้อมูล(Data management system)
3) องค์ประกอบด้านการวิเคราะห์ข้อมูล(Data analysis)

ภาพที่ ย่อย3-37 องค์ประกอบในการพัฒนาและใช้งานศูนย์ข้อมูล

จากภาพที่ ย่อย3-37 องค์ประกอบด้านระบบจัดการข้อมูล เพื่อการใช้งานศูนย์ข้อมูลที่มีข้อมูลจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ถูกจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบสะดวกต่อการนำมาใช้ประโยชน์ต่อยอด โครงการจึงได้ออกแบบตัวอย่างตารางที่ควรจะจัดเก็บในระบบจัดการฐานข้อมูลสำหรับศูนย์ข้อมูลเพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์และสอดคล้องกับการพัฒนาการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา มีรายละเอียดดังตางที่ ย่อย3-21 ถึง ย่อย3-33 โดยตารางจะมี 3 องค์ประกอบที่หากนำข้อมูลเข้าศูนย์ข้อมูลด้านท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนาจำเป็นต้องมีชนิดแอททริบิวต์เดียวกัน และองค์ประกอบของตารางมีรายละเอียดดังนี้

1) แอททริบิวต์ (attribute) คุณลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในฐานข้อมูลได้ มักใช้เพื่อแสดงถึงคุณสมบัติของเอนทิตี้ เช่น ชื่อ นามสกุล ที่อยู่ ฯลฯ อาจใช้เป็นคำย่อได้
2) ชนิด คือชนิดของแอททริบิวต์ เช่น
    - int คือตัวเลข
    - boolean คือข้อเท็จจริง
    - text คือตัวอักษรไม่จำกัดความยาว
    - varchar(20) คือตัวแปรที่มีความยาวไม่เกิน 20 อักษร
    - varchar(60) คือตัวแปรที่มีความยาวไม่เกิน 60 อักษร
3) ความหมาย คือการอธิบายความหมายของแอททริบิวต์

ตารางที่ ย่อย3-21 แสดงรายละเอียดของตารางประวัติการเข้าออกพื้นที่อารยธรรมล้านนา

ประวัติการเข้าออกพื้นที่อารยธรรมล้านนา		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
move_id	int	รหัสเข้าออกพื้นที่
tourist_id	int	รหัสนักท่องเที่ยว
move_date	date	วันเวลาเข้าออกพื้นที่
move_status	boolean	สถานะการเข้าหรือออกพื้นที่
city_start	varchar(20)	จังหวัดต้นทาง
city_end	varchar(20)	จังหวัดปลายทาง
move_type	varchar(20)	รูปแบบการเดินทาง
move_time	int	ระยะเวลาเดินทาง
move_cost	int	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง
move_insu	varchar(20)	ประกันการเดินทาง

ตารางที่ ย่อย3-22 แสดงรายละเอียดของตารางประวัติการท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนา

ประวัติการท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนา		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
travel_id	int	รหัสการท่องเที่ยว
tourist_id	int	รหัสนักท่องเที่ยว
attr_id	int	รหัสสถานที่ท่องเที่ยว
acc_id	int	รหัสที่พัก
travel_type	varchar(20)	รูปแบบการเดินทาง
travel_date	date	วันที่เริ่มท่องเที่ยว
travel_time	int	ระยะเวลาท่องเที่ยว
travel_cost	int	ค่าใช้จ่ายต่อวัน
move_insu	varchar(20)	ประกันการเดินทาง

ตารางที่ ย่อย3-23 แสดงรายละเอียดของตารางสถานที่ท่องเที่ยว

สถานที่ท่องเที่ยว		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
attr_id	int	รหัสสถานที่ท่องเที่ยว
attr_name	varchar(20)	ชื่อสถานที่ท่องเที่ยว
attr_detail	varchar(20)	รายละเอียดเบื้องต้น
attr_add1	varchar(20)	ที่อยู่
attr_add2	varchar(20)	ตำบล
attr_add3	varchar(20)	อำเภอ
attr_city	varchar(20)	จังหวัด
attr_latitude	double	ละติจูด
attr_longitude	double	ลองติจูด
attr_area	int	ขนาดพื้นที่
attr_contact	text	ข้อมูลติดต่อ
attrtype_id	int	รหัสประเภทแหล่งท่องเที่ยว
attr_acti	varchar(60)	กิจกรรมการท่องเที่ยว
attr_servi	varchar(60)	บริการการท่องเที่ยว
attr_garan	varchar(60)	มาตรฐานการท่องเที่ยว
attr_manage	varchar(60)	การบริหารจัดการสถานที่ท่องเที่ยว
attr_problem	text	ปัญหา
attr_mys	varchar(20)	ความลึกลับ
attr_rich	varchar(20)	ความอุดมสมบูรณ์
attr_att	varchar(20)	ความน่าดึงดูดใจ
attr_uniq	varchar(20)	ความเป็นเอกลักษณ์
attr_fit	varchar(20)	ความเหมาะสมสอดคล้อง
attr_friend	varchar(20)	ความเป็นมิตร

ตารางที่ ย่อย3-24 แสดงรายละเอียดของตารางประเภทแหล่งท่องเที่ยว

ประเภทแหล่งท่องเที่ยว		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
attrtype_id	int	รหัสประเภทแหล่งท่องเที่ยว
attrtype_name	varchar(20)	ชื่อประเภทแหล่งท่องเที่ยว
attrtype_detail	text	รายละเอียดประเภทแหล่งท่องเที่ยว

ตารางที่ ย่อย3-25 แสดงรายละเอียดของตารางที่พัก

ที่พัก		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
acc_id	int	รหัสที่พัก
acc_name	varchar(20)	ชื่อที่พัก
acc_detail	text	รายละเอียดที่พัก
acc_type	varchar(20)	ประเภทที่พัก
acc_add1	varchar(20)	ที่อยู่
acc_add2	varchar(20)	ตำบล
acc_add3	varchar(20)	อำเภอ
acc_city	varchar(20)	จังหวัด
acc_latitude	double	ละติจูด
acc_longitude	double	ลองติดจูด
acc_roomcost	text	รายละเอียดราคาห้องพัก
acc_income	int	รายได้ต่อปี
acc_expend	int	รายจ่ายต่อปี
acc_adver	varchar(20)	การโฆษณา
acc_employ	int	จำนวนพนักงาน
acc_customer	int	จำนวนลูกค้าเข้าพัก
acc_review	text	ความคิดเห็นลูกค้า

ตารางที่ ย่อย3-26 แสดงรายละเอียดของตารางการจองที่พัก

การจองที่พัก		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
reserv_id	int	รหัสการจองที่พัก
tourist_id	int	รหัสนักท่องเที่ยว
acc_id	int	รหัสที่พัก
reserv_type	varchar(20)	รูปแบบการจอง
reserv_pay	varchar(20)	รูปแบบการชำระเงิน
reserv_day	int	จำนวนวัน
reserv_room	int	จำนวนห้องพัก
reserv_date	date	วันที่เข้าพัก

ตารางที่ ย่อย3-27 แสดงรายละเอียดของตารางนักท่องเที่ยว

นักท่องเที่ยว		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
tourist_id	int	รหัสนักท่องเที่ยว
tourist_name	varchar(20)	ชื่อนักท่องเที่ยว
tourist_bd	date	วันเดือนปีเกิด
tourist_gen	varchar(20)	เพศ
tourist_career	varchar(20)	อาชีพ
tourist_add1	text	ที่อยู่
tourist_add2	varchar(20)	ตำบล
tourist_add3	varchar(20)	อำเภอ
tourist_city	varchar(20)	จังหวัด
tourist_nation	varchar(20)	สัญชาติ
tourist_tel	text	เบอร์โทร
tourist_email	text	อีเมล
tourist_family	int	จำนวนสมาชิกครอบครัว
health_id	int	รหัสข้อมูลสุขภาพ

ตารางที่ ย่อย3-28 แสดงรายละเอียดของตารางข้อมูลสุขภาพ

ข้อมูลสุขภาพ		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
health_id	int	รหัสข้อมูลสุขภาพ
tourist_id	int	รหัสนักท่องเที่ยว
health_w	int	น้ำหนัก
health_h	int	ส่วนสูง
health_blood	varchar(20)	หมู่เลือด
tourist_emer	text	ข้อมูลผู้ติดต่อกรณีฉุกเฉิน
tourist_disease	varchar(20)	โรคประจำตัว
tourist_drug	varchar(20)	ประวัติแพ้ยา
tourist_insur	varchar(60)	ประกันสุขภาพ

ตารางที่ ย่อย3-29 แสดงรายละเอียดของตารางโรงพยาบาล

โรงพยาบาล		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
Hospi_id	int	รหัสโรงพยาบาล
Hospi_name	varchar(20)	ชื่อโรงพยาบาล
Hospi_detail	text	รายละเอียดโรงพยาบาล
Hospi_expert	text	ความเชียวชาญ
Hospi_add1	text	ที่อยู่
Hospi_add2	varchar(20)	ตำบล
Hospi_add3	varchar(20)	อำเภอ
Hospi_city	varchar(20)	จังหวัด
Hospi_latitude	double	ละติจูด
Hospi_longitude	double	ลองติจูด
Hospi_tel	text	เบอร์โทร
Hospi_email	text	อีเมล
Hospi_website	text	เว็บไซต์
Hospi_ER	text	ข้อมูลการแพทย์ฉุกเฉิน
Hospi_Refer		ระบบการส่งต่อผู้ป่วย

ตารางที่ ย่อย3-30 แสดงรายละเอียดของตารางสถานีตำรวจ

สถานีตำรวจ		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
poli_id	int	รหัสสถานีตำรวจ
poli_name	varchar(20)	ชื่อสถานีตำรวจ
poli_detail	text	รายละเอียดสถานีตำรวจ
poli_add1	text	ที่อยู่
poli_add2	varchar(20)	ตำบล
poli_add3	varchar(20)	อำเภอ
poli_city	varchar(20)	จังหวัด
poli_latitude	double	ละติจูด
poli_longitude	double	ลองติจูด
poli_tel	text	เบอร์โทร
poli_email	text	อีเมล
poli_website	text	เว็บไซต์

ตารางที่ ย่อย3-31 แสดงรายละเอียดของตารางศักยภาพในการแข่งขันการตลาดด้านการบริการท่องเที่ยว

ศักยภาพในการแข่งขันการตลาดด้านการบริการท่องเที่ยว		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
compote_id	int	รหัสศักยภาพในการแข่งขันการตลาดด้านการบริการท่องเที่ยว
busi_id	int	รหัสสถานประกอบการด้านการท่องเที่ยว
compote_market	varchar(60)	ศักยภาพในการแข่งขันการตลาดด้านการตลาด
compote_finan	varchar(60)	ศักยภาพในการแข่งขันการตลาดด้านการผลิต-การเงิน
compote_employ	varchar(60)	ศักยภาพในการแข่งขันการตลาดด้านบุคลากร
compote_manage	varchar(60)	ศักยภาพในการแข่งขันการตลาดด้านบริหาร-จัดการ
compote_gov	varchar(60)	ศักยภาพในการแข่งขันการตลาดด้านภาครัฐและท้องถิ่น
compote_proble	text	ปัญหาและอุปสรรค

ตารางที่ ย่อย3-32 แสดงรายละเอียดของตารางสถานประกอบการด้านการท่องเที่ยว

สถานประกอบการด้านการท่องเที่ยว		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
busi_id	int	รหัสสถานประกอบการด้านการท่องเที่ยว
busi_name	varchar(20)	ชื่อสถานประกอบการ
busi_detail	text	รายละเอียดสถานประกอบการด้านการท่องเที่ยว
busi_own	varchar(20)	ชื่อผู้ประกอบการ
busi_garan	varchar(60)	มาตรฐานที่สถานประกอบการได้รับ
busi_type	varchar(20)	ประเภทสถานประกอบการ
busi_time	int	ระยะเวลาประกอบการ
busi_income	int	รายได้เฉลี่ยต่อเดือน
busi_employ	int	จำนวนพนักงาน
busi_add1	text	ที่อยู่
busi_add2	varchar(20)	ตำบล
busi_add3	varchar(20)	อำเภอ
busi_city	varchar(20)	จังหวัด

ตารางที่ ย่อย3-33 แสดงรายละเอียดของตารางลักษณะการบริโภคการท่องเที่ยว

ลักษณะการบริโภคการท่องเที่ยว		
แอททริบิวต์	**ชนิด**	**ความหมาย**
favtra_id	int	รหัสลักษณะการบริโภคการท่องเที่ยว
tourist_id	int	รหัสนักท่องเที่ยว
favtra_ss	varchar(20)	ฤดูที่ท่องเที่ยว
favtra_period	varchar(20)	ช่วงเวลาที่ท่องเที่ยว
favtra_plan	varchar(20)	ผู้วางแผนการท่องเที่ยว
favtra_co	varchar(20)	ผู้ร่วมการเดินทาง
favtra_vah	varchar(20)	พาหนะในการท่องเที่ยว
favtra_acc	varchar(20)	รูปแบบที่พักที่มักพักในการท่องเที่ยว
favtra_time	int	ระยะเวลาในการท่องเที่ยว(วัน)
favtra_compo	varchar(20)	องค์ประกอบต่าง ๆ ในการท่องเที่ยว
favtra_future	varchar(20)	การท่องเที่ยวในอีก 5 ปีข้างหน้า
favtra_where	varchar(20)	ประเทศ/ภูมิภาคที่อยากไปท่องเที่ยว
favtra_problem	text	ปัญหาจากการท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนา

ทั้ง 13 ตารางข้างต้นคือ ตัวอย่างตารางที่ควรจะจัดเก็บในระบบจัดการฐานข้อมูลสำหรับศูนย์ข้อมูลสำหรับองค์ประกอบด้านโครงสร้างฐานข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางออกแบบระบบจัดการข้อมูลไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์และบุคลากรของศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนาในหัวข้อถัดไป

4.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในจัดทำศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา

อุปกรณ์ที่ใช้ในจัดทำศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนาจะหมายถึงอุปกรณ์ที่สำคัญภายในศูนย์ข้อมูล รายละเอียดของห้องที่สามารถรองรับอุปกรณ์เหล่านี้ได้ รวมถึงบุคลากรที่ดูแลอุปกรณ์และข้อมูลทั้งหมดของศูนย์ข้อมูลเพื่อสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการข้อที่ 2 ออกแบบรูปแบบศูนย์ข้อมูลให้เป็นต้นแบบของศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การสร้างศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์

การสร้างศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์จะประกอบไปด้วยปัจจัยและขั้นตอนจำนวนมาก ในการสร้างศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์มี 2 รูปแบบคือใช้อาคารเดิมที่มีอยู่แล้ว และปรับปรุงขึ้นเป็น Data Center และสร้างเป็นอาคารใหม่ที่ออกแบบเป็น Data Center โดยเฉพาะ ซึ่งอาคารที่ออกแบบมาเฉพาะก็จะมีข้อได้เปรียบในการออกแบบที่สามารถสร้างตามลักษณะเฉพาะของอาคาร Data Center ได้หลายอย่าง เช่นสร้างให้พื้นรับน้ำหนักได้มากกว่าอาคารปกติ หรือสร้างให้เครื่องปั่นไฟอยู่แยกกันคนละอาคารเพื่อลดความสั่นสะเทือนเวลาเครื่องทำงาน ทุกขั้นตอนบริการที่กล่าวมา ล้วนมีค่าใช้จ่ายในการบริการและติดตั้ง มีขั้นตอนในการติดตั้งดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนก่อนใช้งาน

1. การตรวจสอบแบบ Shop drawing : การตรวจสอบแบบติดตั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าระบบได้รับการออกแบบให้มาส่วนประกอบที่ครบสมบูรณ์แบบ ติดตั้งถูกต้องมีระบบอุปกรณ์สนับสนุนการบำรุงรักษาและการซ่อมบำรุงครบถ้วน ใช้สถาปนิกระบบงานในการตรวจสอบระบบในการติดตั้งศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ หากมีประสบการณ์ 12-15 ปี อัตราเงินเดือนอยู่ที่ 120,000-150,000 บาท/เดือน ซึ่งอุปกรณ์ในการติดตั้งห้องรองรับศูนย์ข้อมูล ประกอบไปด้วย

- พื้นยก RAISED FLOOR เพื่องานระบบป้องกันการรั่วของน้ำอาจทำความเสียหายกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และกำจัดไฟฟ้าสถิตย์ซึ่งเกิดขึ้นมาจากคอมพิวเตอร์ แผ่นพื้นยกเป็นแบบ Steel Encapsulated Particle Board ขนาดแผ่น 600 x 600 มม. ความหนาแผ่นไม่เกิน 35 มม. ราคา 900 บาท
- ยิปซั่มบอร์ดและฝ้าเพดานเพื่อกันความร้อน ทนไฟ ทนต่อสภาพอากาศที่ชื้น น้ำหนักเบากว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนถึง 5 เท่า ยิปซั่มบอร์ดรุ่นมาตรฐานทนไฟ 12 มม. ขนาด กว้าง 120 ซม. ยาว 240 ซม. หนา 1.2 ซม. ราคา 433 บาท และฝ้าเพดานผิวเรียบ รูกลม ราคา 41.90 บาท ขนาด กว้าง 60 ซม. ยาว 120 ซม. หนา 0.4 ซม.
- ห้องมั่นคงสำหรับ Data Center (Strong Room) ถูกสร้างขึ้นมาให้ใช้ภายใน Data Center หรือสถานที่เก็บข้อมูลสำคัญขององค์กร ซึ่งมีจุดประสงค์หลักคือเพื่อเก็บรักษาข้อมูลที่สำคัญเช่น อุปกรณ์ Server , เทป , ดิสค์เก็บข้อมูล รวมไปถึงอุปกรณ์เก็บข้อมูลที่สำคัญไม่ว่าจะเป็นกระดาษหรือเทป
- Cold Aisle Containment ระบบระบายความร้อนของศูนย์คอมพิวเตอร์ เป็นการลดการปะปนกันของลมร้อนและเย็น ทำให้ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่งผลต่อการลดค่าการใช้ไฟฟ้าใน Data center ลดลง รุ่น Safewell 19 inch network rack cold Aisle containment ราคาประมาณ 164,500 บาท/เครื่อง

2. การเตรียมงานทดสอบอุปกรณ์และการทำ check list : การจัดทำเอกสารตรวจสอบระบบ การจัดหาเครื่องมือวัด เครื่องมือทดสอบที่เพียงพอ สามารถทดสอบได้ถูกต้องและครบสมบูรณ์ บำรุงรักษา และการซ่อมบำรุงครบถ้วน ใช้วิศวกรระบบ ประสบการณ์ 3-5 ปี 50,000 - 55,000 บาท/เดือน หากประสบการณ์ 5-7 ปี อัตราเงินเดือน 55,000-65,000 บาท/เดือน

3. การตรวจสอบและทดสอบการติดตั้งของระบบ : การตรวจสอบ ทดสอบระหว่างติดตั้ง หลังการติดตั้งและเมื่อเปิดใช้งานระบบอุปกรณ์ เพื่อให้มั่นใจว่าระบบอุปกรณ์มีฟังก์ชันการใช้งาน คุณภาพและประสิทธิภาพ ตามข้อกำหนดทางเทคนิคอย่างถูกต้อง โดยใช้ผู้จัดการเครือข่าย/วิศวกรด้านเทเลคอมและออกใบรับรองผู้ผลิต ประสบการณ์ 5-7 ปีขึ้นไป 50,000-70,000 บาท/เดือน

4. การอบรมขั้นตอนการทำงานให้กับผู้ใช้ : การอบรมการใช้งานระบบอุปกรณ์และการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นแก่ผู้ใช้งานระบบอุปกรณ์ เพื่อให้มั่นใจว่าระบบอุปกรณ์ของ Data Center ทุกระบบจะใช้งานได้ดีสมบูรณ์ และหากมีปัญหาสามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้ ฝ่ายสนับสนุนและช่วยเหลือด้านคอมพิวเตอร์ ประสบการณ์ 3-5 ปี เริ่มที่ 30,000-45,000 บาท/เดือน

5. การจัดทำระบบฐานข้อมูลกลาง : ระบบฐานข้อมูลและรายละเอียดของทุกระบบอุปกรณ์ของ Data Center เป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการนำมาใช้เพื่อดูแลและตรวจสอบการใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง และวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพ รวมถึงสมรรถนะของการทำงานของระบบอุปกรณ์ตั้งแต่เริ่มเปิดใช้งาน Data Center โดยใช้วิศวกรเครือข่าย/ศูนย์กลางการดำเนินงานเครือข่ายและออกใบรับรองผู้ผลิต (CCNA,etc.) ประสบการณ์ 3-5 ปี 35,000-50,000 บาท/เดือนขึ้นไป ซึ่งอุปกรณ์ในการทำห้องศูนย์ข้อมูลประกอบไปด้วย

- การติดตั้ง firewall มี 2 ระบบ ได้แก่ Fortigate รุ่น 400D ราคา 451,440 บาท/ระบบ ค่าติดตั้ง 25,000 บาท/ระบบ และ Fortianalyzer รุ่น 400E ราคา 299,900 บาท/ระบบ ค่าติดตั้ง 15,000 บาท/ระบบ
- Server เป็นที่ในการเก็บข้อมูลผู้สูงอายุในจังหวัดเขตพัฒนาการท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนาและสถานที่ท่องเที่ยวทั้งในและนอกจังหวัดเขตพัฒนาการท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา รุ่น HP BLc7000 ราคา 1,440,000 บาท/เครื่อง ค่าติดตั้ง 100,000 บาท/เครื่อง
- เครื่องสำรองไฟ รุ่น Riello 100 kVA runtime ราคา 388,300 บาท/เครื่อง ไม่รวมค่าติดตั้ง
- เครื่องกระจายไฟฟ้า ราคา 179,435 บาท/เครื่อง ไม่รวมค่าติดตั้ง
- เครื่องสลับจ่ายไฟฟ้าอัตโนมัติ ราคา 13,900 บาท/เครื่อง ไม่รวมค่าติดตั้ง
- เครื่องแบตเตอรี่ สำหรับห้องคอมพิวเตอร์ BATTERY ราคา 82,000 บาท/เครื่อง ไม่รวมค่าติดตั้ง
- อุปกรณ์ควบคุมและแจกจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับห้อง Server (Power Distribution Unit : ABB PDU) ราคา 14,500 บาท/เครื่อง ไม่รวมค่าติดตั้ง

- เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น หรือแอร์ควบคุมความชื้น (Computer Room Air Conditioning, CRAC System) ราคา 19,278 บาท/เครื่อง ไม่รวมค่าติดตั้ง
- ระบบเครื่องปรับอากาศแบบ VRV/VRF ประสิทธิภาพ BTU 47,800 ราคา 46,800 บาท/เครื่อง ไม่รวมค่าติดตั้ง
- ระบบดับเพลิงแบบหมอกน้ำ ราคา 706,900 บาท/ห้อง ไม่รวมค่าติดตั้ง
- ระบบตรวจจับควันความไวสูง (High Sensitivity Smoke Detector System) ราคา 289,200 บาท/เครื่อง ไม่รวมค่าติดตั้ง
- ระบบตรวจจับน้ำรั่วซึมอัตโนมัติ หรือ Water Leak Detector ระบบดับเพลิง ระบบตรวจจับควัน ราคา 160,655 บาท/เครื่อง ไม่รวมค่าติดตั้ง
- กล้องวงจรปิด CCTV ราคาประมาณ 3,000 บาท/ชิ้น ไม่รวมค่าติดตั้ง

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนระหว่างใช้งาน

ความสูญเสียธุรกิจหรือข้อมูล หรือความเสียหายอื่น ๆ ของ Data Center เกิดจากปัญหาที่ไม่คาดคิดจากความผิดปกติของระบบและอุปกรณ์ของ Data Center ที่มาจากทั้งปัญหาที่คาดการณ์ล่วงหน้าได้และป้องกันได้ กับปัญหาที่มาจากสิ่งที่คาดการณ์ล่วงหน้าไม่ได้ ป้องกันได้น้อย หรือป้องกันไม่ได้ ดังนั้นการบำรุงรักษาตามวาระการซ่อมบำรุง และการเปลี่ยนอะไหล่ จึงเป็นขั้นตอนที่ต้องมีประสิทธิภาพปฏิบัติโดยผู้มีความรู้และความเชี่ยวชาญ ในงานวิศวกรรมบริการของระบบอุปกรณ์นั้นเพื่อไม่ให้เกิดการหยุดชะงักในระหว่างการใช้งานของ Data Center

1. การทำ PM และการเปลี่ยนอะไหล่ โดยใช้วิศวกรตรวจสอบคุณภาพระบบ ประสบการณ์ 3-5 ปี เงินเดือน 30,000 - 40,000 บาท ประสบการณ์ 5-7 ปี 40,000-60,000 บาท/เดือนขึ้นไป
2. ข้อแนะนำของความหมายการแจ้งเตือนต่างๆ โดยใช้ฝ่ายสนับสนุนและช่วยเหลือด้านคอมพิวเตอร์ ประสบการณ์ 3-5 ปี เริ่มที่ 30,000-45,000 บาท/เดือน
3. การทำ CM และการเปลี่ยนอะไหล่ โดยใช้วิศวกรระบบ ประสบการณ์ 3-5 ปี 50,000 - 55,000 บาท/เดือน หากประสบการณ์ 5-7 ปี อัตราเงินเดือน 55,000-65,000 บาท/เดือน
4. การบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์ โดยใช้วิศวกรเครือข่าย ประสบการณ์ 3- 5 ปี เงินเดือน 35,000-50,000 บาทขึ้นไป

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนหลังใช้งาน งานต่อเติม และบำรุงรักษา Data Center

การวางแผนทำ Preventive Maintenance : การวางแผนการบำรุงรักษาตามวาระของทุกระบบอุปกรณ์ของ Data Center วิศวกรระบบ ประสบการณ์ 3-5 ปี 50,000-55,000 บาท/เดือน หากประสบการณ์ 5-7 ปี อัตราเงินเดือน 55,000-65,000 บาท/เดือน

ข้อแนะนำในการขยาย Data Center และการติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมเดิม โดยใช้ที่ปรึกษาด้านการนำเสนอเทคนิคการขาย(Network/System Engineer or Software Engineer, for an IT vendor) ประสบการณ์ 7- 12 ปีขึ้นไป เงินเดือน70,000 - 100,000 บาทขึ้นไป

สรุปการประมาณรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการสร้างศูนย์ข้อมูลเชิงโครงสร้างทั้งหมดได้จากตารางที่ ย่อย3-34 รวมในการสร้างศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา ใช้งบประมาณ 15,225,744 บาท ไม่รวมเงินเดือนบุคลากรของศูนย์ข้อมูล

ตารางที่ ย่อย3-34 การประมาณรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการสร้างศูนย์ข้อมูล

รายการ	จำนวน	งบประมาณ (บาท)
งานบริการ ขั้นตอนที่ 1 : ก่อนใช้งาน ขั้นตอนที่ 2 : ระหว่างใช้งาน ขั้นตอนที่ 3 : การบริการในการขยาย Data Center	ขึ้นอยู่กับขนาดห้องบริการ Data Center	ขึ้นอยู่กับขนาดห้องบริการ Data Center
ห้องรองรับ Data Center 1. ยิปซั่มบอร์ด & ฝ้าเพดาน 2. พื้นยก RAISED FLOOR 3. ห้องมั่นคงสำหรับ Data Center (Strong Room) 4. Cold Aisle Containment	ขึ้นอยู่กับขนาดห้องบริการ Data Center	ขึ้นอยู่กับขนาดห้องบริการ Data Center
อุปกรณ์		
1. firewall 1.1 Fortigate 400D	5 ระบบ ราคา 451,440 บาท ค่าติดตั้ง 25,000 บาท	2,382,200 บาท
1.2 Fortigate 400D	5 ระบบ ราคา 299,900 บาท ค่าติดตั้ง 15,000 บาท	1,574,500 บาท
2. Server HP BLc7000	5 ระบบ ราคา 1,440,000 บาท ค่าติดตั้ง 30,000 บาท	7,370,500 บาท
3. เครื่องสำรองไฟ	5 เครื่อง ราคา 388,301 บาท	1,941,505 บาท
4. เครื่องกระจายไฟฟ้า	1 เครื่อง ราคา 179,435 บาท	179,435 บาท

ตารางที่ ย่อย3-34 การประมาณรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการสร้างศูนย์ข้อมูล (ต่อ)

รายการ	จำนวน	งบประมาณ (บาท)
5. เครื่องสลับจ่ายไฟฟ้าอัตโนมัติ	5 เครื่อง ราคา 13,906 บาท	69,530 บาท
6. เครื่องแบตเตอรี่ สำหรับห้องคอมพิวเตอร์ BATTERY	5 เครื่อง ราคา 82,000 บาท	410,000 บาท
7. อุปกรณ์ควบคุมและแจกจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับห้อง Server (Power Distribution Unit : ABB PDU)	5 เครื่อง ราคา 14,458 บาท	72,290 บาท
8. เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น หรือแอร์ควบคุมความชื้น (Computer Room Air Conditioning, CRAC System)	19,278 บาท/เครื่อง ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง	ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง
9. ระบบเครื่องปรับอากาศแบบ VRV/VRF	BTU : 47,800 ราคา 46,800 บาท ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง	ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง
10. ระบบดับเพลิงแบบหมอกน้ำ	706,882 บาท/ห้อง	706,882 บาท
11. ระบบตรวจจับควันความไวสูง (High Sensitivity Smoke Detector System)	289,179 บาท ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง	ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง
12. ระบบตรวจจับน้ำรั่วซึมอัตโนมัติ หรือ Water Leak Detector ระบบดับเพลิง ระบบตรวจจับควัน	160,655 บาท ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง	ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง
13. กล้องวงจรปิด CCTV	2,990 บาท ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง	ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง
		รวม 15,225,744 บาท

2)นักวิเคราะห์ระบบ

จากหัวข้อที่ผ่านมากล่าวถึงอุปกรณ์ที่เป็นส่วนโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมดแล้ว และเนื่องจากศูนย์ข้อมูลดำเนินการอยู่ตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญดูแลอุปกรณ์การเชื่อมต่อข้อมูล ซึ่งรายละเอียดเงินเดือนบุคลากรสายงานเทคโนโลยีสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับศูนย์ข้อมูล[24] แสดงดังตารางที่ย่อย3-35 สำหรับศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนาต้องการความปลอดภัยของข้อมูลสูง และมีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ดูแลความต่อเนื่องของการเชื่อมต่ออย่างต่อเนื่องจำเป็นต้องมีเจ้าหน้าที่ดูแลผลัดเปลี่ยนกันตลอด 24 ชั่วโมง บุคลากรที่ศูนย์ข้อมูลนี้ควรมี ได้แก่

- หัวหน้าดูแลศูนย์ข้อมูลเงินเดือน 65,000 บาท 1 คน
- นักวิทยาศาสตร์ข้อมูลเงินเดือน 60,000 บาท 2คน
- วิศกรเครือข่ายเงินเดือน 25,000 บาท 2 คน
- ผู้จัดการไอทีเงินเดือน 65,000 บาท 1 คน
- ผู้สนับสนุนไอทีเงินเดือน 15,000 บาท 2 คน
- ผู้ดูแลคลังข้อมูลเงินเดือน 17,000 บาท 1 คน
- เจ้าหน้าที่ทั่วไปเงินเดือน 15,000 บาท 2 คน

สรุปค่าใช้จ่ายด้านบุคลากรภายในศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุเบื้องต้นรวมเป็น 377,000 บาทต่อเดือน

ตารางที่ ย่อย3-35 ราคากลางฐานเงินเดือนสายงานเทคโนโลยีสารสนเทศ

Job Position	ประสบการณ์ 0–5 ปี		ประสบการณ์ 5 ปีขึ้นไป	
	ต่ำสุด (บาท)	สูงสุด (บาท)	ต่ำสุด (บาท)	สูงสุด (บาท)
Chief Information Officer (CIO), Chief Digital Information Officer (CDIO)	–	–	200,000	350,000
Chief Technology Officer (CTO)	–	–	200,000	150,000
CRM Consultant	40,000	60,000	60,000	120,000
Data Center Manager / Infrastructure Manager	–	–	65,000	120,000
Data Migration / Data Analyst (ETL)	30,000	50,000	50,000	90,000
Data Scientist / Data Engineer	–	–	60,000	150,000
Data Warehouse Consultant	40,000	60,000	80,000	180,000
Database Administrator	17,000	50,000	50,000	80,000
IT Application Support	22,000	50,000	50,000	85,000
IT Manager	–	–	65,000	200,000
IT Support	15,000	35,000	35,000	55,000
Network Administrator	18,000	45,000	45,000	65,000
Network Engineer	25,000	60,000	60,000	85,000
Operations Director	–	–	80,000	150,000

4.7 การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา

การใช้ประโยชน์จากศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนามีหลากหลายวิธี เช่น ค้นคว้าข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลเสมือนเป็นคลังข้อมูลขนาดใหญ่ นักวิจัยหรือหน่วยงานสามารถดึงข้อมูลเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์การท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนานำมาสร้างแผนงานหรือต้นแบบการพัฒนาการท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนา นำมาพัฒนาระบบแนะนำการท่องเที่ยวต่าง ๆ เช่น ระบบแนะนำที่พัก ระบบแนะนำเส้นทาง ระบบแนะนำแหล่งท่องเที่ยว เป็นต้น โดยใช้เทคโนโลยี Data Science fy'oyhoเพื่อความเข้าใจในการวิเคราห์ข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลด้านท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนา โครงการวิจัยดิจิทัลเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา จึงนำเสนอตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลและรายละเอียดค่าใช้จ่ายสำหรับศูนย์ข้อมูล เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของโครงการข้อที่ 3 ดังต่อไปนี้

4.7.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวโดยการตรวจสอบแหล่งของเมืองขาเข้าและเมืองปลายทางขาออก

ขอบเขตของการวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวโดยการตรวจสอบแหล่งของเมืองขาเข้าและเมืองปลายทางขาออก เพื่อดูความเชื่อมโยงกับจังหวัดอื่นนอกเขตพัฒนาการท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา มีกระบวนการฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม(หัวข้อ 4.5) เทคโนโลยีด้าน Data science ที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ดังภาพที่ย่อย3-38

ภาพที่ ย่อย3-38 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ศูนย์ข้อมูลที่ 1

ตัวอย่างการใช้งานในส่วนนี้คือนำข้อมูลมาหารูปแบบที่เกิดขึ้น และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่ได้ในรูปแบบที่เกิดขึ้นบ่อย เช่น หากรูปแบบการเดินทางที่เกิดขึ้นบ่อยพบว่า

1) จังหวัดที่เดินทางก่อนเดินทางมาท่องเที่ยวในพื้นที่ 5 จังหวัดภาคเหนือ คือ อยุธยา
   - จังหวัดที่มาท่องเที่ยวในพื้นที่ 5 จังหวัดภาคเหนือ คือ เชียงใหม่ เชียงราย
   - หลังจากเดินทางท่องเที่ยวในพื้นที่ 5 จังหวัด บินกลับประเทศ

2) จังหวัดที่เดินทางก่อนเดินทางมาท่องเที่ยวในพื้นที่ 5 จังหวัดภาคเหนือ คือ กรุงเทพ
   - จังหวัดที่มาท่องเที่ยวในพื้นที่ 5 จังหวัดภาคเหนือ คือ เชียงใหม่ เชียงราย
   - หลังจากเดินทางท่องเที่ยวในพื้นที่ 5 จังหวัด เดินทาง พัทยา ภูเก็ต

จาก 2 ตัวอย่างที่แสดงข้างต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีข้อมูลประกอบการอธิบายเท่านั้น ทั้งนี้รูปแบบที่เกิดขึ้นหากทำการวิเคราะห์ข้างต้น โดยปกติจะมีมากกว่า 2 รูปแบบ

หากพบรูปแบบที่ 1 เมื่อต้องนำไปต่อยอดผลการวิเคราะห์ ให้เกิดประโยชน์ นักวิเคราะห์ อาจต้องมีการศึกษาร่วมกันกับนักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญด้านการท่องเที่ยว ว่าพฤติกรรมดังกล่าวควรนำไปสู่การจัดกลุ่มพฤติกรรมแบบใด ซึ่งอาจมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมลงไปถึงสถานที่ท่องเที่ยว แล้วพบว่า Cluster ข้อมูลนี้คือกลุ่มนักท่องเที่ยวที่มีความชื่นชอบในการท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมเป็นต้น ทำให้สามารถจัดรูปแบบและเส้นทางการท่องเที่ยวเพื่อตอบโจทย์ความต้องการของนักท่องเที่ยวกลุ่มนี้

สำหรับแบบที่ 2 เมื่อต้องนำไปต่อยอดผลการวิเคราะห์ ให้เกิดประโยชน์ในลักษณะเดียวกันกับที่กล่าวมาแล้วในรูปแบบที่ 1 แล้วพบว่า Cluster ข้อมูลนี้คือกลุ่มนักท่องเที่ยวที่มีความชื่นชอบในการท่องเที่ยวให้ครบและหลากหลาย ทำให้สามารถจัดรูปแบบและเส้นทางการท่องเที่ยวเพื่อตอบโจทย์ความต้องการของนักท่องเที่ยวกลุ่มนี้

นอกจากนี้ผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้วได้ตลอดเวลาเพื่อประกอบการตัดสินใจและวางแผนการท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนา

4.7.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวโดยการตรวจสอบความเชื่อมโยงการท่องเที่ยวในกลุ่ม 5 จังหวัด

การวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวโดยการตรวจสอบความเชื่อมโยงการท่องเที่ยวในกลุ่ม 5 จังหวัด เพื่อดูความเชื่อมโยงระหว่างจังหวัดในพื้นที่อารยธรรมล้านนา มีกระบวนการฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมจาก(หัวข้อ 4.5) เทคโนโลยีด้าน Data science ที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ดังภาพที่ ย่อย3-39 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในข้อนี้ มีความใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ 1 แต่มุ่งเน้นรายละเอียดที่จังหวัดในเขตพัฒนาการท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา เพื่อหารูปแบบที่มีโอกาสพัฒนาต่อยอดการท่องเที่ยวของจังหวัดในกลุ่ม เหตุที่ยกตัวอย่างแยกกัน เพื่อชี้ให้เห็นว่า ในการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์จริงนั้นแม้มีความคล้ายคลึงกัน แต่เมื่อต้องวิเคราะห์ข้อมูลจะมีรายละเอียดของผลลัพธ์สุดท้ายที่แตกต่างกัน ก็ต้องวิเคราะห์แตกต่างกัน

นอกจากนี้ผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้วได้ตลอดเวลาเพื่อประกอบการตัดสินใจและวางแผนการท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนา

ภาพที่ ย่อย3-39ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ศูนย์ข้อมูลที่ 2

4.7.3 โครงร่างเว็บไซต์ระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว

ตัวอย่างที่ 3 นี้นำเสนอในรูปแบบโครงร่างเว็บไซต์ระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว กระบวนการดังภาพที่ ย่อย3-40 และในภาพถัดไป ภาพที่ ย่อย3-41 โดยหน้าแรกของระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวของ ประกอบไปด้วยหน้าแรกของเว็บไซต์ (main page) เป็นหน้าแรกที่เชื่อมโยงกับหน้าอื่น ๆ ของโครงการ ได้ออกแบบให้นำเสนอภาพรวมของโครงการสำหรับผู้ที่สนใจ โดยที่ผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้วได้ตลอดเวลาเพื่อประกอบการตัดสินใจและวางแผนการท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนา ซึ่งจะนำเสนอระบบวิเคราะห์พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่ถูกประมวลผลจากฐานข้อมูลในหัวข้อ 4.5 หน้าแรกของเว็บไซต์จะมีชื่อโครงการย่อย 3 และเมนู “ระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว”

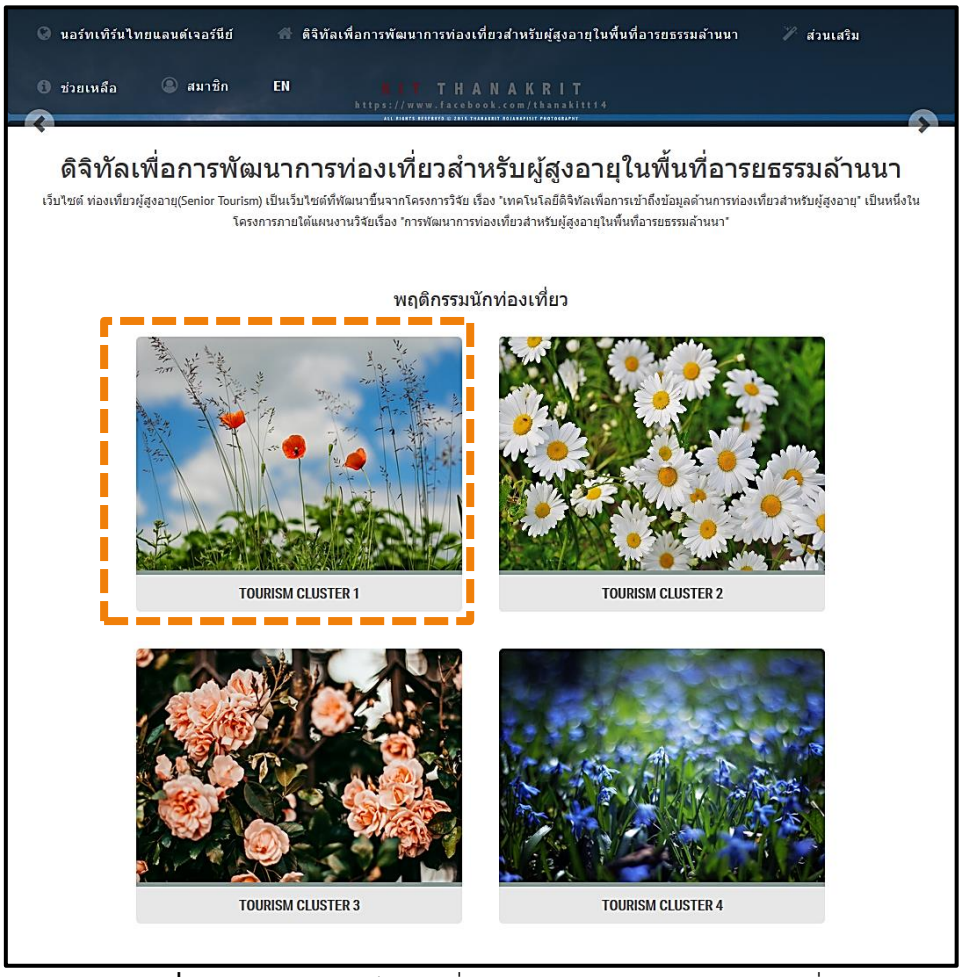
ภาพที่ ย่อย3-40 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ศูนย์ข้อมูลที่ 3

ภาพที่ ย่อย3-41 หน้าแรกโครงร่างเว็บไซต์ระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว

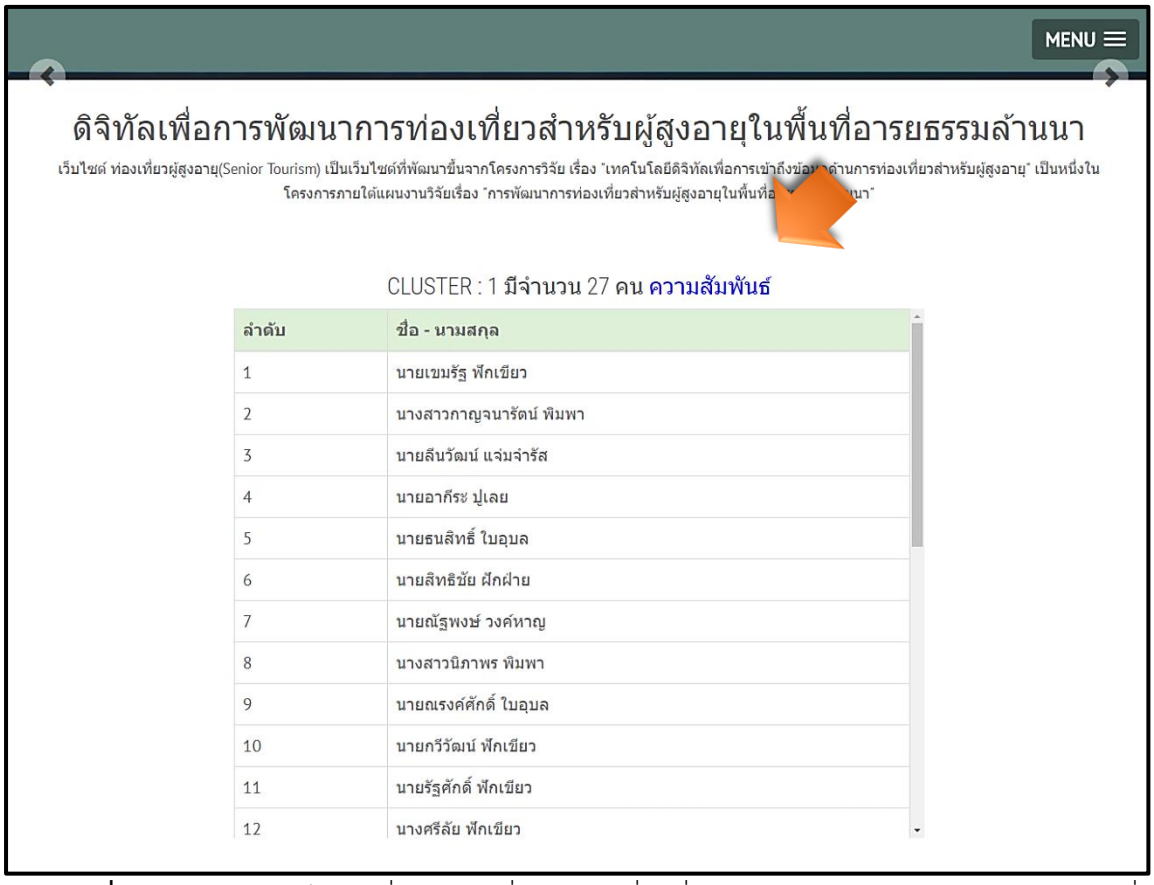
เมื่อเข้าสู่เมนูระบบวิเคราะห์พฤติกรรมแล้วจะเข้าสู่หน้ากลุ่มพฤติกรรมนักท่องเที่ยว ในภาพที่ ย่อย3-42 เมื่อระบบวิเคราะห์โดยใช้ฐานข้อมูลที่มีในศูนย์วิจัยด้านการท่องเที่ยว และเทคโนโลยี clustering หรือการ

จัดกลุ่มข้อมูล จะแบ่งความสัมพันธ์ของนักท่องเที่ยวตามลักษณะความเหมือนกันของข้อมูล ทำให้ได้พฤติกรรมนักท่องเที่ยวทั้งหมด 4 กลุ่ม

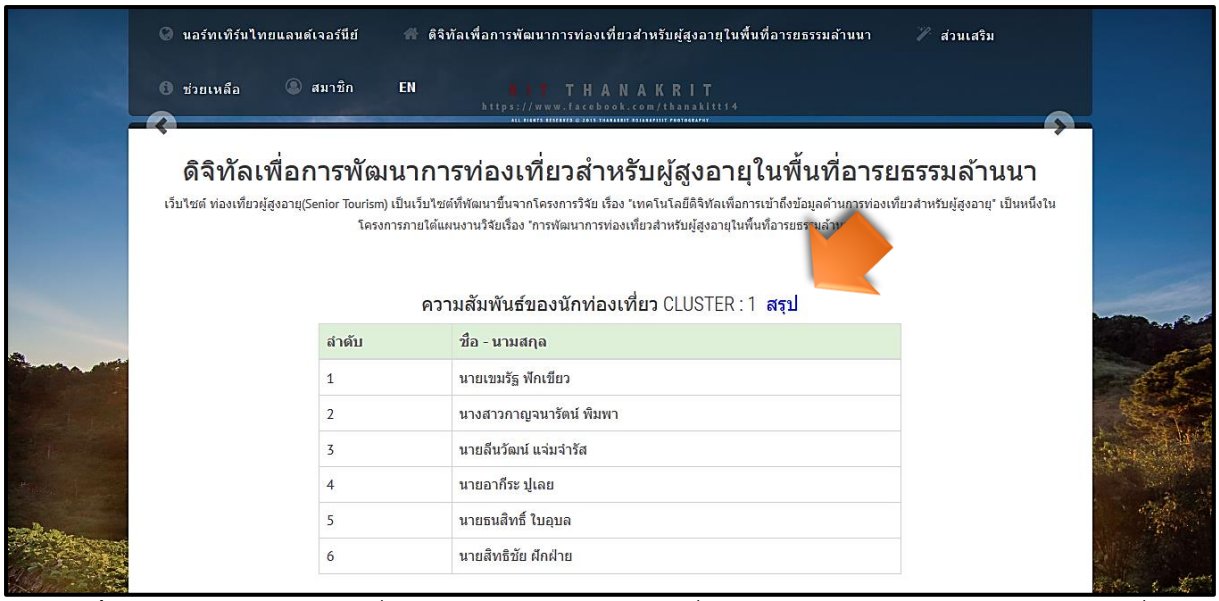
ระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวจัดกลุ่มตามพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวทั้งหมด จะแสดงข้อมูลรายชื่อนักท่องเที่ยวที่ถูกจัดให้อยู่แต่ละกลุ่มนักท่องเที่ยว ซึ่งจะแสดงรายละเอียดตามพฤติกรรมนักท่องเที่ยวดังภาพที่ ย่อย3-43 และเมื่อคลิก “ความสัมพันธ์” เว็บไซต์จะแสดงแสดงความสัมพันธ์ในภาพที่ ย่อย3-44 หากต้องการดูสรุปความสัมพันธ์ของนักท่องเที่ยวก็สามารถคลิกที่คำว่าสรุปในภาพที่ ย่อย3-44 แล้วระบบจะแสดงในภาพที่ ย่อย3-45



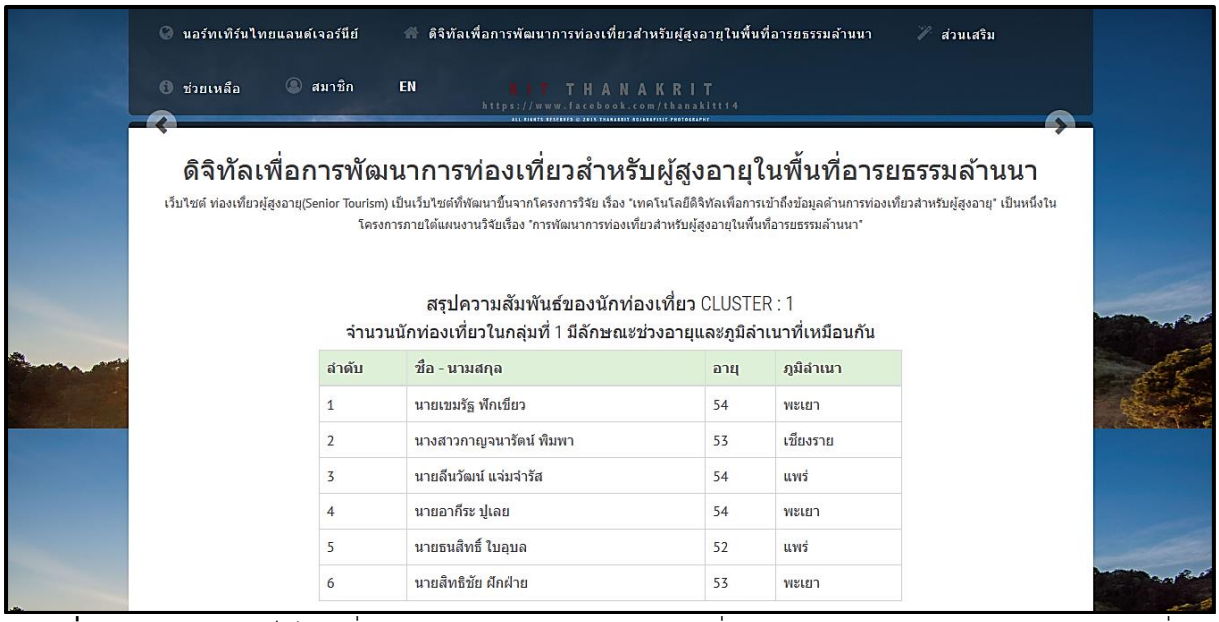
ภาพที่ ย่อย3-42 หน้าเว็บไซต์ที่ได้แสดงกลุ่มพฤติกรรมนักท่องเที่ยว



ภาพที่ ย่อย3-43 หน้าเว็บไซต์ที่แสดงรายชื่อนักท่องเที่ยวที่อยู่ในระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว



ภาพที่ ย่อย3-44 หน้าเว็บไซต์ที่แสดงความสัมพันธ์นักท่องเที่ยวในระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว



ภาพที่ ย่อย3-45 หน้าเว็บไซต์ที่แสดงสรุปความสัมพันธ์นักท่องเที่ยวในระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

โครงการวิจัยมุ่งเน้นการออกแบบศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนาที่เชื่อมโยงข้อมูลความรู้ด้านการท่องเที่ยวผู้สูงอายุจากแหล่งข้อมูลหลักต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น แหล่งท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวผู้สูงอายุ ผู้ประกอบการด้านการท่องเที่ยว ธุรกิจที่พัก ส่วนงานราชการที่ดูแลแหล่งท่องเที่ยว หรือผู้ที่สนใจข้อมูลด้านการท่องเที่ยว จึงได้ศึกษาค้นคว้าจนได้ต้นแบบของศูนย์ข้อมูล ทั้งองค์ประกอบด้านโครงสร้าง ได้แก่ อุปกรณ์ที่สำคัญภายในศูนย์ข้อมูลเพื่อให้ศูนย์ข้อมูลมีประสิทธิภาพสูงและมีมาตรฐานความปลอดภัย รายละเอียดของห้องที่สามารถรองรับอุปกรณ์เหล่านี้ได้ รวมถึงบุคลากรที่ดูแลอุปกรณ์และข้อมูลทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง และองค์ประกอบต่อมาของศูนย์ข้อมูลคือองค์ประกอบด้านระบบจัดการข้อมูล ได้มีการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่เชื่อมโยง แผน โครงการย่อย 1 โครงการย่อย 2 และแหล่งข้อมูลต่าง ๆ นำเสนอในรูปแบบตารางที่เข้าใจง่ายและทำให้จัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระเบียบ และองค์ประกอบสุดท้ายคือการนำองค์ความรู้ไปต่อยอดให้ตรงความต้องการของผู้ใช้งานหรือการประยุกต์ใช้ศูนย์ข้อมูล แนวทางการประยุกต์ใช้ที่โครงการได้นำเสนอ ได้แก่ การวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวโดยการตรวจสอบแหล่งของเมืองขาเข้าและเมืองปลายทางขาออก เพื่อหาความเชื่อมโยงระหว่างจังหวัดในพื้นที่อารยธรรมและจังหวัดอื่นในประเทศไทย มีอาจมีความคล้ายคลึงทางด้านประการท่องเที่ยว หรือกลุ่มนักท่องเที่ยว ซึ่งหากพบความเชื่อมโยงนี้ก็สามารถนำไปพัฒนาการตลาดการท่องเที่ยวในประเทศไทยได้อีกมาก แนวทางที่สองนำเสนอการวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวโดยการตรวจสอบความเชื่อมโยงการท่องเที่ยวในกลุ่ม 5 จังหวัด นั่นคือการค้นหารูปแบบการเดินทางท่องเที่ยวพักแรมในพื้นที่อารยธรรมล้านนา และผนวกกับลักษณะการบริโภคการท่องเที่ยวทำให้สามารถพัฒนาระบบแนะนำท่องเที่ยวได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นระบบแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวตามลักษณะของบุคคลนั้น ๆ ระบบแนะนำที่พักตามงบประมาณหรือพฤติกรรมของนักท่องเที่ยว เพื่อเป็นการส่งเสริมเศรษฐกิจและธุรกิจท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรรมล้านนา และแนวทางที่สามโครงการได้พัฒนาต้นแบบเว็บไซต์ที่รวมกับการวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว โดยนำเสนอความสัมพันธ์ของนักท่องเที่ยวจากการวิเคราะห์พฤติกรรมในรูปแบบเว็บไซต์ที่ทุกคนเข้าถึงได้ง่าย โดยที่แนวทางการประยุกต์ใช้ที่นำเสนอมาผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้วได้ตลอดเวลาเพื่อประกอบการตัดสินใจและวางแผนการท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรม

ข้อเสนอแนะ

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 สำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาความเชื่อมโยงของแผนงานวิจัย โครงการย่อยที่ 1 โครงการย่อยที่ 2 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา เช่น ผู้ประกอบการด้านการท่องเที่ยว นักวิจัยด้านการท่องเที่ยว นักวิชาการคอมพิวเตอร์นั้น สามารถศึกษาข้อมูลได้จากงานวิจัยนี้ ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาความเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านการท่องเที่ยวผู้สูงอายุจากแหล่งข้อมูลหลักต่าง ๆ นั้นได้ทำการสำรวจความคิดเห็นจากกลุ่มเป้าหมายที่นิยมใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการสืบค้นข้อมูลได้ข้อสรุปดังปรากฏรายละเอียดในหัวข้อ 4.1 นั้น ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการออกแบบระบบเว็บไซต์ต้นแบบ ดังภาพที่ ย่อย 3-24 ซึ่งสอดคล้องกับการออกแบบระบบฐานข้อมูลสำหรับการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นอารยธรรมล้านนา

รูปแบบ data center ที่นำเสนอสามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อสร้างต้นแบบของศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุ ดังวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ซึ่งผู้ที่สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลในส่วนนี้ควรเป็นองค์กรขนาดใหญ่ทั้งภาครัฐและเอกชนที่มีศักยภาพในการบริหารจัดการศูนย์ข้อมูล เช่น องค์กรเอกชนขนาดใหญ่ กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา และสำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเชียงใหม่ หากต้องการพัฒนาศูนย์ข้อมูลของตนสามารถศึกษารายละเอียดจากรายงานฉบับนี้ เนื่องจากได้ทำการรวบรวมความรู้ด้านระบบปฏิบัติการ (Operating Systems) เพื่อติดตั้งระบบที่มีความเหมาะสม การบริหารจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) เพื่อทำออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลให้สามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ความรู้ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Data Security) ซึ่งต้องจัดเตรียมระบบความปลอดภัยด้านเครือข่ายข้อมูล และการจัดเตรียมทรัพยากรบุคคลในการบริหารจัดการศูนย์ข้อมูล รวมถึงสามารถประมาณการงบประมาณที่จำเป็นเบื้องต้นได้

ในส่วนของวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 นั้นมุ่งเน้นเพื่อเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก data center เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยว ผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา ผู้ใช้ประโยชน์ในส่วนนี้แบ่งออกเป็นสามส่วนได้แก่ ผู้ประกอบการที่นำผลการวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนเพื่อบริหารจัดการธุรกิจของตน ส่วนที่สองได้แก่นักวิจัยและนักวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการแนวคิดต้นแบบในการเลือกใช้เทคนิคการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนสุดท้ายคือนักท่องเที่ยวผู้สูงอายุที่ต้องการมาท่องเที่ยวในพื้นที่อารยธรรมล้านนา โดยในรายงานฉบับนี้ผู้วิจัยได้นำความรู้ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งต้องใช้องค์ความรู้ด้านความฉลาดทางการคำนวณ (Computational Intelligence) ความรู้ด้านสถิติ และประสบการณ์การทำงานในสายงานด้านการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำเสนอตัวอย่างการใช้งานสำหรับผู้เกี่ยวข้องทั้งสามส่วนสามารถศึกษารายละเอียดได้ในบทที่ 4.7 การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวผู้สูงอายุในพื้นที่อารยธรรมล้านนา

บรรณานุกรม

[1] Data Center. (2552). http://www.thaicreate.com/web-host/web-host-data-center-isp.html, สืบค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2561

[2] Cisco data center infrastructure 2.5 design guide. (2550). http://www.tiaonline.org, สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2561

[3] SITE PREPARATION MANAGEMENT. http://sitem.co.th/มาตรฐานศูนย์คอมพิวเตอร์/, สืบค้นเมื่อ 5 มิถุนายน 2561

[4] Abraham Silberschatz. (2012). Peter B. Galvin and Greg Gagne, 2012, “Operating system Concepts”, 9th Edition, John Wiley & Sons.

[5] ฐานข้อมูล (Database). (2559). http://tonzoriginal.blogspot.com/p/blog-page_6.html, สืบค้นวันที่ 27 มิถุนายน 2559

[6] การออกแบบระบบฐานข้อมูล. (2554) http://kruoong.blogspot.com/2011/12/blog-post.html, สืบค้นวันที่ 8 พฤศจิกายน 2559

[7] วงจรชีวิตของการพัฒนาระบบฐานข้อมูล (Database Life Cycle, DBLC). (2554). https://howtogetbook.wordpress.com/2011/12/01/วงจรชีวิตของการพัฒนาระ-2/, สืบค้นวันที่ 15 มิถุนายน 2560

[8] การออกแบบฐานข้อมูล. www.sut.ac.th/ist/courses/204204_44/lect/204204_44_04.doc, สืบค้นวันที่ 15 มิถุนายน 2560

[9] การออกแบบข้อมูลด้วย E-R Diagram (Entity-Relationship Diagrams). (2556). https://msit5.wordpress.com/2013/09/17/การออกแบบข้อมูลด้วย-e-r-diagram-entity-relation, สืบค้นวันที่ 8 พฤศจิกายน 2559

[10] นอร์มัลไลเซชัน (Normalization). (2558). http://www.macare.net/dbms/index.php?id=-5, สืบค้นวันที่ 9 พฤศจิกายน 2559

[11] Wang, L., Zhan, J., Luo, C., Zhu, Y., Yang, Q., He, Y., ... & Zheng, C. (2014). Bigdatabench: A big data benchmark suite from internet services. In High Performance Computer Architecture (HPCA), 2014 IEEE 20th International Symposium on (pp. 488-499). IEEE.

[12] Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). “Data mining: Concepts and techniques”. Amsterdam: Morgan Kaufmann, an imprint of Elsevier.

[13] บริษัท ฟรอส์ท แอนด์ ซัลลิวัน (ไทยแลนด์) จำกัด. (2560). มาตรฐานศูนย์ข้อมูลในภาพรวม (Overview of Data Center Standards) , เอกสารประกอบการประชุมระดมความคิดเห็นกลุ่มย่อยต่อ(ร่าง)

ยุทธศาสตร์การพัฒนาศูนย์ข้อมูลภาครัฐ (Government Data Center Modernization)และ(ร่าง) มาตรฐานศูนย์บริการข้อมูลภาครัฐ.

[14] TechTalkThai. (2560). แนะนำบริการ CAT data center และมาตรฐานการให้บริการ Trusted Site Infrastructure (TSI) Level 3, https://www.techtalkthai.com/introduce-cat-data-center-with-trusted-site-infrastructure-tsi-level-3/ , สืบค้นเมื่อ 6 มิถุนายน 2561

[15] Co-Location ,บริษัท ซีเอส ล็อกซอินโฟ จำกัด (มหาชน),http://dccloud.csloxinfo.com/th/services/co-location/ , สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2561

[16] จิรสิน กิตานุวัฒน์. (2558). ความสัมพันธ์ของข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และการจัดการข้อมูลเพื่อความสำเร็จของกิจการในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[17] พิมพ์ลักษณ์ กลางวิชิต. (2558). การศึกษาแนวโน้มการเลือกใช้บริการข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data as a service) ของหน่วยงานภาครัฐ โดยใช้เทคนิคเดลฟาย". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[18] นายสมบัติ ยิ้มไพบูลย์. (2558). แนวทางการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลต่อความล้มเหลวในการพัฒนาข้อมูลขนาดใหญ่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[19] Houman Rastegarfar, Madeleine Glick, Nicolaas Viljoen, Mingwei Yang, John Wissinger, Lloyd LaComb, and Nasser Peyghambarian. (2016). TCP flow classification and bandwidth aggregation in optically interconnected data center networks Sign In or Purchase. IEEE/OSA Journal of Optical Communications and Networking, Volume:8 Issue:10 (12 October 2016). p. 777–786.

[20] Nicolaas Viljoen, Houman Rastegarfar, Mingwei Yang, John Wissinger and Madeleine Glick. (2016). "Machine learning based adaptive flow classification for optically interconnected data centers." 2016 18th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), (25 August 2016) : 1-4.

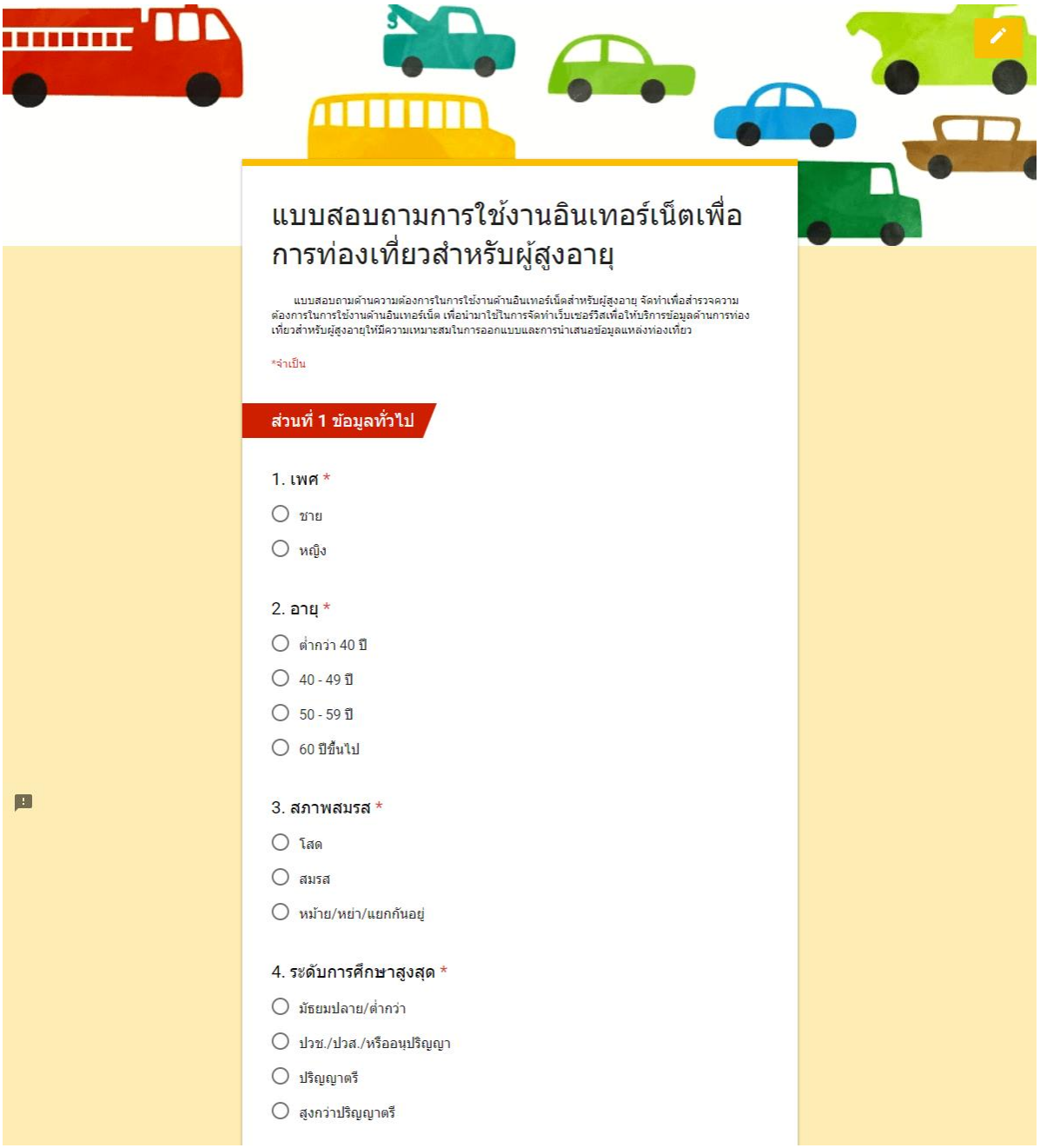
[21] Marwa Bouraoui, Ines Bouzouita and Amel Grissa Touzi (2018). "Hadoop based Mining of Distributed Association Rules from Big Data." 2017 18th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA), (15 March 2018). P. 185–190.

[22] Junyan Zhao and Aixiang Wang. (2017). "Evaluation Method and Decision Support of Network Education Based on Association Rules." 2017 International Conference on Progress in Informatics and Computing (PIC), (17 May 2018) : 328–332.

[23] F. Padillo, J.M. Lunat and S. Ventura. (2018). “An evolutionary algorithm for mining rare association rules: A Big Data approach.” 2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), (07 July 2017) : 2007–2014.

[24] Adecco Thailand Salary Guide 2018. (22561). https://adecco.co.th/th/knowledge-center/detail/2018-salary-guide, สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2561

ภาคผนวก
แบบสอบถามการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุ



แบบสอบถามการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุ

แบบสอบถามด้านความต้องการในการใช้งานด้านอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้สูงอายุ จัดทำเพื่อสำรวจความต้องการในการใช้งานด้านอินเทอร์เน็ต เพื่อนำมาใช้ในการจัดทำเว็บเซอร์วิสเพื่อให้บริการข้อมูลด้านการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุให้มีความเหมาะสมในการออกแบบและการนำเสนอข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว

*จำเป็น

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

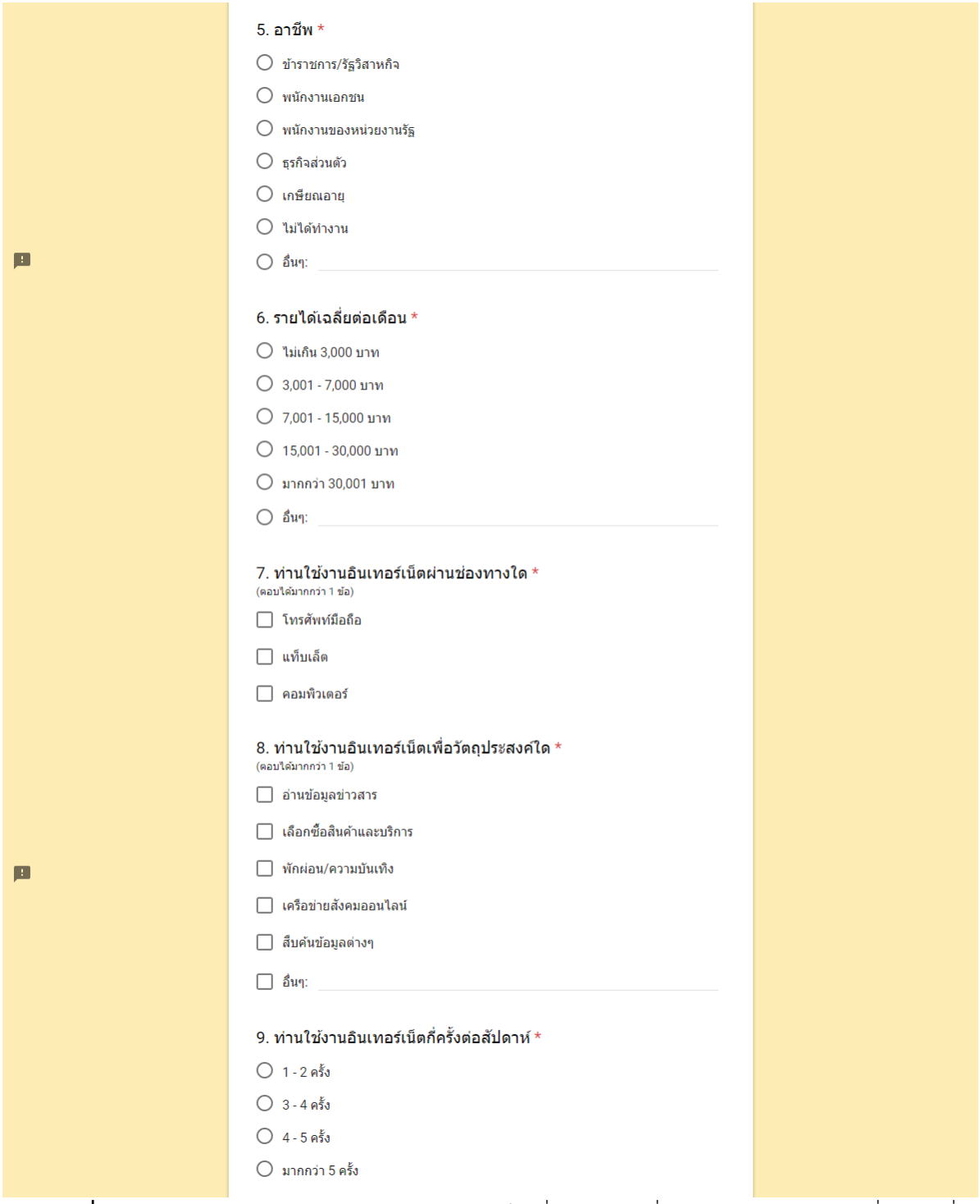
1. เพศ *
- ชาย
- หญิง

2. อายุ *
- ต่ำกว่า 40 ปี
- 40 - 49 ปี
- 50 - 59 ปี
- 60 ปีขึ้นไป

3. สภาพสมรส *
- โสด
- สมรส
- หม้าย/หย่า/แยกกันอยู่

4. ระดับการศึกษาสูงสุด *
- มัธยมปลาย/ต่ำกว่า
- ปวช./ปวส./หรืออนุปริญญา
- ปริญญาตรี
- สูงกว่าปริญญาตรี

ภาพที่ ย่อย3-46 แบบสอบถามการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุหน้าที่1-ส่วนที่1/3



5. อาชีพ *

- ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ
- พนักงานเอกชน
- พนักงานของหน่วยงานรัฐ
- ธุรกิจส่วนตัว
- เกษียณอายุ
- ไม่ได้ทำงาน
- อื่นๆ: _____

6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน *

- ไม่เกิน 3,000 บาท
- 3,001 - 7,000 บาท
- 7,001 - 15,000 บาท
- 15,001 - 30,000 บาท
- มากกว่า 30,001 บาท
- อื่นๆ: _____

7. ท่านใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านช่องทางใด *
(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- โทรศัพท์มือถือ
- แท็บเล็ต
- คอมพิวเตอร์

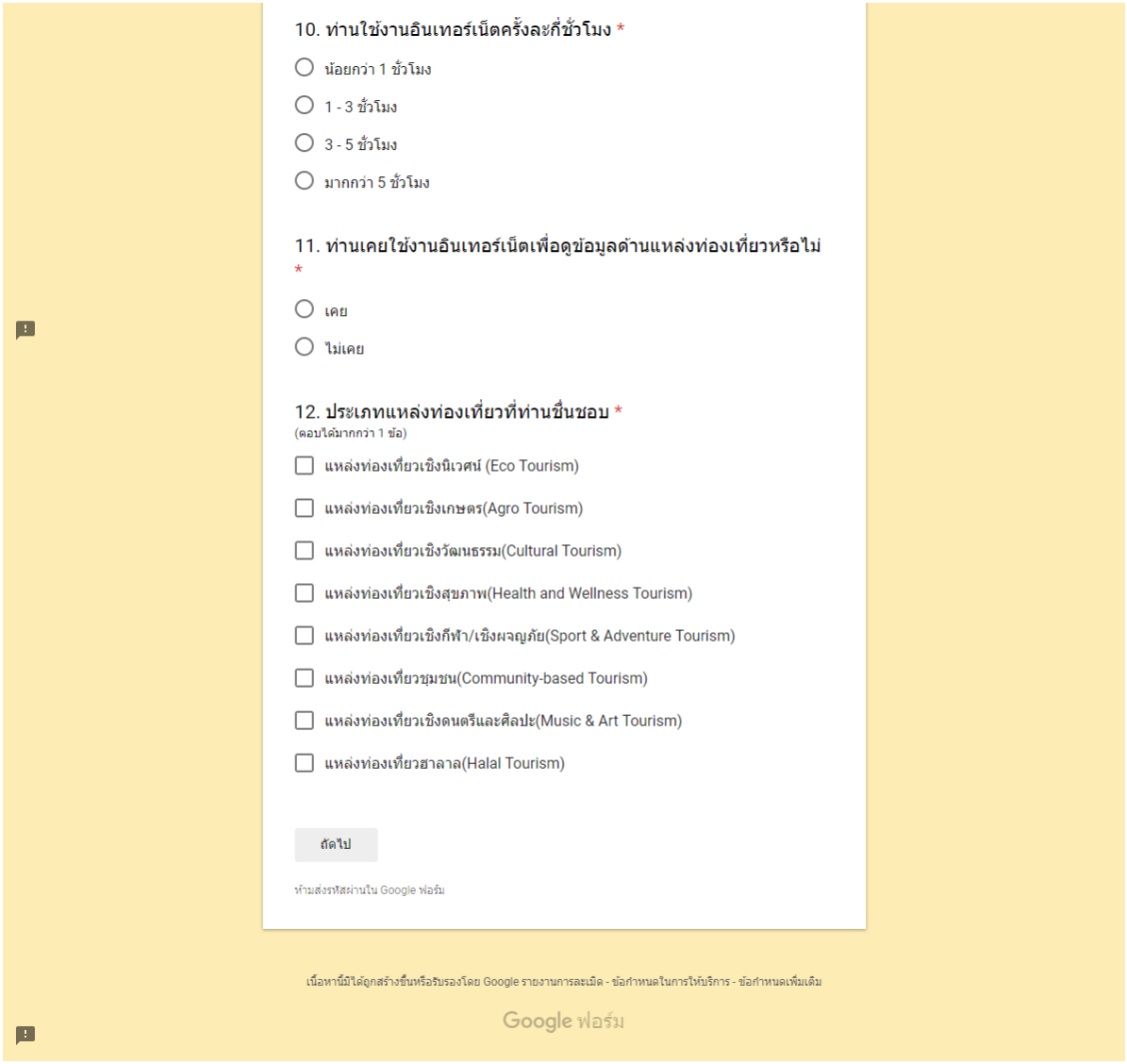
8. ท่านใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อวัตถุประสงค์ใด *
(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- อ่านข้อมูลข่าวสาร
- เลือกซื้อสินค้าและบริการ
- พักผ่อน/ความบันเทิง
- เครือข่ายสังคมออนไลน์
- สืบค้นข้อมูลต่างๆ
- อื่นๆ: _____

9. ท่านใช้งานอินเทอร์เน็ตกี่ครั้งต่อสัปดาห์ *

- 1 - 2 ครั้ง
- 3 - 4 ครั้ง
- 4 - 5 ครั้ง
- มากกว่า 5 ครั้ง

ภาพที่ ย่อย3-47 แบบสอบถามการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุหน้าที่1-ส่วนที่2/3



10. ท่านใช้งานอินเทอร์เน็ตครั้งละกี่ชั่วโมง *

- น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
- 1 - 3 ชั่วโมง
- 3 - 5 ชั่วโมง
- มากกว่า 5 ชั่วโมง

11. ท่านเคยใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อดูข้อมูลด้านแหล่งท่องเที่ยวหรือไม่ *

- เคย
- ไม่เคย

12. ประเภทแหล่งท่องเที่ยวที่ท่านชื่นชอบ *
(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- แหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ (Eco Tourism)
- แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร(Agro Tourism)
- แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม(Cultural Tourism)
- แหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ(Health and Wellness Tourism)
- แหล่งท่องเที่ยวเชิงกีฬา/เชิงผจญภัย(Sport & Adventure Tourism)
- แหล่งท่องเที่ยวชุมชน(Community-based Tourism)
- แหล่งท่องเที่ยวเชิงดนตรีและศิลปะ(Music & Art Tourism)
- แหล่งท่องเที่ยวฮาลาล(Halal Tourism)

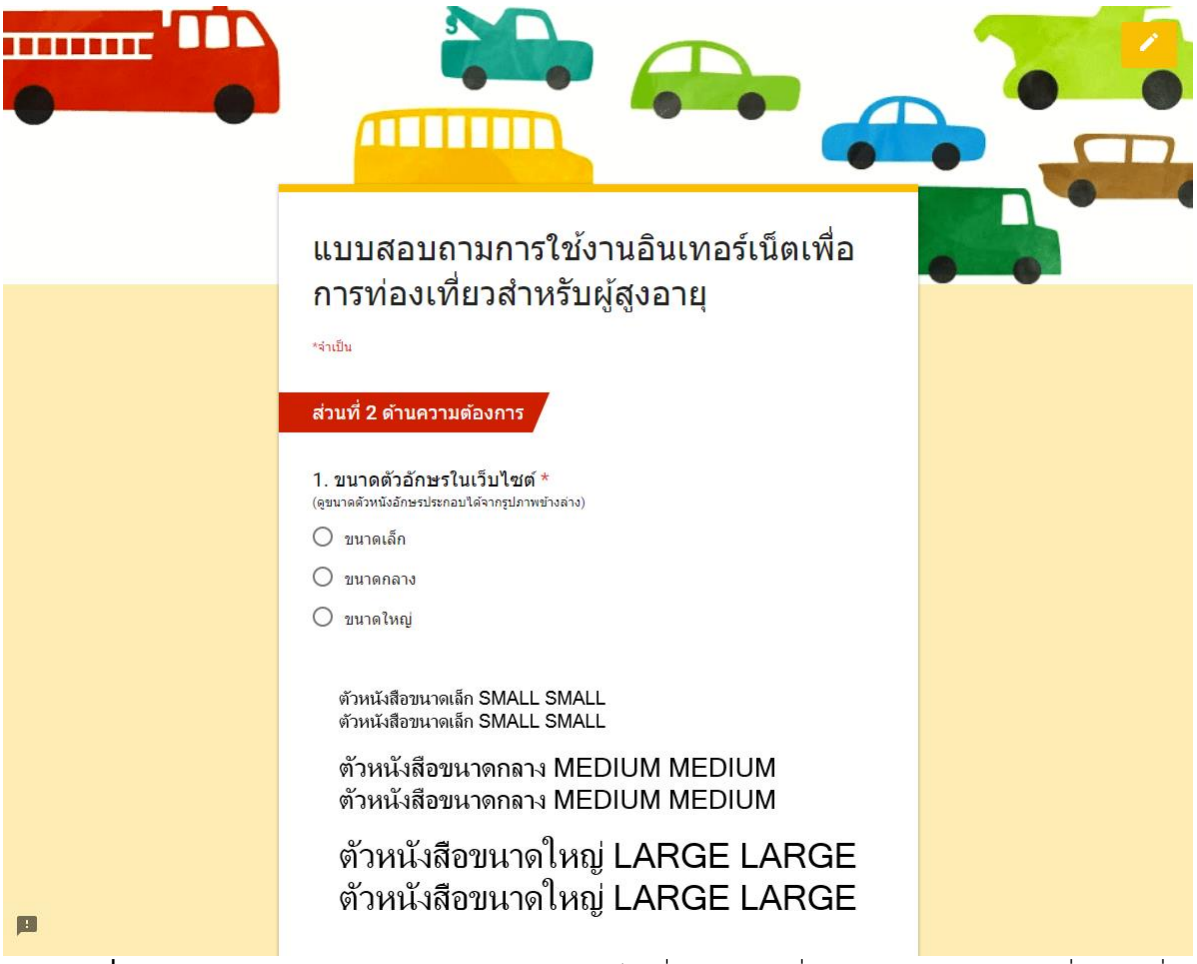
ถัดไป

ห้ามส่งรหัสผ่านใน Google ฟอร์ม

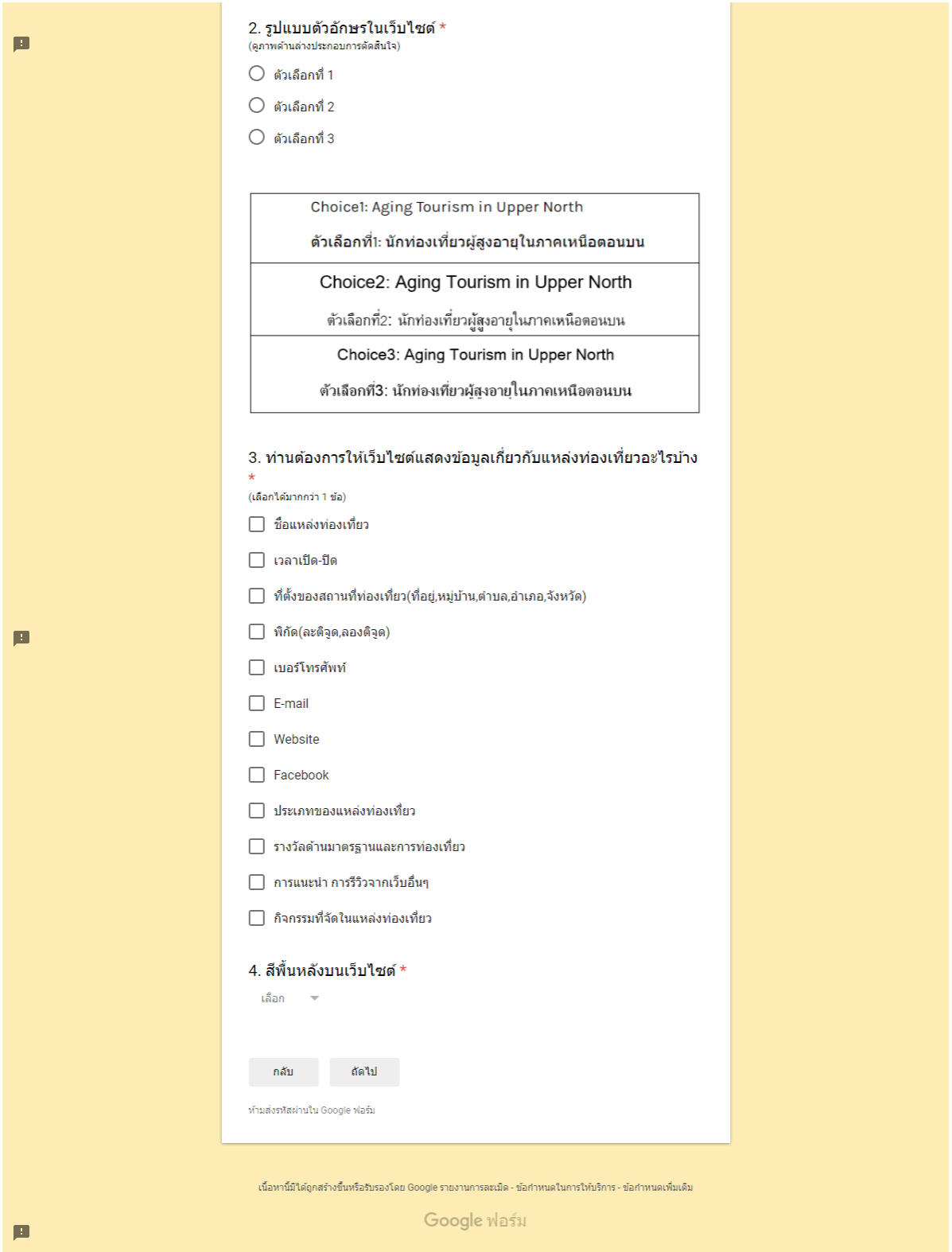
เนื้อหานี้มิได้ถูกสร้างขึ้นหรือรับรองโดย Google รายงานการละเมิด - ข้อกำหนดในการให้บริการ - ข้อกำหนดเพิ่มเติม

Google ฟอร์ม

ภาพที่ ย่อย3-48 แบบสอบถามการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุหน้าที่1-ส่วนที่3/3



ภาพที่ ย่อย3-49 แบบสอบถามการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุหน้าที่2-ส่วนที่1/2



2. รูปแบบตัวอักษรในเว็บไซต์ *
(ดูภาพด้านล่างประกอบการตัดสินใจ)

- ตัวเลือกที่ 1
- ตัวเลือกที่ 2
- ตัวเลือกที่ 3

Choice1: Aging Tourism in Upper North **ตัวเลือกที่1: นักท่องเที่ยวผู้สูงอายุในภาคเหนือตอนบน**
Choice2: Aging Tourism in Upper North ตัวเลือกที่2: นักท่องเที่ยวผู้สูงอายุในภาคเหนือตอนบน
Choice3: Aging Tourism in Upper North ตัวเลือกที่3: นักท่องเที่ยวผู้สูงอายุในภาคเหนือตอนบน

3. ท่านต้องการให้เว็บไซต์แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งท่องเที่ยวอะไรบ้าง *
(เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

- [ ] ชื่อแหล่งท่องเที่ยว
- [ ] เวลาเปิด-ปิด
- [ ] ที่ตั้งของสถานที่ท่องเที่ยว(ที่อยู่,หมู่บ้าน,ตำบล,อำเภอ,จังหวัด)
- [ ] พิกัด(ละติจูด,ลองติจูด)
- [ ] เบอร์โทรศัพท์
- [ ] E-mail
- [ ] Website
- [ ] Facebook
- [ ] ประเภทของแหล่งท่องเที่ยว
- [ ] รางวัลด้านมาตรฐานและการท่องเที่ยว
- [ ] การแนะนำ การรีวิวจากเว็บอื่นๆ
- [ ] กิจกรรมที่จัดในแหล่งท่องเที่ยว

4. สีพื้นหลังบนเว็บไซต์ *
เลือก

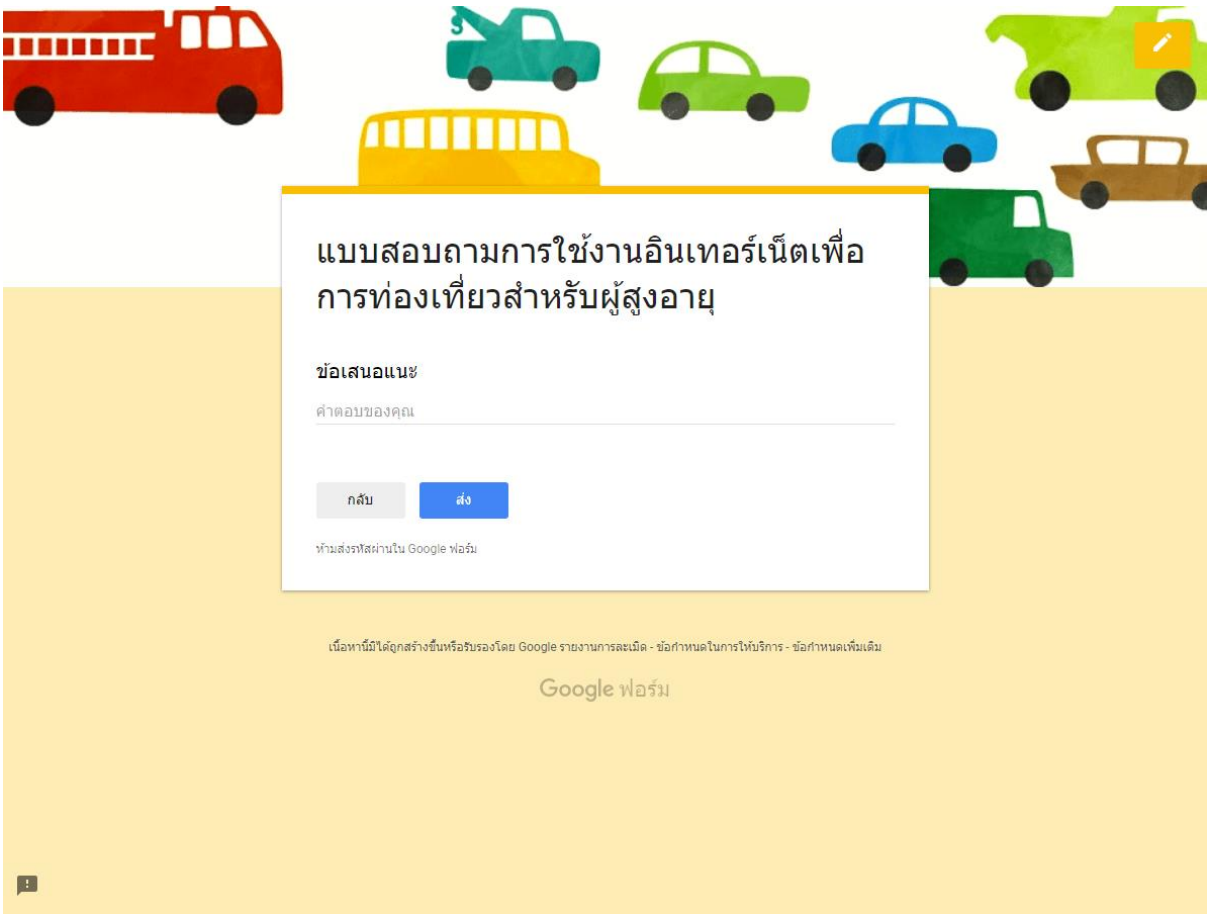
กลับ ถัดไป

ห้ามส่งรหัสผ่านใน Google ฟอร์ม

เนื้อหานี้มิได้ถูกสร้างขึ้นหรือรับรองโดย Google รายงานการละเมิด - ข้อกำหนดในการให้บริการ - ข้อกำหนดเพิ่มเติม

Google ฟอร์ม

ภาพที่ ย่อย3-50 แบบสอบถามการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุหน้าที่2-ส่วนที่2/2



ภาพที่ ย่อย3-51 แบบสอบถามการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุหน้าที่3