บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เครื่องมือและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำโครงงานการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวินิจฉัยปัญหาการใช้ระบบทะเบียนส่วนกลางสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ได้รวบรวมแนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำโครงการวิจัย โดยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาโครงการวิจัยดังกล่าวประกอบด้วยทฤษฎีที่สำคัญต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. แนวคิดที่เกี่ยวข้อง
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. เครื่องมือในการออกแบบและวิเคราะห์ระบบ
4. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

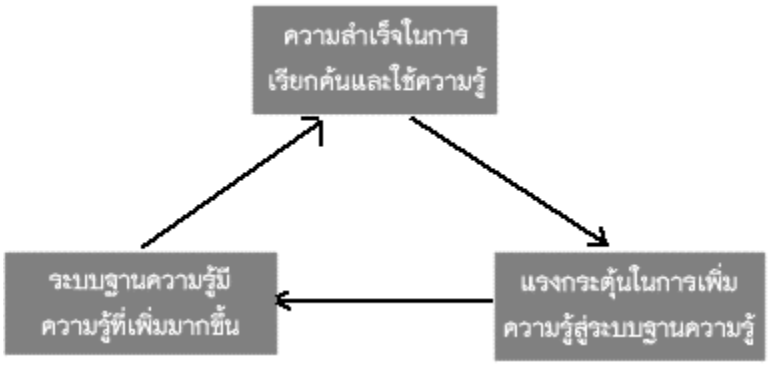
1.1 ความหมายของระบบฐานความรู้ (Knowledge Base System)

สมชาย นำประเสริฐชัย (2545) กล่าวว่า ระบบฐานความรู้ (KBS) คือการให้คอมพิวเตอร์สามารถรับความรู้จากภายนอก เก็บเข้าถึงและเรียกใช้ความรู้ผ่านโปรแกรมโดยใช้หลักของกระบวนการที่มีเหตุผลสำหรับการแก้ปัญหาในเรื่องราวที่สนใจที่เรียกว่าโดเมน (Domain) ในส่วนของ KBS นี้ประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญคือ

1. ฐานความรู้ (Knowledge Base) เป็นหัวใจของระบบ KBS เป็นส่วนที่เก็บกฎและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งอาจเก็บอยู่ในรูปแบบง่าย ๆ อย่างเช่น if X then Y โดยมีจำนวนกฎจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม การแทนความรู้เป็นเรื่องที่ซับซ้อน เนื่องจากรูปแบบของความรู้นั้นไม่มีรูปแบบที่แน่นอนตายตัว

2. เครื่องจักรอนุมาน (Inferrence Engergy) เป็นส่วนที่ใช้ในการตีความตามกฎต่าง ๆ เริ่มจากการตรวจสอบฐานข้อมูลถึงการกำหนดสมมติฐาน หากไม่ตรงตามสมมติฐานก็จะตีความตามกฎที่อยู่ใน Workledge Base

3. ฐานข้อมูล (Database) เก็บสมมติฐาน และสถานะเริ่มต้นในการเริ่มกระบวนการค้นหา นอกจากนี้ยังเก็บความจริงที่กำหนดโดยผู้ใช้ด้วย



ภาพที่ 2.1 กฎแสดงวัฏจักรของฐานความรู้

Knowledge Base คือระบบที่เป็นศูนย์กลางในการเก็บรวบรวมข้อมูลและความรู้ แบบห้องสมุด ซึ่งจะมีระบบให้ค้นหาและเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวก โดยมากในสมัยนี้มักจะเป็นเว็บ โดยข้อมูลนั้นอาจจะอยู่ใน Knowledge Base เองหรือ จะเป็นเพียง Link ไปยังข้อมูลที่อยู่ที่อื่นก็ได้ นอกจากนั้นใน Knowledge Base เองยังมี Expert Directory ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญได้สะดวก เช่น ถามคำถามหรือปรึกษาหารือ หรือมี Forum เพื่อให้ผู้ใช้ได้พูดคุยหรือช่วยเหลือกันเอง มี Access Control ดูว่าใครควรดูหรือเขียนอะไรได้บ้าง มีระบบ Knowledge Engine เพื่อดูแลให้ข้อมูลได้เพิ่มพูนขึ้น แม่นยำ ทันสมัยด้วย เป็นไปในแนวทางที่จะเป็นประโยชน์กับผู้ใช้และองค์กรที่จัดตั้ง องค์กรสมัยใหม่มักจะมี Knowledge Base เพื่อให้พนักงานได้ค้นหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน หรือเพิ่มพูนความรู้ และพัฒนาศักยภาพ และนอกจากนั้น Knowledge Base ยังเป็นที่สำรองความรู้ของผู้เชี่ยวชาญไว้ หากผู้เชียวชาญต้องออกจากองค์กรไป ความรู้ก็ยังอยู่กับองค์กรต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems: ES)

กฤษดา สุนทร (2552) ได้ให้ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญไว้ดังนี้ ระบบผู้เชี่ยวชาญคือระบบคอมพิวเตอร์ ที่จำลองการตัดสินใจของมนุษย์ ผู้เป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านใดด้านหนึ่ง โดยใช้ความรู้และการสรุปเหตุผลเชิงอนุมาน (inference) ในการแก้ปัญหายากๆ ที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ระบบผู้เชี่ยวชาญได้ถูกพัฒนาขึ้นมา เพื่อใช้งานในระบบต่างๆ อย่างแพร่หลายมากว่า 30 ปี ไม่ว่าจะเป็นในแวดวงธุรกิจ การแพทย์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม อุตสาหกรรม เป็นต้น ระบบ ES หรือระบบผู้เชี่ยวชาญ จัดเป็นระบบสารสนเทศประเภทหนึ่งที่นำวิทยาการของปัญหาประดิษฐ์เข้ามาใช้จัดการสารสนเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสนเทศที่เป็น องค์ความรู้ (knowledge) ในเฉพาะสาขาหรือเฉพาะด้าน ดังนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญจึงเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างฐานความรู้ (knowledge base) และ กลไกในการตั้งคำถาม และหาคำตอบ (จาก knowledge base) ทำให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกในการถามและตอบสิ่งที่ถามเสมือนหนึ่งคุยกับผู้เชี่ยวชาญจริง ๆ

ส่วนประกอบของ Expert System ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 ฐานความรู้ (knowledge base)

ส่วนที่เก็บความรู้ทั้งหมดของผู้เชี่ยวชาญที่รวบรวมจากการศึกษาและจากประสบการณ์ โดยมีการกำหนดโครงสร้างของข้อมูล (Data Structure) ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน โดยฐานความรู้จะรวบรวมตรรกะ (Logic) ในการปฏิบัติงาน

2.1.2 เครื่องอนุมาน (inference engine)

เป็นส่วนควบคุมการใช้ความรู้ในฐานความรู้ เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จะทำหน้าที่ตรวจสอบกฎเกณฑ์ที่อยู่ในฐานความรู้ โดยการใช้เหตุผลทางตรรกะสำหรับแต่ละเหตุการณ์ ซึ่งมักจะอยู่ในลักษณะ ถ้า...แล้ว...

2.1.2.1 การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining Inference) การอนุมานโดยเริ่มการตรวจสอบข้อมูลกับกฎเกณฑ์ที่มีอยู่ในระบบจนกว่าจะสามารถหากฎเกณฑ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์แล้วจึง ดำเนินงานตามเหมาะสม

2.1.2.2 การอนุมานแบบย้อนหลัง (Backward Chaining Inference) การอนุมานโดยเริ่มต้นจากเป้าหมาย (Goals) ที่ต้องการแล้วดำเนินการย้อนกลับเพื่อหาสาเหตุ การอนุมานใน

ลักษณะนี้มักนำมาใช้ในการพัฒนาระบบความฉลาดให้มีความเข้าใจ และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ระบบสามารถทำการอนุมานหาข้อสรุปของปัญหาที่เกิดขึ้นในอนาคต

2.1.3 ส่วนดึงความรู้ (knowledge acquisition subsystem)

เป็นส่วนที่ดึงความรู้จากเอกสาร ตำรา ฐานข้อมูล และเชี่ยวชาญ ทีมพัฒนาจะทำการจัดความรู้ที่ได้มาให้อยู่ในรูปที่เข้ากันได้กับโครงสร้างของฐานความรู้ เพื่อที่จะได้สามารถบรรจุความรู้ที่ได้มาลงในฐานความรู้ได้

2.1.4 ส่วนอธิบาย (explanation subsystem)

เป็นส่วนที่อธิบายถึงรายละเอียดของข้อสรุปหรือคำตอบที่ได้มานั้น มาได้อย่างไรและทำไมถึงมีคำตอบเช่นนั้น

2.1.5 การติดต่อกับผู้ใช้ (user interface)

เนื่องจากผู้ใช้จะมีความรู้ในงานสารสนเทศที่แตกต่างกัน หรือผู้ใช้บางคนไม่เคยชินกับการรับคำแนะนำจากระบบสารสนเทศ ตลอดจนผู้ใช้มีความต้องการที่หลากหลาย ดังนั้นผู้พัฒนาระบบจึงต้องคำนึงถึงความสะดวกในการติดต่อระหว่าง ES กับผู้ใช้ ทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่าง ES กับผู้ใช้ที่มีความสะดวก ทำให้ผู้ใช้เกิดความพอใจและสามารถใช้ระบบจนเกิดความชำนาญ ซึ่งจะทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพ

2.2 ขั้นตอนการพัฒนา

2.2.1 การวิเคราะห์ปัญหา

ดำเนินการพิจารณาถึงความต้องการ ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ ในสถานการณ์จริง โดยทำความเข้าใจกับปัญหา จัดขั้นตอนในการแก้ปัญหา การกำหนดรูปแบบของการให้คำปรึกษา ตลอดจนรวบรวมความรู้ และความเข้าใจในสาระสำคัญที่จะนำมาประกอบการพัฒนาระบบ และต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้ระบบเป็นสำคัญ

2.2.2 การเลือกอุปกรณ์

พิจารณาความเหมาะสมของส่วนประกอบที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1) การแสดงความรู้

2) การติดต่อกับผู้ใช้

3) ชุดคำสั่ง

4) การบำรุงรักษาและการพัฒนาระบบ

2.2.3 การถอดความรู้

ผู้พัฒนาระบบต้องทำการสังเกต ศึกษา และทำความเข้าใจกับความรู้ที่จะนำมาพัฒนาเป็น ES จากแหล่งอ้างอิง หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น เพื่อการกำหนดขอบเขตที่เหมาะสมของระบบ

2.2.4 การสร้างต้นแบบ

นำส่วนประกอบต่าง ๆ ที่กล่าวมามาประกอบการสร้างต้นแบบ พร้อมทั้งทดสอบการทำงานของต้นแบบที่สร้างขึ้นว่าสามารถทำงานได้ตามที่ไว้วางแผนไว้หรือไม่

2.2.5 การขยาย การทดสอบและบำรุงรักษา

หลังจากที่ต้นแบบได้ถูกสร้างขึ้นและสามารถผ่านการทดสอบการทำงานแล้ว เพื่อที่จะได้ระบบสามารถนำไปใช้สภาวะการณ์จริงได้ ก็จะต้องทำการขยายระบบให้ใหญ่ขึ้นจากต้นระบบ โดยเฉพาะส่วนที่เป็นฐานความรู้

2.3 หลักการพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ

กิตติภัคดี วัฒนะกลุ (2546) กล่าวว่า หลักการพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ระบบผู้เชี่ยวชาญ เจริญเติบโตขึ้นมาจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับปัญญาประดิษฐ์ ดังนั้นจึงไม่ผิดปกติหากว่ามีการเชื่อมต่อกันระหว่างสิ่งที่เป็นองค์ความรู้ความชาญฉลาดกับการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยมีองค์ประกอบหลักที่ใช้ในการพิจารณาดังต่อไปนี้

1) ความเชี่ยวชาญ (Expertise)

2) ผู้เชี่ยวชาญ (Experts)

3) การได้มาซึ่งองค์ความรู้ (Knowledge Acquisition)

4) การสรุปความ (Inference)

5) การจัดรูปแบบองค์ความรู้ (Knowledge Representation)

6) การอธิบายความ (Explanation)

1. ความเชี่ยวชาญ (Expertise)

ความเชี่ยวชาญ หมายถึง ความชำนาญหรือความถนัดในเรื่องหรืองานนั้น ๆ ซึ่งเป็นองค์ความรู้เฉพาะทางที่ได้จากการเรียนรู้ ฝึกฝนและสั่งสมประสบการณ์รวมไปถึงทฤษฎี กฎเกณฑ์ กระบวนการ ข้อสารสนเทศและกลยุทธ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ ซึ่งไม่ใช่เพียงสิ่งเหล่านี้เท่านั้นที่ทำให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ดีและรวดเร็วกว่าผู้ที่ไม่มีความชำนาญ แต่การที่จะพัฒนาบุคคลให้เป็นผู้เชี่ยวชาญได้นั้นอาจต้องใช้เวลานานหลายปีจึงเกิดแนวคิดที่จะสร้างและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญขึ้นมา

เพื่อเก็บและใช้องค์ความรู้เหล่านี้ให้เป็นประโยชน์และคงทนถาวร ไม่สูญหายไปพร้อมกับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ โดยเกณฑ์ที่ใช้ตัดสิน ความเชี่ยวชาญ คือ ความเชี่ยวชาญมักเกี่ยวข้องกับองค์ความรู้จำนวนมาก มีการสั่งสมประสบการณ์ ความรู้ ความเชี่ยวชาญสามารถที่จะจัดเก็บต้องมีการบริหารจัดการ เรียกใช้งานได้และแก้ปัญหาได้ทันท่วงที

2. ผู้เชี่ยวชาญ (Expert)

ผู้เชี่ยวชาญอาจเป็นได้ทั้งรายบุคคล หรือกลุ่มบุคคลที่มีความรู้และความชำนาญในเรื่องนั้น ๆ โดยสามารถนำความรู้และความชำนาญในเรื่องที่ตนเชี่ยวชาญมาอธิบายปรากฏการณ์ที่ เกิดขึ้นได้อย่างเป็นเชิงเหตุและผลรวมถึงสามารถเรียนรู้และสร้างสิ่งใหม่ ๆ เพื่อประโยชน์ในการแก้ปัญหาโดยคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

2.1 สามารถทำการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหาได้อย่างมีประสิทธิผล

2.2 รู้ถึงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบถูกต้องและรวดเร็ว

2.3 สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2.4 มีความรู้และสั่งสมประสบการณ์มาตั้งแต่ในอดีต

2.5 มีความคิดสร้างสรรค์องค์ความรู้หรือสิ่งใหม่ๆ

2.6 สามารถเบี่ยงเบนกฎเกณฑ์ได้หากจำเป็นด้วยเชิงเหตุและผล

2.7 สามารถจำลองสถานการณ์สำหรับใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้

2.8 มีความกระตือรือร้นที่จะทำงานในระดับองคก์รหรือทำงานร่วมกันเป็นทีม

3. การได้มาซึ่งองค์ความรู้(Knowledge Acquisition)

การได้มาซึ่งองค์ความรู้ หมายถึง กระบวนการที่ดึงองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำมาทำการแปรสภาพให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำเสนอ และจัดเก็บไว้ในระบบผู้เชี่ยวชาญโดยผ่านกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ได้การที่จะดึงองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญมาได้นั้น สามารถทำได้หลายวิธีตัวอย่างเช่น วิธีการสัมภาษณ์การสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น โดยการจะได้มาขององค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญนั้น อาจมีทั้งที่เป็นข้อเท็จจริง และหลักการ ซึ่งบางครั้งก็ยากต่อการนำเสนอด้วยแบบจำลองและฤษฎีทางคณิตศาสตร์ องค์ความรู้บางอย่างอาจเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไป จึงไม่มีความจำเป็นต้องมาบริหารจัดการก็ได้ หรืออาจต้องรอการพิสูจน์ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการหักล้างของสมมติฐาน

4. การอนุมานหรือการสรุปความ (Inference)

การอนุมานหรือการสรุปความ หมายถึง ความสามารถในการนำองค์ความรู้ที่ได้จากแหล่งฐานองค์ความรู้ (Knowledge base) หรือแหล่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการสรุปความในเชิงเหตุและผล ทั้งนี้ การสรุปความในระบบผู้เชี่ยวชาญจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กลไกการอนุมาน หรือ กลไกการสรุปความ (Inference Engine)

5. การจัดรูปแบบองค์ความรู้ (Knowledge Representation)

การจัดรูปแบบองค์ความรู้ หมายถึง กระบวนการจัดเก็บองค์ความรู้ที่ได้มาให้อยู่ในรูปแบบของเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ (Symbolic) ไม่เพียงแต่จะอยู่ในรูปแบบที่เป็นระบบฐาน แห่งกฎเกณฑ์ (Rules–Based System) เช่น กฎแห่งการผลิต (Production Rules) กฎที่เป็นเฟรม (Frames) เป็นต้น ยังมีการแบ่งระดับขององค์ความรู้ที่จะนำมาใช้แทนค่าออกเป็น 3 ระดับด้วยกัน ได้แก่

5.1 องค์ความรู้ระดับง่าย (Casual Knowledge) โดยส่วนใหญ่ระบบผู้เชี่ยวชาญจะไม่นำเสนอองค์ความรู้อย่างง่าย ที่ไม่มีความสลับซับซ้อนในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ลงไปในระบบเว้นแต่ว่างานนั้น ๆ เป็นงานที่ต้องทำเป็นประจำหรือมีความถี่บ่อยครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากอาจไม่เกิดประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานเท่าที่ควร

5.2 องค์ความรู้ระดับผิวเผิน (Shallow Knowledge) องค์ความรู้ระดับผิวเผิน หมายถึง องค์ความรู้ที่เกี่ยวกับงานเฉพาะด้าน (Specific Task) ที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจและแก้ปัญหาตามแต่สถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งเท่านั้น ซึ่งองค์ความรู้ในระดับนี้อาจเป็นได้ทั้งที่มาจากการสังเกตุ (Observation) หรือการรับรู้จากสามัญสำนึก (Heuristic) เพียงแต่ว่าหากมีการสั่งสม ประสบการณ์อันยาวนานก็จะช่วยให้แก้ปัญหาได้ดีมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามก็ยังไม่สามารถรับรองได้ว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องเสมอไป

5.3 องค์ความรู้ระดับเชิงลึก (Deep Knowledge) องค์ความรู้ระดับเชิงลึก หมายถึง องค์ความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานต่าง ๆ (Different Task) ได้หลากหลายกับสถานการณ์ (Different situation) ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการผสมผสานระหว่างระบบกับสติปัญญาของมนุษย์รวมไปถึงเรื่องทั่วไปที่เกี่ยวกับอารมณ์และการรับรู้ซึ่งยากต่อการรวบรวมจัดเก็บและยืนยันความถูกต้อง

6. การอธิบายความ (Explanation)

การอธิบายความ หมายถึง ความสามารถของระบบผู้เชี่ยวชาญที่จะอธิบาย เพื่อแนะนำหรือชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งต้องง่ายต่อการเข้าใจสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญ (Non- experts) โดยปัจจัยที่มีผลต่อการอธิบายมีดังนี้

6.1 ผู้ใช้ระบบ (User) ต้องการทราบว่าข้อสรุปที่เป็นคำอธิบายนั้นถูกต้องหรือไม่

6.2 วิศวกรองค์ความรู้ (Knowledge Engineering) ต้องการทราบว่าองค์ความรู้ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้นั้นถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่

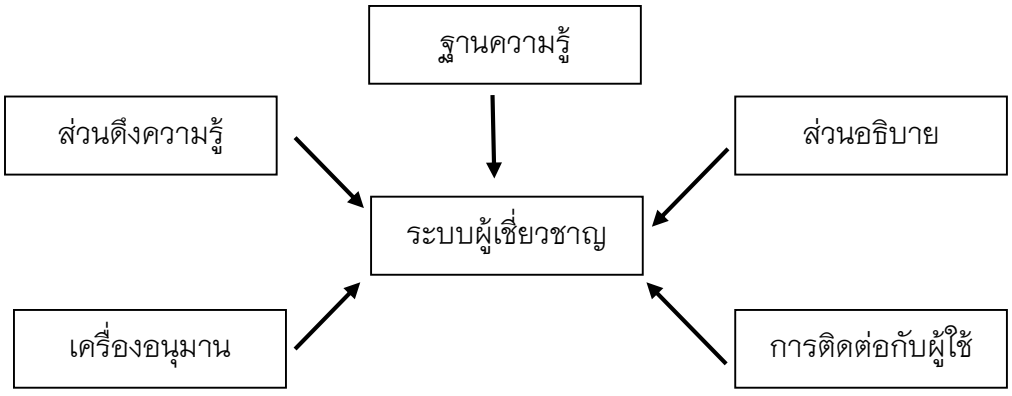
6.3 ผู้เชี่ยวชาญ (Expert) ต้องศึกษาค้นคว้าองค์ความรู้อยู่เสมอเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ปรับปรุงและพัฒนาองค์ความรู้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

6.4 ผู้พัฒนาหรือโปรแกรมเมอร์ (Programmer) ต้องการนำองค์ความรู้ไปปรับปรุงเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของระบบให้สูงขึ้น

6.5 ผู้บริหารระดับสูง (Manager/Executive) ต้องการคำอธิบายที่ยืนยันความถูกต้องได้อย่างเป็นเชิงเหตุและผลสำหรับช่วยสนับสนุนการตัดสินใจและแก้ปัญหา

2.1.2.3 องค์ประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐาน 5 ส่วน ดังแสดงในภาพ รายละเอียดโดยย่อของแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ

เว็บไซต์ Gotoknow ได้อธิบายองค์ประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญไว้ดังนี้ โดยระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐานสำคัญ 5 ประการดังนี้

1) ฐานความรู้ (knowledge base) เป็นส่วนที่เก็บความรู้ทั้งหมดของ ผู้เชี่ยวชาญที่รวบรวมจากการศึกษาและจากประสบการณ์ โดยมีการกำหนดโครงสร้างของ ข้อมูล (Data Structure) ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานฐานความรู้มีลักษณะบางประการคล้ายฐานข้อมูล แต่ฐานสารสนเทศ (Information Base) ทั้งสองจะมีความแตกต่างกันคือ ฐานข้อมูลจะเก็บรวบรวมตัวเลข (Numbers) สัญลักษณ์ (Symbols) และอาจมีส่วนแสดง ความสัมพันธ์พื้นฐานระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันระหว่างแต่ละฐานข้อมูล แต่ฐานความรู้จะรวบรวมตรรกะ (Logic) ในการปฏิบัติงาน เนื่องจาก ES จะต้องทำการประมวลความรู้ในหลาย รูปแบบ ซึ่งเป็นไปได้ยากในฐานข้อมูลและการนำเสนอความรู้ (Knowledge Representation) ปัจจุบัน ES ทางธุรกิจที่ถูกพัฒนาขึ้นส่วนใหญ่จะมีการนำเสนอความรู้ในลักษณะ ถ้า..และ... ดังนั้น...(IF..AND..THEN...) หรือการกำหนดกรอบอ้างอิงของการดำเนินงาน (Frame) โดยกรอบการดำเนินงานจะทำหน้าที่รวบรวมสารสนเทศเกี่ยวกับงานที่ต้องการเข้ามาอยู่ร่วมกันภายใต้ขอบเขตที่กำหนดเพื่อให้สะดวก ต่อการใช้งาน

2) เครื่องอนุมาน (inference engine) เป็นส่วนควบคุมการใช้ความรู้ในฐานความรู้ เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เราสามารถกล่าวได้ว่าเครื่องอนุมานเป็นส่วนการใช้เหตุและผลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ ES โดยที่เครื่องอนุมานจะทำหน้าที่ตรวจสอบ กฎเกณฑ์ที่อยู่ในฐานความรู้โดยการใช้เหตุผลทางตรรกะสำหรับแต่ละเหตุการณ์ซึ่งมักจะอยู่ในลักษณะ ถ้า... แล้ว...

2.1) การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining Inference) การอนุมานโดยเริ่มการตรวจสอบข้อมูลกับกฎเกณฑ์ที่มีอยู่ในระบบจนกว่าจะสามารถหากฎเกณฑ์ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์แล้วจึงดำเนินงานตามเหมาะสม

2.2) การอนุมานแบบย้อนหลัง (Backward Chaining Inference) การอนุมานโดยเริ่มต้นจากเป้าหมาย (Goals) ที่ต้องการแล้วดำเนินการย้อนกลับเพื่อหาสาเหตุ การอนุมานในลักษณะนี้มักนำมาใช้ในการพัฒนาระบบความฉลาดให้มีความเข้าใจ และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ระบบสามารถทำการอนุมานหาข้อสรุปของปัญหาที่เกิดขึ้นในอนาคต

3) ส่วนดึงความรู้ (knowledge acquisition subsystem) เป็นส่วนที่ดึงความรู้จากเอกสารตำรา ฐานข้อมูล และเชี่ยวชาญ ทีมพัฒนาจะทำการจัดความรู้ที่ได้มาให้อยู่ในรูปที่เข้ากันได้กับโครงสร้างของฐานความรู้ เพื่อที่จะได้สามารถบรรจุความรู้ที่ได้มาลงในฐานความรู้ได้

4) ส่วนอธิบาย (explanation subsystem) เป็นส่วนที่อธิบายถึงรายละเอียด ของข้อสรุปหรือคำตอบที่ได้มานั้นมาได้อย่างไร และทำไมถึงมีคำตอบเช่นนั้น

5) การติดต่อกับผู้ใช้ (user interface) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ ES เนื่องจากผู้ใช้จะมีความรู้ในงานสารสนเทศที่แตกต่างกัน หรือผู้ใช้บางคนไม่เคยชินกับการรับ คำแนะนำจากระบบสารสนเทศ ตลอดจนผู้ใช้มีความต้องการที่หลากหลาย ดังนั้นผู้พัฒนา ระบบจึงต้องคำนึงถึงความสะดวกในการติดต่อระหว่าง ES กับผู้ใช้ทำให้การติดต่อสื่อสาร ระหว่าง ES กับผู้ใช้ที่มีความสะดวกทำให้ผู้ใช้เกิดความพอใจและสามารถใช้ระบบจนเกิดความชำนาญ ซึ่งจะทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพ

3. เครื่องมือในการออกแบบและวิเคราะห์ระบบ

3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ฮาร์ดแวร์ หมายถึง ส่วนที่ประกอบเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ที่เราสามารถมองเห็นและสัมผัสได้ เช่น ตัวเครื่อง จอภาพ คีย์บอร์ด และเมาส์ เป็นต้น เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลโดยทั่วไปจะมีฮาร์ดแวร์หลัก ๆ ได้แก่

1. ตัวเครื่อง (Case) ทำหน้าที่ในส่วนของการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับมาจากอุปกรณ์นำเข้าต่างๆ ซึ่งภายในตัวเครื่องจะมีอุปกรณ์หลัก ได้แก่ แผงวงจรหลัก หม้อแปลงไฟฟ้า ซีพียู ฮาร์ดดิสก์ หน่วยความจำ การ์ดแสดงผล การ์ดเสียง เป็นต้น

2. จอภาพ (Monitor) ทำหน้าที่แสดงผลข้อความ รูปภาพ

3. ดิสก์ไดร์ฟ (Disk drive) เป็นอุปกรณ์อ่าน–เขียนข้อมูลบนดิสก์เก็ต

4. คีย์บอร์ด (Keyboard) ทำหน้าที่ป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

5. เม้าส์ (Mouse) เป็นส่วนที่ใช้สั่งงานด้วยการชี้และเลือกสิ่งต่างๆที่แสดงอยู่บนจอภาพ

6. ลำโพง (Speaker) เป็นส่วนที่ใช้แสดงผลที่เป็นเสียง

3.1.1 ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์

จำแนกตามหน้าที่ของฮาร์ดแวร์สามารถแบ่งเป็นส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. หน่วยรับข้อมูล (Input Unit) ทำหน้าที่รับโปรแกรมคำสั่ง และข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์

2. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit – CPU) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคำนวณทั้งทางตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการประมวลข้อมูลตามคำสั่งที่ได้รับ

3. หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลหรือคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยรับข้อมูล เพื่อเตรียมส่งไปประมวลผลยังหน่วยประมวลผลกลาง และเก็บผลลัพธ์ที่ได้มาจากการประมวลผลแล้วเพื่อเตรียมส่งไปยังหน่วยแสดงผล

4. หน่วยแสดงผล (Output Unit) ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลที่คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลหรือผ่านการคำนวณแล้ว

5. อุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ (Peripheral Equipment) เป็นอุปกรณ์ที่นำมาต่อพ่วงเข้ากับคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากยิ่งขึ้น เช่น โมเด็ม แผงวงจรเชื่อมต่อเครือข่าย เป็นต้น

3.2 ซอฟต์แวร์ (software)

ซอฟต์แวร์ หมายถึงชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่ใช้สั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ซอฟต์แวร์ จึงเปรียบเสมือนตัวเชื่อมระหว่างผู้ใช้งานกับการทำงานของคอมพิวเตอร์เพราะเป็นส่วนของระบบที่ใช้ในการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล ซึ่งนอกจากจะสามารถใช้งานบนคอมพิวเตอร์ได้แล้ว ซอฟต์แวร์ยังจำเป็นสำหรับเครื่องใช้หรืออุปกรณ์อื่น เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า หุ่นยนต์ในโรงงาน และโทรศัพท์มือถือ หากขาดซอฟต์แวร์อุปกรณ์เหล่านี้ก็ไม่สามารถทำงานได้ การทำงานของคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องอาจมีคุณสมบัติหรือมีประสิทธิภาพในการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งการทำงานที่แตกต่างกันได้มากมายนั้น ขึ้นอยู่กับซอฟต์แวร์ที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้จัดวางระบบมาให้ เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยในการพิมพ์เอกสารให้สวยงาม ช่วยในระบบการจองตั๋วสำหรับการเดินทาง จองโรงแรมที่พัก ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยจัดทำบัญชีรายรับรายจ่าย หรือจัดทำทะเบียนสินค้า

3.2.1 การทำงานและชนิดของ ซอฟต์แวร์

การใช้คอมพิวเตอร์ที่เป็นเทคโนโลยีในการทำงาน จำเป็นจะต้องมีสื่อกลางเพื่อถ่ายทอดความต้องการให้คอมพิวเตอร์รับรู้และปฏิบัติตาม นั้นก็คือ ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีผู้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจพัฒนาขึ้นมาเองโดยผู้ใช้งาน หรือผู้พัฒนาระบบ และพัฒนาโดยผู้ผลิตจำหน่าย ชนิดของซอฟต์แวร์ สามารถแบ่งแยกตามสภาพการทำงานได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ซอฟต์แวร์ระบบ (system software) และซอฟต์แวร์ประยุกต์ (application software)

3.2.1.1 ซอฟต์แวร์ระบบ (System Software)

ซอฟต์แวร์ระบบ คือซอฟต์แวร์ที่บริษัทผู้ผลิตสร้างขึ้นมาเพื่อใช้จัดการกับระบบการทำงานพื้นฐาน เช่น การปิดเปิดคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น เมื่อเราเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และทันทีที่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ก็จะทำงานตามโปรแกรมทันที ซึ่งโปรแกรมคำสั่งก็คือ ซอฟต์แวร์ระบบ ที่เก็บไว้รอมหรือในแผ่นจานแม่เหล็ก เครื่องคอมพิวเตอร์หากไม่มีซอฟต์แวร์ระบบเครื่องก็จะทำงานไม่ได้ การทำงานของซอฟต์แวร์ระบบ ในเครื่องคอมพิวเตอร์ จะประกอบด้วย หน่วยรับเข้า หน่วยส่งออก หน่วยความจำ และหน่วยประมวลผล หน้าที่หลักของซอฟต์แวร์ระบบ ได้แก่

1) การรับเข้าและส่งออก เช่น รับการกดแป้นต่าง ๆ บนแผงแป้นอักขระ ส่งรหัสตัวอักษรออกทางจอภาพหรือเครื่องพิมพ์ ติดต่อกับอุปกรณ์รับเข้า และส่งออกอื่น ๆ
2) จัดการหน่วยความจำ เพื่อนำข้อมูลจากแผ่นบันทึกมาบรรจุยังหน่วยความจำหลัก หรือในทำนองกลับกัน คือนำข้อมูลจากหน่วยความจำหลักมาเก็บไว้ในแผ่นบันทึก
3) เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ เช่น การขอดูรายการสารบบในแผ่นบันทึก การทำสำเนาแฟ้มข้อมูล

3.2.1.2 ซอฟต์แวร์ประยุกต์

ซอฟต์แวร์ประยุกต์ เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้กับงานด้านต่าง ๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง และปัจจุบันยังมีการพัฒนาออกจำหน่าย ทำให้การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์กับงานด้านต่างๆทำได้อย่างกว้างขวางและแพร่หลาย ซอฟต์แวร์ประยุกต์ยังแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ ซอฟต์แวร์สำเร็จ และซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นใช้งานเฉพาะ

3.2.2 ซอฟต์แวร์สำเร็จ (Package)

ซอฟต์แวร์สำเร็จ เป็น ซอฟต์แวร์ที่บริษัทผู้ผลิตพัฒนาขึ้น แล้วนำออกมาจำหน่ายเพื่อให้ผู้ใช้งานซื้อไปใช้ ข้อดีคือไม่ต้องเสียเวลาในการพัฒนาซอฟต์แวร์อีก ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป และนิยมใช้กันมากมี 5 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

1) ซอฟต์แวร์ประมวลคำ (word processing software) ใช้สำหรับการพิมพ์เอกสาร สามารถแก้ไข เพิ่ม แทรก ลบ และจัดรูปแบบเอกสารได้อย่างดี ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น วินส์เวิร์ด จุฬาจารึก โลตัสเอมิโปร
2) ซอฟต์แวร์ตารางทำงาน (spread sheet software) เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการคิดคำนวณ ที่นิยมใช้ เช่น เอกเซล โลตัส

3) ซอฟต์แวร์จัดการฐานข้อมูล (data base management software) หมายถึงซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการเก็บ การเรียกค้นมาใช้งาน การทำรายงาน การสรุปผลจากข้อมูล ที่นิยมใช้ เช่น เอกเซส ดีเบส พาราด็อก ฟ๊อกเบส
4) ซอฟต์แวร์นำเสนอ (presentation software) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับนำเสนอข้อมูลในลักษณะที่สื่อความหมายได้ง่าย และจะต้องสร้างแผนภูมิ กราฟ และรูปภาพได้ เช่น เพาเวอร์พอยต์ โลตัสฟรีแลนซ์ ฮาร์วาร์ดกราฟิก
5) ซอฟต์แวร์สื่อสารข้อมูล (data communication software) หมายถึงซอฟต์แวร์ที่จะช่วยให้ไมโครคอมพิวเตอร์ติดต่อสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นในที่ห่างไกลได้ โดยผ่านทางสายโทรศัพท์ เชื่อมโยงต่อเข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น อินเทอร์เน็ต

3.2.2.1 โปรแกรม Visual Studio Code

โปรแกรม Visual Studio Code หรือ VSCode เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด จากค่ายไมโครซอฟท์ มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ OpenSource จึงสามารถนำมาใช้งานได้แบบฟรี ๆ ที่ต้องการความเป็นมืออาชีพ ซึ่ง Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมากมาก ไม่ว่าจะเป็น 1.การเปิดใช้งานภาษาอื่น ๆ ทั้ง ภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go 2.Themes 3.Debugger 4.Commands เป็นต้น

3.2.2.2 โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล (MySQL)

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับค าสั่ง SQL เป็นเครื่องมือส าหรับเก็บ ข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับ ความต้องการของผู้ใช้ เช่นท างานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ ภาษาสคริปต์ที่ท างานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script) เช่น ภาษา php ภาษา aps.net หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น หรือท างานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) เช่น ภาษาวิชวลเบสิกดอทเน็ต ภาษาจาวา หรือภาษาซีชาร์ป เป็นต้น โปรแกรมถูกออกแบบให้ สามารถท างานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย และเป็นระบบฐานข้อมูลโอเพนทซอร์ท (Open Source)ที่ถูกน าไปใช้งานมากที่สุด

MySQL จัดเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS : Relational Database Management System) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน

3.2.2.3 โปรแกรม Adobe XD

Adobe XD มาจาก eXperience Design เป็นโปรแกรมในเครือ Adobe ที่พัฒนาขึ้นมาตีตลาดนักออกแบบสื่อ Digital ซึ่งเป็นตลาดที่ Photoshop ได้รับผลกระทบมากจากโปรแกรม Sketch ที่ได้รับความนิยมตั้งแต่เมื่อหลายปีก่อน

3.2.2.4 โปรแกรม FileZilla

FileZilla คือ โปรแกรมที่ใช้ในการถ่ายโอนไฟล์ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ของเรากับเว็บเซิฟเวอร์ เป็นโปรแกรมที่สำคัญมากๆ ในการทำเว็บ เราเรียกกระบวนการนี้ว่า FTP ถ้าพูดถึงโปรแกรม FTP ก็จะหมายถึงโปรแกรมจำพวกนี้ ซึ่งมีหลายโปรแกรม แต่ในที่นี้เราจะแนะนำการใช้งาน FileZilla เนื่องจากเป็นที่นิยมของผู้ใช้งานและโฮ้สต์ไทยส่วนใหญ่ก็แนะนำให้ใช้โปรแกรมนี้

3.3 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram : DFD)

แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD) เป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการเขียน แบบระบบใหม่ในการเขียนแผนภาพจำลองการทำงานของกระบวนการ (Process) ต่าง ๆ ใน ระบบ โดยเฉพาะกับระบบที่ "หน้าที่" ของระบบมีความสำคัญและมีความสลับซับซ้อนมากกว่า ข้อมูลที่ไหลเข้า

ดีเอฟดี (Data Flow Diagram–DFD) เป็นเครื่องมือเชิงโครงสร้างที่ใช้บรรยาย ภาพรวมของระบบโดยแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ หรือโพรเซส (process) ระบุแหล่งกำเนิดของข้อมูล การไหลของข้อมูล ปลายทางข้อมูล การเก็บข้อมูล และการประมวลผลข้อมูล คือดีเอฟดีจะช่วยแสดงแผนภาพ ว่าข้อมูลมาจากไหน จะไปไหน เก็บ ข้อมูลไว้ที่ไหน มีอะไรเกิดขึ้นกับข้อมูลระหว่างทางเรียกว่าแผนภาพกระแสข้อมูล หรือแผนภาพ แสดงความเคลื่อนไหวของข้อมูลโดยดีเอฟดี

3.3.1 วัตถุประสงค์ของการสร้างแผนภาพกระแสข้อมูล

1) เป็นแผนภาพที่สรุปรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ในลักษณะ ของรูปแบบที่เป็นโครงสร้าง

2) เป็นข้อตกลงร่วมกันระหว่างนักวิเคราะห์ระบบและผู้ใช้งาน

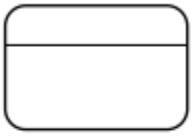
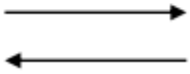
3) เป็นแผนภาพที่ใช้ในการพัฒนาต่อในขั้นตอนของการออกแบบระบบ

4) เป็นแผนภาพที่ใช้ในการอ้างอิง หรือเพื่อใช้ในการพัฒนาต่อในอนาคต

5) ทราบที่มาที่ไปของข้อมูลที่ไหลไปในกระบวนการต่างๆ (Data and Process)

3.3.2 สัญลักษณ์ในแผนภาพกระแสข้อมูล ตารางสรุปความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆ ใช้สัญลักษณ์ของ Gane & Sarson

ตารางที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์แผนภาพกระแสข้อมูล

DeMarco & Yourdon	Gane & Sarson	ความหมาย
		Process : ขั้นตอนการทำงานภายในระบบ
		Data Store : แหล่งข้อมูลสามารถเป็นได้ทั้งไฟล์ข้อมูลและฐานข้อมูล
		External Agent : ปัจจัยหรือสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อระบบ
		Data Flow : เส้นทางการไหลของข้อมูล แสดงทิศทางของข้อมูลจากขั้นตอนการทำงานหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง

Process หรือ ขั้นตอนการดำเนินงาน คือ งานที่ดำเนินการ ตอบสนอง ข้อมูลที่รับเข้า หรือ ดำเนินการ ตอบสนองต่อเงื่อนไข สภาวะใดๆ ที่เกิดขึ้น ขั้นตอนการ ดำเนินงานจะกระทำโดยบุคคล หน่วยงาน หุ่นยนต์ เครื่องจักร หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะเป็นกริยา (Verb)

เส้นทางการไหลของข้อมูล (Data Flows) เป็นการสื่อสารระหว่าง ขั้นตอนการทำงาน (Process) ต่างๆ และสภาพแวดล้อมภายนอกหรือภายในระบบ โดยแสดงถึง ข้อมูลที่นำเข้าไปในแต่ละ Process และข้อมูลที่ส่งออกจาก Process ใช้ในการแสดงถึง การบันทึกข้อมูล การลบข้อมูล

การแก้ไขข้อมูลต่างๆ สัญลักษณ์ที่ใช้อธิบายเส้นทางการไหล ของข้อมูลคือ เส้นตรงที่ประกอบด้วยหัวลูกศรตรงปลายเพื่อบอกทิศทางการเดินทางหรือการ ไหลของข้อมูล

ตัวแทนข้อมูล (External Agents) หมายถึง บุคคล หน่วยงานในองค์กร อื่นๆ หรือระบบงานอื่นๆ ที่อยู่ภายนอกขอบเขตของระบบ แต่มีความสัมพันธ์กับระบบ โดยมีการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อดำเนินงาน และรับข้อมูลที่ผ่านการดำเนินงานเรียบร้อยแล้ว จากระบบ สัญลักษณ์ที่ใช้อธิบายคือ สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในจะต้องแสดง ชื่อของ External Agent โดยสามารถทำการซ้ำ (Duplicate) ได้ด้วยการใช้เครื่องหมาย \ (back slash) ตรงมุมล่างซ้าย

แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) เป็นแหล่งเก็บ บันทึกข้อมูล เปรียบเสมือนคลังข้อมูล (เทียบเท่ากับไฟล์ข้อมูล และฐานข้อมูล) โดยอธิบายรายละเอียดและ คุณสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งที่ต้องการเก็บ บันทึก สัญลักษณ์ที่ใช้อธิบายคือสี่เหลี่ยมเปิดหนึ่งข้าง แบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ทางด้านซ้ายใช้แสดงรหัสของ Data Store อาจจะเป็น หมายเลขลำดับหรือตัวอักษรได้เช่น D1, D2 เป็นต้น สำหรับส่วนที่ 2 ทางด้านขวา ใช้แสดงชื่อ Data Store หรือชื่อไฟล์

3.4 แผนภาพความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล อีอาร์ไดอะแกรม (E-R Diagram)

ER Diagram คือ แบบจำลองที่ใช้อธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูล ซึ่งเขียน ออกมาในลักษณะของรูปภาพ การอธิบายโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูล (Relationship) ประกอบด้วย เอนทิตี้ (Entity) เป็นวัตถุ หรือสิ่งของที่สนใจในระบบงานนั้น ๆ แอททริบิว (Attribute) เป็นคุณสมบัติของวัตถุที่เราสนใจ ในการสร้างแผนภาพ E-R จะต้อง เรียนรู้ถึงสัญลักษณ์หลักๆ อยู่ 3 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความหมาย เพื่อให้เกิดความเข้าใจใน เบื้องต้น ซึ่งประกอบด้วยดังนี้

1) เอนทิตี้ (Entity) เอนทิตี้ คือ สิ่งของหรือวัตถุที่เราสนใจ ซึ่งอาจจับต้องได้และเป็นได้ทั้งนามธรรม โดยทั่วไปเอนทิตี้จะมีลักษณะที่แยกออกจากกันไป เช่น เอนทิตี้พนักงาน จะแยกออกเป็นของพนักงานเลย เอนทิตี้เงินเดือนของพนักงานคนหนึ่งก็อาจเป็นเอนทิตี้หนึ่งในระบบ ของโรงงาน นามสกุล และแผนก โดยจะมีค่าของคุณสมบัติบางกลุ่มที่ทำให้สามารถแยกเอนทิตี้ ออกจากเอนทิตี้อื่นได้ เช่น รหัสพนักงานที่จะไม่มีพนักงานคนไหนใช้ซ้ำกันเลย เราเรียกค่าวของคุณสมบัติกลุ่มนี้ว่าเป็นคีย์ของเอนทิตี้

2) แอททริบิวท์ (Attribute) แอททริบิวท์ คือ คุณสมบัติของวัตถุหรือสิ่งของที่เราสนใจ โดย อธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของเอนทิตี้ โดยคุณสมบัตินี้มีอยู่ในทุก

เอนทิตี้ เช่น ชื่อ นามสกุล ที่อยู่ แผนก เป็น Attribute ของเอนทิตี้พนักงาน โดยโมเดลของข้อมูล พบว่า Attribute มีลักษณะข้อมูลพื้นฐานอยู่โดยที่ไม่ต้องมีคำอธิบายมากมาย และไม่สามารถ อยู่แบบโดด ๆ ได้โดยที่ไม่มีเอนทิตี้หรือความสัมพันธ์

3) ความสัมพันธ์ (Relationship) ความสัมพันธ์ คือ เอนทิตี้แต่จะต้องมีความสัมพันธ์ร่วมกัน โดยจะมีชื่อแสดงความสัมพันธ์ร่วมกันซึ่งจะใช้รูปภาพสัญลักษณ์สี่เหลี่ยมรูปว่าวแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างเอนทิตี้และระบุชื่อความสัมพันธ์ลงในสี่เหลี่ยม ตัวอย่างเช่น รูปนี้แสดงให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้อาจารย์กับกลุ่มเรียน เอนทิตี้จะต้องมีความสัมพันธ์ร่วมกัน โดยจะมีชื่อแสดงความสัมพันธ์ ร่วมกันซึ่งจะใช้รูปภาพสัญลักษณ์สี่เหลี่ยมรูปว่าวแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ ระดับชั้น ของความสัมพันธ์ (Relationships Degree) จะบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ มีดังนี้

1) ความสัมพันธ์เอนทิตี้เดียว (Unary Relationships) หมายถึง เอนทิตี้หนึ่ง ๆ จะมีความสัมพันธ์กับตัวมันเอง

2) ความสัมพันธ์สองเอนทิตี้ (Binary Relationships) หมายถึง เอนทิตี้สองเอนทิตี้จะมีความสัมพันธ์กัน

3) ความสัมพันธ์สามเอนทิตี้ (Ternary Relationships) หมายถึง เอนทิตี้สามเอนทิตี้มีความสัมพันธ์กัน

4) ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Relationship) เป็น การแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลของเอนติตี้หนึ่งว่า มีความสัมพันธ์กับข้อมูลอย่างมากหนึ่ง ข้อมูลกับอีกเอนติตี้หนึ่งในลักษณะที่เป็นหนึ่งต่อหนึ่ง เช่น เอนติตี้นักศึกษา กับเอนติตี้ โครงงานวิจัยมีความสัมพันธ์กันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง คือ นักศึกษาแต่ละคนทำโครงงานวิจัยได้ 1 โครงงานเท่านั้น และแต่ละโครงงานวิจัยมีนักศึกษารับผิดชอบได้ไม่เกิน 1 คน เป็นต้น

5) ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One to Many Relationship) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลของเอนติตี้หนึ่งว่ามีความสัมพันธ์กับข้อมูลหลายข้อมูล กับอีกเอนติตี้หนึ่ง เช่น ความสัมพันธ์ของลูกค้าและคำสั่งซื้อเป็นแบบหนึ่งต่อกลุ่ม คือ ลูกค้าแต่ ละคนสามารถสั่งซื้อได้หลายคำสั่งซื้อ แต่แต่ละคำสั่งซื้อมาจากลูกค้าเพียงคนเดียว เป็นต้น

6) ความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อกลุ่ม (Many to Many Relationship) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลของสองเอนติตี้ในลักษณะแบบกลุ่มต่อกลุ่ม เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคำสั่งซื้อกับสินค้าเป็นแบบกลุ่มต่อกลุ่ม คือ แต่ละคำสั่งซื้อ อาจสั่งซื้อสินค้าได้มากกว่า 1 ชนิด และในสินค้าแต่ละชนิดอาจปรากฏอยู่ในคำสั่งซื้อได้ มากกว่า 1 คำสั่งซื้อ

3.5 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

Data Dictionary คือ พจนานุกรมข้อมูล ที่แสดงรายละเอียดตารางข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูล (Database) ซึ่งประกอบด้วยรีเลชั่น (Relation Name), แอตทริบิวต์ (Attribute), ชื่อ แทน (Aliases Name), รายละเอียดข้อมูล (Data Description), แอตทริบิวโดเมน (Attribute Domain) ฯลฯ ทำให้สามารถค้นหารายละเอียดที่ต้องการได้สะดวกมากยิ่งขึ้น พจนานุกรม ข้อมูลเป็นการผสมผสานระหว่างรูปแบบของพจนานุกรมโดยทั่วไปและรูปแบบของข้อมูลใน ระบบงานคอมพิวเตอร์ เพื่ออธิบายชนิดของข้อมูลแต่ละตัวว่าเป็น ตัวเลข อักขระ ข้อความ หรือวันที่ เป็นต้น เพื่อช่วยในการอธิบายรายละเอียดต่างๆ ในการอ้างอิงหรือค้นหาที่เกี่ยวกับ ข้อมูล หรือจะเรียกง่ายๆ ว่า Data Dictionary คือ เอกสารที่ใช้อธิบายฐานข้อมูลหรือการ จัดเก็บฐานข้อมูล ซึ่ง Data Dictionary มีประโยชน์ ดังนี้

1) จัดเก็บรายละเอียดข้อมูล

2) แสดงความหมายที่เกี่ยวกับระบบ

3) ทำเอกสารที่บอกคุณลักษณะของระบบ

4) หาข้อบกพร่องและสิ่งที่หายไปจากระบบ

3.5.1 ส่วนประกอบของ Data Dictionary

1) ข้อมูลย่อย (Data Element) : ส่วนประกอบพื้นที่ ที่ไม่สามารถแบ่งให้ เล็กลงได้อีก

2) โครงสร้างข้อมูล (Data Structure) : สร้างขึ้นโดยการนำส่วนย่อยของ ข้อมูลตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป ที่สัมพันธ์กันมารวมเข้าด้วยกัน

4. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พิชญา ขำมาก (2558) ได้ทำการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวินิจฉัยปัญหาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต กรณีศึกษา บริษัททรูอินเทอร์เน็ต โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ คือ 1. Netbean IDE 8.0 เป็นโปรแกรมสำหรับการพัฒนาระบบ 2. JAVA เป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชั่น 3. JESS เป็นกลไกอนุมานของระบบ 4. Apache เป็นซอฟต์แวร์เว็บเซิร์ฟเวอร์ 5. MySQL เป็นซอฟต์แวร์ระบบฐานข้อมูล แบ่งระบบออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) ส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป ซึ่งผู้ใช้งานทั่วไปนี้ สามารถวินิจฉัยปัญหา การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหาเหล่านั้นด้วยตนเองได้ (2) ส่วนของผู้ดูแลระบบ ผู้ดูแลระบบ มีหน้าที่ จัดการสิทธิในการเข้าใช้งานของผู้เชี่ยวชาญ และจัดการข้อความรู้ต่างๆ (3) ส่วนของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญเมื่อได้รับสิทธิการเข้าใช้งานจากผู้ดูแลระบบแล้ว ผู้เชี่ยวชาญ จะมีหน้าที่จัดการข้อความรู้ โดยการจัดทำข้อมูลต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบของฐานกฎ และส่งให้ ผู้ดูแลระบบตรวจสอบ เพื่อนำเข้าสู่ฐานความรู้ต่อไป จากนั้น ผู้ใช้งานก็จะสามารถให้ระบบวินิจฉัยปัญหาการเชื่อมต่อโดยระบบจะใช้วิธีการอนุมาน เพื่อหาคำตอบมาแสดงแก่ผู้ใช้ต่อไป

ไทยรัฐกลุ กระจ่าง (2558) ได้จัดทำระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับให้คำปรึกษาด้านกฎหมายทางแพ่งและพาณิชย์ของไทย เพื่อเป็นซอฟต์แวร์ในการช่วยวินิจฉัย แนะนำและตอบผลลัพธ์ โดยการ นำฐานความรู้ที่ประกอบไปด้วยกฎของมาตราจากประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์รวมกับความรู้ ของผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมาย และฐานข้อมูลมาตราและกรณีศึกษากฎหมาย โดยการใช้กลไกการอนุมานแบบไปข้างหน้าเพื่อนำ ข้อเท็จจริงไปตรวจสอบกับกฎที่ได้วางไว้ซึ่งเกิดจากความเกี่ยวพันของ มาตราต่างๆในประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์และตอบเป็นผลลัพธ์จากนั้น ใช้กลไกการอนุมานแบบย้อนกลับเพื่อเช็คค่าของผลลัพธ์กับส่วนของกรณีศึกษาทางกฎหมายด้านนั้น ๆ ซึ่งการพัฒนา ระบบจะใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Shell) คือ คลิปส์ (CLIPS) ในการพัฒนา กลไกการอนุมานแบบใช้หลักการฐานกฎ (Rule Based) ร่วมกับซอฟต์แวร์ไมโครซอฟท์ วิชวล สตูดิโอ 2012 เอ็กเพรส (C#) ในการสร้างอินเทอร์เฟสติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งจะมีการถามตอบกับผู้ใช้งานเพื่อการนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ตามกฎการเรียนรู้ที่ผู้ศึกษาได้กำหนดไว้ในท้ายที่สุด

ก็จะได้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ของระบบพร้อมมีการอ้างอิงมาตรากฎหมายแพ่งและพาณิชย์ที่เกี่ยวข้อง และสามารถบอกกรณีศึกษาที่มีความใกล้เคียงกันได้ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ ได้แก่ 1) CLIPS 6.3 เป็นซอฟต์แวร์เพื่อใช้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ 2) ไมโครซอฟท์ วิชวลสตูดิโอ 2012 เอ็กเพรส (C#) 3) ระบบจัดการฐานข้อมูลโดยโปรแกรมเอสคิวแอล 2008 อาร์2 เอ็กเพรส

วีณาวดี ม่วงอ้น และคณะ (2558) ได้จัดทำระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับระบุพันธุ์เห็ดในประเทศไทย โดย งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์จำแนกพันธุ์เห็ด ในประเทศไทย ได้เหมาะสมตรงกับปัญหาของผู้ใช้ ระบบได้ทำการแทนค่าความรู้ในรูปแบบของกฎ ที่ถูกสร้างจากต้นไม้ตัดสินใจอัลกอริทึม ID3 และเก็บไว้ในฐานความรู้ ซึ่งเชื่อมโยงสัมพันธ์กับกฎต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปร่างลักษณะพันธุ์เห็ด โดยระบบใช้วิธีการกลไกการอนุมานแบบเดินหน้าในการหา เหตุผลเพื่อค้นหาคำตอบเป้าหมายของผู้ใช้ และใช้ค่าความเชื่อมั่นในการคำนวณค่าความแตกต่าง ของความเชื่อมั่นในแต่ละคำตอบของผู้ใช้แล้วนำค่าความเชื่อมั่นนั้นแทนค่าออกมาเป็นร้อยละ ของความเป็นไปได้ที่จะเป็นสายพันธุ์เห็ดนั้นเพื่อใช้สำหรับเรียงลำดับผลลัพธ์ให้กับผู้ใช้ ระบบ ผู้เชี่ยวชาญระบุพันธุ์เห็ดนี้พัฒนาให้สามารถทำงานได้บนเว็บบราวเซอร์ โดยพัฒนาหน้าเว็บส่วนติดต่อ ผู้ใช้ด้วย ภาษา PHP HTML และ JAVASCRIPT ใช้ MySQL เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการฐานข้อมูล และใช้ภาษา Prolog ในการจัดเก็บฐานความรู้ของสายพันธุ์เห็ด ผลการทดสอบแสดงว่าระบบนี้ สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ดี

ภาสิริ พัวพันธ์ (2558) ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญระบบการซ่อมบำรุงเครื่องวัดทางไฟฟ้า กรณีศึกษา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ใช้เครื่องมือ ดังต่อไปนี้ Microsoft Visual Studio Express 2012 Microsoft SQL Server 2000 และ CLIPS โดยเริ่มต้นจัดทำ SDLC คือ วงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ เขียนระบบด้วยภาษา C# และจำแนกอาการชำรุดของเครื่องวัดทางไฟฟ้านำมาสร้างเป็นแผนภูมิต้นไม้ ออบแบบหลักเกณฑ์การวิเคราะห์ลักษณะการชำรุดพร้อมคำแนะนำในการซ่อมบำรุงจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นเครื่องมือในการสร้างระบบซึ่งทำหน้าที่สร้างกฎและอนุมาน โปรแกรมแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ 1) ระบบจัดเก็บข้อมูลเครื่องวัดไฟฟ้า เป็นส่วนที่ค้นหาข้อมูลประวัติเครื่องวัดไฟฟ้า 2) ระบบแสดงรายงานทางสถิติและกราฟ เป็นส่วนที่แสดงจำนวนเครื่องวัดทางไฟฟ้า โดยแบ่งตามเขตการใช้งาน และแสดงจำนวนสาเหตุการชำรุดของ

เครื่องวัดทางไฟฟ้า 3) ระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นส่วนที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์หาสาเหตุการชำรุดของเครื่องวัดทางไฟฟ้า

ณภัทร ประคองสันติกุล (2560) ได้พัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูล และระบบผู้เชี่ยวชาญในงานซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์ โดยพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลด้วยภาษาพัฒนาโปรแกรม PHP และพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยซอฟต์แวร์ MySQL

สิริรัตน์ มั่นแย้ม (2561) พัฒนาระบบขึ้นมาเป็นลักษณะของเว็บแอพพลิเคชั่น ซึ่งวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน โดยใช้ภาษา php ระบบจัดการฐานข้อมูล เทคนิคกรีดีอัลกอริทึมและการแบ่งกลุ่มด้วยหลักการ k-mean ในการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งสามารถแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ และพนักงาน สามารถสรุปหน้าที่โดยย่อของผู้ใช้แต่ละกลุ่มได้ดังนี้ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลผู้ใช้งานระบบ ข้อมูลพนักงาน ข้อมูลตำแหน่งถังขยะ ข้อมูลรถขยะ ข้อมูลปริมาณขยะ และข้อมูลระยะทางระหว่างจุดถังขยะ ส่วนพนักงานสามารถจัดการข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลระยะทางระหว่างจุดถังขยะ เรียกดูตัวแบบเส้นทางการเดินรถสำหรับการเก็บขนขยะมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุดได้ เรียกดูข้อมูลตำแหน่งถังขยะ เรียกดูข้อมูลเส้นทางการเดินรถ และเรียกดูข้อมูลรถขยะ

ณัฐพงศ์ เกียรติเจริญทอง (2562) พัฒนาระบบขึ้นมาเป็นลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน โดยใช้ภาษา php,html,css,javascript และระบบจัดการฐานข้อมูล mysql โดยระบบที่พัฒนาขึ้นแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแระบบ สมาชิก สมาชิกช่างและบุคคลทั่วไป ซึ่งสามารถสรุปหน้าที่โดยย่อของผู้ใช้แต่ละกลุ่มได้ดังนี้ ผู้ดูแลระบบสามารถเรียกดูข้อมูลผู้ใช้งานระบบและกำหนดสิทธิ์ เรียกดูข้อมูลการแจ้งปัญหาของผู้ใช้งาน เรียกดูข้อมูลรายงานการใช้งานระบบ สมาชิก ดูรายละเอียดโปรไฟล์ เรียกดูรายการ bookmark สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัว เรียกดูคำติชม/คะแนนของช่าง สามารถใช้งานส่วนผู้เชี่ยวชาญ สามารถค้นหาช่าง เรียกดูข้อมูลช่าง สามารถติดต่อช่าง สามารถแจ้งรายละเอียดงานซ่อม สามารถเรียกดูวิธีแก้ปัญหายอดนิยมและสามารถรีวิว/ให้คะแนนช่างได้ สมาชิกช่าง สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ เพิ่มคิวงาน เรียกดูรายละเอียดโปรไฟล์และสามารถติดต่อกับผู้ใช้ได้ ผู้ใช้งานทั่วไป สามารถใช้งานส่วนของผู้เชี่ยวชาญได้