# บทที่ 1

# บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นส่วนสำคัญพื้นฐานสำหรับความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบเชี่ยวชาญ โดยอธิบายคำจำกัดความของระบบเชี่ยวชาญ องค์ประกอบของระบบเชี่ยวชาญ ส่วนการแทนค่าความรู้และการวินิจฉัยหาเหตุผลซึ่งเป็นส่วนสำคัญของระบบเชี่ยวชาญ อีกส่วนหนึ่งจะกล่าวโดยย่อถึงขั้นตอน ขอบเขต และวิธีการวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เพื่อเป็นการแนะนำงานวิจัยที่ทำการศึกษา

## ความเป็นมาของระบบเชี่ยวชาญ

### 1. คำจำกัดความของระบบเชี่ยวชาญ

ระบบเชี่ยวชาญ (Expert System) หรือ ระบบฐานความรู้ (Knowledge-based System) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ทำงานในระดับที่ต้องการความสามารถของผู้เชี่ยวชาญในการหาคำตอบต่อปัญหาสำคัญๆ ถือเป็นสาขาความรู้หนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาบนพื้นฐานของความรู้เกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เช่นเดียวกับสาขาความรู้อื่นๆ ทางคอมพิวเตอร์เช่น การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) หุ่นยนต์ (Robotic) การรับรู้เสียงและแผนภาพ (Voice & Pattern Recognition) เป็นต้น

การตีความหมายของคำว่าระบบเชี่ยวชาญจะต้องพิจารณาถึงลักษณะสำคัญ 7 ประการ ซึ่งถือว่าเป็นวัตถุประสงค์พื้นฐานของงานในด้านระบบเชี่ยวชาญ [1]

ก. ความเชี่ยวชาญ (expertise) ระบบเชี่ยวชาญจะต้องทำงานในระดับที่มีประสิทธิภาพสูง โดยสามารถแก้ปัญหาที่นำมาใช้งานได้ ซึ่งจะขึ้นกับชนิดของปัญหาที่ระบบถูกออกแบบมาใช้งานด้วย ทั้งนี้การหาคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ถูกต้องควรจะใช้เวลาน้อยที่สุด

ข. การแทนค่าสัญญลักษณ์ (symbol manipulation) การแทนค่าความรู้ในฐานความรู้โดยจะใช้การแทนค่าในรูปสัญญลักษณ์เพื่อแทนค่าของข้อมูลในหัวข้อที่สนใจโดยถือตามสมมติฐานที่ว่า ความรู้ใดๆ สามารถถูกแทนค่าได้ในลักษณะพื้นฐานทางตรรกศาสตร์ และ first-order predicate calculus

ค. <u>ความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วๆ ไปในขอบเขตความสามารถของระบบ</u> ระบบจะต้องสามารถแสดงลักษณะของพฤติกรรมความฉลาดซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นกับขอบเขตของความรู้พื้นฐาน และความสามารถของกระบวนการหาเหตุผลทั่วไป (general purpose reasoning process) ซึ่งขึ้นกับว่าค่าความจริง และรายละเอียดต่างๆ ในฐานความรู้มีมากน้อยเพียงใด รวมทั้งความสามารถในการเลือกค่าความจริง หรือหลักการที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้

ง. <u>ความซับซ้อนและความยาก</u> ลักษณะของปัญหาจะต้องยุ่งยากในระดับที่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญแก้ไขซึ่งขั้นตอนการให้เหตุผลจะต้องซับซ้อน และความเชี่ยวชาญที่มีในระบบจะต้องมากขึ้นด้วย

จ. <u>การจัดรูปแบบปัญหาใหม่</u> (reformulation) เป็นความสามารถของระบบในการนำปัญหา ซึ่งอยู่ในรูปแบบหนึ่งมาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมที่จะใช้งานกับกฎความเชี่ยวชาญ (expert rule) โดยรูปแบบลักษณะของปัญหาอาจจะเป็นการรวบรวมข้อมูล เพื่อที่จะหารูปแบบที่เหมาะสม และสามารถใช้ได้ในขอบเขตที่เฉพาะเจาะจง

ฉ. <u>ความสามารถในการให้เหตุผล</u> ระบบจะต้องสามารถให้เหตุผลแก่ขั้นตอนต่างๆ ในการทำงานโดยมองจากขั้นตอนการหาเหตุผล การอธิบาย (explanation) จะเกี่ยวข้องกับการติดตามกฎต่างๆ ที่ถูกเรียกใช้ระหว่างที่ทำการแก้ปัญหาในลักษณะโต้ตอบ (interactive explanation)

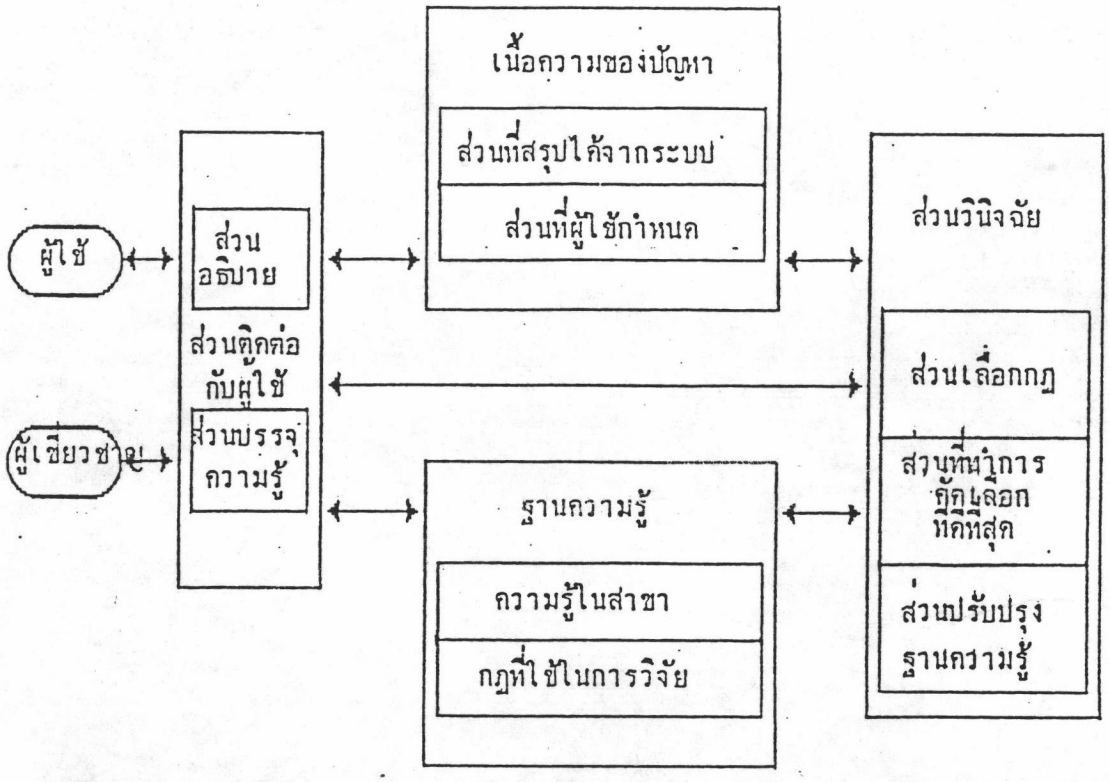
ช. <u>ลักษณะงาน</u> หมายถึงประเภทของงานที่ระบบถูกสร้างขึ้นมาใช้งาน งานที่ต่างกันจะมีผลทำให้ลักษณะสถาปัตยกรรมของระบบ (system architecture) ต่างกัน ซึ่งถือได้ว่าลักษณะงานจะมีผลต่อการวัดความสำเร็จในการทำงานของระบบด้วย

2. <u>องค์ประกอบที่สำคัญของระบบเชี่ยวชาญ</u>

ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเชี่ยวชาญ แสดงไว้ในรูปที่ 1.1 โดยมีรายละเอียดที่สำคัญคือ

ก. <u>ฐานความรู้</u> (knowledge base) เป็นที่เก็บรวบรวมความรู้ และกฎทั้งหมดที่ระบบใช้ในการแก้ปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาขาที่ประยุกต์ใช้กับระบบ (causal knowledge) และความรู้ที่ตั้งขึ้นหรือกฎเฉพาะต่างๆ ที่ใช้ในการวินิจฉัย (Specific knowledge)

ข. <u>เนื้อความของปัญหา</u> (context) ประกอบด้วยข้อกำหนดและสถานะของปัญหาที่กำลังทำการแก้ไขซึ่งแบ่งเป็นส่วนที่ได้รับจากผู้ใช้ และส่วนที่ได้จากการวินิจฉัยของโปรแกรม และอีกส่วนคือผลลัพธ์บางส่วนที่หาได้แล้ว ณ เวลานั้น ๆ




รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบเชี่ยวชาญในทางทฤษฎี

ค. ส่วนวินิจฉัย (inference engine) เป็นตัวประมวลผลความรู้โดยใช้ข้อมูลจากส่วนเนื้อความของปัญหา และกฎในฐานความรู้เพื่อหาข้อสรุปเพิ่มเติมที่สามารถนำไปใช้ในการพิสูจน์และวินิจฉัยต่อไป

ง. ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (user interface) เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับระบบได้สะดวกโดยภาษาธรรมชาติและสามารถติดตามผลการทำงานของระบบได้ประกอบด้วย

1. ส่วนอธิบาย (explanation subsystem) เป็นส่วนที่อธิบายการให้เหตุผลและวิธีการแก้ปัญหาแก่ผู้ใช้ได้

2. ส่วนบรรจุความรู้ (knowledge acquisition subsystem) เป็นส่วนที่บันทึกความรู้ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้ภายในโปรแกรม

โครงสร้างในทางทฤษฎีของระบบเชี่ยวชาญนี้ ในความเป็นจริงอาจจะมีไม่ครบทุกส่วนก็ได้แต่ส่วนสำคัญที่ต้องมีและต้องคำนึงถึงในการออกแบบและพัฒนาระบบเชี่ยวชาญคือ ส่วนฐานความรู้และส่วนวินิจฉัย

3. ที่มาของระบบเชี่ยวชาญ

ลักษณะปัญหาที่ต้องการใช้ระบบเชี่ยวชาญจะมี 2 ลักษณะคือ

1. ปัญหาที่มีทางเลือกจำนวนมาก

2. ปัญหาที่วิเคราะห์ผลจากข้อมูลจำนวนมาก

ตามปกติลักษณะการแก้ปัญหาแบบธรรมดาจะเป็นแบบตรงไปตรงมา ซึ่งทำให้เกิดทางเลือกจำนวนมากสำหรับการแก้ปัญหา โดยมนุษย์จะมีการตัดทางเลือกบางอย่างออกไปโดยใช้ความรู้ในการค้นหามาช่วยเช่น กฎตายตัว (rule of thumb) สำหรับปัญหานั้น ๆ ปัจจุบันในสภาพจริงสาเหตุที่ทำให้ระบบเชี่ยวชาญเริ่มมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ [2] คือ

1. ลักษณะความเชี่ยวชาญที่ถ้าทำการสอนหรือถ่ายทอดแก่ผู้เชี่ยวชาญรุ่นใหม่จะเสียเวลามากอาจไม่ทันเวลาที่ต้องการใช้เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น เช่น ในทางธุรกิจ ถ้ามีโอกาสดำเนินธุรกิจอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งมีเวลาจำกัดและต้องการความเชี่ยวชาญ รวมทั้งประสบการณ์สูง ซึ่งถ้าใช้วิธีการฝึกหรือถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เชี่ยวชาญใหม่อาจจะไม่ทันเวลา ตัวอย่างคือ บริษัท Schlumberger ซึ่งเป็นบริษัทรับวิเคราะห์เกี่ยวกับหิน น้ำมัน และกาซธรรมชาติในบ่อน้ำมันใหม่ ซึ่งตามปกติจะเป็นหน้าที่ของผู้เชี่ยวชาญ ต่อมาได้มีการพัฒนาระบบเชี่ยวชาญ เพื่อวิเคราะห์และวางแผนในงานที่ต้องการความเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมที่ยุ่งยาก ในบริเวณหลุมเจาะน้ำมันซึ่งอาจเกิดปัญหาขึ้น แทนที่จะฝึกผู้เชี่ยวชาญขึ้นมาใหม่เพื่อไปอยู่ประจำฐานขุดเจาะน้ำมันและเฝ้ารอให้มีปัญหาเกิดขึ้น

2. เนื่องจากไม่มีผู้เชี่ยวชาญใด ที่มีความเชี่ยวชาญครอบคลุมหมดทุกแง่มุมในปัญหาหนึ่ง ๆ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ คน และรวบรวมความเชี่ยวชาญในแง่มุมต่าง ๆ เข้าด้วยกันเช่น ในงานที่เกี่ยวกับการก่อสร้างซึ่งการวางแผน และการจัดการจำเป็นต้องใช้วิธีการออกแบบทางวิศวกรรมแบบต่าง ๆ รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญด้านการก่อสร้างด้วย จึงทำให้มีการพัฒนาระบบขึ้นมาใช้งานด้านการก่อสร้างเช่น ระบบ Project risk accessment system

3. ลักษณะปัญหาที่สามารถจำลองหรือมีทางเลือกในการแก้ปัญหาหลายทางที่ต้องทำการตรวจสอบเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ลักษณะเช่นนี้คอมพิวเตอร์จะทำงานได้รอบคอบและรวดเร็วกว่าใช้คนเช่น ปัญหาที่แก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก ซึ่งจำเป็นต้องมีการสร้างระบบเชี่ยวชาญที่มีการผสมองค์ประกอบของปัญหาอย่างมีระบบแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล สร้างสมมติฐานและวินิจฉัยเช่น ระบบเชี่ยวชาญที่ใช้ในงานด้าน Modern molecular genetics ซึ่งทำการตรวจดูการเรียงลำดับ DNA ของพืช หรือสัตว์เพื่อดูว่ามีความสัมพันธ์ในการเรียงลำดับ DNA ของพืช หรือสัตว์ที่สำคัญหรือไม่ ซึ่งช่วยให้นักชีววิทยาและพันธุวิศวกรรมสามารถวิเคราะห์ และแปลความหมายผลการทดลองได้

4. เนื่องจากวิธีการแก้ปัญหาตามลักษณะมนุษย์จะเป็นการใช้ความรู้ทั่ว ๆ ไป ซึ่งมักจะมีการเปลี่ยนแปลงและมีหัวข้อรวมทั้งข้อคิดต่าง ๆ มากซึ่งถ้าเน้นการใช้ความรู้ในเฉพาะส่วนที่จำเป็นแต่มีการเรียกใช้อย่างมีระบบจะช่วยให้วิธีแก้ปัญหาง่ายขึ้น เช่นระบบ PROSPECTOR ซึ่งใช้ในการสำรวจหาแหล่งแร่ธาตุที่ทำการพัฒนาขึ้นโดย SRI International ซึ่งต้องใช้ความรู้ทั่ว ๆ ไปทางธรณีวิทยา และแร่วิทยารวมทั้งความรู้เฉพาะเกี่ยวกับลักษณะพื้นที่ที่ทำการสำรวจด้วย

## 4. ตัวอย่างระบบเชี่ยวชาญที่ใช้งานเฉพาะสาขาด้านต่าง ๆ

### 4.1 MYCIN [3]

เป็นระบบเชี่ยวชาญที่ใช้งานด้านการวินิจฉัยโรค และบำบัดรักษาโรคติดเชื้อที่เกิดขึ้นในเลือดโดยฐานความรู้จะเก็บความรู้เกี่ยวกับด้านการแพทย์ การทำงานของระบบจะเน้นทางด้านการอธิบาย (explanation) โดยมีการตรวจสอบขั้นตอนการวินิจฉัยของระบบ การขยายความสามารถของระบบจะทำได้โดยเพิ่มเฉพาะกฎความรู้เข้าไปในระบบ โดยจะไม่มีผลกระทบต่อส่วนอื่นของระบบ และยังสามารถให้เหตุผลในกรณีความจริงที่เกิดขึ้นมีความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ด้วย วิธีการหาคำตอบจะใช้วิธีการหาเหตุผลแบบย้อนหลังโดยเริ่มจากสมมติฐานของการวินิจฉัยไปสู่ข้อมูลโดยการชี้นำของกฎที่ใช้ในการวินิจฉัย นอกจากนี้ยังมีส่วนที่ทำการเพิ่มเติมความรู้ ซึ่งช่วยในการเพิ่มกฎและมีส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้เพื่อเพิ่มความสะดวกในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 PROSPECTOR [3]

เป็นระบบเชี่ยวชาญใช้งานด้านการวิเคราะห์ข้อมูลดินและตะกอนทางธรณีวิทยา มีความสามารถในการอธิบายขั้นตอนการให้เหตุผลที่ดีพัฒนาขึ้นที่ SRI International ข้อมูลของระบบจะได้จากการสังเกตพื้นผิวทางธรณีวิทยา ซึ่งปกติข้อมูลจะไม่สมบูรณ์และมีความไม่แน่นอนอยู่ด้วย โดยระบบจะแปลความหมายเพื่อแสดงโอกาสที่เป็นไปได้ และกำหนดข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมเพื่อทำให้ได้ข้อสรุปที่แน่นอนมากยิ่งขึ้นการแทนค่าความรู้จะใช้แบบข่ายซีแมนติกหลายๆ กลุ่มโดยแต่ละกลุ่มจะเป็นตัวอธิบายถึงข้อมูลและความสัมพันธ์ของแร่ธาตุที่สะสมอยู่โดยแสดงเป็นจุด (node) อยู่ในข่ายซีแมนติก ความสัมพันธ์ของแต่ละจุดในข่ายซีแมนติกจะเป็นกฎที่ใช้วินิจฉัยซึ่งจะเป็นตัวที่แสดงว่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์หนึ่งจะมีผลกระทบต่อความน่าจะเป็นของเหตุการณ์อื่นอย่างไร องค์ประกอบเพิ่มเติมของ PROSPECTOR คือ LIFER ซึ่งเป็นส่วนที่ช่วยในการติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ภาษาธรรมชาติ

4.3 XCON/R1 [3]

เป็นระบบเชี่ยวชาญที่ใช้จัดระบบเครื่อง VAX ของบริษัท Digital Equipment Corporation ข้อมูลที่รับจะเป็นใบสั่งสินค้าของลูกค้าโดยระบบจะแสดงลักษณะแบบแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบแต่ละส่วนในใบสั่งสินค้า ซึ่งจะเป็นแบบให้ช่างเทคนิคใช้ในการจัดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ขึ้น ทำให้ช่วยลดจำนวนช่างเทคนิคที่ตรวจสอบใบสั่งสินค้าที่จัดระบบเครื่องลงมาก ระบบสร้างขึ้นจากภาษาที่ใช้ในการสร้างระบบเชี่ยวชาญโดยเฉพาะคือ OPS4/5 ลักษณะข้อมูลจะตัดความไม่แน่นอนทิ้งไป เนื่องจากไม่พบในงานที่จัดระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ การแทนค่าความรู้จะใช้ลักษณะของกฎความรู้โดยมีโครงสร้างควบคุมการหาเหตุผลแบบไปข้างหน้า

5. การแบ่งชนิดของระบบเชี่ยวชาญ

การแบ่งชนิดระบบเชี่ยวชาญอาจแบ่งได้โดยยึดถือตามลักษณะงานที่ระบบถูกออกแบบมาใช้งาน แบ่งออกเป็น [1]

ก. ระบบแปลความหมายข้อมูล (interpretation system) เป็นระบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแปลความหมาย เช่น ระบบที่วิเคราะห์ข้อมูล MASS SPECTOMETER ซึ่งจะต้องทำการแปลความหมายของข้อมูลอย่างถูกต้องและสอดคล้องกับความเป็นจริง

ข. ระบบวินิจฉัย (diagnosis system) เป็นระบบที่มีขั้นตอนหาจุดบกพร่องของการทำงานโดยจะทำการแปลความหมายสิ่งที่ตอบสนองในลักษณะที่ผิดปกติ เช่น ระบบ MYCIN จะทำการวิเคราะห์หาเชื้อโรคที่มีผลต่ออาการที่แสดงออกทางร่างกาย

ค. ระบบตรวจจับ (monitoring system) เป็นระบบที่ทำการตีความหมาย

ลักษณะสัญญานต่อเนื่องโดยที่จะทำการเตือนเมื่อมีการผิดปกติเกิดขึ้น เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการหายใจของคนไข้ที่ผ่านการผ่าตัดเพื่อเตือนให้รู้เมื่อคนไข้มีอาการผิดปกติ

ง. ระบบคาดการณ์ (prediction system) เป็นระบบที่ใช้คาดหมายเหตุการณ์ในอนาคตโดยจะอาศัยข้อมูลจากสิ่งที่ผ่านมา หรือสิ่งที่กำลังดำเนินอยู่เช่น ระบบที่คาดการณ์ผลที่จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งต้องมีการให้เหตุผลโดยคำนึงถึงเวลาที่เปลี่ยนไป

จ. ระบบวางแผน (planning system) เป็นระบบที่เตรียมขั้นตอนต่างๆ ของการทำงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ เช่น ระบบที่ใช้วางโครงสร้างโมเลกุลทางพันธุศาสตร์ (Molecular genetics) ซึ่งช่วยในการวางแผนด้านพันธุกรรม

ฉ. ระบบออกแบบ (designing system) เป็นระบบที่ใช้วิเคราะห์หาข้อกำหนดต่างๆ เพื่อสร้างวัตถุประสงค์ขึ้นมาตรงตามความต้องการที่ผู้ใช้ระบบกำหนดเช่น การออกแบบวงจรไฟฟ้า

นอกจากนี้การแบ่งประเภทของระบบเชี่ยวชาญ อาจแบ่งตามลักษณะการแทนค่าความรู้ได้โดยแบ่งเป็นระบบที่แทนค่าความรู้แบบกฎความรู้ เช่น MYCIN ระบบที่แทนค่าความรู้แบบกรอบความรู้ เช่น GENESIS ระบบที่แทนค่าความรู้แบบข่ายซีเมนติก เช่น PROSPECTOR

<u>ส่วนประกอบของระบบเชี่ยวชาญ</u>

1. <u>วิธีการแทนค่าความรู้ในฐานความรู้</u> (knowledge representation)

ในการแก้ปัญหาของระบบเชี่ยวชาญ ระบบจะต้องการความรู้ในเรื่องนั้น ๆ เป็นจำนวนมากและต้องมีวิธีการที่จะหาคำตอบที่ต้องการจากความรู้ที่มีอยู่ ดังนั้นการแทนค่าความรู้จำเป็นจะต้องมีรูปแบบเฉพาะในการแทนค่าความรู้สำหรับกลไกการวินิจฉัย (inference mechanism) ที่เฉพาะเจาะจงแต่ละวิธีลักษณะความรู้ทั่ว ๆ ไป จะมีลักษณะการพัฒนาโดยเริ่มต้นจากการที่ไม่มีความรู้เลยจนมีการพัฒนาถึงขั้นความรู้ที่จัดรูปแบบเหมาะสมแล้ว (compiled knowledge) ดังรูปที่ 1.2 ซึ่งเป็นความรู้ที่มีการจัดรูปแบบใหม่และเก็บรวบรวมไว้เพื่อให้สะดวกต่อการเรียกใช้ และเข้าใจได้ง่ายขึ้นโดยแนวทางในการสร้างความรู้จะมี 2 ลักษณะ [3] คือ

1. ความรู้ในแนวลึก (deep knowledge) คือความรู้ที่เปลี่ยนรูปมาจากความรู้ที่ได้ในห้องเรียน หนังสือ กฎเกณฑ์ หรือ หลักการทฤษฎีต่าง ๆ ความรู้ประเภทนี้จะช่วยให้สามารถหาเหตุผลมาอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ แต่ไม่รู้วิธีที่จะนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ได้อย่างไร

2. ความรู้ในแนวกว้าง (surface knowledge) คือ ความรู้ที่เปลี่ยนรูปมา

จากประสบการณ์หรือการเรียนรู้โดยการปรึกษากับผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ อยู่แล้ว ซึ่งเป็นการสอนให้เชื่อในกฎตายตัวที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความรู้ที่ได้จากประสบการณ์นี้จะทำให้ได้ฮิวรีสติก (heuristic) ซึ่งถือเป็นกฎตายตัวที่ช่วยในการลดขอบเขตของปัญหาที่ต้องค้นหาลง

ดังนั้นความรู้ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญจะต้องมีการแทนค่าด้วยวิธีที่เหมาะสม เพื่อให้สอดคล้องกับวิธีการค้นหาความรู้และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี วิธีการแทนค่าความรู้ที่สำคัญมี

1.1 แบบข่ายซีแมนติก (semantic network) [4]

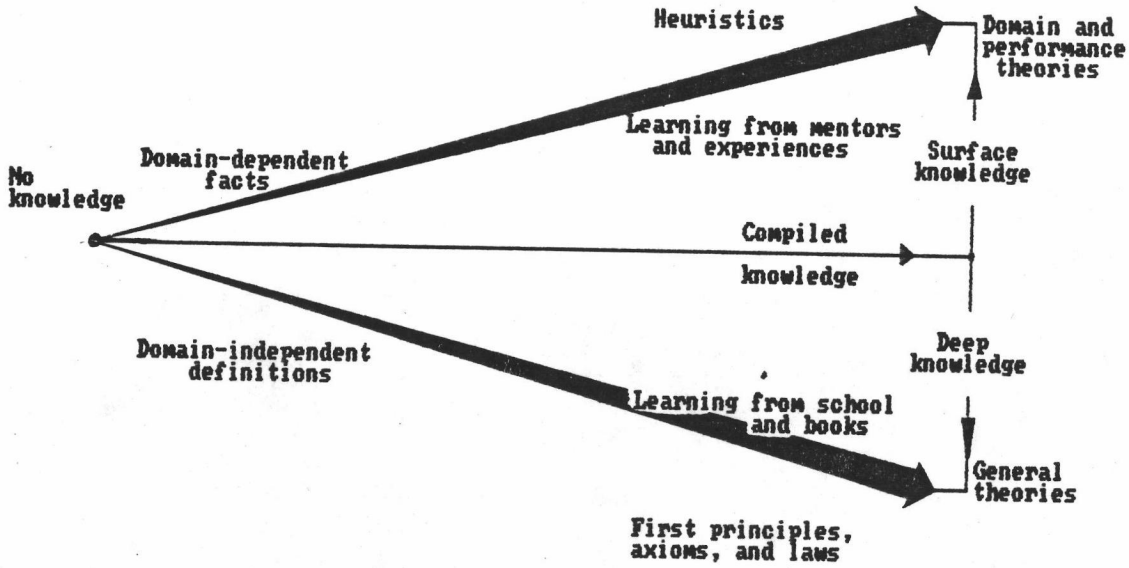
ในการแทนค่าความรู้แบบข่ายซีแมนติกข้อมูลจะถูกแทนค่าเป็นเซตของจุด (node) ที่เชื่อมซึ่งกันและกันด้วยเส้นความสัมพันธ์ที่มีชื่อกำหนดไว้ (labeled arc) ซึ่งใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างจุดต่าง ๆ ที่แทนความรู้ ดังรูปที่ 1.3

โดยที่แต่ละเส้นความสัมพันธ์จะแทนความสัมพันธ์แบบทางเดียว เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจุด MY-CHAIR กับ ME ซึ่งในบางกรณีถ้าต้องการเก็บความสัมพันธ์แบบสองทาง เช่น ในคำถามที่ว่า "ฉันเป็นเจ้าของอะไร" กับ "ใครเป็นเจ้าของเก้าอี้" เราจะต้องเก็บความสัมพันธ์ 2 ส่วนแยกจากกันโดยสร้างเส้นความสัมพันธ์สองเส้นเชื่อมระหว่างจุด MY-CHAIR กับ ME คือ ความสัมพันธ์ OWNED กับ OWNER ในกรณีที่ความรู้ที่มีอยู่เป็นลักษณะที่มีจุดย่อยมากกว่า 2 จุดที่จะต้องแทนค่าเช่น SCORE (RED BLUE (17 3)) จะแทนค่าโดยทำการสร้างจุดขึ้นมาใหม่แทนความสัมพันธ์ทั้งหมดแล้วจึงแยกความสัมพันธ์ออกเป็นจุดย่อยชุดละ 2 จุดระหว่างจุดใหม่กับจุดเดิม โดยจากตัวอย่างเราจะสร้างจุดใหม่ขึ้นเพื่อแทนเกมส์ที่กำหนดเป็น G-23 แล้วหาความสัมพันธ์ย่อยระหว่างข้อมูลเดิมที่มีอยู่ต่อจุด G-23 ดังรูปที่ 1.4

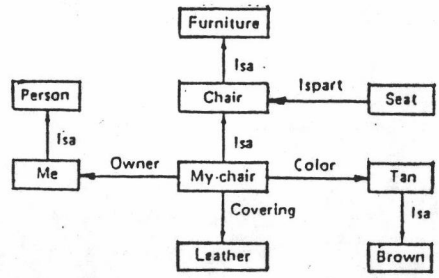
1.2 แบบ OBJECT-ATTRIBUTE-VALUE TRIPLETS [3]

วิธีการแทนค่าความรู้แบบนี้จะใช้ใน MYCIN โดยตัววัตถุ (object) จะใช้แทนวัตถุทางกายภาพเช่น ประตู เป็นต้น หรือวัตถุที่แสดงค่า เช่น จำนวนเงินกู้ เป็นต้น ส่วนบอกลักษณะ (attribute) คือลักษณะทั่วๆ ไป หรือคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับวัตถุนั้นๆ เช่น สี ขนาด รูปร่าง หรืออัตราดอกเบี้ย ค่าของส่วนบอกลักษณะ (value) จะเป็นตัวกำหนดค่าเฉพาะของส่วนบอกลักษณะในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เช่นอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ = 12 % หรือค่าบอกลักษณะข้อศอกเสื้อของวิลสันว่าเก่าและขาดดังรูปที่ 1.5 จะเป็นการแสดงลักษณะการแทนค่าความรู้แบบ OBJECT-ATTRIBUTE-VALUE TRIPLETS

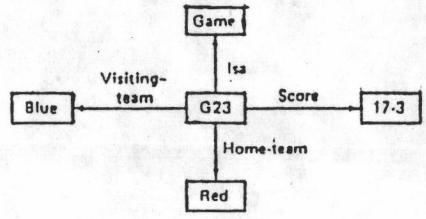
การแทนค่าความรู้ขณะที่ระบบทำงานจะมีความรู้เกี่ยวข้อง 2 ส่วนคือ ความรู้สถิตย์ (static knowledge) ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับความจริงต่างๆ และกฎของเรื่องนั้น ๆ โดยจะเก็บไว้ในฐานความรู้ และค่าเชิงจลน์ (dynamic instance) เป็นค่าที่ได้ขณะที่ระบบมีการทำงานโดยระบบจะหาค่าของส่วนบอกลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวัตถุ ค่าที่ได้ระบบจะเก็บ



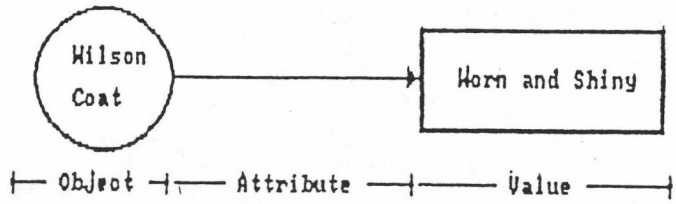

รูปที่ 1.2 แสดงแนวทางการพัฒนาความรู้



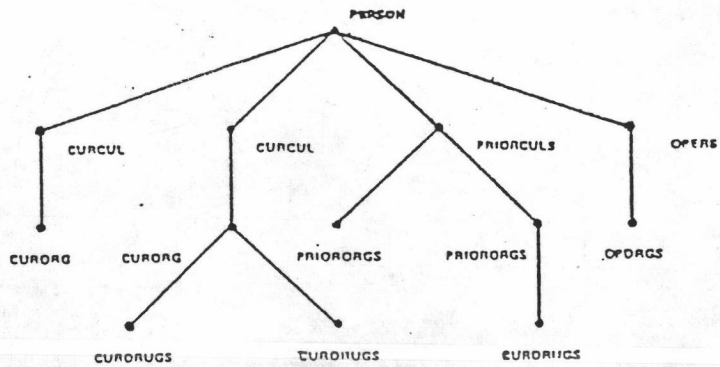

รูปที่ 1.3 แสดงการแทนค่าความรู้แบบข่ายซีแมนติก




รูปที่ 1.4 แสดงการแทนค่าความรู้แบบข่ายซีแมนติก แบบแยกความสัมพันธ์เป็นจุดย่อย




รูปที่ 1.5 แสดงการแทนค่าความรู้แบบ OBJECT-ATTRIBUTE-VALUE




รูปที่ 1.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุต่าง ๆ ในรูปต้นไม้

เป็นค่าเชิงจลน์ไว้ในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์ (working memory) ซึ่งวิธีการกำหนดค่าของส่วนบอกลักษณะเรียกว่า instantiation ในการแทนค่าความรู้แบบนี้วัตถุต่างๆ จะมีความสัมพันธ์และเรียงลำดับกัน ดังรูปที่ 1.6

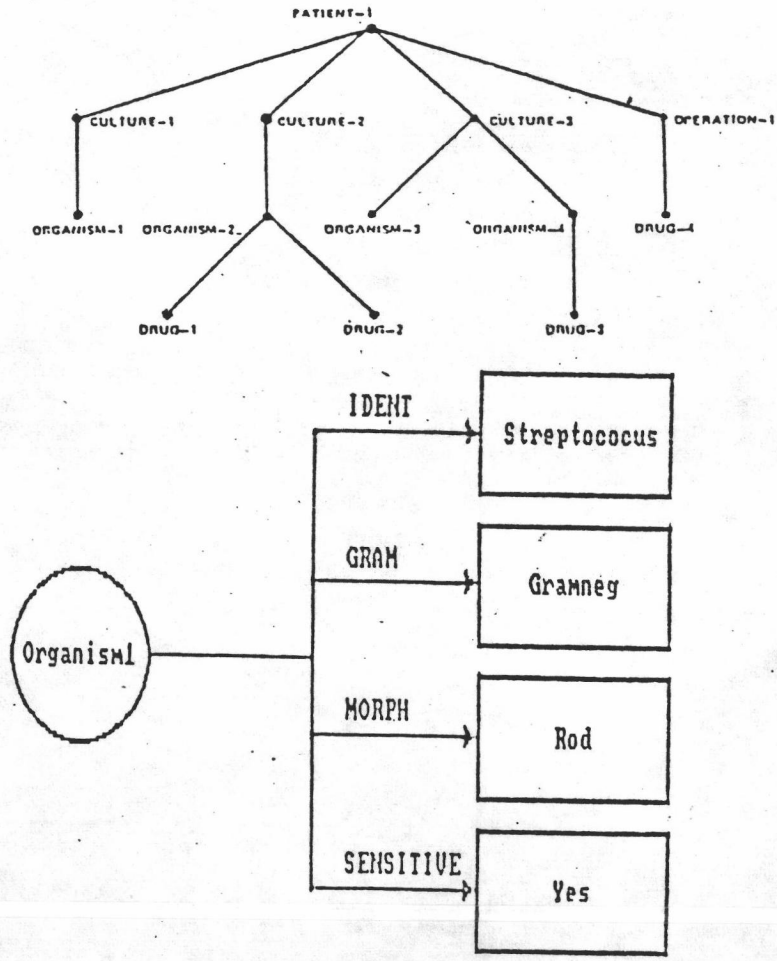
รูปที่ 1.6 จะแสดงการเรียงลำดับของฐานความรู้เกี่ยวกับคนไข้ซึ่งมีลักษณะเป็นโครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้ (tree) โดยระดับบนสุดจะเป็นราก (root) คือจุดเริ่มต้นของการหาเหตุผลและข้อมูลของแต่ละวัตถุในต้นไม้จะเป็นค่าความรู้สถิตย์ ส่วนรูปแบบของค่าเชิงจลน์จะเป็นดังรูปที่ 1.7 ซึ่งแสดงวัตถุต่าง ๆ ในต้นไม้จะถูกกำหนดด้วยค่าชื่อเฉพาะของแต่ละวัตถุในเหตุการณ์ขณะเวลาหนึ่ง ๆ ของวัตถุแต่ละชนิด และแสดงตัวอย่างวัตถุชื่อ ORGANISM-1 พร้อมกับส่วนบอกลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งค่าของส่วนบอกลักษณะนั้น ประโยชน์ของการแทนค่าความรู้แบบนี้ คือสามารถใช้กับข้อมูลที่มีความไม่แน่นอน (uncertainty) โดยจะแสดงเหตุการณ์ที่สนใจพร้อมกับระบุค่าปัจจัยความเชื่อมั่น (certainty factor) ซึ่งแสดงค่าความเชื่อมั่นที่มีต่อเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง โดยที่ระดับความเชื่อมั่นต่อเหตุการณ์ที่ต่างกันจะใช้ค่าปัจจัยความเชื่อมั่นต่างกันอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ซึ่งแสดงว่ามีหลักฐานสนับสนุนว่าเหตุการณ์นั้นเป็นจริง ถ้าเป็น -1 แสดงว่ามีหลักฐานยืนยันว่าเหตุการณ์นั้นไม่เป็นจริง

1.3 <u>แบบกฎความรู้</u> (Rule-based system) [5]

เป็นการแทนค่าความรู้โดยใช้กฎความสัมพันธ์ของ (OBJECT-ATTRIBUTE-VALUE) ของแต่ละวัตถุเข้าด้วยกัน โดยแบ่งส่วนประกอบของกฎออกเป็นส่วนหลักฐาน (premise) กับส่วนการกระทำ (action) โดยในส่วนหลักฐานจะเป็นการรวมประโยคเงื่อนไข (condition) ต่างๆ เข้าด้วยกันและเชื่อมกันด้วยตัวกระทำทางตรรกศาสตร์ (logical operator) เช่น "AND" หรือ "OR" ซึ่งแต่ละประโยคเงื่อนไขจะแทนค่าในลักษณะของ OBJECT-ATTRIBUTE-VALUE ของวัตถุเดียวกันในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อกฎถูกเรียกใช้ระบบจะทำการตรวจสอบค่าในประโยคเงื่อนไขว่าเป็นจริงหรือไม่โดยถ้ามีประโยคเงื่อนไขใดในส่วนหลักฐานไม่เป็นจริง กฎนั้นจะถูกเลิกใช้งานในรอบการทำงานนั้น

ตัวอย่างกฎความรู้ในรูปแบบภาษาอังกฤษ

IF : 1) THE STAIN OF THE ORGANISM IS GRAMNEG, AND
2) THE MORPHOLOGY OF THE ORGANISM IS ROD, AND
3) THE AEROBICITY OF THE ORGANISM IS AEROBIC
THEN : THERE IS STRONGLY SUGGESTIVE EVIDENCE (.8) THAT
THE CLASS OF THE ORGANISM IS ENTEROBACTERIACEAE




รูปที่ 1.7 แสดงค่าความรู้เชิงจลน์ของวัตถุในต้นไม้ และตัวอย่างส่วนบอกลักษณะ (ตัวอย่างนี้จากระบบเชี่ยวชาญ MYCIN)

เขียนเป็นภาษา LISP ได้เป็น

```
PREMISE  :  ($AND (SAME CNTXT GRAM GRANMEG)
                  (SAME CNTXT MORPH ROD)
                  (SAME CNTXT AIR AEROBIC))
ACTION   :  (CONCLUDE CNTXT CLASS ENTEROBACTERIACEAE TALLY 0.8)
```

จากกฎความรู้นี้ถ้าระบบทราบถึงลักษณะต่าง ๆ ของคนไข้เราจะสามารถสรุปได้ว่าเชื้อโรคนั้นเป็นกลุ่มใด การออกแบบกฎความรู้สามารถออกแบบให้กฎสามารถแสดงความไม่แน่นอนได้โดยเพิ่มส่วนปัจจัยความเชื่อมั่นเข้าไปใน OBJECT-ATTRIBUTE-VALUE ของแต่ละประโยคเงื่อนไขในหลักฐาน เมื่อผู้ใช้ระบบใส่ค่าความจริงที่มีค่าปัจจัยความเชื่อมั่นที่ต่างกัน ถึงแม้จะเป็นค่าของส่วนบอกลักษณะในวัตถุเดียวกันก็ตามซึ่งผลของส่วนกระทำ เมื่อต้องทำการสรุปจะได้ข้อสรุปที่ต่างกัน ข้อดีของการแทนค่าความรู้แบบกฎคือความเป็นโมดูล (modularity) ซึ่งจะสามารถเพิ่มหรือตัดทิ้งกฎใด ๆ ได้โดยไม่มีผลกระทบต่อกฎอื่นหรือกระบวนการอื่นภายในระบบ การวินิจฉัยจะทำได้หลายวิธี เช่น การหาเหตุผลแบบไปข้างหน้า หรือการหาเหตุผลแบบย้อนหลัง

1.4 แบบกรอบความรู้ (Frame-based system) [๘]

เป็นการแทนค่าความรู้ในลักษณะที่ขึ้นกับวัตถุและเหตุการณ์ ในลักษณะการคาดการณ์เหตุการณ์บางอย่างโดยอาศัยความรู้ที่เคยมีมา เช่น ถ้าเดินเข้าภัตตาคาร ก่อนอื่นเราจะสามารถคาดได้ว่าต้องมีสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่ พนักงานต้อนรับ เมนูอาหาร เป็นต้น และลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ในลักษณะเดียวกับเหตุการณ์ที่เคยผ่านมา ส่วนที่สำคัญของความรู้จะมี 2 ส่วนคือ วัตถุ (object) และเหตุการณ์ (event) โดยจะแทนเป็นกรอบความรู้ การจัดรูปความรู้แบบนี้จะเหมาะสมกับกระบวนการที่คาดเดาล่วงหน้าได้ (expectation-driven processing) ซึ่งเป็นวิธีการหาสิ่งที่ต้องการโดยขึ้นกับ context ที่ถูกอ้างถึงซึ่งสร้างขึ้นเป็นกรอบความรู้ ตัวอย่างเช่น กรอบความรู้ที่แทนคำจำกัดความของเก้าอี้จะแบ่งเป็นช่องความรู้ (slot) ที่บอกถึงจำนวนขาและแบบของพนักพิง แต่สำหรับเก้าอี้ที่เจาะจงตัวใดตัวหนึ่งจะสร้างขึ้นจากกรอบความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเก้าอี้ โดยที่ค่าของช่องความรู้ต่าง ๆ จะถูกกำหนดตามลักษณะจริงของเก้าอี้นั้น ๆ

| กรอบความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเก้าอี้ | กรอบความรู้แทนเก้าอี้ของ ก. |
|---|---|
| ชนิด : เฟอร์นิเจอร์ | ชนิด : เก้าอี้ |
| จำนวนขา : เลขจำนวนเต็ม (ค่า DEFAULT = 4) | จำนวนขา : 4 |
| แบบพนักพิง : แบบตรง, แบบโค้ง | แบบพนักพิง : แบบโค้ง |

จำนวนที่วางแชน : 0, 1 หรือ 2 จำนวนที่วางแชน : 0

กรอบความรู้ที่แสดงความรู้เกี่ยวกับเก้าอี้ของ ก. ซึ่งแต่ละช่องจะมีค่าตามลักษณะของเก้าอี้นั้นๆ ดังนั้นการหาเหตุผลแบบช่องความรู้จะใช้หาข้อมูลของแต่ละช่องสำหรับเหตุการณ์ที่คาดไว้ ซึ่งแต่ละช่องจะแทนความรู้ต่างๆ กันเช่น ช่องที่บอกค่าชนิด (specialization-of) จะใช้สร้างคุณสมบัติที่สืบทอดตามลำดับชั้นระหว่างกรอบความรู้ซึ่งทำหน้าที่ลักษณะกรอบความรู้ที่สูงกว่า (parent frame) ที่จะขยายต่อไปยังลูก (children frame) ต่อไปในช่องความรู้อาจจะมีการแบ่งช่องความรู้ย่อยลงไปได้อีก การใส่ค่าลงในช่องความรู้จะทำหลังจากที่เลือกกรอบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ context นั้น ขั้นตอนแรกที่ต้องทำคือ ใส่รายละเอียดที่ต้องการลงในช่องความรู้ต่าง ๆ โดยมีทั้งค่าที่ระบบกำหนดให้ (default) และค่าที่ถ่ายทอดจากการหาเหตุผลซึ่งเป็นค่าที่ได้จากประสบการณ์ครั้งก่อน

2. <u>โครงสร้างควบคุมการทำงาน</u> (Control Structure) [4]

เป็นส่วนหนึ่งของระบบเชี่ยวชาญที่แยกออกจากฐานความรู้ โดยทำงานในลักษณะวนรอบเลือกและประเมินผล (select-execute) โดยจะเริ่มจากทำการหากฎที่เหมาะสมกับข้อมูลในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์แล้วทำการประเมินผลกฎนั้น ๆ ซึ่งอาจจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์และการทำงานจะวนรอบใหม่อีกครั้ง โดยเริ่มจากทำการเลือกและประเมินผลส่วนหลักฐานของกฎความรู้ใหม่อีกครั้ง

2.1 <u>การให้เหตุผลแบบไปข้างหน้า</u> (forward reasoning)

กฎจะถูกเรียกใช้ก็ต่อเมื่อส่วนซ้ายมือของกฎนั้นตรงกับข้อมูลที่มีในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์โดยการทำงานจะเริ่มต้นจากมีการใส่ข้อมูลที่เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นค่าความจริงเข้าสู่หน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์ โดยที่ถ้าไม่มีกฎใดที่มีเงื่อนไขตรงกับข้อมูลในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์เลยก็จะไม่มีการทำงานของส่วนกระทำของกฎหรือทำการถามข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ใช้ ถ้ามีกฎใดกฎหนึ่งที่เหมาะสมกฎนั้นจะถูกทำงานโดยเพิ่มค่าความจริงใหม่เข้าสู่หน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์ แต่ถ้ามีกฎที่เหมาะสมมากกว่า 1 กฎก็จะต้องมีขั้นตอนการเลือกกฎโดยใช้กลวิธีไกล่เกลี่ยความขัดแย้ง (conflict resolution strategy)

2.2 <u>การให้เหตุผลแบบย้อนหลัง</u> (backward reasoning)

เป็นการหาเหตุผลโดยทำการเลือกเฉพาะกฎที่เหมาะสมสำหรับเป้าหมายที่กำหนด โดยการทำงานจะเริ่มด้วยรวบรวมกฎทุก ๆ กฎ ซึ่งมีส่วนขวามือของกฎที่สรุปว่าเป็นเป้าหมายที่ต้องการ ถ้ามีมากกว่า 1 กฎ จะต้องทำการเลือกโดยใช้กลวิธีไกล่เกลี่ยความขัดแย้ง เมื่อได้กฎที่ต้องการแล้ว จะทำการตรวจสอบส่วนซ้ายมือของกฎว่าทุกเงื่อนไขมีค่าตรงกับข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์แล้วหรือไม่ ถ้าไม่ตรงก็จะเลือกทำงานกฎอื่น หรือถ้ายังไม่มีข้อมูล

ในหัวข้อนั้น ๆ ระบบจะถามเพื่อให้ผู้ใช้ใส่ค่าของส่วนบอกลักษณะสำหรับวัตถุนั้น

2.3 การไกล่เกลี่ยความขัดแย้งระหว่างกฎ (conflict resolution) [7]

เนื่องจากในการวนรอบคัดเลือก และประเมินผลของเครื่องจักรกลวินิจฉัย จะมีกฎหลายกฎที่ถูกเลือกว่า เหมาะสมกับข้อมูลในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์ในช่วงที่ทำการคัดเลือกกฎต่าง ๆ ที่ถูกเลือกว่าเหมาะสม จะถูกส่งไปยังอัลกอริธึ่มที่ใช้กลวิธีไกล่เกลี่ยความขัดแย้งของกฎ ซึ่งจะทำการคัดเลือกกฎที่เหมาะสมที่สุดมาทำการประเมินผล โดยมีกฎเกณฑ์ที่ใช้เลือกกฎจากกลุ่มของกฎที่เหมาะสมคือ

เลือกตามลำดับของกฎ (rule order) เป็นการจัดเรียงลำดับของกฎความรู้ทุก ๆ กฎในระบบ โดยกฎที่มีความสำคัญสูงสุดจะถูกเลือกทำงานก่อน

เลือกตามลำดับของข้อมูล (data order) ข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์จะถูกเรียงลำดับและกฎที่ถูกเลือกใช้จะเป็นกฎที่ตรงกับข้อมูลที่มีความสำคัญที่สุด

เลือกตามลำดับขอบเขต (generality order) โดยจะเลือกกฎที่กล่าวถึงวัตถุที่แทนเรื่องที่เฉพาะเจาะจงที่สุดจะถูกเลือกก่อน

เลือกตามระดับก่อน หลังของกฎ (rule precedence) ในกรณีที่กฎความรู้มีการเรียงลำดับชั้นในลักษณะเป็นข่ายงาน กฎที่มีระดับสูงจะถูกเรียกใช้ก่อน

เลือกตามลำดับกฎที่ใช้งานล่าสุด (recency order) โดยจะเลือกกฎที่ถูกเรียกทำงานล่าสุดหรือกฎที่มีข้อมูลตรงกับข้อมูลในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงล่าสุดจะถูกเลือกใช้งานก่อน

2.4 การให้เหตุผลสำหรับเหตุการณ์ที่มีความไม่แน่นอน (inexact reasoning) [5]

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานจริงๆ มักจะเกิดกรณีที่คำตอบหรือข้อสรุปบางอย่างเกิดขึ้นในลักษณะที่มีความไม่แน่ใจ หรือความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ วิธีการแก้ไขปัญหาในลักษณะนี้ระบบเชี่ยวชาญจำต้องสามารถให้เหตุผล และหาข้อสรุปได้จากความไม่แน่นอนในเหตุการณ์ต่างๆ ด้วยวิธีการหาเหตุผลสำหรับเหตุการณ์ที่มีความไม่แน่นอน

สมมติว่าถ้ามีเหตุการณ์ที่มีความไม่แน่นอนขึ้น การนำเหตุการณ์ไปใช้ต้องมีการวัดระดับความไม่แน่นอนด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ทฤษฎีความน่าจะเป็นของเบย์เซียน (bayesian probability theory) หรือ ทฤษฎีค่าความเชื่อมั่น (certainty theory) เป็นต้น

ทฤษฎีความน่าจะเป็นของเบย์เซียน จะมีการกำหนดค่าความเป็นไปได้ P (A) ของเหตุการณ์ A ซึ่งถ้า P (A) = 1 จะแสดงว่าเหตุการณ์ A เป็นจริง ถ้า P(A) = 0 แสดงว่าเหตุการณ์ A เป็นเท็จ ระดับค่าความเชื่อมั่นในเหตุการณ์ A จะเปลี่ยนแปลงไปได้เมื่อมี

014383

ข้อมูลเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นลักษณะความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข แสดงได้เป็น P (A¦B) หมายถึง ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ A เมื่อรู้ว่าเหตุการณ์ B เป็นจริง สำหรับกฎที่เขียนเป็น B ----> A โดยที่ A เป็นสาเหตุ (cause) และ B เป็นผลกระทบ (effect) ดังนั้น P (A¦B) จะเป็นการวินิจฉัยว่าถ้ามีสาเหตุ (A) โดยดูจากการสังเกตผลกระทบ (B) เมื่อเขียนเป็นกฎของเบย์จะได้ดังนี้

$$L = \frac{P(B|A)}{P(B|\sim A)}$$

P (B¦~A) หมายถึงความน่าจะเป็นของการสังเกตผลกระทบ B เมื่อไม่เกิดสาเหตุ A โดยที่ L คือ strength หรือ น้ำหนักความน่าเชื่อถือของกฎ ถ้า L เป็นค่าบวกแสดงว่าจะเพิ่มความน่าจะเป็นของสาเหตุ A ถ้า L เป็นลบแสดงว่าลดความน่าจะเป็นของ A ลง ซึ่งจำเป็นต้องมีฟังก์ชันที่จะใช้ในการรวมผลจากการคำนวณค่า L ของหลายๆ กฎเข้าด้วยกันโดยเฉพาะในกรณีที่เกิดความขัดแย้งกันระหว่างกฎ

<u>ทฤษฎีค่าความแน่นอน</u> (certainty theory) นำมาใช้ในระบบ MYCIN โดยมีข้อจำกัดคือ ผู้ใช้ต้องกำหนดค่าความแน่นอน (certainty factor) สำหรับเหตุการณ์ที่ข้อสรุป A ได้มาขณะที่มีเหตุการณ์ B เกิดขึ้น เนื่องจากบางครั้งกำหนดได้มากหรือไม่ก็มีความไม่แน่นอนในการกำหนดค่าความแน่นอนขึ้น ต้องทำการรวมค่าความแน่นอนที่วัดได้ (certainty measure) C(A) เข้ากับเหตุการณ์ A ถ้า C = 1 แสดงว่า A เป็นจริง ถ้า C = 0 แสดงว่าไม่รู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่มีผลทำให้เกิดข้อสรุป A แต่ถ้า C = -1 แสดงว่ามีเหตุการณ์ที่มีผลทำให้รู้ว่าข้อสรุป A ไม่เป็นความจริง

ค่าปัจจัยความแน่นอน (certainty factor) จะมีการกำหนดให้กับทุก ๆ กฎ ซึ่งจะต้องมีวิธีการปรับค่าปัจจัยความเชื่อมั่นเมื่อมีการใช้กฎเกิดขึ้นโดยถ้ามีกฎที่ว่า B ----> A ด้วยค่าปัจจัยความเชื่อมั่นค่าหนึ่ง เมื่อกฎนี้ถูกทำงานค่าปัจจัยความเชื่อมั่นของข้อสรุป A จะเท่ากับ CF ในกรณีที่ B เป็นจริงซึ่งต้องคำนึงถึงการรวมเหตุการณ์สนับสนุนอื่น ๆ เข้าด้วยกัน เมื่อมีกฎมากกว่า 1 กฎ สรุปถึง A และมีผลกระทบที่ได้จากเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนต่อข้อสรุป และค่าปัจจัยความเชื่อมั่นของข้อสรุปนั้น

2.5 <u>ความสามารถในการให้เหตุผลสำหรับการทำงานของระบบ</u> [๑]

เป็นลักษณะการตอบคำถามที่ระบบจะตอบให้แก่ผู้ใช้ เมื่อคำตอบของผู้ใช้เป็น 2 ลักษณะคือ Why กับ How โดยระบบจะใช้ทั้งความรู้ในฐานความรู้ และในหน่วยความจำ

ที่เก็บเหตุการณ์เป็นการแสดงถึงกฎที่ใช้ในการสรุปในแต่ละขั้นของการทำงาน การตอบคำถามจะตอบทั้งขณะที่ใช้ระบบเป็นการแสดงสถานะของขั้นตอนการหาเหตุผลของระบบ และจะตอบคำถามแสดงฐานความรู้ รวมทั้งค่าความจริงเชิงจลน์ที่เกี่ยวข้องในหน่วยความจำที่เก็บเหตุการณ์ โดยจะทำการเก็บขั้นตอนการให้เหตุผลเป็น history list เพื่อใช้ในการตอบคำถาม และสามารถที่จะติดตามกฎที่ใช้ผ่านมาแล้ว เพื่อแสดงถึงสาเหตุในการเลือกกฎนี้ในการทำงาน เนื่องจากว่ากฎที่ผ่าน ๆ มากล่าวถึงเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับกฎที่กำลังใช้งานอยู่อย่างไรบ้าง เป็นต้น

3. วิศวกรความรู้ และคุณสมบัติของวิศวกรความรู้ (knowledge engineer) [1] [2]

ส่วนหนึ่งที่เป็นขั้นตอนสำคัญในการสร้างระบบเชี่ยวชาญคือ การดึงเอาความรู้จากผู้เชี่ยวชาญเข้าสู่ระบบซึ่งผู้ที่รับผิดชอบคือ วิศวกรความรู้ซึ่งอาจจะเป็นผู้เชี่ยวชาญเอง หรือวิศวกรคอมพิวเตอร์ก็ได้จากสาเหตุที่ความรู้ในบางเรื่องจะมีลักษณะเป็นฮิวรีสติก (heuristic) ซึ่งไม่สามารถรวบรวมจากหนังสือหรือเอกสารใด ๆ ได้ แต่ได้จากการสัมภาษณ์ ศึกษาสังเกตการทำงานและจับจุดสำคัญของการทำงานมาสร้างขึ้นเป็นฐานความรู้ของระบบ ลักษณะงานของวิศวกรความรู้มีขั้นตอน คือ

พยายามชักชวนผู้เชี่ยวชาญให้ยอมสละเวลา เพื่อสัมภาษณ์หรือพูดคุยถ่ายทอดความรู้ความเชี่ยวชาญ

เตรียมทำความเข้าใจกับสาขาวิชาที่สร้างระบบขึ้นมาใช้ เพื่อง่ายที่จะทำความเข้าใจร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในระหว่างทำการสัมภาษณ์ โดยต้องมีการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ จาก หนังสือ หรือเอกสารก่อน

สอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการแก้ปัญหาว่าทำอะไรบ้าง และมีวิธีทำอย่างไรโดยอาจจะลองยกตัวอย่างปัญหาที่น่าสนใจ และศึกษาวิธีการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญ

นำเอาความรู้เบื้องต้นที่ได้มาสร้างขึ้นเป็นระบบต้นแบบด้วยวิธีการแทนค่าความรู้และวิธีการหาเหตุผลที่เหมาะสม แล้วทดสอบระบบแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของระบบ

ประเมินผลตัวระบบต้นแบบกับผู้เชี่ยวชาญ พร้อมกับทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อหาข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

พยายามทำให้ผู้เชี่ยวชาญมีความรู้สึกสนใจในระบบที่กำลังทำการพัฒนา ขณะที่ทำการสัมภาษณ์

4. ขั้นตอนในการสร้างระบบเชี่ยวชาญ [1]

แบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอนคือ

4.1 ขั้นตอนกำหนดลักษณะงานและลักษณะปัญหา (identification) เป็นการกำหนดลักษณะของปัญหาโดยระบุสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา เช่น ขอบเขตของปัญหา ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา แหล่งข้อมูลและออกแบบ วัตถุประสงค์ รวมทั้งเป้าหมายที่กำหนด นอกจากนี้จะต้องพยายามแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยเท่าที่เป็นไปได้

4.2 ขั้นตอนจัดกลุ่มและแยกประเภทความรู้ (conceptualization) เป็นการหาหลักการที่จะใช้ในการแทนค่าความรู้ โดยจะต้องอธิบายวิธีการแก้ปัญหาแสดงถึงหลักการที่สำคัญและความสัมพันธ์ในส่วนต่าง ๆ ของความรู้ กำหนดการเคลื่อนไหวของข้อมูล รวมทั้งทำการกำหนดงานย่อย แผนการแก้ปัญหาและเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนของกรรมวิธีการแก้ปัญหา

4.3 ขั้นตอนจัดรูปแบบของงานเพื่อเข้ารูปกับโปรแกรม (formalization) เป็นการออกแบบโครงสร้างที่จะใช้จัดรูปของความรู้ โดยทำการเปรียบเทียบกับกลุ่มที่แยกประเภทไว้ได้เป็นรูปแบบที่มีลักษณะชัดเจน (formal representation) โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการเขียนขั้นตอนของหลักการพื้นฐานต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ

4.4 ขั้นตอนเขียนและพัฒนาระบบเชี่ยวชาญ (implementation) เป็นการรวบรวมข้อมูลและเขียนรูปแบบของกฎที่รวมเป็นฐานความรู้ โดยรวบรวมและจัดรูปแบบของความรู้ที่ได้มาให้เหมาะสมกับการเคลื่อนไหวของข้อมูลในการแก้ปัญหาและสร้างเป็นระบบต้นแบบขึ้น ซึ่งประกอบด้วยกฎต่าง ๆ และโครงสร้างควบคุมการทำงานที่เกี่ยวข้อง

4.5 ขั้นตอนทดสอบโปรแกรม (testing) เป็นขั้นตอนตรวจสอบกฎที่ใช้เป็นฐานความรู้โดยจะทำการประเมินผลจากประสิทธิภาพของระบบต้นแบบ และทำการปรับปรุงให้เป็นมาตรฐานโดยมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับวิศวกรความรู้

## การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบเชี่ยวชาญโดยใช้กรณีศึกษาการเพาะเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา

1. ความเป็นมาของปัญหาที่จะทำการวิจัย

เนื่องจากการพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งจากแบบดั้งเดิมมาเป็นแบบพัฒนา ถึงแม้จะสามารถให้ผลผลิตสูง แต่ก็มีขั้นตอนในการดำเนินการมากและใช้เทคนิคต่างๆซึ่งต้องการความรู้ความเชี่ยวชาญมาก มูลเหตุจูงใจในการพัฒนาระบบเชี่ยวชาญก็คือ

1) ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินการเพาะเลี้ยง ต้องอาศัยความรู้จากหลายแหล่ง และเอกสารรายงานการวิจัยต่างๆ ช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งฐานความรู้ในระบบ

เชี่ยวชาญสามารถเป็นที่รวมของความรู้เหล่านี้จากแหล่งต่างๆ ที่กระจัดกระจายรวมทั้งอยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการค้นหาและอ้างอิงด้วย

2) ปัญหาในการเพาะเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาค่อนข้างซับซ้อน และยุ่งยากต้องอาศัยคำอธิบายและคำแนะนำ เพื่อไม่ให้ตัวอย่างลดระดับลงเป็น help system หรือ table look-up system เช่นในขั้นที่นำแม่พันธุ์กุ้งมาทำการเลี้ยงเพื่อให้ออกไข่อาจเกิดปัญหาคือแม่กุ้งตาย การแก้ปัญหา ต้องสามารถระบุสาเหตุของปัญหา และวิธีการแก้ไขก่อนที่แม่กุ้งตัวอื่นจะตายตามไปด้วย หรือก่อนที่จะนำแม่กุ้งมาปล่อยแทน

3) ปัญหานี้เป็นความรู้หนึ่งที่ผู้ทำการวิจัย เคยศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ทำให้คุ้นเคยกับศาสตร์และเข้าใจปัญหาได้ง่ายเพื่อประโยชน์ในการปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อที่จะได้กฎและข้อความจริงที่จะใส่ในฐานความรู้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของวิศวกรความรู้ (knowledge engineer)

2. <u>วัตถุประสงค์ของการวิจัย</u>

การพัฒนาระบบเชี่ยวชาญเพื่อใช้ช่วยในการเพาะเลี้ยงกุ้ง เน้นการสร้างระบบที่มีลักษณะ ดังนี้

1) พัฒนาระบบเชี่ยวชาญในการวินิจฉัยและให้คำแนะนำเมื่อเกิดปัญหาขึ้นในการเพาะเลี้ยงขึ้นโดยเน้นลักษณะของปัญหาต้องเป็นปัญหาที่ต้องการความรู้ระดับผู้เชี่ยวชาญ

2) ระบบจะต้องสามารถตอบโต้กับผู้ใช้ได้ โดยในบางกรณีระบบต้องการข้อความจริงบางอย่างเพิ่มเติม จะสามารถเรียกถามรายละเอียดเพิ่มเติมเหล่านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและชัดเจน

3) เมื่อผู้ใช้ต้องการทราบว่า เหตุใดจึงสรุป หรือให้คำแนะนำเช่นนั้น ระบบจะสามารถแสดงเหตุผลได้โดยการแสดงความรู้ในฐานความรู้ส่วนที่ใช้ในการแก้ปัญหา

| | |
|---|---|
| ระดับที่ 1 | ปัญหาที่สามารถแก้ไขโดยใช้ข้อมูลจากเอกสาร หนังสือ |
| ระดับที่ 2 | ปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ด้วยความสามารถของระบบเชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้น |
| ระดับที่ 3 | ปัญหาที่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญแก้ปัญหาเนื่องจากกฎในระบบเชี่ยวชาญไม่เพียงพอ |
| ระดับที่ 4 | ปัญหาที่ยังไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยความรู้ในปัจจุบัน |

ตารางที่ 1.1 แสดงระดับความรู้ภายในขอบเขตความสามารถของระบบเชี่ยวชาญ

3. ขอบเขตของการวิจัย

1) ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะที่มีความยากในระดับต่าง ๆ ระบบเชี่ยวชาญในการวิจัยนี้จะจำกัดขอบเขตของความสามารถในการแก้ปัญหาในลักษณะของระบบตัวอย่างโดยไม่ใช่แก้ปัญหาทุกอย่างที่เกิดขึ้นในการเพาะเลี้ยงกุ้ง โดยสามารถจำลองรูปแบบระดับความสามารถในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 1.1 โดยระบบเชี่ยวชาญที่พัฒนาจะตอบสนองผู้ใช้ต่อปัญหาต่างๆในระดับต่างกัน โดยที่ในสองระดับแรกระบบจะสามารถระบุสาเหตุ และให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาได้ ในระดับที่สามระบบจะเสนอให้ผู้ใช้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญโดยตรง หรือเพิ่มความรู้โดยใส่กฎที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมให้แก่ระบบ ส่วนปัญหาในระดับที่ 4 นั้น ระบบจะต้องระบุว่าไม่สามารถช่วยแก้ปัญหาได้อย่างสิ้นเชิงจนกว่าความรู้จะมีการพัฒนา

2) เนื้อหาของปัญหาที่ระบบเชี่ยวชาญจะแก้นั้นเกี่ยวข้องกับขั้นตอนในการทำการเพาะเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา โดยจำกัดอยู่ในขั้นตอนของการเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งจนถึงการเพาะเลี้ยงกุ้งวัยรุ่น ตัวอย่างของปัญหาในสองขอบเขตนี้ได้แก่ ขั้นตอนการเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้ง ปัญหาที่เกิดขึ้นจะเกี่ยวกับการเลี้ยงดูและเร่งไข่แม่กุ้ง การดูแลและให้อาหารลูกกุ้ง ขั้นตอนการเลี้ยงกุ้งวัยรุ่น ปัญหาที่เกิดขึ้นจะเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งและอาหารเสริม

3) ลักษณะภาษาที่ใช้ในการโต้ตอบของระบบกับผู้ใช้ และความรู้ที่เก็บในฐานความรู้ใช้ภาษาอังกฤษเนื่องจากยังไม่มีอุปกรณ์ภาษาไทยที่ใช้ได้

4. ขั้นตอนการวิจัย

1) ศึกษาทฤษฎี เกี่ยวกับระบบ เช่น แนวความคิด วิธีการแก้ปัญหา การแทนค่าความรู้

2) ศึกษา ขอคำปรึกษา และคำแนะนำ จากผู้เชี่ยวชาญในการเพาะเลี้ยงกุ้ง และรายงานวิชาการต่าง ๆ ของกรมประมงที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงกุ้ง

3) รวบรวมความรู้ที่ได้ โดยจัดแยกประเภทของความรู้ ปัญหาขอบเขตของปัญหา และขั้นตอนในการแก้ปัญหา

4) สร้างระบบต้นแบบขึ้น โดยเขียนโปรแกรมส่วนแก้ปัญหา และทำการแทนค่าความรู้ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมกับการใช้วินิจฉัยแล้วสร้างเป็นฐานความรู้โดยอาศัยภาษาที่เน้นทางสัญญลักษณ์คือ LISP

5) ทดสอบ และปรับปรุงระบบต้นแบบโดยรับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญเป็นเกณฑ์

5. ประโยชน์ของการวิจัย

1) ความรู้ที่ได้และเทคนิคที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปดัดแปลงใช้กับระบบงานอื่นที่มีความซับซ้อนในระดับเดียวกับระบบเพาะเลี้ยงกุ้งหรือซับซ้อนน้อยกว่าได้เช่น ระบบช่วยวิเคราะห์และซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ซับซ้อน ระบบเลี้ยงและควบคุมอาหารสุกร เป็นต้น

2) ระบบต้นแบบที่ทำขึ้นนี้ หลังจากดัดแปลงให้สมบูรณ์สามารถใช้ได้โดยตรงเพื่อประโยชน์ในการดำเนินการเพาะเลี้ยงกุ้ง

สรุป

จากเนื้อหาที่กล่าวมาแล้วเป็นการค้นคว้าเอกสารในส่วนของระบบเชี่ยวชาญโดยทั่วไป พร้อมทั้งได้เสนอแนะเนื้อหางานวิจัยคร่าวๆ ซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดในบทที่ 3 และ บทที่ 4 ในบทต่อไปจะเป็นการเสนอแนวหลักการ และลักษณะการทำงานของระบบเชี่ยวชาญ MYCIN ซึ่งเป็นแบบอย่างของระบบเชี่ยวชาญที่ทำการวิจัย พร้อมกับกล่าวถึงรายละเอียดเรื่องการเพาะเลี้ยงกุ้งเพื่อความเข้าใจถึงความจำเป็นและความเหมาะสมในการพัฒนาระบบเชี่ยวชาญนี้ขึ้นมา

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย