บทที่ 3
ระบบผู้เชี่ยวชาญ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems: ES)

ระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นศาสตร์อีกแขนงหนึ่งหรือส่วนหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ ที่มักจะนำมาใช้พัฒนาและอ้างถึงในหลักการอยู่เสมอ ทั้งนี้ก็เพื่อยกระดับของระบบฐานองค์ความรู้ (Knowledge-Based Systems) ให้มีขีดความสามารถที่ใกล้เคียงกับสติปัญญาของมนุษย์นั่นเอง ซึ่งมีผลต่อความสำเร็จของระบบผู้เชี่ยวชาญ

3.1.1 จุดเริ่มต้นของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems) ได้ถือกำเนิดขึ้นเป็นครั้งแรกจากการค้นคิดและพัฒนาโครงการ MYCIN ของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stand ford) ทั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือผู้ติดเชื้อแบคทีเรียชนิดหนึ่ง ที่ทำให้เกิดอาการอักเสบของไขกระดูกและลุกลามไปยังสมองส่วนหน้าผ่านทางเดินระบบเลือดซึ่งก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ โดยเริ่มพัฒนาระบบ MYCIN ตั้งแต่กลางปี ค.ศ. 1970 และใช้ระยะเวลาเกือบ 20 ปี จึงเสร็จสมบูรณ์

MYCIN เป็นเพียงกฎ (Rules) สำหรับใช้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ นอกจากจะใช้วิธีการแบบ Backward Chaining เพื่อค้นหาคำตอบที่เป็นเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังได้เชื่อมโยงสัมพันธ์กับกฎต่าง ๆ อีกจำนวนไม่น้อยกว่า 500 กฎ โดยใช้โปรแกรมภาษา LISP เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาครั้งนี้ด้วย ตัวอย่าง กฎ (RULES) ที่นำมาใช้

IF	The stain of organism is gram negative
AND	The Morphology of the organism is rod
AND	the arability organism is anaerobic
THEN	there is suggestive evidence (0.7) that the identity of the organism is bactericides
IF	The infection with ORGANISM-1 was acquired while the patent was hospitalized

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

THEN there is weakly suggestive evidence (2) that the identity ORGANISM-1 is pseudomonas

แม้ว่าประเด็นของปัญหาในการติดเชื้อที่จำเป็น ต้องค้นหาคำตอบมีอยู่เป็นจำนวนมากก็ตาม แต่สิ่งหนึ่งที่ทำให้เกิดแรงบันดาลใจก็คือ การช่วยเหลือแพทย์ที่ต้องการเยียวยาและรักษาผู้ป่วยอย่างเร่งด่วน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถชี้ชัดได้ว่าเชื้อแบคทีเรียชนิดใดที่เป็นสาเหตุของโรคอย่างแท้จริง จากเดิมที่ต้องนำเลือดมาทำการทดสอบไม่น้อยกว่า 2 วัน จึงจะทราบผลที่แน่นอน แต่สิ่งที่แพทย์ต้องการก็คือการทราบผลในทันที ซึ่งอาจได้เป็นเพียงส่วนหนึ่งก็ยังดี ทั้งนี้ เพื่อรักษาผู้ป่วยดั้นเวลาตามอาการที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าจะสามารถทราบผลได้ทันที แต่ว่าผลที่ได้มานั้นยากเกินกว่าจะวินิจฉัยได้ อาจจำเห็นต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านอีกต่อหนึ่ง ซึ่งอาจไม่ทันการอยู่ดี

ในระหว่างปี ค.ศ. 1970 ขณะนั้นแวดวงด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI) กำลังเข้ามามีบทบาทในการนำองค์ความรู้ (Knowledge-Based) มาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายและพัฒนาขึ้นเป็นระบบที่นิยมเรียกกันโดยทั่วไปว่า ระบบองค์ความรู้ (Knowledge-Based System) จึงจุดประกายให้แพทย์ที่ต้องการความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อแก้ปัญหาที่ติดเชื้อทางเดินระบบเลือด หันมาให้ความสนใจกันมากขึ้น

สำหรับขอบเขตของปัญหาของ MYCIN ที่พบระหว่างขั้นตอนศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการนี้ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความกังวลของแพทย์ระบบนี้ว่าจะเป็นที่ยอมรับของแพทย์ได้หรือไม่ จะได้ผลตามที่คาดหวังหรือไม่ และจะทำเพื่อตามกระแสนิยมหรือไม่ ความกังวลทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่ทำให้แพทย์เกิดข้อกังขากันขึ้น หรือแม้แต่วิธีการรักษาแบบดั้งเดิมของแพทย์โดยส่วนใหญ่ พบว่ายังมีวิธีการักษาที่ไม่เหมาะสมกับอาการของโรคมากถึง 65 % แม้ว่าได้มีการค้นพบยาเพ็นนิซิลิน (Penicillin) ที่สามารถนำมารักษาโรคอันเกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียได้ก็ตาม แต่การที่จะรักษาผู้ป่วยให้มีประสิทธิผลนั้นจำเป็นต้องทราบปริมาณยาที่เหมาะสมกับการของโรคที่เกิดขึ้น มิฉะนั้นแล้ว อาจเกิดผลเสียมากกว่าผลดี รวมไปถึงการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านหรือผู้ชำนาญการ (แพทย์ นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์) ในการวินิจฉัยและรักษาโรคติดเชื้อทางระบบเลือดนี้ บางสถานพยาบาลที่มีขนาดใหญ่อาจมีจำนวนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเพียงพอกับความต้องการ แต่สำหรับสถานพยาบาลที่มีขนาดเล็ก และตั้งอยู่ห่างไกลบุคคลเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นและต้องการเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามนักวิจัยแห่งสถาบันสแตนฟอร์ดได้ทำการพัฒนาขีดความสามารถให้กับระบบคอมพิวเตอร์ โดยการนำองค์ความรู้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านอย่างเร่งด่วน ข้อมูลในการตัดสินใจที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และทันเวลาในการรักษาหรือเยียวยา ผู้ใช้งานกับระบบนี้จำเป็นต้องได้รับการอบรม และมีทักษะเพียงพอ แนวทางแก้ไขปัญหาจากการรักษาแบบเดิมอาจดูไม่สมเหตุสมผลนัก และเป็นสิ่งท้าทายสำหรับแพทย์ที่จะต้องกำหนดถึงความเหมาะสมในการให้ยารักษา ส่วนคุณสมบัติของระบบ MYCIN ได้แก่

1) ใช้วิธีการแบบ Backward-Chaining System และการค้นหาแบบ Depth-First Search
2) สามารถแบ่งแยกองค์ความรู้ออกจากการควบคุม
3) สามารถใช้ได้กับ Meta-Rules
4) สามารถใช้ได้กับเหตุผลที่ไม่มีความแน่นอน
5) มีไดอะล็อค (Dialog) สำหรับใช้เป็นแบบสอบถามเบื้องต้น
6) สามารถสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้ใช้
   - โต้ตอบด้วยภาษาธรรมชาติ
   - ตรวจสอบคำผิดและข้อผิดพลาดอื่น ๆ ได้
   - สรุปผลพร้อมให้คำอธิบายได้ชัดเจน
   - เสนอแนะได้

MYCIN พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรมภาษา LISP ระบบนี้มีองค์ประกอบ 5 ส่วน ได้แก่ ฐานองค์ความรู้ (Knowledge Base) กลไกอนุมาน (Inference Engine) พื้นที่หน่วยความจำ (Working Memory) เครื่องมืออธิบายความ (Explanation Facility) และจอภาพติดต่อกับผู้ใช้งาน (End-User Interface)

3.1.2 **ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ**

ในการตัดสินใจที่มีความซับซ้อนจำเป็นต้องอาศัย องค์ความรู้ (Knowledge) ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ เพื่อให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุด แต่การที่จะได้มาซึ่งองค์ความรู้ดังกล่าวจำเป็นต้องมีการเก็บรวบรวมองค์ความรู้มาจากหลาย ๆ แหล่ง ต้องใช้เวลานานหลายปีและต้องใช้เวลานานหลายปีและต้องอาศัย “ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์” มาช่วยเหลืออย่างมาก ประกอบกับปัจจุบัน แหล่งองค์ความรู้ต่าง ๆ ก็มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การเก็บและเข้าถึงองค์ความรู้กลายเป็นเรื่องที่ทำได้ยากมาก ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องนำ “ฐานองค์ความรู้ (Knowledge base)” เข้ามาช่วยเหลือในด้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การจัดการองค์ความรู้เหล่านี้ด้วย แต่ในการพัฒนา “ระบบฐานองค์ความรู้ (Knowledge base System)” เพื่อนำมาช่วยเหลือในการจัดการกับข้อมูลและแบบจำลองต่าง ๆ ของฐานองค์ความรู้ได้อย่างดีนั้นควรอาศัย “ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่ใช่มนุษย์” ดังนั้นใน “ระบบฐานองค์ความรู้ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ” จึงจำเป็นต้องนำ “ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)” เข้ามาใช้งานด้วย โดยเฉพาะ “ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems)” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ ดังนั้นการตัดสินใจที่มีความซับซ้อนนอกจากต้องอาศัยการจัดการข้อมูลและการจัดการแบบจำลองที่ดีแล้วยังต้องนำ “ระบบผู้เชี่ยวชาญ” เข้ามาแทนที่ “ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์” มาผ่านกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ (Computer Processing) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจ และการแก้ปัญหานั่นเองจากนัยสำคัญข้างต้น สามารถสรุปความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ ได้ดังนี้

ระบบผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการนำเสนอองค์ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเพื่อแก้ปัญหาและให้คำแนะนำอย่างเป็นเชิงเหตุเชิงผล

3.1.3 ความแตกต่างระหว่างระบบผู้เชี่ยวชาญกับโปรแกรมทั่วไป

แม้ว่าระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถที่จะช่วยยกระดับเทียบเท่า กับสติปัญญาของมนุษย์ได้จริงก็ตาม แต่วิธีการนำเสนอข้อแตกต่างที่จะเปรียบเทียบ ระหว่างระบบผู้เชี่ยวชาญกับโปรแกรมหรือระบบอื่น ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อแตกต่างระหว่างระบบผู้เชี่ยวชาญกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไป

- ระบบผู้เชี่ยวชาญจะทำการจำลองความคิดของมนุษย์ที่เป็นเชิงเหตุและผลในการแก้ปัญหาภายใต้ขอบเขตของปัญหา (Problem Domain) ขณะที่โปรมแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไปไม่สามารถกระทำเช่นนี้ได้
- ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถนำเสนอและแสดงผลขององค์ความรู้ของมนุษย์มาแปลความในคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Numeral Calculation) ได้ในเชิงเหตุและผล (Reasoning) ขณะที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไปทำได้เพียงการคำนวณและการนำเสนอข้อมูลเท่านั้น
- ระบบผู้เชี่ยวชาญใช้สำหรับแก้ปัญหาโดยการรับรู้ภายในจิตใต้สำนึก (Heuristic) หรือวิธีการคาดคะเนที่ไม่สามารถจะรับรองความสำเร็จได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เสมอไป ขณะที่การแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะใช้วิธีการอัลกอริธึม (Algorithmic)

2) ข้อแตกต่างระหว่างระบบผู้เชี่ยวชาญกับโปรแกรมด้านปัญญาประดิษฐ์

- ระบบผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งจำเป็นต้องอาศัยมนุษย์ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ ขณะที่โปรแกรมปัญญาประดิษฐ์จะมุ่งเน้นที่จะแก้ปัญหาโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem) และเป็นการแก้ปัญหาที่มีรูปแบบที่ง่ายกว่า
- ระบบผู้เชี่ยวชาญมีการทำงานที่รวดเร็วและความน่าเชื่อถือสูง ขณะที่โปรแกรมปัญญาประดิษฐ์ทั่วไปจะมีการทำงานที่ช้ากว่าและต้องพึ่งพาซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมสนับสนุนการทำงาน
- ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถที่จะอธิบาย และปรับแต่งแนวทางแก้ไขปัญหาตามความต้องการของผู้ใช้ได้ ขณะที่โปรแกรมปัญญาประดิษฐ์ทั่วไปไม่สามารถกระทำเช่นนี้ได้ เว้นแต่พัฒนาระบบเท่านั้น

3) ข้อแตกต่างระหว่างระบบผู้เชี่ยวชาญ และระบบฐานองค์ความรู้

- ระบบฐานองค์ความรู้ไม่จำเป็นต้องมีเรื่องเชี่ยวชาญอยู่ภายในระบบก็ได้
- ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานของระบบฐานความรู้ไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญระบบฐานองค์ความรู้เป็นสิ่งที่สร้างได้ง่ายกว่าระบบผู้เชี่ยวชาญ

3.2 **หลักการพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ**

องค์กรต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นรัฐหรือธุรกิจก็ตาม ต่างเล็งเห็นถึงคุณประโยชน์ของการนำสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กันมากขึ้น แต่การที่จะได้มาซึ่งความได้เปรียบในเชิงธุรกิจ หรือแม้แต่การบริการที่เป็นเลิศนั้น จะเป็นต้องพึ่งพาฐานองค์ความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้ก็เนื่องจากองค์ความรู้เป็นพลังอำนาจอย่างหนึ่ง ที่นักบริหารมักจะนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเชิงกลยุทธ์ เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจและการปรับเปลี่ยนกระบวนการทางธุรกิจ โดยมีองค์ประกอบหลักสำคัญของระบบดังนี้

- ความเชี่ยวชาญ (Expertise)
- ผู้เชี่ยวชาญ (Experts)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- การได้มาซึ่งองค์ความรู้ (Knowledge Acquisition)
- การสรุปความ (Inference)
- การจัดรูปแบบองค์ความรู้ (Knowledge Representation)
- การอธิบายความ (Explanation)

3.2.1 **ความเชี่ยวชาญ** (Expertise)

ความเชี่ยวชาญ หมายถึงความชำนาญหรือความถนัดในเรื่องหรืองานนั้น ๆ ซึ่งเป็นองค์ความรู้เฉพาะที่ได้จากการเรียนรู้ ฝึกฝน และสั่งสมประสบการณ์ รวมไปถึงองค์ความรู้ชนิดต่าง ๆ ที่ได้รับหรือมีอยู่ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของทฤษฎี กฎเกณฑ์ กระบวนการ ข้อสารสนเทศ และกลยุทธ์ เป็นต้น เพียงแต่สิ่งเหล่านี้ย่อมจะทำให้ผู้เชี่ยวชาญ (Expert) สามารถทำการตัดสินใจแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้เป็นอย่างดีและรวดเร็วกว่าผู้ที่ไม่มีความชำนาญ (No experts) แต่การที่จะพัฒนาบุคคลให้เป็นผู้เชี่ยวชาญได้นั้น อาจต้องใช้เวลานานหลายปี จึงเกิดแนวคิดที่จะสร้างและพัฒนางานระบบผู้เชี่ยวชาญขึ้นมา เพื่อเก็บและใช้องค์ความรู้เหล่านี้ให้เป็นประโยชน์และคงทนถาวรไม่สูญหายไปพร้อมกับมนุษย์แต่การจะตัดสินใจว่าองค์ความรู้ใดคือความเชี่ยวชาญนั้น มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

- ความเชี่ยวชาญมักจะแสดงถึงสติปัญญาในระดับสูง
- ความเชี่ยวชาญมักจะเกี่ยวข้องกับองค์ความรู้จำนวนมาก
- ความเชี่ยวชาญจะมีการสั่งสมประสบการณ์
- ความเชี่ยวชาญสามารถที่จะจัดเก็บ บริหาร และเรียกใช้งานได้ในทันทีที่ต้องการ
- ความเชี่ยวชาญสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ทันท่วงที

3.2.2 **ผู้เชี่ยวชาญ** (Expert)

ผู้เชี่ยวชาญอาจเป็นได้ทั้งรายบุคคลหรือกลุ่มบุคคล ที่มีความรู้และความชำนาญในระดับเดียวกัน ถึงแม้จะมีอยู่น้อยแต่สามารถนำความรู้และความชำนาญในเรื่องที่ตนเชี่ยวชาญมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเป็นเชิงเหตุและผลรวมถึงสามารถเรียนรู้ และสร้างสิ่งใหม่ ๆ เพื่อประโยชน์ในการแก้ไขปัญหา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.3 **การได้มาซึ่งองค์ความรู้** (Knowledge Acquisition)

หมายถึงกระบวนการที่ดึงองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ก่อนที่จะนำมาทำการแปรสภาพให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำเสนอ และบรรจุเก็บไว้ในระบบผู้เชี่ยวชาญโดยผ่าน

กระบวนการทางคอมพิวเตอร์ ตามปกติการที่จะดึงองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญได้นั้น สามารถทำได้หลายวิธี การสัมภาษณ์ การสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3.2.4 **การอนุมานหรือการสรุปความ** (Inference)

หมายถึงในการนำองค์ความรู้ที่ได้จากแหล่งฐานองค์ความรู้ (Knowledge Base) หรือแหล่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการสรุปความในเชิงเหตุและผล ทั้งนี้การสรุปความในระบบผู้เชี่ยวชาญจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กลไกการอนุมาน หรือกลไกการสรุปความ

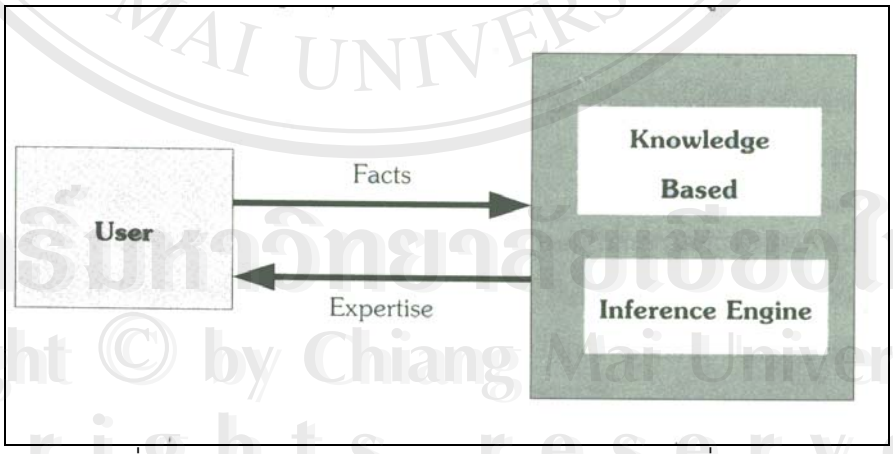
3.2.5 **การจัดรูปแบบองค์ความรู้** (Knowledge Representation)

หมายถึงกระบวนการจัดเก็บองค์ความรู้ ที่ได้มาให้อยู่ในรูปแบบเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ ไม่เพียงจะอยู่ในรูปแบบที่เป็นระบบฐานแห่งกฎเกณฑ์ (Rule Base System)

3.2.6 **การอธิบายความ** (Explanation)

หมายถึงขีดความสามรถของระบบผู้เชี่ยวชาญที่จะอธิบาย เพื่อแนะนำหรือชี้แนะแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งต้องง่ายต่อความเข้าใจสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญ

3.3 **โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ**



รูปที่ 3.1 ภาพแสดงแบบจำลองโครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ

จากรูปที่ 3.1 ข้างต้นสามารถแสดงกลไกการทำงานของระบบดังนี้ โดยเริ่มต้นจากผู้ใช้ (User) ได้สอบถามโดยนำข้อเท็จจริง (Facts) หรือสารสนเทศ (Information) เข้าสู่ระบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นก็ได้รับข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญหรือเรื่องที่ชำนาญกลับมาอีกครั้ง โดยภายในระบบผู้เชี่ยวชาญจะมีส่วนประกอบหลักสำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ

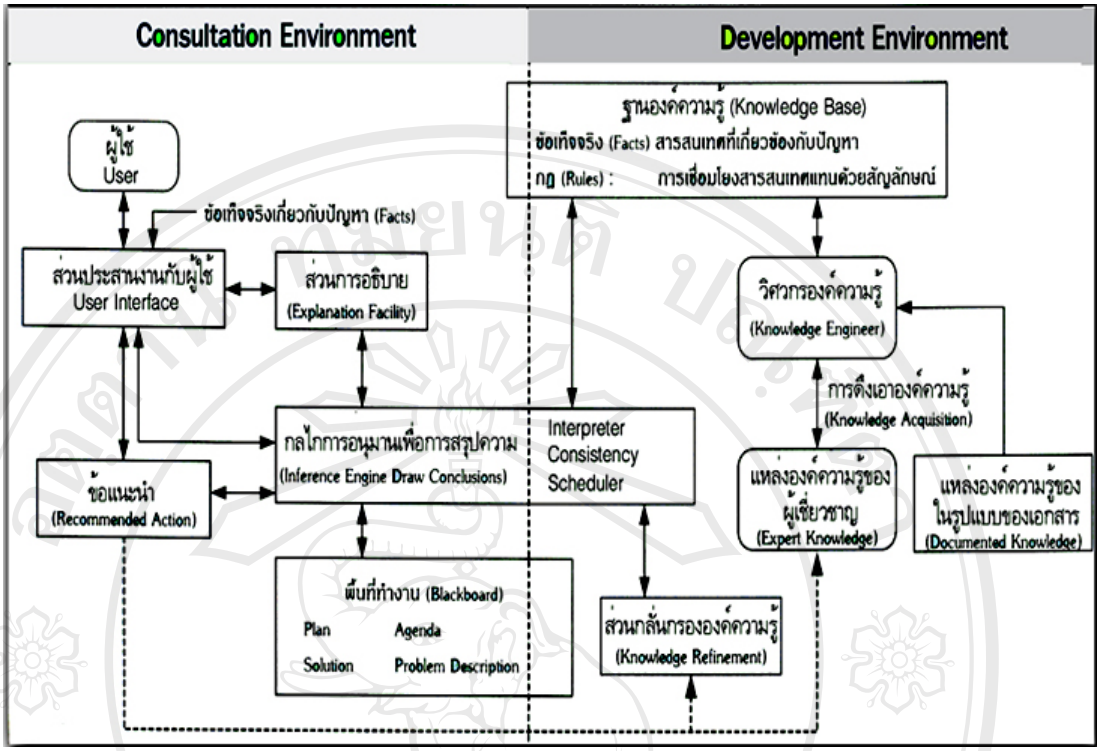
1) ฐานองค์ความรู้ (Knowledge Based) สำหรับใช้บรรจุองค์ความรู้

2) กลไกอนุมาน (Interference Engine) สำหรับใช้ดึงความรู้มาสรุปความแล้วแสดงคำอธิบายให้กับผู้ใช้ต่อไป

จวบจนกระทั่งปี ค.ศ.2000 TurbanและAronson ได้นำเสนอแบบจำลองโครงสร้างของ ระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับของระบบผู้เชี่ยวชาญให้สูงขึ้น จากภาพจำลองข้างต้น สามารถแสดงกลไกการทำงานของระบบตามสภาพแวดล้อมที่ได้กำหนดไว้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการพัฒนาระบบ (Development Environment) ใช้สำหรับพัฒนาในการสร้างฟังก์ชันงานต่าง ๆ ภายในระบบ รวมไปถึงการนำความรู้มาบรรจุไว้ภายในฐานองค์ความรู้ (Knowledge Base) และส่วนของการให้คำปรึกษาของระบบ (Consultation Environment) ใช้สำหรับผู้ที่ไม่มีความชำนาญการ ในการดึงความรู้ของผู้เชี่ยวชาญออกมาใช้งาน นอกจากนี้ ยังมีส่วนของฟังก์ชันงานที่เป็นองประกอบสำคัญในของระบบผู้เชี่ยวชาญอีก 7 ส่วน

1) ส่วนของการดึงองค์ความรู้ (Knowledge Acquisition Subsystem/Facilities)
2) ส่วนฐานความรู้ (Knowledge Base)
3) ส่วนพื้นที่ทำงาน (Blackboard/Workplace)
4) ส่วนการอธิบายความ (Explanation/Justifier Facility)
5) ส่วนกลไกอนุมาน หรือกลไกสรุปความ (Interface Engine)
6) ส่วนประสานกับผู้ใช้ (User Interface)
7) ส่วนกลั่นกรององค์ความรู้ (Knowledge Refinement)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงแบบจำลองของโครงสร้างการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ

3.3.1 **ส่วนของการดึงองค์ความรู้**

(Knowledge Acquisition Subsystem/Facilities)

ส่วนการได้มาซึ่งองค์ความรู้จะเป็นกระบวนการการดึงความรู้จากกระบวนต่าง ๆ มาทำการรวบรวม และจัดแบ่งไว้ไม่ว่าจะเป็นองค์ความรู้จากแหล่งผู้เชี่ยวชาญ หรือเอกสาร เป็นต้น จากนั้นจะส่งผ่านต่อไปยังส่วนฟังก์ชันต่าง ๆ เพื่อทำการแปรสภาพองค์ความรู้เหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วนำมาบรรจุไว้ในฐานความรู้ สำหรับใช้แก้ปัญหาต่อไป

3.3.2 **ส่วนฐานความรู้** (Knowledge Base)

ส่วนฐานองค์ความรู้จะเป็นส่วนที่ใช้จัดเก็บองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับแนวการรับรู้ สูตรการคำนวณ และวิธีการแก้ปัญหา สามารถแบ่งการจัดเก็บออกเป็น 2 ส่วน

- ส่วนข้อเท็จจริง (Fact) หมายถึง ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยใช้ทฤษฎีเป็นสมมุติฐานในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น
- ส่วนของกฎ (Rule) หรือการรับรู้จากจิตใต้สำนึก (Heuristic) หมายถึง แนวทางในการนำองค์ความรู้ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาเฉพาะด้านโดยตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.3 **ส่วนพื้นที่ทำงาน** (Blackboard/Workplace)

ส่วนพื้นที่การทำงานเป็นหน่วยบันทึกความทรงจำชั่วคราว เกี่ยวกับองค์ความรู้ที่เป็นปัจจุบัน โดยมีหลักการทำงานเช่นเดียวกับฐานข้อมูล (Database) สามารถที่จะบันทึกข้อสมมติฐาน และแนวทางการสนับสนุนแนวทางการตัดสินใจได้ โดยแบ่งพื้นที่การทำงานออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

- แผนงาน (Plan) ใช้สำหรับวางแผนงานเพื่อรองรับกับปัญหาที่เกิดขึ้น
- ระเบียบวิธี (Agenda) ใช้สำหรับกำหนดวาระเพื่อเป็นแนวทางการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอน
- แนวทางการแก้ไข (Solution) ใช้สำหรับพิจารณาเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสม

3.3.4 **ส่วนการอธิบายความ** (Explanation/Justifier Facility)

ส่วนการอธิบายความเป็นส่วนที่ใช้ในการขยายความของข้อสรุป หรือคำตอบที่ได้จากส่วนกลไกลอนุมาน (Inference Engine) เพื่อนำไปแสดงผลบนจอภาพของผู้ใช้งาน (User Interface) ทั้งนี้ การอธิบายความจะได้ผลตรงประเด็นมากที่สุด ก็ขึ้นอยู่กับความชำนาญในการแก้ปัญหานั้น ๆ ว่าจะถูกถ่ายทอดได้อย่างเหมาะสมหรือไม่ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการอธิบายของข้อสรุป สมมติฐานและแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้ได้รับคำตอบที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3.3.5 **ส่วนกลไกอนุมาน หรือกลไกสรุปความ** (Interface Engine)

ส่วนกลไกอนุมานหรือกลไกสรุปความอาจเรียกเป็นชื่ออย่างอื่นได้ว่า ตัวควบคุมโครงสร้าง (Control Structure Rule) หรือตัวแปรแห่งกฎเกณฑ์ (Rule Interpreter) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญหรือมันสมองของระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้กระบวนการทางคอมพิวเตอร์ในการประมวลองค์ความรู้ (Knowledge Based) และส่วนพื้นที่ทำงาน (Blackboard / Workplace) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ใช้ในการอธิบายและข้อเสนอแนะสำหรับแก้ปัญหา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.6 **ส่วนประสานกับผู้ใช้** (User Interface)

ส่วนประสานกับผู้ใช้งานเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ ด้วยรูปแบบการโต้ตอบอย่างมีประติสัมพันธ์ ตัวอย่างเช่น การติดต่อหรือโต้ตอบกันด้วยภาพกราฟิก เมนูคำสั่ง กรอบโต้ตอบ หรือแม้กระทั่งการโต้ตอบด้วยเสียง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ที่มีความ

ชำนาญในการใช้งานคอมพิวเตอร์ที่ต้องการสอบถามผ่านจอภาพ โดยระบบแสดงผลลัพธ์ของแนวทางการแก้ปัญหา (Problem Solution) พร้อมคำอธิบายและข้อชี้แนะที่เหมาะสม จากส่วนกลไกอนุมาน (Inference Engine) ส่วนอธิบายความ (Explanation Facilities) และส่วนข้อแนะนำ (Recommend Action) ตามลำดับ

3.3.7 **ส่วนกลั่นกรององค์ความรู้** (Knowledge Refinement)

ส่วนกลั่นกรององค์ความรู้เป็นส่วนที่ใช้ในการประเมินผลการทำงานระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อปรับปรุงการทำงาน ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุสำคัญของความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการทำงานของระบบ ทั้งนี้ ก็เพื่อจะได้นำมาปรับปรุงองค์ความรู้ที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามองค์ประกอบส่วนนี้อาจจะมีหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน

3.4 **ประเภทของระบบผู้เชี่ยวชาญ**

1) Rule-Base Expert Systems เครื่องมือที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบของกฎ (Rule-Base) เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนา เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน

2) Frame-Based Systems เครื่องมือที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบเฟรม (Frame) โดยอาศัยหลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ

3) Hybrid Systems เครื่องมือที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบการผสมผสาน (Hybrid) โดยส่วนใหญ่อาศัยหลักการทั้งในส่วนของกฎ (Rule) และเฟรม (Frame) มาประยุกต์

4) Model-Base Systems เครื่องมือที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบจำลอง (Model) โดยอาศัยการจำลองโครงสร้างและฟังก์ชันงานของระบบที่ต้องการศึกษาเพื่อนำมาคำนวณค่าที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5 ระบบผู้เชี่ยวชาญโดยใช้กฎ (Rule-Base Expert System)

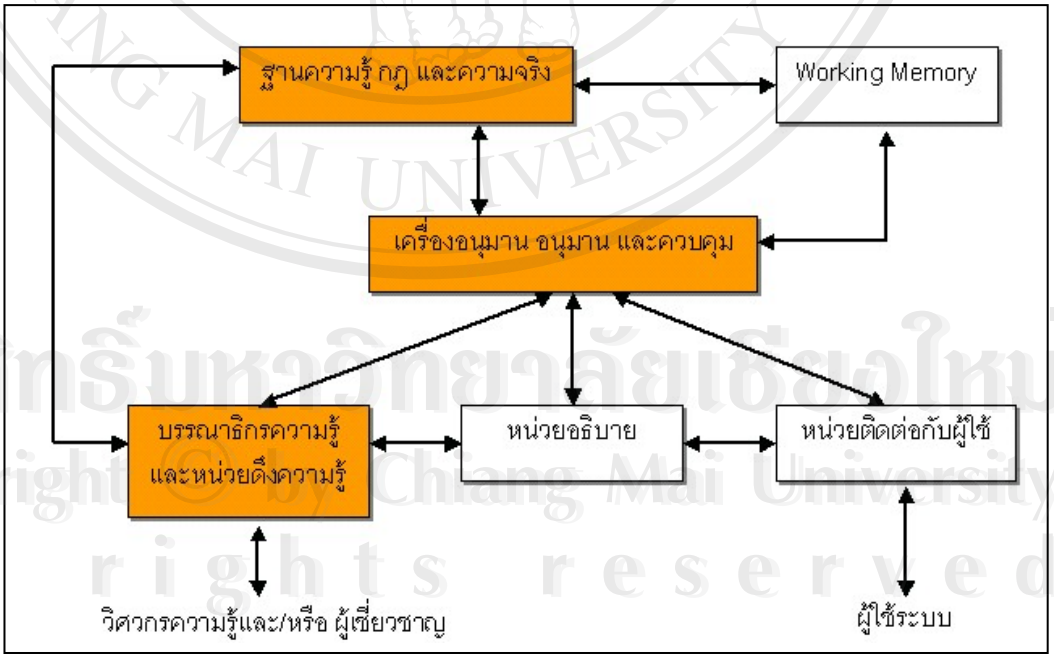
เป็นเทคนิคการแสดงความรู้ด้วยกฎ ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย นิเวล (Newel) และ ไซมอน (Simon) แห่งมหาวิทยาลัย Camegie-Mello เมื่อปี 1967 และมีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า ระบบการผลิต (Production System) มีหลักเกณฑ์พื้นฐานง่าย ๆ โดยใช้ในรูปประโยค

IF เรียกว่า ส่วนเงื่อนไข (Condition)

THEN เรียกว่า ส่วนข้อสรุปหรือส่วนการปฏิบัติ

ประโยคที่ตามหลัง IF คือการแสดงเงื่อนไข ประโยคที่ตามหลัง THEN คือการแสดงผลสรุป สำหรับกรณีที่มีกฎมากกว่าหนึ่งกฎ และสามารถรวมกันได้ จะนำมารวมกันโดยใช้ AND หรือ OR มาช่วยก็ได้

โดยปกติแล้ว กฎหนึ่งสามารถมีหลายเงื่อนไขที่เชื่อมกันด้วยประโยค AND OR หรือร่วมกันทั้ง 2 อย่าง กฎสามารถมีประโยค ELSE ที่มีค่าเป็นจริง เมื่อเงื่อนไขในกฎหนึ่งตัวหรือมากกว่ามีค่าเป็นเท็จ



รูปที่ 3.3 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญโดยใช้กฎ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อดีของวิธีการแสดงความรู้ด้วยกฎ

- มี Modularity สูงเนื่องจากแต่ละกฎมีความสมบูรณ์ในตัวเอง และตัวแปรที่ใช้ก็มีขอบเขตแค่ภายในกฎเท่านั้น เช่น
  - If x < y then z = 5
  - If x = “money” then advice = “Go to shopping! “
- ง่ายต่อความเข้าใจ
- มีโครงสร้างที่ง่าย

รูปที่ 3.4 ของระบบผู้เชี่ยวชาญโดยใช้กฎ

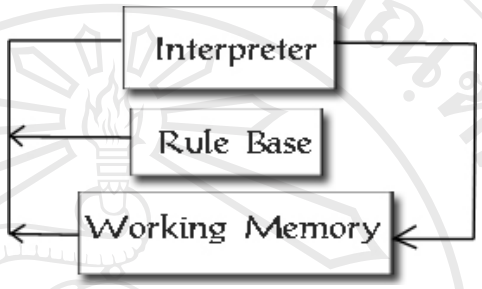
ข้อด้อยของวิธีการแสดงความรู้ด้วยกฎ

- ในการ Matching จะใช้วิธีการทดลองเปรียบเทียบกับทุก ๆ กฎในฐานความรู้ ดังนั้นหากฐานความรู้ใหญ่ อาจจะทำให้ใช้เวลานานยากต่อการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ซึ่งอาจจะมีการบันทึกความรู้ที่ซ้ำซ้อนกันได้ หากไม่มีวิธีการตรวจสอบการซ้ำกันของความรู้ จัดว่าเป็นข้อด้อยที่ต้องแก้ไขเช่น
  - If x < y then x = 5
  - If x < y then x = y

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.6 **โครงสร้างของระบบการผลิต** (Production System)

เป็นขั้นตอนหรือการประมวลผลของเครื่องจะถูกบันทึกอยู่ในรูปเซตของกฎ กฎอันไหนจะถูกใช้ก่อนหรือหลังไม่ได้ขึ้นอยู่กับลำดับการบันทึกของกฎ แต่ขึ้นอยู่กับว่าเงื่อนไขของกฎนั้นสมบูรณ์หรือไม่ ถ้าครบก็จะมีการปฏิบัติการตามกฎนั้น



รูปที่ 3.5 โครงสร้างของระบบการผลิต

โครงสร้างของระบบการผลิต ประกอบด้วย 3 ส่วนด้วยกันคือ

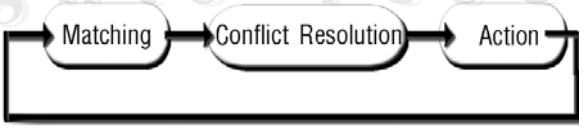
- **ฐานกฎ** (Rule Base) เป็นฐานความรู้ที่เก็บความรู้ที่อยู่ในรูปของกฎ
- **หน่วยตีความ** (Interpreter) หรือส่วนอนุมาน
- **หน่วยความจำใช้งาน** (Work memory) ป็นที่เก็บข้อมูลและสถานะของระบบ

ในการปฏิบัติงานแต่ละครั้งจะประกอบไปด้วยวงจรการทำงานต่อไปนี้

1) **Matching** ทำการตรวจเนื้อหาของ หน่วยความจำใช้งาน (Work memory) และฐานกฎ (Rule Base) เพื่อหากฎทั้งหมดทั้งหมดที่มีพร้อมเงื่อนไข

2) **Conflict resolution** จากกฎที่ได้จากการ Matching จะมีการเลือกกฎที่เหมาะสมมา 1 กฎ

3) **Action** ปฏิบัติการตามส่วน THEN ของกฎที่เลือกจากขั้น 2 ซึ่งบางครั้ง อาจส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลง ในหน่วยความจำใช้งาน (Work memory)



รูปที่ 3.6 วงจรปฏิบัติงานของ ระบบการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.7 **การอนุมาน** (Inference)

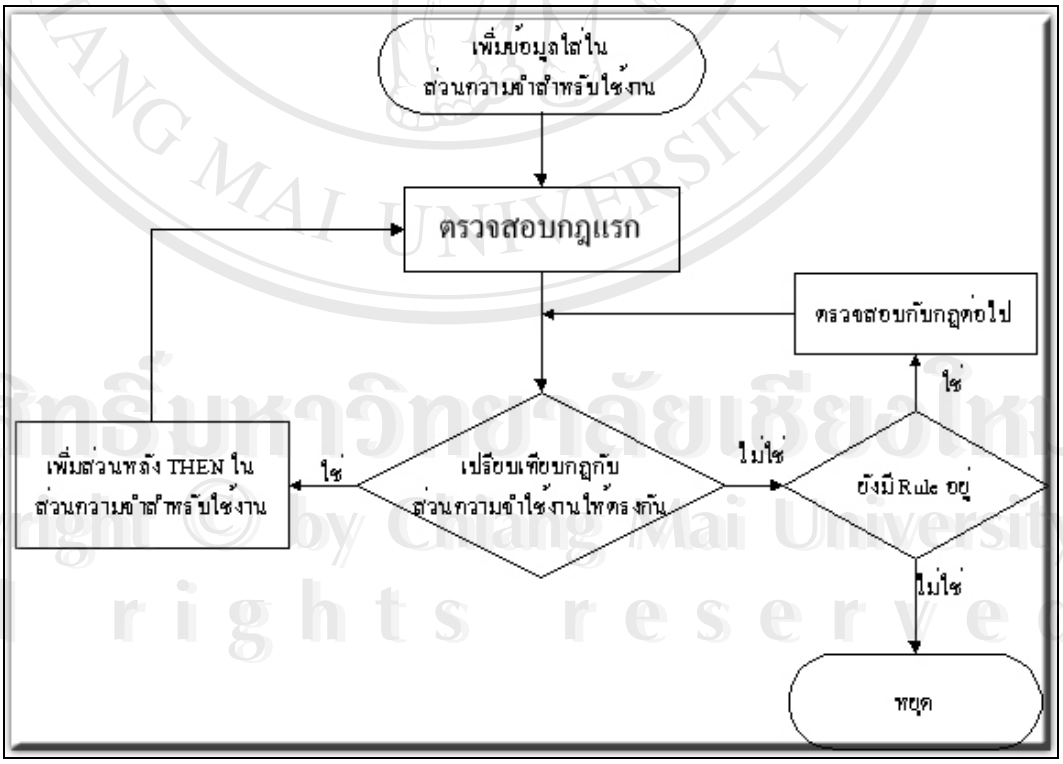
การอนุมาน คือ กระบวนการในการค้นหาความจริง จากความจรองที่มีอยู่แล้วในคลังความรู้หรือความจริงที่สามารถได้จากผู้ใช้ ในการอนุมานของระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นต้องอาศัยเครื่องอนุมาน ซึ่งเป็นส่วนของโปรแกรมในระบบ มีหน้าที่หลักคือ การกำหนดทิศทางในการหาเหตุผล และการหาเหตุผลโดยมีหน่วยควบคุม เป็นผู้ทำหน้าที่โดยตรง

การหาเหตุผลของเครื่องอนุมาน สามารถแบ่งออกเป็นเทคนิคของการอนุมานชนิดใหญ่ ๆ ได้ 2 แบบ คือ

- การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining Inference)
- การอนุมานแบบย้อนหลัง (Backward Chaining Inference)

3.7.1 **การอนุมานแบบเดินหน้า**

- เป็นวิธีการอนุมานแบบดั้งเดิมของระบบการผลิต (Production system)
- ทุกกฎอยู่ในฐานความรู้จะถูกทดสอบทั้งหมด



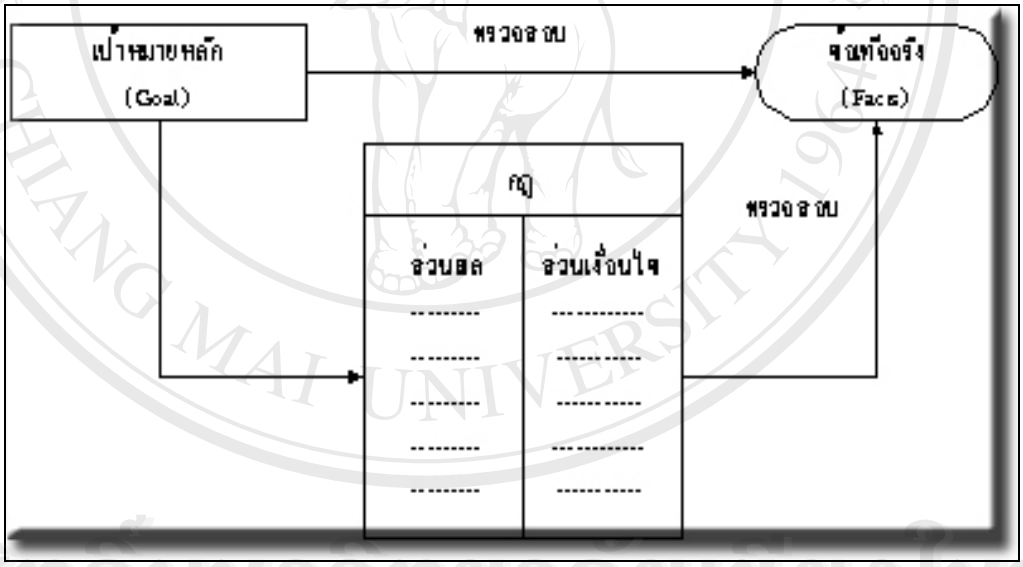
รูปที่ 3.7 แผนผังกระบวนการอนุมานแบบเดินหน้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- การทำงานการหาค่าความจริงไว้ใน Working memory หรือถามจากผู้ใช้การเปรียบเทียบเริ่มจากกฎแรกเป็นต้นไปหากกฎใดมีเงื่อนไขที่ถูกต้อง จะนำเอาผลลัทธ์ไปไว้ในฐานความรู้เครื่องอนุมานจะทำไปจนหมดฐานความรู้ จึงจะหยุดแต่ละกฎจะถูกเปรียบเทียบ 1 ครั้ง
- การหาเหตุผลแบบนี้บางครั้งเรียกว่า Data Driven reasoning เพราะการค้นเริ่มต้นจากข้อมูลภายในกฎ

3.7.2 การอนุมานแบบย้อนหลัง

- วิธีการที่จะหาผลสรุปของฐานความรู้เริ่มต้นจากที่เรามีเป้าหมายที่ต้องการหาผลสรุปเป้าหมายนั้นอาจอยู่ในส่วนปฏิบัติของกฎ
- ดังนั้นหากจะให้เป้าหมายเป็นจริงจึงต้องพิสูจน์ส่วนเงื่อนไขก่อนเสมอ



รูปที่ 3.8 แผนผังกระบวนการอนุมานแบบย้อนหลัง

- เงื่อนไขที่ว่านั้นถือว่าเป็น Sub goal
- การหาเหตุผลแบบนี้บางครั้งเรียกว่า Goal-Driven reasoning เพราะการหาเหตุผลเริ่มต้นจากเป้าหมาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

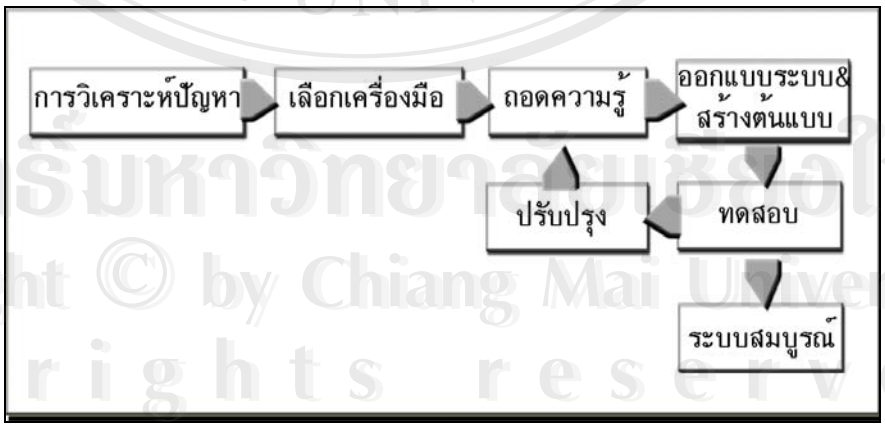
3.7.3 การออกแบบกลไกการอนุมานความรู้

ในระบบฐานกฎ ได้แบ่งกฎอนุมานพื้นฐานที่ใช้ในการหาเหตุผล เป็น 4 แบบ

	กฎการอนุมาน	**รูปแบบ**
แบบที่ 1	กฎการแจงผลตามเหตุ (Modus Ponens)	ถ้า X⟶Y เป็นจริง, X เป็นจริง สรุปได้ว่า: Y เป็นจริง
แบบที่ 2	กฎการแจงผลค้านเหตุ (Modus Tollens)	ถ้า X⟶Y เป็นจริง, ~Y เป็นจริง สรุปได้ว่า: ~X เป็นจริง
แบบที่ 3	กฎลูกโซ่ (Hypothetical Syllogism)	ถ้า X⟶Y เป็นจริง, Y⟶Z เป็นจริง สรุปได้ว่า: X⟶Z เป็นจริง
แบบที่ 4	กฎการแย้งสลับที่ (Modus Ponens)	ถ้า X⟶Y เป็นจริง, X เป็นจริง สรุปได้ว่า: ~Y⟶~X เป็นจริง

3.8 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ แบ่งได้ 6 ระยะ คือ



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.8.1 **การวิเคราะห์ปัญหา**

เป็นการทำความเข้าใจปัญหาเบื้องต้นและแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1) ระบบงานปัจจุบันเมื่อ ระบบดีวีโออาร์ ขัดข้องใช้งานไม่ได้
2) กำหนดขอบเขตและลักษณะของปัญหา
3) ประเมินความต้องการในระบบงานใหม่

3.8.2 **เลือกเครื่องมือ**

เครื่องมือสำหรับระบบ ฯ ขนาดเล็กเป็นไปได้ยาก ดังนั้นในระบบขนาดเล็กจึงเริ่มต้นด้วยการเลือกเครื่องมือ (Expert system shell) ก่อน ทั้งนี้การเลือกเครื่องมือต้องพิจารณาถึงระบบผู้เชี่ยวชาญที่จะสร้างขึ้นด้วย โดยอาจดูจากองค์ประกอบเหล่านี้

พิจารณาองค์ประกอบสำหรับการแสดงความรู้และวิธีการอนุมาน

1) ความสามารถในการแสดงความรู้ และข้อจำกัด โดยต้องศึกษาความเป็นไปได้ในการแสดงความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น ๆ
2) รูปแบบและวิธีการอนุมาน ต้องสอดคล้องและรองรับกับความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น ๆ
3) เวลาที่ใช้ในการอนุมาน ควรพิจารณาจากลักษณะของระบบผู้เชี่ยวชาญว่าจะมีการใช้ผลลัพธ์ทันทีทันใดหรือไม่
4) องค์ประกอบและขนาดของเครื่องคอมพิวเตอร์ ตลอดจนระบบปฏิบัติการที่ต้องใช้

พิจารณาองค์ประกอบสำหรับการรับความรู้

1) ความสามารถในการติดต่อกับผู้พัฒนาระบบ ในแง่การรับความรู้ แก้ไขความรู้
2) ชุดเครื่องมือที่ใช้แปลงการแสดงความรู้จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง เพื่อให้ง่ายต่อการแสดงความรู้ เช่นมีการเขียนแสดงความรู้ด้วยระบบโครงข่ายอรรถศาสตร์ และมีตัวเปลี่ยนรูปแบบการแสดงให้เป็นการแสดงความรู้ด้วยกฎ
3) ความสามารถในการรับข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากผู้ใช้ ที่ใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น ซึ่งอาจเป็นวิธีการสร้างส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้นั่นเอง
4) ความสามารถในการติดต่อกับฐานข้อมูลชนิดอื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5) ความสามารถในการติดต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้อำนวยความสะดวก เช่น ระบบนำเข้าข้อมูล ระบบเครือข่าย เป็นต้น

3.8.3 กระบวนการถอดความรู้

หมายถึง ขบวนการที่พัฒนาระบบเรียนรู้และทำความเข้าใจกับความรู้ที่จะนำมาพัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ ในการเรียนรู้และทำความเข้าใจกับความรู้ประกอบไปด้วย

1) การรวบรวมความรู้
2) การแปลหรือตีความ
3) การวิเคราะห์ความรู้ที่รวบรวมได้
4) ออกแบบลักษณะของความรู้ให้เหมาะสม ที่จะเก็บไว้ในฐานความรู้

3.8.4 การออกแบบระบบและสร้างต้นแบบ

3.8.4.1 ออกแบบระบบ

เป็นขั้นตอนที่นำเอาลักษณะของเครื่องมือร่วมกับความรู้ที่ได้วิเคราะห์มาออกแบบระบบ ทั้งนี้ระบบผู้เชี่ยวชาญหนึ่ง ๆ เมื่อนำไปสร้างบนเครื่องมือที่แตกต่างกัน ลักษณะการออกแบบก็จะแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย โดยทั่วไปการออกแบบจะทำบนกระดาษ โดยจะลำดับแนวความคิดที่จะสร้างระบบขึ้นมา ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำปรึกษานั้นเราจะพิจารณาตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1) พิจารณาถึงเป้าหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ ในระบบการให้คำปรึกษาเป้าหมายหลักคือคำแนะนำที่ระบบจะมีให้ ซึ่งในฐานความรู้จะมีคำแนะนำมากมายที่เหมาะสมของแต่ละเหตุการณ์ ถ้ามองเหตุการณ์เป็นกฎแล้ว จะมีคำแนะนำของแต่ละกฎเสมอ การกำหนดเป้าหมาย เช่น Goal = advice ซึ่งเป็นการระบุว่าเป้าหมายคือการหา advice ให้ได้
2) กำหนด flow diagram ของปัญหาทั้งหมด ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ความรู้นั้น กฎต่าง ที่ได้เขียนขึ้นอาจไม่มีลำดับที่ง่ายต่อความเข้าใจ ดังนั้นในการออกแบบนี้จึงจำเป็นต้องทบทวนและจัดลำดับของเงื่อนไขในกฎ ประกอบกับต้องจัดลำดับของคำถามที่จะมีต่อผู้ใช้ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.8.4.2 **สร้างต้นแบบ**

คือกระบวนการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญจำลอง โดยขั้นตอนนี้จะจำลองระบบผู้เชี่ยวชาญออกมาจากระบบจริง โดยสร้างฐานความรู้จำนวนหนึ่งเพื่อทดสอบระบบ เหตุผลหลักของการสร้างระบบต้นแบบก็เพื่อทดสอบความเป็นไปได้และค้นหาข้อจำกัดต่าง ๆ อีกครั้ง

ระบบต้นแบบที่ถูกสร้างขึ้นนี้ จะมีการทำงานเหมือนกับระบบจริงทุกประการ เพียงแต่จะฐานความรู้น้อยกว่าระบบจริงเท่านั้น

3.8.5 **ทดสอบ และปรับปรุงระบบ**

โดยการนำต้นแบบที่ทดสอบแล้วว่าถูกต้อง มาเพิ่มองค์ประกอบที่จะทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญสมบูรณ์ตามที่ได้วิเคราะห์ไว้ โดยการเติมความรู้ จัดระบบการรับข้อมูลจากผู้ใช้ และเพิ่มส่วนของการอธิบายไว้ด้วย นอกจากจะมีการเพิ่มเติมให้ระบบสมบูรณ์แล้ว หากการทดสอบระบบแล้วพบว่า ระบบที่ได้ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจเกิดจาก ความรู้ไม่สมบูรณ์ หรือ ไม่ถูกต้อง ต้องกลับไปวิเคราะห์ความรู้ใหม่

3.8.6 **ระบบสมบูรณ์**

ทำการขยายระบบจากระบบต้นแบบที่ถูกต้อง และได้เพิ่มเติมองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ขาดหายไป และเพิ่มส่วนที่ใช้ในการอธิบายส่วนต่าง ๆ ให้ง่าย และสะดวกในการใช้งานมากขึ้น จนกระทั่งเป็นระบบที่สมบูรณ์

3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.9.1 **ระบบผู้เชี่ยวชาญการปรับอากาศ**

ผู้วิจัยคือ นายวริทธิ์ อึ้งภากรณ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2540 โดยที่ "ระบบผู้เชี่ยวชาญการปรับอากาศ" เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ภาระความเย็นและ ให้คำปรึกษาในการเลือกชนิดของระบบปรับอากาศให้เหมาะสม ใช้ได้ง่าย ละเอียดรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่ายและทำให้ได้ข้อมูลที่ดี เป็นผลให้เกิดการประหยัดพลังงานในการปรับอากาศด้วย สิ่งประดิษฐ์นี้ใช้ในกิจการของวิศวกรรมเครื่องกล สาขาการปรับอากาศ โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ภาระความเย็นและให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คำปรึกษาในการเลือกชนิดของระบบปรับอากาศให้เหมาะสมกับอาคารโดยใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิท ที่ทำงานเช่นเดียวกับ IBM PC/XT จึงเหมาะกับวิศวกรที่ปรึกษาและบริษัทที่ทำงานทางด้านการปรับอากาศทั่วไป

ระบบผู้เชี่ยวชาญจะต้องอาศัยการตัดสินใจทางตรรกวิทยาและต้องทำการค้นหาคำตอบ ซึ่งเป็นรูปแบบหรือขั้นตอนไม่แน่นอนตายตัว ตลอดจนชุดข้อมูลที่ป้อนเข้ามาในระหว่างการโต้ตอบทางจอภาพก็สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้หลายรูปแบบ ดังนั้นภาษาประเภท Procedural Language ซึ่งเป็นภาษาที่จะต้องกำหนดลำดับขั้นตอนในการทำงานที่แน่นนอนและมีชุดข้อมูลป้อนเข้าคงที่เสมอ จึงไม่สามารถที่จะนำมาใช้งานได้ หรือในบางกรณีก็อาจจะใช้ได้ในขอบเขตที่จำกัด แต่ก็ต้องอาศัยการสร้างโปรแกรมที่ซับซ้อนมาก ภาษาที่เหมาะสมกับการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญจะต้องเป็นภาษาประเภท Symbolic Language (ภาษาสัญลักษณ์) ซึ่งมีภาษา Prolog และ Lisp ระบบผู้เชี่ยวชาญการปรับอากาศนี้ได้ใช้ภาษา Prolog ของ Turbo Prolog ในการพัฒนา ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นคือ ความสามารถในการสร้างโปรแกรมที่ต้องการชักเหตุผล และการวินิจฉัยเพื่อสรุปผล โดยอาศัยวิธีการเชื่อมเข้าคู่ (Unification) ของข้อเท็จจริงและกฎต่าง ๆ ที่มีอยู่ในฐานความรู้ โดยเฉพาะคุณสมบัติทางด้าน Backtracking และ Recursion ทำให้ภาษานี้มีประสิทธิภาพทางด้านการแก้ปัญหาที่มีรูปแบบไม่แน่นอนสูงขึ้นเป็นอย่างมาก

ผลที่ได้จากสิ่งประดิษฐ์นี้ ช่วยให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์และออกแบบระบบปรับอากาศและช่วยให้สามารถนำผลที่วิเคราะห์ไปสู่การประหยัดพลังงานในอาคารได้ นอกจากนี้ยังมีผลช่วยให้มีผู้เชี่ยวชาญมากขึ้นซึ่งอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลที่จะใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์อันอาจจะช่วยในปัญหาด้านการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญการปรับอากาศสำหรับในบางท้องถิ่นได้

3.9.2 การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE โดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญร่วมกับการควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิก

ผู้วิจัยคือ นายชเนษฎ์ วิชาศิลป์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2546 งานวิจัยนี้ศึกษาถึงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ โดยใช้วิธีการควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกมาช่วยในการควบคุมระดับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ขับคอมเพรสเซอร์ ซึ่งเมื่อสามารถควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้สอดคล้องกับภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้น จะส่งผลให้การใช้ไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในการศึกษางานวิจัยนี้ได้สร้างชุดทดสอบการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ระบายความร้อนด้วยอากาศ ใช้สาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำความเย็น R-134a โดยให้มีการระบายความร้อนออกจากอากาศภายในถังทดสอบที่มีความจุ 1ลูกบาศก์เมตร ความร้อนที่เกิดขึ้นเกิดจากการจำลองภาระการทำความเย็นจากฮีตเตอร์ไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 3 kW งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างระบบควบคุมฟัซซี่ลอจิกมา 2 ชุด โดยให้ทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ชุดแรกเป็นการควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกที่ออกแบบร่วมกับระบบผู้เชี่ยวชาญ และอีกชุดเป็นการควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกในแบบมาตรฐาน การเชื่อมต่อระบบควบคุมกับระบบทำความเย็น กระทำผ่านบอร์ด A/D และ D/A ทางพอร์ตอนุกรม

ผลการวิจัยทำให้ทราบว่า ระบบทำความเย็นที่ถูกควบคุมการทำงานด้วยฟัซซี่ลอจิกที่ออกแบบร่วมกับระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถควบคุมอุณหภูมิให้เข้าสู่ค่าเป้าหมายได้รวดเร็วและแม่นยำกว่าการควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกในแบบมาตรฐาน เมื่อพิจารณาการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยตลอดการทดสอบการจำลองภาระการทำความเย็นสำหรับสำนักงาน พบว่าการควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกที่ออกแบบร่วมกับระบบผู้เชี่ยวชาญ มีค่าสูงกว่าการควบคุมด้วย ฟัซซี่ลอจิกในแบบมาตรฐาน 35.97% และสามารถช่วยประหยัดไฟฟ้าได้10.5%และในการจำลองภาระการทำความเย็นในห้องเก็บของที่ควบคุมอุณหภูมิ สามารถช่วยประหยัดไฟฟ้าได้ 18.87% คิดเป็นเงินได้ 0.51 บาท ในช่วงเวลาทำการทดสอบ 280 วินาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved