บทที่ 5

การกำหนดเกณฑ์สำหรับการเลือกใช้หรือสร้างโครงระบบเชี่ยวชาญ

แนวทางสำหรับการเลือกใช้โครงระบบเชี่ยวชาญที่กล่าวในบทนี้ ได้พัฒนาขึ้นมาจากวิธีการของ Naumann และ Palvia (19) และ Slagle และ Wick (20) ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ 8 ขั้นตอนด้วยกัน ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและต้องใช้การพิจารณาอย่างมีหลักเกณฑ์ จากการวิเคราะห์ถึงลักษณะการทำงาน ข้อดี ข้อเสีย ของวิธีการต่าง ๆ ของโครงระบบเชี่ยวชาญ เปรียบเทียบกันอย่างละเอียดในบทที่ 2 และจากการรวบรวมข้อมูลของโครงระบบเชี่ยวชาญระบบต่าง ๆ ในบทที่ 3 รวมทั้งการได้ทดลองใช้งานจริงของตัวอย่างโครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบในบทที่ 4 ทำให้สามารถสรุปออกมาได้เป็นหลักเกณฑ์ สำหรับใช้ในขั้นตอนการคัดเลือกโครงระบบเชี่ยวชาญดังกล่าว และยังสามารถใช้เป็นหลักเกณฑ์สำหรับการสร้างโครงระบบเชี่ยวชาญขึ้นมาใหม่อีกด้วย

ขั้นตอนสำหรับการคัดเลือกโครงระบบเชี่ยวชาญ

วิธีการที่ใช้ในการคัดเลือกโครงระบบเชี่ยวชาญที่จะกล่าวต่อไปนี้ ได้พัฒนาขึ้นมาจากวิธีการของ Naumann และ Palvia (19) และวิธีการของ Slagle และ Wick (20) วิธีการของ Naumann และ Palvia นั้นเป็นวิธีการที่ใช้ในการประเมินค่าและคัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ซึ่งใช้การประเมินค่าในเชิงปริมาณและคุณภาพรวมกัน สำหรับวิธีการของ Slagle และ Wick นั้น จะทำการแบ่งลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการ ซึ่งได้กำหนดไว้แล้วนั้นออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งมีระดับความสำคัญแตกต่างกัน นั่นคือลักษณะที่จำเป็นต้องมี (essential feature) และลักษณะที่ต้องการ (desirable feature) เมื่อรวมวิธีการดังกล่าวเข้าด้วยกันและดัดแปลงให้เหมาะสมกับการคัดเลือกโครงระบบเชี่ยวชาญมากขึ้นแล้ว ทำให้ได้วิธีการที่ใช้ในการคัดเลือกโครงระบบเชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ 8 ขั้นตอนด้วยกันคือ

1. กำหนดวัตถุประสงค์ คือลักษณะในด้านต่าง ๆ ของโครงระบบเชี่ยวชาญที่ต้องการ โดยใช้ข้อพิจารณาต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 และข้อพิจารณาอื่น ๆ ร่วมด้วยซึ่งได้แก่

ก. ลักษณะของงาน

ข. ฐานความรู้

ค. เครื่องจักรกลวินิจฉัย

ง. ส่วนติดต่อกับผู้พัฒนา

จ. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

ฉ. ความสามารถในการติดต่อกับ software อื่น

ช. ลักษณะทางด้าน software

ซ. ความต้องการทางด้าน hardware

ฌ. การบริการหลังขายและการฝึกอบรม

ญ. ราคา

2. แยกวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ออกเป็นลักษณะที่จำเป็นต้องมี (essential feature) และลักษณะที่ต้องการ (desirable feature)

3. กำหนดน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์แต่ละข้อเป็นค่า 0 ถึง 10 (ลักษณะที่จำเป็นต้องมีจะต้องมีความสำคัญมากกว่าลักษณะที่ต้องการเสมอ)

4. จัดทำรายการสำหรับตรวจและลงคะแนน (checklist) สำหรับโครงระบบเชี่ยวชาญแต่ละระบบ ซึ่งอาจมีลักษณะดังรูปที่ 5.1

5. พิจารณาโครงระบบเชี่ยวชาญทีละระบบ และให้คะแนนสำหรับลักษณะในแต่ละด้านดังที่ได้ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ โดยให้ค่าเป็น 0 ถึง 10 คือ ไม่มีลักษณะที่ต้องการอยู่เลย (ค่า 0) ถึงมีลักษณะที่ต้องการอยู่อย่างครบถ้วน (ค่า 10)

6. ลักษณะที่จำเป็นต้องมีข้อใดได้คะแนนต่ำ คือประมาณ 0 ถึง 3 ให้ตัดโครงระบบเชี่ยวชาญนั้นทิ้งไปเลย

7. คูณคะแนนที่ได้ในแต่ละข้อด้วยน้ำหนักความสำคัญที่กำหนดไว้สำหรับแต่ละข้อนั้น แล้วคำนวณคะแนนรวมของแต่ละโครงระบบเชี่ยวชาญจากผลคูณของทุก ๆ ข้อ

8. เลือกโครงระบบเชี่ยวชาญที่มีคะแนนรวมสูงสุด

ชื่อโครงระบบเชี่ยวชาญ _____
รุ่น _____
บริษัทผู้ผลิต _____

	ความสำคัญ	คะแนน	ความสำคัญ X คะแนน
ลักษณะของงาน _____	____	____	____
ฐานความรู้			
- จำนวนกฎสูงสุด _____	____	____	____
- การแทนค่าความรู้ _____	____	____	____
เครื่องจักรกลวินิจฉัย			
- กลวิธีควบคุมการทำงาน _____	____	____	____
- วิธีการให้เหตุผล _____	____	____	____
- กลวิธีไกล่เกลี่ยความขัดแย้งระหว่างกฎ _____	____	____	____
ส่วนติดต่อกับผู้พัฒนา			
- การสร้างฐานความรู้ _____	____	____	____
- การแก้ไขฐานความรู้ _____	____	____	____
- เครื่องมือติดตามการวินิจฉัย _____	____	____	____
- เครื่องมืออธิบายการทำงาน _____	____	____	____
- เครื่องมือค้นหา Apropos facility _____	____	____	____
- การแสดงผลแบบรูปภาพ _____	____	____	____
- การเก็บบันทึกผลการทำงาน _____	____	____	____
- เครื่องมือพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ _____	____	____	____
- เครื่องมือพัฒนาเครื่องจักรกลวินิจฉัย _____	____	____	____
ส่วนติดต่อกับผู้ใช้			
- ลักษณะของจอภาพ _____	____	____	____
- การตอบหลายคำตอบและตอบแบบไม่แน่ใจ _____	____	____	____
- Initial pruning และ Directed search _____	____	____	____
- ระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์ _____	____	____	____
- ความเร็วในการทำงาน _____	____	____	____
ลักษณะทางด้าน software			
- ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา _____	____	____	____
- การแปลภาษา _____	____	____	____
- ระบบปฏิบัติการ _____	____	____	____
ความต้องการทางด้าน hardware			
- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ _____	____	____	____
- หน่วยความจำต่ำสุดที่ต้องการ _____	____	____	____
- ลักษณะอื่น ๆ _____	____	____	____
ความสามารถในการติดต่อกับ software อื่น			
- Embeddable _____	____	____	____
- ความสามารถเชื่อมโยงกับ software อื่น _____	____	____	____
- ความสามารถเชื่อมโยงกับภาษาอื่น _____	____	____	____
การบริการหลังขายและการฝึกอบรม			
- เอกสารประกอบการใช้งาน _____	____	____	____
- การให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิค _____	____	____	____
- การให้คำปรึกษา _____	____	____	____
- การฝึกอบรม _____	____	____	____
ราคา (สำหรับชุดแรกและชุดต่อ ๆ ไป) _____	____	____	____

รูปที่ 5.1 ตัวอย่างรายการสำหรับตรวจและลงคะแนน

หลักเกณฑ์ในการกำหนดวัตถุประสงค์ การกำหนดน้ำหนักความสำคัญ และการให้คะแนนโครงระบบเชี่ยวชาญ

การกำหนดวัตถุประสงค์ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของการคัดเลือกโครงระบบเชี่ยวชาญนั้น เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการกำหนดลักษณะในด้านต่าง ๆ ของโครงระบบเชี่ยวชาญผิดไปเพียงด้านใดด้านหนึ่งนั้นก็อาจทำให้ได้โครงระบบเชี่ยวชาญที่ไม่มีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง ๆ เลยก็ได้ ดังนั้น การกำหนดวัตถุประสงค์ จึงต้องใช้การพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ และมีหลักเกณฑ์ การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์แต่ละข้อ (ขั้นตอนที่ 3) และการให้คะแนนโครงระบบเชี่ยวชาญ (ขั้นตอนที่ 5) ก็มีความสำคัญมากเช่นกัน หลักเกณฑ์ในการกำหนดวัตถุประสงค์ การกำหนดน้ำหนักความสำคัญ และการให้คะแนนโครงระบบเชี่ยวชาญ สำหรับลักษณะในแต่ละด้านของโครงระบบเชี่ยวชาญจึงได้ถูกกำหนดขึ้นมา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

1. ลักษณะของงาน

โครงระบบเชี่ยวชาญที่ต้องการควรจะมีลักษณะของงานลักษณะเดียวกันกับระบบเชี่ยวชาญที่ต้องการสร้าง เนื่องจากโครงระบบเชี่ยวชาญที่ออกแบบขึ้นมาสำหรับลักษณะของงานในลักษณะใดลักษณะหนึ่งโดยเฉพาะนั้น จะสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบเชี่ยวชาญที่ใช้กับลักษณะงานแบบเดียวกันได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากกว่างานในลักษณะอื่น ลักษณะของงานสำหรับระบบเชี่ยวชาญทั่ว ๆ ไปนั้น ได้แก่

- การแปลความหมายข้อมูล (Interpretation)
- การคาดการณ์ (Prediction)
- การวินิจฉัย (Diagnosis)
- การออกแบบ (Design)
- การวางแผน (Planning)
- การตรวจจับ (Monitoring)
- การควบคุม (Control)

ลักษณะของงานนี้ เป็นข้อพิจารณาที่สำคัญมากข้อหนึ่ง ในการคัดเลือกโครงระบบเชี่ยวชาญ และต้องมาก่อนข้อพิจารณาอื่น ๆ ยกเว้นในกรณีที่ยังไม่สามารถกำหนดลักษณะของงานของระบบเชี่ยวชาญที่ต้องการสร้างได้อย่างชัดเจน หรือในกรณีที่ต้องการโครงระบบเชี่ยวชาญที่สามารถใช้ได้กับงานใน

หลาย ๆ ลักษณะ ลักษณะงานที่กล่าวข้างต้นบางอย่างยังไม่มีโครงระบบเชี่ยวชาญใดที่มีความเหมาะสมสำหรับงานในลักษณะนั้นโดยเฉพาะเลย โครงระบบเชี่ยวชาญที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีลักษณะของงานแบบการวินิจฉัย การวางแผน การออกแบบ และการควบคุม ตาราง 5.1 แสดงโครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบและลักษณะของงานที่เหมาะสมสำหรับแต่ละระบบ

โครงระบบเชี่ยวชาญ	วินิจฉัย	ออกแบบ	วางแผน	ควบคุม
EMYCIN	*			
ES/P Advisor	*			
Expert-Ease	*			
INSIGHT 2	*			
M.1	*			
PC	*			
TIMM	*			*
Rule Master	*	*		*
S.1	*	*		
KES	*			
EXPERT	*			
ART	*	*	*	*
KEE	*	*	*	*
LOOPS	*			
Knowledge Craft	*	*	*	*
GEST	*	*	*	*

ตารางที่ 5.1 ลักษณะงานของโครงระบบเชี่ยวชาญ

2. ฐานความรู้

การกำหนดวัตถุประสงค์ในเรื่องของฐานความรู้นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 หัวข้อคือ จำนวนกฎความรู้ และการแทนค่าความรู้

ก. จำนวนกฎความรู้ โครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบมีขีดจำกัดในเรื่องของจำนวนกฎความรู้ที่สามารถใส่เข้าไปในฐานความรู้ ดังนั้นจำนวนกฎความรู้สูงสุดของระบบเชี่ยวชาญที่จะสร้างโดยใช้โครงระบบเชี่ยวชาญนี้จึงเป็นบรรทัดฐานที่สำคัญและต้องกำหนดเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญอันหนึ่ง โครงระบบเชี่ยวชาญที่ไม่มีขีดจำกัดของจำนวนกฎความรู้ หรือมีขีดจำกัดที่สูงมาก จะมีความได้เปรียบมากกว่าโครงระบบเชี่ยวชาญอื่น ๆ

ข. การแทนค่าความรู้ การกำหนดลักษณะการแทนค่าความรู้ของฐานความรู้ที่ต้องการนั้น มีวิธีการพิจารณาอยู่หลายขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1) ถ้าฐานความรู้มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก คือมีจำนวนกฎความรู้ไม่เกิน 1000 กฎ โครงระบบเชี่ยวชาญแบบระบบฐานกฎ (rule-based system) คือใช้การแทนค่าความรู้โดยใช้กฎจะมีความเหมาะสมมากกว่าแบบอื่น และถ้าความรู้ในส่วนของข้อเท็จจริงต่าง ๆ ในระบบเกี่ยวข้องกับวัตถุหลายชนิดที่สามารถจัดเป็นโครงสร้างระดับชั้นได้ การแทนค่าข้อเท็จจริงเหล่านั้นภายในฐานความรู้ก็ควรจะมีลักษณะเป็น O-A-V triplet ในทางตรงกันข้าม ถ้าข้อเท็จจริงต่าง ๆ ในระบบกล่าวถึงคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ของวัตถุเพียงชนิดเดียว การแทนค่าข้อเท็จจริงก็ควรใช้แบบ A-V pair แทน

2) ถ้าฐานความรู้มีขนาดใหญ่ จำนวนกฎความรู้ตั้งแต่ 1000 กฎขึ้นไป การแทนค่าความรู้โดยใช้กรอบจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด เนื่องจากกรอบเป็นการแทนค่าความรู้อย่างมีโครงสร้าง สามารถนำไปใช้ในการจัดกลุ่มของกฎและควบคุมการทำงานของกฎจำนวนมากเหล่านั้นได้อย่างเป็นระเบียบและมีประสิทธิภาพ สำหรับกรอบที่มีระดับชั้นและมีความสามารถในการถ่ายทอดคุณสมบัตินั้น จะมีข้อได้เปรียบเหนือกว่ากรอบที่ไม่มีระดับชั้น

3) ถ้าฐานความรู้มีขนาดใหญ่มากและความรู้ในฐานความรู้นั้นสามารถแบ่งออกเป็นสาขาต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน โครงระบบเชี่ยวชาญที่มีการแบ่งฐานความรู้ออกเป็นส่วน ๆ ที่เรียกว่าแหล่งความรู้ (knowledge source) และใช้การวินิจฉัยในระบบกระดานดำ (blackboard) จะมีความเหมาะสม

4) ถ้าสามารถคาดได้ว่า ฐานความรู้ของระบบเชี่ยวชาญที่ต้องการสร้างจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูง คือมีการลด และเพิ่มข้อเท็จจริงใหม่ ๆ เข้าไปในฐานความรู้ตลอดเวลา หรือเป็นฐานความรู้ชนิดที่สามารถพัฒนาตัวเองได้ (self improvement) โดยเรียนรู้จากประสบการณ์ การแทนค่าความรู้โดยใช้ข่ายความหมายจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด เนื่องจากข่ายความหมายมีความยืดหยุ่นสูงในการเพิ่มข้อเท็จจริงใหม่ ๆ เข้าไปในระบบ โดยจะกระทบกระเทือนข้อเท็จจริงอื่น ๆ ที่มีอยู่ก่อนแล้วน้อยที่สุด ข่ายความหมายนี้ยังสามารถใช้ได้ดีเป็นพิเศษกับงานทางด้านการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (natural language processing) อีกด้วย

3. <u>เครื่องจักรกลวินิจฉัย</u>

การกำหนดวัตถุประสงค์ของลักษณะการทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัยนั้น จะขึ้นอยู่กับลักษณะของงานและลักษณะการแทนค่าความรู้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 หัวข้อตามหน้าที่หลักของเครื่องจักรกลวินิจฉัยดังต่อไปนี้คือ

ก. <u>กลวิธีควบคุมการทำงาน (Control strategy)</u> การเลือกลักษณะการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัยนั้น มีกฎเกณฑ์ดังต่อไปนี้คือ

1) ถ้าเป็นปัญหาในลักษณะที่สามารถทราบได้ก่อนว่า ชุดของคำตอบที่เป็นไปได้มีอะไรบ้าง และมีจำนวนไม่มากนัก การให้เหตุผลแบบย้อนหลังจะเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากการทำงานจะเริ่มต้นจากคำตอบหรือสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด ตัวอย่างของปัญหาในลักษณะนี้ เช่น ระบบวินิจฉัยในด้านต่าง ๆ ที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้ไม่มากนัก เช่นระบบวินิจฉัยทางการแพทย์และทางเกษตรกรรม อีกตัวอย่างหนึ่งคือ ระบบออกแบบการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งรูปแบบในการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพื้นฐานนั้น มีอยู่เพียงไม่กี่แบบ ระบบเพียงแต่ทำการเลือกแบบที่เหมาะสมมากที่สุดขึ้นมาเท่านั้น โดยเริ่มต้นจากแบบที่เป็นไปได้มากที่สุดมาเป็นสมมติฐาน และทำการวินิจฉัยโดยการพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้

2) ถ้าเป็นปัญหาในลักษณะที่จำนวนคำตอบที่เป็นไปได้มีจำนวนมาก การให้เหตุผลแบบย้อนหลังจะทำให้เสียเวลามากก่อนที่จะพิสูจน์ไปถึงสมมติฐานที่ถูกต้อง ในกรณีนี้ การให้เหตุผลแบบไปข้างหน้าจะเหมาะสมมาก

กว่า และโครงระบบเชี่ยวชาญที่ใช้ทั้งการให้เหตุผลแบบไปข้างหน้าและย้อนหลังจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เพราะจะทำให้ปริมาณการค้นหาลดลง และพบคำตอบที่ถูกต้องได้อย่างรวดเร็ว

3) สำหรับปัญหาที่ไม่สามารถทราบคำตอบที่เป็นไปได้ล่วงหน้าเลย การให้เหตุผลแบบไปข้างหน้าจึงเป็นทางเลือกเพียงทางเดียวสำหรับปัญหาในลักษณะนี้ ยกตัวอย่างเช่น ระบบแปลความหมายข้อมูล และระบบตรวจจับ เป็นต้น

ข. <u>วิธีการให้เหตุผล (Method of reasoning)</u> การพิจารณาเลือกวิธีการให้เหตุผลที่เหมาะสมมีกฎเกณฑ์ดังต่อไปนี้คือ

1) ถ้าฐานความรู้มีขนาดไม่ใหญ่มากนักเป็นปัญหาธรรมดาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และไม่มีข้อยกเว้นจำนวนมาก โครงระบบเชี่ยวชาญแบบ induction จะช่วยให้สามารถสร้างระบบเชี่ยวชาญได้สะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบอื่น

2) ถ้าเป็นการแทนค่าความรู้โดยใช้กฎ และฐานความรู้มีขนาดไม่ใหญ่มากคือมีจำนวนกฎความรู้ไม่เกิน 1000 กฎ การให้เหตุผลในระบบโพรดักชันที่มีวงจรการทำงานพื้นฐานแบบ recognise-act cycle จะเป็นวิธีการให้เหตุผลที่ได้ผลดีที่สุด

3) ถ้าเป็นการแทนค่าความรู้โดยใช้กรอบ โครงระบบเชี่ยวชาญที่มีลักษณะเป็นแบบ object-oriented จะเหมาะสมกับการแทนค่าความรู้โดยใช้กรอบมากที่สุด เพราะจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากลักษณะเด่นต่าง ๆ ของกรอบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

4) ถ้าฐานความรู้มีขนาดใหญ่มาก และสามารถแบ่งออกเป็นสาขาต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน และการใช้ความรู้ในสาขาต่าง ๆ นั้นเป็นไปอย่างมีขั้นตอน การวินิจฉัยในระบบกระดานดำที่มีการแบ่งความรู้ในสาขาต่าง ๆ ออกเป็นแหล่งความรู้ต่าง ๆ กัน และใช้โครงสร้างข้อมูลที่เรียกว่ากระดานดำเป็นตัวกลางนั้น เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด

5) การให้เหตุผลแบบไม่แน่นอนมีความจำเป็นสำหรับปัญหาส่วนใหญ่ แต่ปัญหาบางปัญหาก็ไม่มีความจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลแบบไม่แน่นอนเลย เช่นระบบให้คำปรึกษาและคำนวณภาษี เป็นต้น สำหรับปัญหาที่ต้องใช้การให้เหตุผลแบบไม่แน่นอนนั้น การใช้ค่าปัจจัยความเชื่อมั่นจะมีข้อได้เปรียบกว่าวิธีอื่น และโครงระบบเชี่ยวชาญส่วนมากก็ใช้ค่าปัจจัยความเชื่อมั่นนี้ในการให้เหตุผลแบบไม่แน่นอน

ค. กลวิธีไกล่เกลี่ยความขัดแย้งระหว่างกฎ (Conflict resolution strategy) กลวิธีไกล่เกลี่ยความขัดแย้งระหว่างกฎมีอยู่หลายวิธี แต่ที่ใช้ในโครงระบบเชี่ยวชาญส่วนใหญ่ก็คือ วิธีที่ใช้ลำดับในการใส่กฎเข้าไปในฐานความรู้เป็นเกณฑ์ ซึ่งโดยทั่วไปก็จะเลือกกฎที่พบเป็นกฎแรก เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วที่สุด ในกรณีนี้ลำดับของการใส่กฎเข้าไปในฐานความรู้จึงมีความสำคัญมาก เพราะฉะนั้น โครงระบบเชี่ยวชาญที่ใช้กลวิธีไกล่เกลี่ยความขัดแย้งระหว่างกฎแบบนี้จึงควรมีเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขฐานความรู้ที่มีประสิทธิภาพ คือสามารถระบุตำแหน่งของกฎใหม่ที่ต้องการจะใส่เข้าไปในฐานความรู้ได้ ไม่ใช่ใส่ต่อท้ายฐานความรู้ได้เพียงอย่างเดียว

ข้อพิจารณาที่สำคัญอีกอันหนึ่งในการเลือกกลวิธีไกล่เกลี่ยความขัดแย้งระหว่างกฎที่เหมาะสมก็คือ กลวิธีไกล่เกลี่ยความขัดแย้งระหว่างกฎบางอย่างมีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับกลวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัย ตัวอย่างเช่น การคัดเลือกกฎโดยใช้ลำดับความสำคัญหรือใช้ความซับซ้อนของกฎเป็นเกณฑ์นั้น จะต้องใช้ลำดับความสำคัญหรือความซับซ้อนของส่วนเงื่อนไขในกรณีที่ใช้การวินิจฉัยแบบย้อนหลัง และใช้ลำดับความสำคัญหรือความซับซ้อนของส่วนกระทำหรือส่วนผลสรุปในกรณีที่ใช้การวินิจฉัยแบบเดินหน้า

โครงระบบเชี่ยวชาญขนาดใหญ่บางระบบ อนุญาตให้ผู้พัฒนากำหนดกลวิธีไกล่เกลี่ยความขัดแย้งระหว่างกฎขึ้นมาใช้เองได้ โดยอาจจะใช้วิธีการเดียวหรือหลาย ๆ วิธีร่วมกันก็ได้ ทำให้ได้ระบบเชี่ยวชาญที่เหมาะสมกับงานมากยิ่งขึ้น แต่ความเร็วในการทำงานก็จะลดลงด้วย โครงระบบเชี่ยวชาญพวกนี้จึงเหมาะสมกับงานที่มีความซับซ้อนมาก และต้องการการควบคุมเป็นพิเศษเท่านั้น

4. ส่วนติดต่อกับผู้พัฒนา

ส่วนติดต่อกับผู้พัฒนาเป็นส่วนที่มีความสำคัญมากเช่นกันโดยเฉพาะในด้านของการสร้างและแก้ไขฐานความรู้ ในด้านอื่น ๆ เช่น การแสดงผลแบบรูปภาพ หรือระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์ เป็นเพียงส่วนที่ช่วยเสริมให้โครงระบบเชี่ยวชาญนั้นน่าใช้มากยิ่งขึ้น จึงไม่ใช่ข้อพิจารณาที่สำคัญในการเลือกโครงระบบเชี่ยวชาญ

ก. การสร้างฐานความรู้ มีหลายวิธีโดยเรียงลำดับตามความสะดวกสบายในการใช้งานได้ดังนี้คือ ใช้ word processor ทั่ว ๆ ไป ใช้ full screen editor และใช้ line editor โครงระบบเชี่ยวชาญที่ทำ

งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลขนาดเล็กส่วนมากมักใช้ฐานความรู้ที่สร้างมาจากภายนอกโครงระบบเชี่ยวชาญ นั่นคือใช้ software ตัวอื่นในการสร้างแล้วค่อยนำมาพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นด้วยโครงระบบเชี่ยวชาญนั้นในภายหลัง แต่สำหรับโครงระบบเชี่ยวชาญนอกเหนือจากที่ใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลดังกล่าวแล้วนั้น มักใช้ฐานความรู้ที่สร้างโดยใช้เครื่องมือของโครงระบบเชี่ยวชาญเอง ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโครงระบบเชี่ยวชาญชนิดนั้น อย่างไรก็ตามวิธีการต่าง ๆ ในการสร้างฐานความรู้นี้ก็เป็นเพียงแต่ช่วยให้สร้างฐานความรู้ได้สะดวกสบายต่างกันเท่านั้น ไม่ได้มีผลโดยตรงกับประสิทธิภาพการทำงานของระบบเชี่ยวชาญ จึงไม่ใช่ข้อพิจารณาที่สำคัญที่จะใช้ในการตัดสินใจเลือกโครงระบบเชี่ยวชาญ

ข. <u>การแก้ไขฐานความรู้</u> หลังจากที่ได้สร้างฐานความรู้ขึ้นมาในครั้งแรกแล้วนั้น ฐานความรู้จะถูกนำมาพัฒนาต่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขฐานความรู้อีกมาก ก่อนที่จะได้ฐานความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์ และมักจะกินเวลานานกว่าช่วงของการสร้างฐานความรู้มาก ดังนั้นวิธีการที่ใช้ในการแก้ไขฐานความรู้ จึงมีความสำคัญมากกว่าการสร้างฐานความรู้ โครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบไม่มีเครื่องมือในการแก้ไขฐานความรู้ให้ในขณะทำการทดสอบการทำงานของระบบเชี่ยวชาญที่ใช้ฐานความรู้นั้น ทำให้วิศวกรความรู้ต้องออกจากช่วงของการทดสอบเพื่อทำการแก้ไขฐานความรู้ แล้วเริ่มต้นทดสอบกันใหม่ตั้งแต่ต้น ทำให้เสียเวลามากยิ่งขึ้น แต่ในโครงระบบเชี่ยวชาญขนาดเล็กบางระบบและขนาดใหญ่ส่วนมาก จะมีเครื่องมือในการแก้ไขฐานความรู้แบบออนไลน์ (online knowledge base editing) คือสามารถแก้ไขฐานความรู้ไปพร้อม ๆ กับการทดสอบการทำงานได้ ทำให้สะดวกและรวดเร็วขึ้นมาก

ค. <u>ความสามารถในการแสดงฐานความรู้โดยใช้รูปภาพ (graphic displayed knowledge base)</u> เป็นความสามารถที่ช่วยเสริมให้โครงระบบเชี่ยวชาญน่าใช้มากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ในฐานความรู้แบบกรอบจะทำให้เห็นโครงสร้างแบบระดับชั้นได้อย่างชัดเจน และสามารถเรียกดูรายละเอียดของกรอบแต่ละกรอบได้สะดวกและรวดเร็ว

ง. <u>ความสามารถในการอธิบายการให้เหตุผลโดยใช้ HOW WHY และ WHAT-IF</u> ช่วยให้เกิดความมั่นใจในคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้รับ และพัฒนาระบบได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

จ. ความสามารถในการติดตามการวินิจฉัย (inference tracing) ได้แก่การแจกแจงสิ่งที่สามารถวินิจฉัยได้ และที่มาของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นในระหว่างทำการวินิจฉัย ซึ่งจะทำให้วิศวกรความรู้ค้นพบจุดบกพร่องของการวินิจฉัยได้อย่างรวดเร็ว

ฉ. ความสามารถในการแจกแจงฐานความรู้ในส่วนที่ตรงกับความต้องการที่ระบุ (Apropos facility) เช่นกฎหรือข้อเท็จจริงใด ๆ ที่อ้างถึงตัวแปรตัวหนึ่ง หรือกฎที่สรุปถึงค่าของตัวแปรตัวหนึ่ง ในระบบกรอบก็อาจจะเป็นการแจกแจงรายการกรอบทั้งหมดที่เป็นกรอบลูกของกรอบที่กำหนด ความสามารถเช่นนี้ช่วยให้พัฒนาระบบเชี่ยวชาญได้ง่ายขึ้นมาก

ช. ความสามารถในการพัฒนาเครื่องจักรกลวินิจฉัย ความสามารถในข้อนี้จะมีความจำเป็นเฉพาะในกรณีที่ระบบเชี่ยวชาญที่ต้องการสร้างนั้นมีความซับซ้อนเป็นพิเศษแตกต่างไปจากระบบเชี่ยวชาญอื่น ๆ ไม่สามารถวินิจฉัยแบบธรรมดาได้

ซ. ความสามารถในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ได้แก่การกำหนดลักษณะของจอภาพ ตำแหน่งและขนาดของหน้าต่างแสดงผล เป็นต้น ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็นเลยในบางระบบ

ฌ. ความสามารถอื่น ๆ เช่นระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์ การเก็บตัวอย่างของการวินิจฉัยในแต่ละกรณี เครื่องมือเหล่านี้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบเชี่ยวชาญทั้งสิ้น แต่ก็ไม่ใช่สิ่งจำเป็นที่จะขาดไม่ได้

5. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

เครื่องมือและลักษณะการทำงานต่าง ๆ ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่เพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้ได้แก่

ก. จอภาพแบบบรรทัดและจอภาพแบบเลือกรายการ (Line / Menu screen) จอภาพแบบบรรทัดเป็นจอภาพแบบง่าย ๆ และธรรมดาที่สุด ซึ่งอาจจะไม่ค่อยสะดวกนักสำหรับผู้ใช้ในบางครั้ง ในขณะที่จอภาพแบบเลือกรายการนั้น ผู้ใช้จะสามารถโต้ตอบกับระบบได้อย่างรวดเร็วและสะดวกสบายมากกว่า

ช. ตอบหลายคำตอบและตอบแบบไม่แน่ใจ ในการทำงานของระบบเชี่ยวชาญนั้น ระบบจะต้องโต้ตอบกับผู้ใช้โดยการป้อนคำถามให้ผู้ใช้ตอบอยู่ตลอดเวลา ผู้ใช้อาจจะไม่สามารถตอบคำถามได้เสมอไป หรือไม่แน่ใจในคำตอบที่ให้แก่ระบบ หรือในบางครั้งอาจจะมีหลาย ๆ คำตอบสำหรับคำถามเดียวกันก็ได้ ในกรณีนี้ระบบควรจะอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถตอบคำถามได้หลาย ๆ คำตอบโดยที่มีค่าความไม่แน่ใจประกอบด้วยได้

ค. Initial pruning และ Directed search หมายถึงความสามารถของระบบในการลดปริมาณการค้นหาที่ไม่จำเป็นลง โดยการตัดปัญหาและฐานความรู้ในส่วนอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องทิ้งไป ความสามารถข้อนี้เป็นข้อพิจารณาที่สำคัญในการประเมินค่าโครงระบบเชี่ยวชาญ โครงระบบเชี่ยวชาญที่ไม่มีความสามารถในข้อนี้จะทำให้ผู้ใช้รู้สึกเบื่อหน่าย และไม่จำเป็นที่จะต้องคอยตอบคำถามจำนวนมากที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริง ๆ ที่เกิดขึ้นเลย นอกจากนี้ยังทำให้เสียเวลาการทำงานของระบบที่ไม่จำเป็นอีกด้วย

ง. ระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์ ช่วยทำให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับระบบได้คล่องตัวขึ้น ไม่ติดขัดเมื่อเกิดปัญหาขึ้น เช่น ไม่ทราบว่าคำตอบที่จะสามารถให้แก่ระบบเป็นอะไรได้บ้าง เป็นต้น ระบบช่วยเหลือแบบออนไลน์นี้เป็นเครื่องมือที่ไม่มีความสำคัญมากนักในปัญหาทั่ว ๆ ไป ยกเว้นในปัญหาพิเศษบางปัญหาที่มีความสำคัญและมีลักษณะเฉพาะ ต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวแปรบางตัวหรือค่าของตัวแปรบางค่าที่ไม่เป็นที่คุ้นเคยกับผู้ใช้ทั่ว ๆ ไป

จ. ความเร็วในการทำงาน ลักษณะงานโดยทั่ว ๆ ไปไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ความรวดเร็วในการทำงานมากนัก และโครงระบบเชี่ยวชาญทั่ว ๆ ไปก็ไม่มีความแตกต่างในเรื่องของความเร็วในการทำงานที่เห็นได้อย่างชัดเจน แต่ลักษณะงานบางอย่างต้องการความรวดเร็วในการทำงานมากเป็นพิเศษ เช่นระบบตรวจจับการทำงานและเตือนภัย โครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบเช่น ART ซึ่งพัฒนาโดยใช้ภาษา LISP ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และใช้กับงานที่ต้องการการตอบสนองอย่างรวดเร็ว

6. ความสามารถในการติดต่อกับ software อื่น

ความสามารถในการติดต่อกับ software อื่น ๆ ทั้ง 3 แบบคือ Embeddable การเชื่อมโยงเข้ากับระบบฐานข้อมูล และการเชื่อมโยงเข้ากับภาษาอื่น เป็นความสามารถที่ช่วยให้โครงระบบเชี่ยวชาญทำงานได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่ไม่จำเป็นต้องมีเสมอไป

7. ลักษณะทางด้าน software

ลักษณะทางด้าน software ที่ต้องพิจารณาก็คือ ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา การแปลภาษา และระบบปฏิบัติการที่ต้องการ

ก. ภาษาที่ใช้ โครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบจะมีตัวแปลภาษาที่ใช้ในโครงระบบเชี่ยวชาญนั้นมาให้พร้อมกับระบบ แต่โครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบก็ไม่มี บางระบบก็ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวแปลภาษาดังกล่าว ในกรณีที่ต้องใช้ตัวแปลภาษานั้นในการพัฒนาระบบเชี่ยวชาญ แต่โครงระบบเชี่ยวชาญนั้นไม่ได้จัดหามาให้ ผู้ซื้อก็จะต้องหามาเพิ่มเอง

ข. การแปลภาษา โครงระบบเชี่ยวชาญที่ต้องแปลภาษาฐานความรู้ก่อนนำมาใช้งานจะสามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าระบบที่ไม่มีการแปล แต่โครงระบบเชี่ยวชาญประเภทนี้จะไม่สามารถทำการแก้ไขฐานความรู้แบบออนไลน์ในขณะทำการทดสอบการทำงานได้ เพราะหลังจากที่ได้ทำการแก้ไขฐานความรู้เสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ต้องนำฐานความรู้ไปแปลอีกครั้งหนึ่งจึงจะสามารถนำมาทดสอบการทำงานได้ใหม่ด้วยฐานความรู้ที่ได้แก้ไขไปแล้ว

ค. ระบบปฏิบัติการ โครงระบบเชี่ยวชาญขนาดเล็กส่วนใหญ่จะใช้งานกับเครื่อง IBM PC ภายใต้ระบบปฏิบัติการ MS DOS ระบบปฏิบัติการอื่น ๆ ที่มีโครงระบบเชี่ยวชาญใช้งานอยู่ได้แก่ UNIX หรือ VMS บนเครื่อง VAX VM CMS และ MVS บนเครื่อง IBM370 เป็นต้น สำหรับโครงระบบเชี่ยวชาญขนาดใหญ่บางระบบที่ทำงานบน LISP machine นั้น ไม่ต้องใช้ระบบปฏิบัติการใดเลย

8. ความต้องการทางด้าน hardware

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่โครงระบบเชี่ยวชาญแต่ละระบบต้องการ ก็เป็นข้อพิจารณาที่สำคัญมากข้อหนึ่ง โครงระบบเชี่ยวชาญขนาดเล็กซึ่งมีลักษณะของงานเป็นการวินิจฉัยนั้น สามารถใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่ว ๆ ไป และเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้กันแพร่หลายบางเครื่องเช่น VAX ทั้งที่ใช้ระบบปฏิบัติการ VMS และ UNIX เป็นต้น แต่สำหรับโครงระบบเชี่ยวชาญขนาดใหญ่ และโครงระบบเชี่ยวชาญลูกผสมขนาดใหญ่ที่ใช้กับงานในหลาย ๆ ลักษณะนั้น บางระบบต้องทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากเครื่องทั่วไปเช่น LISP machine ที่ใช้กับงานทางด้านปัญญาประดิษฐ์โดยเฉพาะ ทำให้ผู้ใช้อาจจะต้องจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์เพิ่มเพื่องานนี้โดยเฉพาะ แต่ถ้าผู้ใช้ต้องการโครงระบบเชี่ยวชาญมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่แล้ว ก็อาจทำได้โดยการกำหนดให้วัตถุประสงค์ในเรื่องของเครื่องคอมพิวเตอร์นี้ เป็นลักษณะที่จำเป็นต้องมี (essential feature) และตัดโครงระบบเชี่ยวชาญที่ไม่สามารถใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่กำหนดได้ออกไป โครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบอาจจะต้องการลักษณะพิเศษทางด้าน hardware เพิ่มเติมเช่น จอสี จำนวนตัวขับแผ่นจานแม่เหล็ก hard disk และความสามารถในการแสดงผลแบบกราฟฟิคเป็นต้น ดังนั้นการปรับปรุงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่เดิมก็อาจจะจำเป็นต้องทำหน่วยความจำที่ต่ำที่สุดที่โครงระบบเชี่ยวชาญต้องการก็เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาเช่นกัน ซึ่งอาจจะต้องทำการขยายถ้าจำเป็น

9. การบริการหลังขายและการฝึกอบรม

การบริการหลังการขายของบริษัทผู้ผลิตโครงระบบเชี่ยวชาญนี้ ได้แก่ เอกสารประกอบการใช้งาน การให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคเช่น การติดตั้งเพื่อใช้งาน การปรับปรุงโครงระบบเชี่ยวชาญ และการให้คำปรึกษาเป็นต้น สำหรับการฝึกอบรมนั้น ในโครงระบบเชี่ยวชาญที่มีขนาดใหญ่และมีวิธีการทำงานที่ซับซ้อนเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมี โครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบเป็นเพียงผลงานจากการวิจัยในห้องทดลองของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ หรือเป็นเพียงโครงระบบเชี่ยวชาญที่ใช้ในการสาธิตความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์บางเครื่องเท่านั้น โครงระบบเชี่ยวชาญจำพวกนี้จึงไม่มีการบริการหลังการขายและการฝึกอบรมใด ๆ และราคาก็จะไม่สูงนัก

10. ราคา

ราคาในที่นี้จะรวมถึงราคาของโครงระบบเชี่ยวชาญ ราคาค่าบริการและการฝึกอบรม ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือส่วนประกอบที่ต้องจัดหามาเพิ่มเติมให้ใช้กับโครงระบบเชี่ยวชาญนั้นได้ โครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกเพิ่มเติม แต่ต้องจ่ายเพิ่มสำหรับเครื่องมือนั้น ค่าใช้จ่ายส่วนนี้ก็ต้องนำมาพิจารณาด้วย และเครื่องมือที่เพิ่มเติมขึ้นมานี้มีความจำเป็นและเหมาะสมกับราคามากน้อยเพียงใด ในกรณีที่โครงระบบเชี่ยวชาญระบบหนึ่งพัฒนาขึ้นมาโดยใช้ภาษาเฉพาะทางด้านปัญญาประดิษฐ์ หรือทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานทางด้านปัญญาประดิษฐ์โดยเฉพาะเช่น Xerox 1100 หรือ Symbolic 3600 ผู้ซื้ออาจจะจำเป็นต้องซื้อตัวแปลภาษาหรือเครื่องคอมพิวเตอร์เพิ่มเติมเพื่อให้โครงระบบเชี่ยวชาญนั้นสามารถทำงานได้ ค่าใช้จ่ายส่วนนี้ก็จะเป็นส่วนที่เพิ่มเข้ามานอกเหนือจากราคาของโครงระบบเชี่ยวชาญเอง

จำนวนชุดของโครงระบบเชี่ยวชาญที่ต้องการก็เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาในเรื่องของราคา เพราะโครงระบบเชี่ยวชาญบางระบบมีราคาต่อ 1 ชุดไม่เท่ากันถ้าจำนวนชุดที่ต้องการไม่เท่ากันเช่น โครงระบบเชี่ยวชาญ KEE นั้น ราคาสำหรับชุดแรกจะเท่ากับ 60,000 เหรียญสหรัฐอเมริกา สำหรับชุดต่อ ๆ ไปราคาจะลดลงเป็นลำดับจนเหลือ 2,000 เหรียญสหรัฐอเมริกาสำหรับชุดที่ 21

สรุป

กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกลักษณะของโครงระบบเชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ที่กล่าวในบทนี้ เมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลของโครงระบบเชี่ยวชาญต่าง ๆ ในบทที่ 3 และ 4 ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือโครงระบบเชี่ยวชาญที่มีลักษณะรวมเหมาะสมตรงกับความต้องการมากที่สุด สำหรับการพัฒนาโครงระบบเชี่ยวชาญขึ้นมาใหม่นั้น ก็สามารถใช้กฎเกณฑ์ดังกล่าวเป็นบรรทัดฐานสำหรับโครงระบบเชี่ยวชาญที่จะพัฒนาขึ้นได้