

บทที่ 3

กระบวนการต่าง ๆ ของการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

3.1 บทนำ

ปัจจุบันระบบผู้เชี่ยวชาญสำเร็จรูปที่สามารถนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้เลขนั้นยังไม่มี เนื่องจากความรู้เป็นเรื่องที่ใหญ่และกว้างขวาง หากที่จะนำความรู้ต่าง ๆ เหล่านั้นมาทำเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญสำเร็จรูปได้ ดังนั้นการนำระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ จะต้องมีการพัฒนาระบบก่อน การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่มากมายและซับซ้อน ถ้าหากว่าการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญจะเริ่มต้นที่การพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องอนุमान ฐานความรู้ หน่วยติดต่อกับผู้ใช้และอื่น ๆ ผู้พัฒนาระบบจะต้องเสียเวลามากในการออกแบบ เขียนโปรแกรม และสร้างความรู้ให้กับระบบ ในการพัฒนาระบบทางด้านโปรแกรมนั้น ผู้พัฒนาจะต้องรู้เทคโนโลยีทางด้านซอฟต์แวร์ของปัญญาประดิษฐ์ และจะต้องมีความรู้ความชำนาญในเรื่องที่จะสร้างเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นด้วย

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านซอฟต์แวร์ได้ทำให้การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญง่ายขึ้น ระบบผู้เชี่ยวชาญถูกสร้างให้มีเฉพาะโครงภายนอกที่เรียกว่า เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Shell) เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญนี้จะเป็นระบบที่สามารถพัฒนาฐานความรู้ทั่วไปที่หลังตามความต้องการของผู้ใช้ได้ ดังนั้นในการพัฒนาระบบจริง ๆ ผู้พัฒนามักจะเลือกเอาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีอยู่ตามท้องตลาดมาใส่ความรู้ การใส่ความรู้ให้กับระบบหรือจะเรียกอีกนัยหนึ่งว่าการแสดงความรู้ (Knowledge Representation) นั้นเป็นขั้นตอนที่มีความซับซ้อนพอสมควร ผู้ที่ทำหน้าที่แสดงความรู้ จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการแสดงความรู้และความรู้เรื่องที่จะใส่ให้กับระบบ ซึ่งผู้ที่ทำหน้าที่เช่นนี้จะเรียกว่า วิศวกรความรู้ (Knowledge Engineer) หน้าที่ของวิศวกรความรู้โดยทั่วไปแล้วคือ การศึกษาและนำความรู้จากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสือ หรือจากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ เป็นต้น มาทำการจัดเป็นระบบและสร้างให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อพร้อมที่จะนำเข้าไปบรรจุในเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ หน้าที่ที่สำคัญอีกประการหนึ่งของวิศวกรความรู้ก็คือ

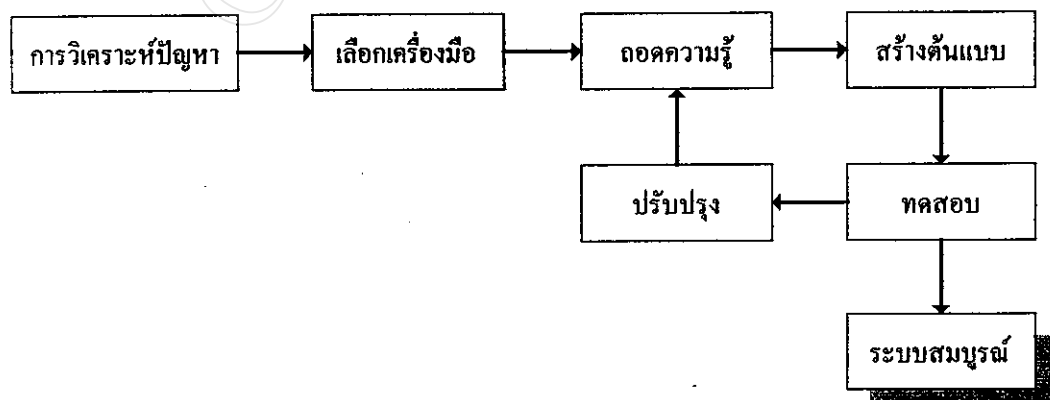
คือ การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบ การตรวจสอบนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญว่า การทำงานเป็นไปตามจุดประสงค์หรือไม่ สำหรับการบำรุงรักษาก็คือ การปรับปรุงฐานความรู้ให้ทันสมัยขึ้นตลอดเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการทำงานของวิศวกรความรู้ตามที่กล่าวมาแล้วนี้จะต้องประสานกันอย่างใกล้ชิดกับผู้เชี่ยวชาญและแหล่งความรู้ต่าง ๆ

ในกระบวนการของการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น วิศวกรความรู้คือบุคคลที่มีบทบาทสูงสุด หน้าที่ที่สำคัญของวิศวกรความรู้ สามารถจำแนกได้ดังนี้

- การถอดความรู้ (Knowledge Extraction) คือ การที่วิศวกรความรู้ทำหน้าที่ที่เรียนรู้และทำความเข้าใจกับความรู้ที่จะนำเข้าสู่ระบบจากแหล่งความรู้
- การเปลี่ยนความรู้ (Knowledge Transformation) คือ การที่วิศวกรความรู้นำความรู้ที่ได้มาจากการถอดความรู้ มาจัดให้เป็นระบบที่เหมาะสม และบรรจุลงในเปลือกกระบบผู้เชี่ยวชาญ
- การจัดการความรู้ (Knowledge Management) คือ การที่วิศวกรความรู้ตรวจสอบและบำรุงรักษาฐานความรู้

กระบวนการดังกล่าวข้างต้น อาจเรียกรวมได้ว่า กระบวนการคึงความรู้ (Knowledge Acquisition) ปัจจุบันกระบวนการคึงความรู้ถูกพัฒนาไปมาก ระบบซอฟต์แวร์ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาทดแทนการทำงานของวิศวกรความรู้ ซึ่งระบบซอฟต์แวร์นี้จะต้องมีระบบการเรียนรู้ (Learning) เพื่อทำหน้าที่ในการถอดความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ปัจจุบันกระบวนการพัฒนาระบบการเรียนรู้นี้ยังอยู่ในระหว่างการพัฒนา

การกล่าวถึงการพัฒนากระบบผู้เชี่ยวชาญในที่นี้ จะกล่าวถึงเฉพาะในส่วนของการพัฒนาระบบที่ต้องอาศัยวิศวกรความรู้ ซึ่งมีกระบวนการต่าง ๆ ของการพัฒนาระบบดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.1 นี้คือ



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนากระบบผู้เชี่ยวชาญ [2]

รูปที่ 3.1 เป็นการแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบผู้เชี่ยวชาญ เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ปัญหา เลือกเครื่องมือ จากนั้นก็จะเป็นกระบวนการถอดความรู้ การสร้างระบบต้นแบบ แล้วก็จะทำการทดสอบ ถ้าหากว่าระบบต้นแบบที่ได้ยังไม่ถูกต้อง ต้นแบบนี้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขระบบใหม่ โดยเริ่มต้นจากการถอดความรู้ ปรับปรุงระบบต้นแบบ และทดสอบใหม่จนกระทั่งได้ต้นแบบที่ถูกต้อง

เมื่อได้ต้นแบบที่ถูกต้องแล้ว จึงจะทำการขยายระบบให้เป็นระบบที่สมบูรณ์แล้วก็ประเมินผล ถ้าระบบที่ขยายขึ้นมามีอะไรต้องแก้ไข ก็จะต้องทำการแก้ไขปรับปรุงแล้วทำการประเมินผลใหม่จนกระทั่งได้ผลเป็นที่พอใจ เมื่อได้ระบบที่พอใจแล้วก็คิดตั้งระบบและวางแผนการบำรุงรักษา เหตุผลของการบำรุงรักษาระบบก็เพื่อทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ มีความรู้ที่ทันสมัยอยู่เสมอ

3.2 การวิเคราะห์ปัญหา

การวิเคราะห์ปัญหาของระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น ผู้พัฒนาระบบจะต้องทำความเข้าใจเบื้องต้นกับปัญหาเหล่านั้น และจะต้องมีการเตรียมการสำหรับการแก้ปัญหานั้นด้วย เรื่องที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาที่จะต้องพิจารณาก็คือ ความจำเป็นหรือความเหมาะสมของการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ การมีความรู้ความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง การจัดขั้นตอนสำหรับการแก้ปัญห และการกำหนดรูปแบบของการให้คำปรึกษา

สำหรับการแก้ปัญหโดยทั่วไปแล้ว การใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญหรือปัญญาประดิษฐ์ อาจจะไม่ใช่วิธีทางออกที่ถูกต้องเสมอไป ปัญหาบางชนิดเหมาะกับการใช้คณิตศาสตร์ ปัญหาบางชนิดเหมาะกับการใช้สูตรสำเร็จ แต่ปัญหาที่ใช้ได้กับระบบผู้เชี่ยวชาญและปัญญาประดิษฐ์ก็คือปัญหาที่ต้องอาศัยฮิวริสติก โดยปกติแล้วการที่จะกำหนดว่าปัญหานั้นใดที่เหมาะสมกับระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น ผู้พัฒนาระบบจะต้องอาศัยหลักการข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้มาช่วยในการพิจารณาได้คือ

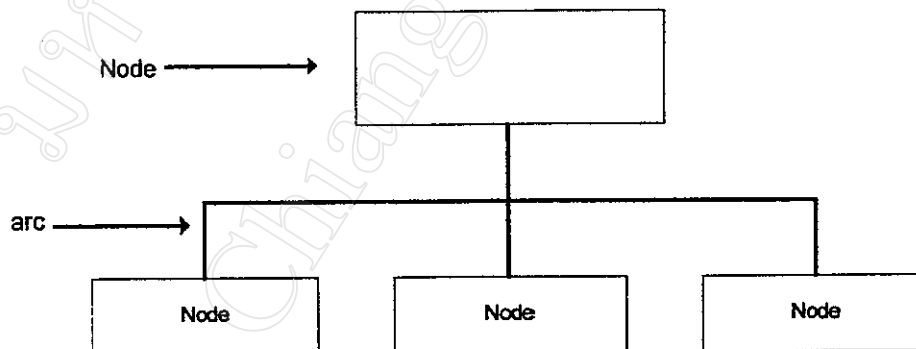
- ปัญหาเหล่านี้จะต้องเป็นปัญหาที่ไร้โครงสร้าง คือไม่อาจแก้ได้ด้วยสูตรสำเร็จหรือคณิตศาสตร์ แต่จะต้องอาศัยวิธีการของฮิวริสติก
- ปัญหาเกี่ยวข้องกับการวินิจฉัย (Inference) หรือการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)
- ผู้เชี่ยวชาญสามารถแก้ปัญหานั้นได้ในเวลาที่แน่นอน

- ความรู้ในการแก้ปัญหาสามารถจัดให้อยู่ในโครงสร้างของ IF - THEN ได้

นอกจากความเข้าใจในเรื่องของการแก้ปัญหาแล้ว การมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาที่นำมาพัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ ก็จะเป็นเรื่องที่ต้องพิจารณาตามมา ผู้พัฒนาจะต้องมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องที่กำลังจะทำการพัฒนาเป็นอย่างไร ระบบผู้เชี่ยวชาญจะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าไม่มีผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ช่วย สิ่งที่คุณเชี่ยวชาญต้องทราบเกี่ยวกับความรู้ นั่นคือ ต้องรู้ถึงลำดับของเนื้อหาและกระบวนการของการแก้ปัญหาในเรื่องนั้น ๆ

วิธีการหนึ่งที่จะสามารถช่วยในการจัดขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ดีคือ การจัดความรู้ในรูปแบบของต้นไม้ (Tree)

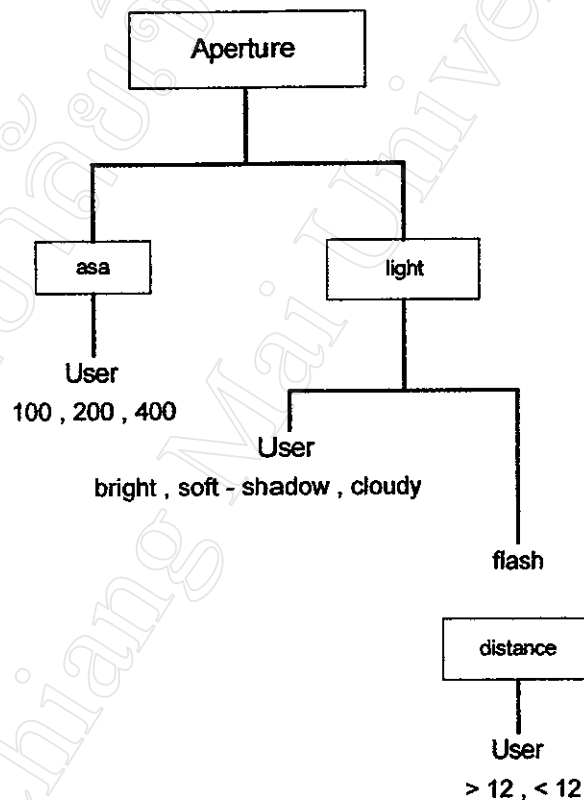
ในกรณีที่ความรู้มีขนาดใหญ่และซับซ้อนมาก การใช้โครงสร้างต้นไม้จะเป็นวิธีการที่สะดวก องค์ประกอบของโครงสร้างแบบต้นไม้จะประกอบด้วยโหนด (Node) และอาร์ค (Arc) สำหรับโหนดจะแทนความหมายที่จะแสดงในฐานความรู้ และอาร์คจะเป็นส่วนที่เชื่อมความสัมพันธ์ของโหนดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าด้วยกัน ดังเช่นรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงถึงโครงสร้างแบบต้นไม้ที่ประกอบด้วยโหนด (Node) และอาร์ค (arc) [2]

ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างโหนด จะกำหนดให้โหนดตัวที่อยู่ในระดับที่สูงกว่าเป็นแอตทริบิวต์ (Attribute) ของโหนดล่าง และโหนดล่างจะเป็นแวลู (Value) ของโหนดบน โดยมีอาร์คเชื่อมความสัมพันธ์ของโหนดที่เป็นแอตทริบิวต์และแวลูเข้าด้วยกัน ซึ่งกำหนดค่าของความสัมพันธ์ให้กับอาร์คหรือไม่ก็ได้

เช่นตัวอย่าง ในเรื่องของโครงสร้างแบบต้นไม้ของฐานความรู้เรื่องตากถ้องมือใหม่



รูปที่ 3.3 แสดงถึงโครงสร้างแบบต้นไม้ของฐานความรู้เรื่องตากถ้องมือใหม่ [2]

เช่นตัวอย่าง ในรูปที่ 3.3 จะเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของโหนดในฐานความรู้เรื่องตากถ้องมือใหม่ โหนดต่าง ๆ ในที่นี้คือ Aperture , asa , light , distance , ซึ่งโหนดที่เป็นเป้าหมายคือ Aperture ที่มีแอตทริบิวต์ 2 ตัวคือ asa และ light ถ้าหับ asa มีแวลู 3 ค่า คือ 100 ,

200 และ 400 สำหรับ light มีแวว 4 คำ คือ bright , soft – shadow , cloudy และ flash ในกรณีแววของ light เป็น flash ระบบจะต้องทราบแววของแอคตริวิว distance ด้วย ซึ่งมีอยู่ 2 คำคือ มากกว่า 12 และน้อยกว่า 12

การถามคำถามเพื่อเป็นข้อมูลว่าคำตอบจะเป็นอย่างไร สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาต่อปัญหาเฉพาะหนึ่ง ๆ จะมีวิธีการแก้ปัญหาเฉพาะอย่าง เป็นเรื่องที่ผู้วิเคราะห์ปัญหาจะต้องทำการออกแบบจากปัญหา ถ้าปัญหาเป็นอย่างหนึ่ง การแก้ปัญหาจะเป็นแบบหนึ่ง ในปัญหาเดียวกันจะมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายอย่าง และวิธีการเฉพาะนี้ จะขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของปัญหา ในการที่จะได้มาซึ่งลักษณะเฉพาะของปัญหา ระบบความรู้จะต้องมีคำถามเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ในการที่จะจำแนกลักษณะเฉพาะของปัญหา เมื่อได้ลักษณะเฉพาะของปัญหา ก็สามารถให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาได้อีกอย่างถูกต้อง การตั้งคำถามนั้นต้องง่ายต่อความเข้าใจคำถามของผู้ใช้และทำให้ผู้ใช้สามารถตอบคำถามได้อย่างตรงประเด็น และเช่นกันการให้คำปรึกษาของระบบต่อปัญหาที่จะทำการสร้างเป็นฐานความรู้ในในระบบผู้เชี่ยวชาญ การให้คำปรึกษาจะต้องมีคำอธิบายที่ง่ายและสามารถปฏิบัติตามได้ง่าย การตั้งคำถามจะต้องชัดเจน ให้ผู้ใช้สามารถตอบคำถามได้อย่างตรงประเด็น

3.3 การเลือกเครื่องมือ

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งในแง่ของความง่ายและความเร็วที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ทั้งนี้ เนื่องจากการพัฒนาอย่างรวดเร็วของเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Building Tools ; ESBTS) นั้นเอง เครื่องมือ (Tools) เหล่านี้โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการค้า และมีลักษณะพิเศษในการใช้งานที่ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือเหล่านี้ ในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ การแสดงความรู้ เครื่องอนุมาน การติดต่อกับผู้พัฒนาระบบ การติดต่อกับ End – User และภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

จากที่ได้กล่าวมาแล้ว โครงสร้างหลัก ๆ ของระบบผู้เชี่ยวชาญจะประกอบด้วยฐานความรู้ เครื่องอนุมาน ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการอนุมานความรู้ที่มีอยู่ในฐานความรู้ และส่วน

ที่ใช้ในการติดต่อกับผู้พัฒนาระบบ (หรือ Knowledge Acquisition Sybsystem) ซึ่งทำหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกต่อผู้ที่พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อมองเฉพาะส่วนของการติดต่อระหว่างเครื่องมือ (ESBTS) กับผู้พัฒนาระบบแล้ว จะเห็นความจำเป็นของการมีระบบนี้ขึ้นมาดังนี้

- เพื่อให้มีการพัฒนาฐานความรู้ที่จะต้องการมีความสอดคล้องกับระบบ
- เพื่อให้สามารถสร้างส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับ End – User เป็นไปตามที่ผู้พัฒนาระบบต้องการ

- เพื่อให้สามารถเพิ่มส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการอนุมานเข้าไปได้

ความสามารถของสิ่งที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ จะเป็นสิ่งหนึ่งที่บอกระดับของเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญได้อย่างดีว่า มีความสามารถสูงหรือไม่ ส่วนนี้นอกจากหน้าที่ที่ใช้ติดต่อกับผู้พัฒนาระบบแล้ว ในส่วนของการติดต่อกับเรื่องอื่น ๆ ยังเป็นสิ่งที่จำเป็นอีกเช่นกันคือ

- ความสามารถในการติดต่อกับซอฟต์แวร์ และฐานข้อมูล (DataBase) ชนิดอื่น ๆ
- ความสามารถในการใช้ประโยชน์จากระบบคอมพิวเตอร์ เช่นความสามารถในการติดต่อกับเครือข่ายของระบบสื่อสาร เป็นต้น

สำหรับเรื่องต่าง ๆ ที่จะได้มีการกล่าวถึงลักษณะและวิธีการต่าง ๆ ของการแสดงความรู้ในฐานความรู้ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเบื้องต้นในการรู้จักระบบผู้เชี่ยวชาญ

- การอนุมาน จะเป็นการจำแนกชนิดของการติดต่อกันระหว่างระบบผู้เชี่ยวชาญและผู้มาขอคำปรึกษา การแสดงผลการให้คำปรึกษา และการรับความรู้เพิ่มเติมจากผู้ใช้
- ลักษณะทางซอฟต์แวร์ของระบบ จะเป็นการกล่าวถึงความสามารถต่าง ๆ ทางซอฟต์แวร์ ภาษาที่ใช้ในการสร้างระบบและการใช้งานร่วมกับระบบอื่น ๆ
- ความสามารถในการติดต่อกับผู้พัฒนาระบบ จะเป็นการกล่าวถึงวิธีการสร้างกฎและความจริง การแก้ไขฐานความรู้ การสร้างหน่วยติดต่อกับผู้ใช้

3.3.1. การแสดงความรู้

เป็นเงื่อนไขประการแรกที่ใช้ในการพิจารณาเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ วิธีการของการแสดงรู้นั้นจะต้องง่ายและสามารถใส่เรื่องที่ต้องการได้ครบถ้วน การแสดงรู้อย่างน้อยจะต้องสามารถจัดการกับเรื่องเหล่านี้ได้คือ การบรรยายประสงค์ (Object Descriptions) การกำหนดค่าความมั่นใจ (Certainties) และการแสดงการกระทำ (Actions) เรื่องทั้ง 3 นี้เป็นหัวข้อพื้นฐานของการแสดงรู้นี้จะต้องมีเพื่อประกอบกันเป็นฐานความรู้ (Knowledge Base) ในฐานความรู้ที่เป็นแบบภูนั้น ประสงค์ (Objects) จะถูกแสดงรู้อีกแบบที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปก็คือ เฟรม (Frame) ซึ่งการแสดงรูแบบนี้โดยปกติแล้วจะสามารถครอบคลุมถึงเรื่องกำหนดประสงค์ คู่พารามิเตอร์ (Parameter Pair) ตรรกศาสตร์ (Logic) และกฎ (Rules) ได้ ในกรณีของเครื่องมือที่แบ่งออกเป็นเฟรมหลายอัน และอาศัยการกระทำเป็นส่วนที่เชื่อมต่อสถานการณ์และฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ในฐานรู้นั้นสามารถแสดงได้หลายวิธี แต่โดยส่วนใหญ่แล้วจะแสดงอยู่ในรูปแบบของกฎ ซึ่งกฎเหล่านี้จะถูกนำมาจัดเป็นกลุ่ม ให้กลายเป็นเฟรมเพื่อความสะดวกในการแก้ไขปรับปรุง การแสดงรู้อีกรูปแบบที่ใช้กันมากในเฟรมก็คือการใช้ตัวอย่าง (Examples) ซึ่งวิธีการแสดงรู้นี้จะง่ายกว่าแบบภูมาก

ในการแสดงความรู้ ผู้ที่พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญจะต้องแทนค่าของประสงค์ (Object) และการกระทำประกอบกันเป็นฐานความรู้ และในการแทนค่านั้น บางครั้งผู้พัฒนาระบบมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงระดับของความมั่นใจที่มีต่อรู้นั้นด้วย ถ้าหากมั่นใจในรู้นั้นไม่ถึง 100 % ผู้พัฒนาระบบจะต้องระบุจำนวนเปอร์เซ็นต์ของความมั่นใจไว้หลังประสงค์และการกระทำนั้นเสมอ ลักษณะของการแสดงรู้นี้จะเรียกว่า การกำหนดค่าความมั่นใจ

3.3.2. เครื่องอนุมาน

เครื่องอนุมานเป็นอีกส่วนหนึ่งที่สามารถกำหนดความสามารถของเครื่องมือได้ โดยปกติแล้วเครื่องอนุมานมีส่วนสำคัญที่ผู้พัฒนาระบบจะต้องคำนึงถึงคือ วิธีการอนุมาน การค้นหากฎข้อที่เหมาะสม การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงกับโปรแกรมอื่น

สำหรับการอนุมานจะมีการจำแนกลักษณะต่าง ๆ ตามวิธีการแสดงความรู้ ซึ่งโดยปกติแล้วการแสดงความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญจะเป็นระบบการผลิต (Production) ซึ่งอาศัยกฎเป็นพื้น

ฐานของการแสดงความรู้ ลักษณะของการอนุมานสำหรับการแสดงความรู้เช่นนี้จะอาศัยวิธีการหาเหตุผลแบบเดิหน้า และย้อนหลังเป็นหลัก โดยที่บางระบบอาจจะมีแบบใดแบบหนึ่ง และบางระบบอาจจะมีทั้ง 2 แบบผสมกัน โดยอาศัยฟังก์ชันพิเศษในการแสดงความรู้เป็นตัวกำหนดว่าเมื่อไรให้ทำการหาเหตุผลแบบเดิหน้าหรือย้อนหลัง นอกจากวิธีการกำหนดทิศทางสำหรับการหาเหตุผลดังกล่าวแล้ว วิธีการของการอนุมานต่าง ๆ เช่น การอนุมานแบบอุปนัย การอนุมานแบบตรรกศาสตร์ และการอนุมานภายใต้ความไม่แน่นอน ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการพิจารณาเลือกเครื่องมือ เฉพาะการอนุมานแบบอุปนัยและการอนุมานแบบตรรกศาสตร์ จะเป็นวิธีการที่เครื่องมือที่ใช้ในเครื่องมือบางระบบเท่านั้น ระบบเหล่านี้จะมีการควบคุมการอนุมานและการแสดงความรู้ชนิดพิเศษ สำหรับการหาเหตุผลภายใต้ความไม่แน่นอนนั้น โดยปกติแล้วเครื่องมือทั่วไปจะสามารถจัดการเรื่องของความไม่แน่นอนได้และจะมีเครื่องมือพิเศษบางอันเท่านั้นที่สามารถทำการหาเหตุผลแบบการตั้งสมมติฐานได้ ในการหาเหตุผลแบบนี้มีได้หลายแบบ เช่น แบบทัศนะ (View point) ที่เอ็มเอส (TMS) และ สมมติฐานและทดสอบ (Hypothesis and test) เป็นต้น

ในเรื่องของการอนุมานนั้น เนื่องจากวิธีการของมันจะเป็นตัวกำหนดความเร็วและความเที่ยงตรงของการให้คำปรึกษาด้วย ดังนั้น สำหรับการแสดงความรู้ของเครื่องมือที่มีการอนุมานได้หลาย ๆ แบบนั้น ผู้แสดงความรู้จะต้องเป็นผู้กำหนดว่าจะให้ความรู้ใดมีวิธีการอนุมานเช่นไร ในขั้นตอนไหน การที่ผู้แสดงความรู้จะกำหนดวิธีการของการอนุมานได้นั้น เครื่องมือเหล่านี้จะต้องมีฟังก์ชันสำหรับการควบคุมการอนุมานด้วย ซึ่งการควบคุมนี้จะเรียกกันโดยทั่วไปว่า เมตาคอนโทรล (Meta - Control) การพิจารณาว่าเครื่องมือมีวิธีการกำหนดเมตาคอนโทรลเช่นไรจึงเป็นเรื่องสำคัญอีกเรื่อง ที่จะต้องให้ความสนใจการเลือกเครื่องมือ

ในการค้นหากฎข้อที่เหมาะสมและการคำนวณทางคณิตศาสตร์สำหรับเครื่องมือนี้เป็นส่วนที่ประกอบอยู่ภายในของเครื่องมือ ผู้แสดงความรู้ไม่ต้องควบคุมการทำงานในส่วนนี้ ตัวเครื่องจะเป็นผู้จัดการให้อย่างอัตโนมัติ แต่สำหรับการเลือกเครื่องมือแล้ว ผู้เลือกจะต้องดูว่าการหากฎข้อที่เหมาะสมของเครื่องมือมีวิธีการเช่นไร เช่นเป็นการเปรียบเทียบแพทเทิร์นเป็นตัวแปร (Variable) ลิเตอรัล (Literal) สตริง (String) ไวลด์การ์ด (Wild Card) และการใช้ดัชนี (Indexing) เป็นต้น สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ก็จะต้องดูว่า สามารถทำการคำนวณอะไรได้บ้าง

การเชื่อมโยงกับโปรแกรมอื่น ๆ นั้นเป็นการดูว่า เครื่องมือนั้นสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่นๆ ได้หรือไม่ บางครั้งเครื่องมือโดยส่วนใหญ่แล้วจะสามารถติดต่อกับโปรแกรมฐานข้อมูลที่สำคัญได้ เช่น Dbase และ Lotus เป็นต้น

การอนุมานของเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติของสิ่งที่กล่าวไว้เกือบครบหรือครบทุกอย่าง เพื่อที่จะให้ผู้พัฒนาระบบสามารถเลือกวิธีการอนุมานได้ด้วยตนเอง แต่การที่เครื่องมือมีวิธีการอนุมานมากเกินไป ก็จะสร้างความสับสนให้กับผู้ที่พัฒนาระบบได้เช่นกัน ถ้าหากว่าผู้ที่พัฒนาระบบนั้นมีความรู้ความชำนาญในเรื่องของเครื่องอนุมานไม่พอ

3.3.3. การติดต่อกับผู้ใช้

การติดต่อกับผู้ใช้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นส่วนที่ระบบจะติดต่อกับผู้ที่มาขอคำปรึกษา ระบบที่ดีจะต้องมีส่วนที่ทำให้ผู้ใช้สะดวกต่อการขอคำปรึกษา มีการแสดงการตอบโต้ที่ง่ายและชัดเจน ในเรื่องต่าง ๆ เหล่านี้ ของเครื่องมือที่ได้มีการพัฒนามาแล้วนั้น การติดต่อกับผู้ใช้สามารถจำแนกได้ออกเป็นชนิดคือ วิธีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้และระบบ การแสดงภาพในระหว่างการขอคำปรึกษา และการเก็บความรู้จากคำตอบของผู้ใช้

ในส่วนของวิธีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้และระบบนี้ โดยปกติแล้วในส่วนนี้ของเครื่องมือจะเป็นแบบที่ระบบป้อนคำถามออกมาเป็นคั่นหนังสือหน้าจอ พร้อมกับมีเมนูของคำตอบที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ด้วยการเลื่อนแถบสว่าง และมีบรรทัดว่างสำหรับให้ผู้ใช้ใส่คำตอบด้วยการพิมพ์คำตอบเข้าทางแป้นพิมพ์ สำหรับการใส่คำตอบของผู้ใช้นั้นจะสามารถใส่ค่าของความมั่นใจต่อคำตอบนั้นได้ด้วย ในระบบที่ดีขึ้นการแสดงผลคำถามของเครื่องมือจะสามารถแสดงภาพได้ด้วย

ในการแสดงผลภาพของระบบจะมีด้วยกันหลายแบบคือ การแสดงได้เฉพาะภาพนิ่ง การแสดงผลภาพเคลื่อนไหว การจำลองแบบ และการแสดงกราฟ เป็นต้น ในการแสดงผลภาพเช่นนี้ ระบบบางระบบจะมีบรรณาธิการของตนเองที่ใช้สำหรับสร้างภาพต่าง ๆ เหล่านี้ บางระบบอาจจะอาศัยโปรแกรมอื่น เช่นการสร้างภาพนิ่งจะอาศัย AutoCad การสร้างภาพเคลื่อนไหวที่อาศัย PC Story Board การจำลองแบบอาศัย SIMAN การแสดงกราฟอาศัย Lotus เป็นต้น หรือบางระบบจะให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างโปรแกรมต่าง ๆ ดังกล่าวขึ้นมาเอง

ในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้นั้นยังมีเรื่องที่จะต้องพิจารณาเพิ่มเติมอีกคือ ในระหว่างการขอคำปรึกษานั้น ผู้ใช้จะต้องสามารถบอกให้เครื่องอนุมานแสดงขั้นตอนของการอนุมานให้ดูบนหน้าจอ บอกให้เครื่องอนุมานแสดงเหตุผลของการตอบคำถามที่กำลังถามอยู่ และบอกให้เครื่องอนุมานแสดงคำตอบที่เป็นไปได้ของคำถามออกมาให้ดูบนหน้าจอได้ เครื่องมือที่มีอยู่ในท้องตลาดส่วนมากแล้วจะสามารถทำเรื่องดังกล่าวได้อยู่แล้ว

การให้คำตอบของผู้ใช้ต่อความไม่มั่นใจในคำตอบ โดยทั่วไป นอกจากการกำหนดค่าความมั่นใจดังกล่าวข้างต้น ระบบที่ดีจะต้องอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถใส่คำตอบได้มากกว่า 1 คำตอบได้ หรือ ให้ผู้ใช้ตอบว่า “ไม่ทราบ” ก็ได้ เพราะเรื่องต่าง ๆ เหล่านี้เป็นเรื่องของ การอนุมานภายใต้ความไม่แน่นอนที่ระบบที่ดีจะต้องมีเสนอ สำหรับเรื่องสุดท้ายเกี่ยวกับการเก็บความรู้จากคำตอบของผู้ใช้นั้น มีเครื่องมือที่ไม่มากนักที่สามารถทำได้ และที่ทำได้ก็ยังไม่ดีนัก ซึ่งยังไม่สามารถจัดได้ว่าทำงานได้จริง ยิ่งไปกว่านั้นบางระบบยังให้ผู้ตอบสามารถตอบเป็นภาษาธรรมชาติได้ด้วย และเช่นกันระบบดังกล่าวก็ยังไม่ดีนักและทำงานจริงยังไม่ได้ และที่ทำได้ก็ยังไม่ดีนัก ซึ่งยังไม่สามารถจัดได้ว่าทำงานได้จริง

ในระบบผู้เชี่ยวชาญที่ดี การติดต่อกับผู้ใช้จะต้องสะดวกและสามารถทำในสิ่งดังกล่าวได้ทั้งหมดหรือเกือบหมด

3.3.4. ลักษณะทางซอฟต์แวร์

ในการเลือกเครื่องมือช่วยในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ลักษณะทางซอฟต์แวร์เป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญ เพราะลักษณะทางซอฟต์แวร์นี้จะบอกถึงธรรมชาติของระบบนั้น ๆ ว่า มีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร ลักษณะทางซอฟต์แวร์นี้มีเรื่องที่น่าสนใจที่จะต้องพิจารณาคือ ภาษาคอมไพเลอร์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ ความสามารถในการคอมไพล์ ความสามารถในการขยายระบบ การใช้ร่วมกับภาษาคอมไพเลอร์อื่น ๆ และระบบจัดการที่ใช้งานร่วมกับเครื่องมือดังกล่าว

สำหรับภาษาคอมไพเลอร์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือและการใช้งานร่วมกับภาษาอื่นนั้น โดยปกติแล้วจะมีความเกี่ยวข้องกันโดยตรง เช่นเครื่องมือที่ถูกสร้างด้วยภาษาซี (C) มักจะใช้งานร่วมกับภาษาซีได้ เป็นต้น ภาษาที่มักจะถูกนำมาสร้างเครื่องมือนี้ได้แก่ภาษาลิสป์ (Lisp) ภาษาซี

ภาษาปาสคาล (Pascal) และภาษาโปรล็อก (Prolog) เป็นต้น สำหรับผู้ที่ทำหน้าที่สร้างฐานความรู้ควรจะพิจารณาเรื่องภาษาที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือเป็นองค์ประกอบหนึ่งด้วย เพราะถ้าเป็นภาษาที่ตนเองถนัดก็จะทำให้ผู้พัฒนามีความคล่องตัวมากขึ้นในการแสดงความรู้ เนื่องจากผู้พัฒนาสามารถใช้ประโยชน์จากการใช้ภาษานั้นในการทำงานร่วมกับเครื่องมือที่ใช้งานอยู่ได้

ความสามารถในการคอมไพล์เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่สำคัญสำหรับการพิจารณา เพราะเมื่อผู้พัฒนาระบบพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญมาแล้ว ก็ต้องการทำให้ความรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความสะดวกในการนำไปใช้งานได้ การคอมไพล์ความรู้ให้อยู่เป็นเอ็กซิกิวไฟล์ นอกจากจะทำให้เกิดความสะดวกในการนำไปใช้งานแล้ว ยังเป็นประโยชน์ต่อการรักษาความลับของฐานความรู้ด้วย

นอกจากความสามารถในการคอมไพล์ เรื่องที่จะต้องพิจารณาประกอบกันก็คือการใช้ร่วมกันกับระบบจัดการ (Operating System) และความสามารถในการขยายระบบ ในเครื่องมือแต่ละชนิดจะมีความยากง่ายในการขยายระบบต่างกันและมีวิธีการที่ต่างกันด้วย ขึ้นอยู่กับวิธีการแสดงความรู้และบรรณาธิการสำหรับการสร้างฐานความรู้ด้วย

ความสามารถในการติดต่อกับผู้พัฒนาระบบ ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้พัฒนาระบบโดยตรง สิ่งที่จะต้องพิจารณาในส่วนนี้คือ วิธีการสร้างฐานความรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขฐานความรู้ ความสามารถในการสร้างส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ และส่วนควบคุมการอนุมาน

วิธีการในการสร้างฐานและแก้ไขความรู้ของเครื่องมือเหล่านี้มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบที่อาศัยโปรแกรมบรรณาธิการ (Word Processor) จากภายนอกและแบบที่มีบรรณาธิการสำเร็จรูป ซึ่งทั้ง 2 แบบมีทั้งข้อดีและข้อเสียต่างกัน โดยปกติแล้วโปรแกรมที่อาศัย Word Processor จากภายนอกจะเหมาะกับผู้พัฒนาระบบที่มีความชำนาญในการสร้างฐานความรู้ เพราะจะทำให้สร้างและแก้ไขความรู้ได้เร็ว สำหรับผู้ที่เริ่มต้นใหม่ ควรจะอาศัยบรรณาธิการฐานความรู้ (Knowledge Base) ที่มีมากับระบบเพราะปกติแล้ว บรรณาธิการเหล่านี้มักจะสร้างขึ้นมาให้ง่ายต่อการใช้งานอยู่แล้ว บรรณาธิการเหล่านี้จะถูกรวบรวมขึ้นมามากหลายรูปแบบ เช่นแบบเมนู แบบเติมคำลงในช่องว่าง ในระบบที่มีบรรณาธิการดี ๆ ตัวโปรแกรมจะตรวจสอบกระบวนการเดิมกฎให้กับผู้พัฒนาระบบได้อีกด้วย

3.4 กระบวนการถอดความรู้

กระบวนการถอดความรู้หมายถึง กระบวนการที่ผู้พัฒนาระบบเรียนรู้และทำความเข้าใจกับความรู้ที่จะนำมาพัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ ในการเรียนรู้และทำความเข้าใจกับความรู้นั้น ผู้พัฒนาสามารถหาได้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เช่น จากผู้เชี่ยวชาญ หนังสือ เป็นต้น นอกจากนั้น แล้วผู้พัฒนาระบบยังจะต้องกำหนดขอบเขตที่แน่นอนของการสร้างความรู้นั้นและขอบเขตนั้นจะต้องสามารถใช้ได้ดีกับระบบผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อผู้พัฒนาระบบสามารถหาแหล่งและกำหนดขอบเขตของความรู้ได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ จำแนกโดเมนของปัญหา และปัญหาเฉพาะของงานในการเลือกปัญหาที่ถูกต้องบางที่อาจจะเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของการพัฒนาระบบ ในขั้นตอนนี้เราเข้าใจว่าเทคโนโลยีทางด้านนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่มาก ถ้าหากว่าเลือกปัญหาที่ไม่ถูกต้อง บางครั้งการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญจะเกิดปัญหาคืนโดยที่ใครก็ไม่สามารถช่วยแก้ไขได้ ดังนั้นในการเลือกปัญหาจึงจำเป็นต้องพิจารณาความสามารถของระบบผู้เชี่ยวชาญ เพราะในระบบใหญ่ถ้าหากว่าเลือกปัญหาผิด อาจจะทำให้ระบบทั้งระบบต้องล้มเหลวได้ อีกเรื่องที่ต้องมีความสำคัญมากของกระบวนการถอดความรู้ก็คือ ในการพัฒนาระบบต้องมีผู้เชี่ยวชาญที่พร้อมที่จะให้การช่วยเหลือ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นระบบที่สร้างขึ้นมาเพื่อพยายามที่จะเลียนแบบการทำงานของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งความช่วยเหลือในการพัฒนา ระบบใหญ่นี้จะแตกต่างจากระบบเล็ก ซึ่งวิศวกรความรู้สามารถประมวลความรู้ด้วยตนเอง และหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งภายนอกได้ แต่ในระบบใหญ่แล้ว ความรู้ที่ใส่จะต้องเป็นความรู้ที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในความรู้นั้น ๆ อย่างดีและสามารถเข้าใจและรู้วิธีแก้ปัญหานั้น ๆ ได้เช่นกัน

3.5 การสร้างต้นแบบ

ในการสร้างต้นแบบ ผู้พัฒนาระบบควรเริ่มต้นจากกระดาษ เขียนแนวความคิดของความรู้ทั้งหมดที่เราจะสร้างขึ้น โดยเริ่มต้นจาก

- เป้าหมาย (Goal) ที่เด่นชัด เป้าหมายในที่นี้ก็คือ จุดหมายปลายทางของระบบการใช้ คำปริกษานี้จะเป็นอย่างไร หรือพูดง่าย ๆ คือคำตอบของการให้คำปริกษานั้นเอง และคำตอบนี้จะมีอยู่หลาย ๆ คำตอบ ซึ่งระบบผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้เลือกให้สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของปัญหา

- กำหนดการไหลของไดอะแกรม (Flow Diagram) ของปัญหาทั้งหมด ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนของการแสดงความรู้ การแสดงความรู้ต้องจัดลำดับของขั้นตอนที่จำเป็นออกมา โหนดแต่ละโหนดจะเป็นแอดคริบิวต์ที่ต้องมีการอนุมาน ในกรณีที่ความรู้มีมากและโดเมนใหญ่ การหาค่าของแอดคริบิวต์ไม่จำเป็นที่จะต้องได้มาจากผู้ใช้ แอดคริบิวต์เหล่านี้อาจจะหาได้จากการอนุมานของเครื่องได้

ในการสร้างต้นแบบนั้นเป็นการแสดงความรู้เฉพาะส่วนขึ้นมา โดยการจำกัดโดเมนของความรู้ให้แคบลง การสร้างระบบต้นแบบนั้นมีจุดประสงค์เพื่อหาความเป็นไปได้ของการสร้างระบบและหาหนทางในการแก้ปัญหาก่อนที่จะสร้างระบบจริง ระบบต้นแบบที่สร้างขึ้นนี้จะต้องมีลักษณะการทำงานที่เหมือนระบบจริงที่จะพัฒนาต่อ แต่กำหนดให้ขอบเขตของการแก้ปัญหาทำได้น้อยกว่า ระบบต้นแบบนี้จะป็นต้นแบบที่ใช้ในการทดสอบว่าการแก้ปัญหาที่ได้ทำการออกแบบมานั้นถูกต้องหรือไม่ และเพื่อเป็นแนวทางในการขยายระบบต่อไป

3.6 ขยาย ทดสอบ และปรับปรุงระบบ

การขยายระบบโดยการนำต้นแบบที่แน่ใจว่าถูกต้องแล้ว มาทำการเพิ่มองค์ประกอบต่างๆ จนกระทั่งเป็นระบบที่สมบูรณ์ตามที่ได้มีการวางแผนไว้ โดยการเติมความรู้ในส่วนที่ยังขาดอยู่และตกแต่งระบบให้ดูประณีต เพิ่มส่วนที่ใช้ในการอธิบายส่วนต่าง ๆ การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญขนาดใหญ่ก่อนที่จะมีการขยายระบบต้นแบบนี้จะต้องมีการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและวิศวกรความรู้อย่างละเอียด ด้วยการนำเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ได้วางไว้ในการสร้างระบบต้นแบบมาทำการทดสอบ และตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อดูว่าเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ทดสอบนั้นถูกต้องหรือไม่ ถ้าหากว่าระบบต้นแบบมีความคลาดเคลื่อนจากการวางระบบเอาไว้ ก็จะต้องวกกลับไปทำการออกแบบระบบต้นแบบใหม่ สำหรับการทดสอบระบบต้นแบบ มีสิ่งที่พึงระลึกไว้เสมอว่า ระบบนี้ได้มีการจำลองระบบให้มีขอบเขตของการแก้ปัญหาที่เล็กกว่าระบบจริง ดังนั้นเงื่อนไขในการทดสอบบางอย่างที่ไม่ได้กำหนดไว้ในการสร้างระบบต้นแบบ ก็จะนำมาตรวจสอบไม่ได้ การประเมินผลของระบบเมื่อระบบสร้างเสร็จแล้วยังต้องมีการประเมินผลด้วยว่าระบบที่ได้ออกมาเป็นไปตามความต้องการของผู้ออกแบบระบบหรือไม่ ในการตรวจสอบผู้ตรวจสอบจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญที่มาช่วยในการพัฒนาระบบมาให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด วิศวกรความรู้จะต้องตรวจสอบเงื่อนไขต่าง ๆ ของการอนุมานให้ครบถ้วน และผู้เชี่ยวชาญจะต้องตรวจสอบความรู้ทุกอย่างที่มีอยู่ในระบบว่า

ตรงกับความเป็นจริงหรือไม่ ถ้าหากว่าเกิดความผิดพลาดขึ้น วิศวกรความรู้จะต้องเป็นผู้แก้ไขกฎหรือข้อมูลต่าง ๆ ในฐานความรู้

การบำรุงรักษา ในส่วนของระบบผู้เชี่ยวชาญผู้สร้างจะต้องเข้าใจว่าความรู้ที่ใส่เข้าไปให้กับระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นมีวันล้าสมัย มีการเปลี่ยนแปลงได้หรือจำเป็นจะต้องเพิ่มเติมในอนาคต ดังนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้นในระบบใหญ่ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเพิ่มเติมความรู้ จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ระบบผู้เชี่ยวชาญนี้มีความทันสมัยอยู่เสมอ