หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

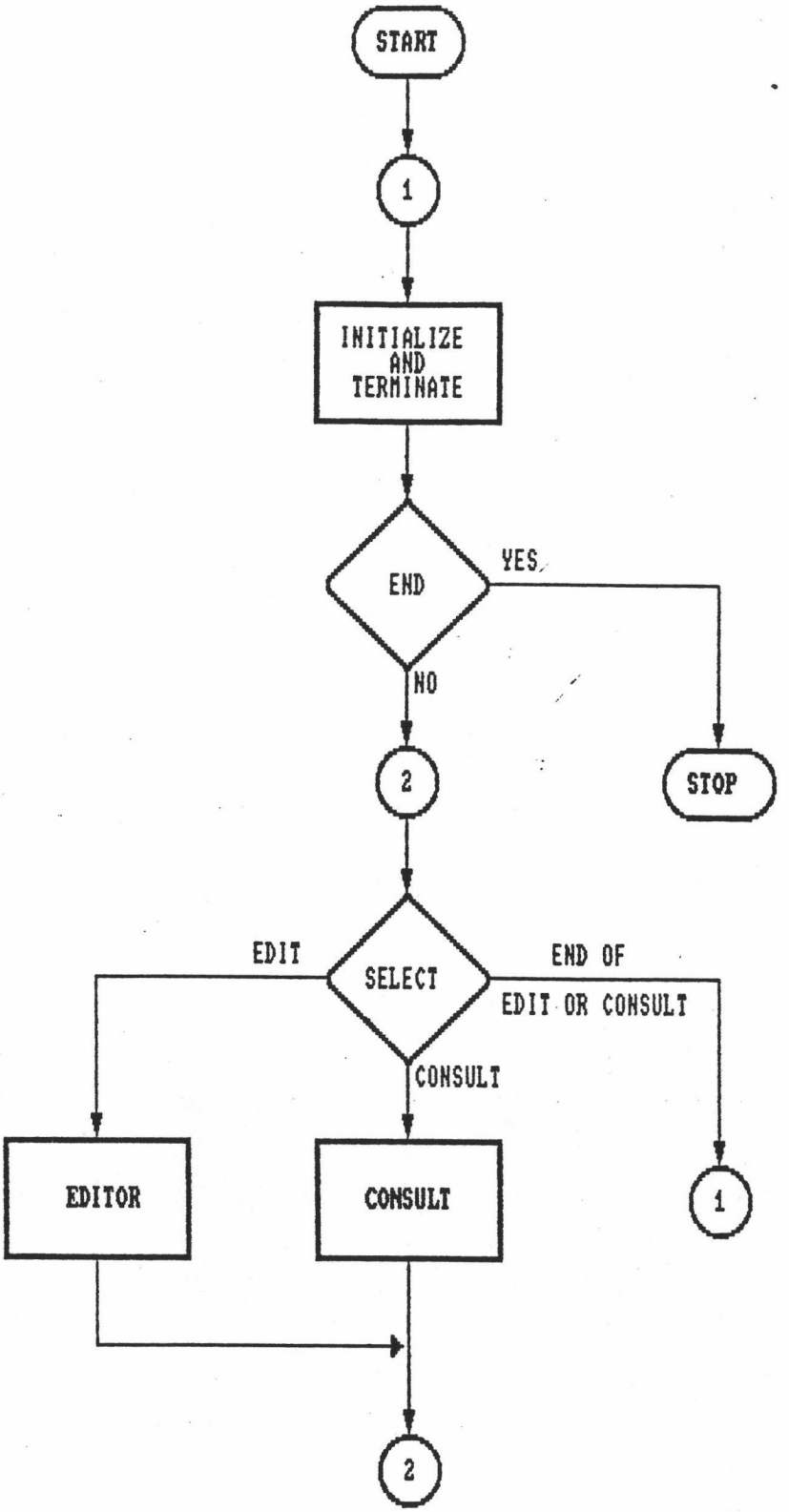
บทที่ 4

การออกแบบการทำงานของโปรแกรม

เพื่อให้ระบบสามารถทำหน้าที่ได้ตามที่กำหนดไว้ และให้การสร้างโปรแกรมง่ายและสะดวก ผู้วิจัยจึงออกแบบการทำงานของโปรแกรมโดยยึดถือเอาหน้าที่ของระบบเป็นหลัก การทำงานโดยรวมของระบบเป็นไปตามรูปที่ 4.1

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าหน้าที่ของระบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนเตรียมพร้อมที่จะใช้หรือเลิกใช้ฐานความรู้, ส่วนจัดการกับความรู้ และส่วนให้คำปรึกษา ดังนั้นการออกแบบการทำงานของระบบจึงแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ เช่นกัน โดยผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงเฉพาะขั้นตอนการทำงาน(algorithm)ที่เป็นหัวใจของทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวเท่านั้น

สำหรับการสร้างโปรแกรมโครงระบบผู้เชี่ยวชาญครั้งนี้ใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง มีความยืดหยุ่นในการใช้งานดี ประกอบกับสามารถเลือกใช้เครื่องมือในการเขียนโปรแกรม(programming tools)ได้ง่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้เครื่องมือเข้าช่วยในการเขียนโปรแกรมนี้ด้วย โดยใช้ช่วยในส่วนของการจัดการไฟล์ข้อมูล (data file management)และการจัดการดัชนีแบบบีทรี(B-tree index management) ซึ่ง Al Stevens เป็นผู้รวบรวมไว้(Stevens, 1986)



รูปที่ 4.1 การทำงานโดยรวมของระบบ

การทำงานของส่วนเตรียมพร้อมที่จะใช้หรือเลิกใช้ฐานความรู้

การทำงานของส่วนนี้ประกอบด้วยงานหลัก 2 ประการคือ การเตรียมการต่างๆเพื่อใช้ฐานความรู้(ข้อ 1-7) และการเลิกใช้งานฐานความรู้ (ข้อ 8-10) ขั้นตอนของการทำงานเป็นดังนี้

1. ให้ผู้ใช้ระบุชื่อไดเร็กตอรี่ที่เก็บฐานความรู้ มีความยาวไม่เกิน 8 ตัวอักษร หากผู้ใช้กดปุ่ม Enter โดยไม่ใส่ชื่อใดๆ หรือกดปุ่ม Esc ก็ให้จบการทำงานของโปรแกรม

2. ตรวจดูว่าชื่อไดเร็กตอรี่ที่ระบุมามีหรือไม่

2.1 ถ้ามีให้เปลี่ยนไดเร็กตอรี่ปัจจุบัน(current directory) ไปเป็นไดเร็กตอรี่ที่ระบุมา ถ้าไม่สำเร็จกลับไปทำข้อ 1 ถ้าสำเร็จทำต่อข้อ 4

2.2 ถ้าไม่มี ถามผู้ใช้ว่าจะสร้างขึ้นใหม่หรือไม่ ถ้าไม่สร้างใหม่กลับไปทำข้อ 1 ถ้าต้องการสร้างใหม่ทำต่อข้อ 3

3. ทำการสร้างไดเร็กตอรี่ย่อยตามชื่อที่ผู้ใช้ระบุ

3.1 ถ้าสร้างไม่สำเร็จ แจ้งให้ผู้ใช้ทราบแล้วกลับไปทำข้อ 1

3.2 ถ้าสร้างสำเร็จ ให้เปลี่ยนไดเร็กตอรี่ปัจจุบันไปเป็นไดเร็กตอรี่ที่สร้างขึ้นใหม่ ถ้าเปลี่ยนไม่สำเร็จลบไดเร็กตอรี่ใหม่นี้ทิ้ง แล้วกลับไปทำข้อ 1 ถ้าเปลี่ยนสำเร็จทำต่อข้อ 5

4. ตรวจว่ามีจำนวนไฟล์ของฐานความรู้ครบหรือไม่ ถ้าไม่ครบแจ้งให้ผู้ใช้ทราบแล้วจบการทำงานของโปรแกรม ถ้าครบถามผู้ใช้ว่าจะทำการสำรองฐานความรู้หรือไม่ ถ้าต้องการก็ให้ทำการสำรองไฟล์ไว้ทั้งหมดแล้วทำต่อข้อ 6

5. ในกรณีที่เป็นฐานความรู้ที่เพิ่งสร้างใหม่ ให้สร้างไฟล์ทั้งหมดขึ้นใหม่ ถ้าไม่สำเร็จแจ้งให้ผู้ใช้ทราบแล้วจบการทำงานของโปรแกรม ถ้าสำเร็จทำต่อข้อ 7

6. ทำการเปิดไฟล์ทั้งหมดในฐานความรู้ ถ้าไม่สำเร็จแจ้งให้ผู้ใช้ทราบแล้วจบการทำงานของโปรแกรม

7. ให้ผู้ใช้เลือกใช้งานดังนี้

7.1 เลิกใช้ฐานความรู้ ทำต่อข้อ 8

7.2 จัดการกับความรู้ ให้ทำการจัดการกับความรู้(ดูหัวข้อ "การทำงานของส่วนจัดการกับความรู้") แล้วทำซ้ำข้อ 7

7.3 ปรึกษา ให้ทำการปรึกษา(ดูหัวข้อ "การทำงานของส่วนให้คำปรึกษา") แล้วทำซ้ำข้อ 7

8. ปิดไฟล์ทุกไฟล์ในฐานความรู้

9. หากเกิดความผิดพลาดในระหว่างจัดการกับความรู้หรือปริกษาให้ทำดังนี้

9.1 ถ้ามีการสำรองฐานความรู้ไว้ ให้ลบไฟล์ใช้งานทิ้งไปแล้วเปลี่ยนชื่อไฟล์สำรองเป็นไฟล์ใช้งานแทน

9.2 ถ้าไม่มีการสำรองฐานความรู้ แจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าฐานความรู้อาจใช้การไม่ได้อีกต่อไป

10. จบการทำงานของโปรแกรม

การทำงานของส่วนจัดการกับความรู้

การทำงานของส่วนนี้ประกอบด้วยงานหลัก 4 อย่างคือ รับความรู้เข้าสู่ฐานความรู้, แสดงความรู้ที่มีอยู่ในฐานความรู้, ลบความรู้บางส่วนออกจากฐานความรู้, และ แก้ไขความรู้ในฐานความรู้

การรับความรู้เข้าสู่ฐานความรู้ประกอบด้วยการทำงานที่สำคัญอยู่ 6 ประการคือ การรับ attribute ใหม่เข้าสู่ฐานความรู้, การรับ value, การรับข้อความ, การรับกฎใหม่เข้าสู่ฐานความรู้, การสร้างอนุประโยค, และ การสร้างอนุประโยคคำสั่ง ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 1-6

การแสดงความรู้ที่มีอยู่ในฐานความรู้ประกอบด้วยการทำงานที่สำคัญ 6 ประการคือ การแสดง value, การแสดง attribute, การแสดงข้อความ, การแสดงกฎ, การแสดงส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ, และ การแสดงอนุประโยค ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 7-12

การลบความรู้บางส่วนออกจากฐานความรู้ประกอบด้วยการทำงานที่สำคัญ 6 ประการคือ การลบ attribute ออกจากฐานความรู้, การลบ value ออกจาก attribute, การลบข้อความ, การลบกฎออกจากฐานความรู้, การลบส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ, และ การลบอนุประโยค ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 13-18

การแก้ไขความรู้ในฐานความรู้ประกอบด้วยการทำงานที่สำคัญอยู่ 11 ประการคือ การแก้ไข attribute, การเปลี่ยนชื่อ attribute, การแก้ไข value, การเพิ่ม value ให้กับ attribute, การเลิกใช้ value ของ attribute, การเปลี่ยนข้อความคำถามของ attribute, การแก้ไขกฎ, การแก้ไขอนุประโยค, การเพิ่มอนุประโยคให้กับกฎ, การเลิกใช้อนุประโยคของ

กฎ, และ การเปลี่ยนข้อความคำแนะนำหรือข้อสรุปของกฎ ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 19-29

ขั้นตอนการทำงานต่างๆที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะมีการอ้างอิงถึงระเบียนและฟิลด์ต่างๆ เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ขอให้ดูรูปที่ 3.1 ประกอบด้วย

1. <u>การรับ attribute ใหม่เข้าสู่ฐานความรู้</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1.1 รับชื่อ attribute ใหม่จากผู้ใช้ ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม Enter โดยไม่ใส่ชื่อ attribute หรือกดปุ่ม ESC ให้จบการทำงานของการรับ attribute ใหม่เข้าสู่ฐานความรู้

1.2 สร้างระเบียนของ attribute ในไฟล์ ATTRIBUTE กำหนดให้หมายเลขระเบียนเป็นเลขที่ของ attribute นั้น แล้วสร้างดัชนีขึ้นโดยใช้ชื่อของ attribute เป็นคีย์ในการค้นหา

1.3 สร้างลิงค์ลิสต์ของเลขที่ value ที่ attribute นี้ใช้อยู่

1.4 ทำการรับ value ทีละตัวจนกว่าจะหมด(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การรับ value")

1.5 นำเลขที่ของ value ที่ได้จากข้อ 1.4(ถ้ามี) ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ของเลขที่ value ที่ attribute นั้นใช้อยู่ ทำซ้ำข้อ 1.4

1.6 เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์(หมายเลขระเบียนแรกของลิสต์)ของเลขที่ value ไว้ในฟิลด์ val_list ของระเบียน attribute

1.7 ทำการรับข้อความคำถามจากผู้ใช้(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การรับข้อความ")

1.8 เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ของข้อความที่เป็นคำถามไว้ในฟิลด์ question_list ของระเบียน attribute

1.9 กำหนดค่าของฟิลด์ clause_list ของระเบียน attribute ให้เป็น 0(NULL)

1.10 จะได้เลขที่ของ attribute นี้เป็นค่าส่งกลับ

2. <u>การรับ value</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

2.1 รับชื่อ value จากผู้ใช้ ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม Enter โดยไม่ใส่ชื่อ value หรือกดปุ่ม Esc ให้จบการทำงานของการรับ value

2.2 ค้นหาดูว่าชื่อ value นี้มีอยู่ในฐานความรู้แล้วหรือไม่ ถ้ามีให้นำเลขที่ attribute ที่เป็นเจ้าของ value นี้ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ของเลขที่ของ attribute แล้วทำต่อข้อ 2.5

2.3 สร้างระเบียนของ value ขึ้นใหม่ กำหนดให้หมายเลขระเบียนเป็นเลขที่ของ value นี้ แล้วสร้างดัชนีขึ้นโดยใช้ชื่อของ value เป็นคีย์ในการค้นหา

2.4 สร้างลิงค์ลิสต์ของเลขที่ attribute ที่เป็นเจ้าของ value นี้

2.5 เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ของเลขที่ attribute ที่เป็นเจ้าของ value นี้ไว้ในฟิลด์ attr_list ของระเบียน value

2.6 จะได้เลขที่ของ value นี้(ถ้ามี)เป็นค่าส่งกลับ

3. <u>การรับข้อความ</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

3.1 รับข้อความจากผู้ใช้ ถ้าผู้ใช้ไม่ใส่ข้อความก็ให้จบการทำงานของการรับข้อความ

3.2 ตัดแบ่งข้อความเป็นส่วนๆขนาดเท่าๆกัน เก็บไว้เป็นลิงค์ลิสต์ในหน่วยความจำ

3.3 บันทึกข้อความทีละโหนดลงในไฟล์ TEXT เริ่มต้นจากโหนดท้ายสุดของลิสต์ จะได้ลิงค์ลิสต์ใหม่ในไฟล์

3.4 จะได้ที่อยู่ของหัวลิสต์ในไฟล์(ถ้ามี)เป็นค่าส่งกลับ

4. <u>การรับกฎใหม่เข้าสู่ฐานความรู้</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

4.1 รับเลขที่กฎจากผู้ใช้ ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม Enter โดยไม่ใส่เลขที่กฎหรือกดปุ่ม Esc ให้จบการทำงานของการรับกฎใหม่เข้าสู่ฐานความรู้

4.2 ตรวจสอบดูว่าเลขที่กฎนี้ซ้ำกับที่มีอยู่เดิมในฐานความรู้หรือไม่ ถ้าซ้ำแจ้งให้ผู้ใช้ทราบแล้วกลับไปทำข้อ 4.1

4.3 สร้างลิงค์ลิสต์ของเลขที่อนุประโยคของส่วนเงื่อนไข

4.4 ทำการสร้างอนุประโยคส่วนเงื่อนไขทีละอนุประโยคจนกว่าจะหมดส่วนเงื่อนไข แล้วทำต่อข้อ 4.6 (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การสร้างอนุประโยค")

4.5 นำเลขที่ของอนุประโยคที่ได้จากข้อ 4.4 (ถ้ามี)ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ของเลขที่อนุประโยคของส่วนเงื่อนไข ถ้ายังมีเงื่อนไขต่อไป ทำซ้ำ

ข้อ 4.4

4.6 เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ของเลขที่อนุประโยคส่วนเงื่อนไขไว้ในฟิลด์ if_list ของระเบียนของกฎ

4.7 สร้างลิงค์ลิสต์ของเลขที่อนุประโยคของส่วนสรุป

4.8 ทำการสร้างอนุประโยคส่วนสรุปทีละอนุประโยคจนกว่าจะหมดส่วนสรุป แล้วทำต่อข้อ 4.10 (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การสร้างอนุประโยค")

4.9 นำเลขที่ของอนุประโยคที่ได้จากข้อ 4.8 (ถ้ามี)ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ของเลขที่อนุประโยคของส่วนสรุป ถ้ายังมีส่วนสรุปต่อไป ทำซ้ำข้อ 4.8

4.10 เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ของเลขที่อนุประโยคส่วนสรุปไว้ในฟิลด์ then_list ของระเบียนของกฎ

4.11 ทำการรับข้อความที่เป็นคำแนะนำหรือข้อสรุปจากผู้ใช้ (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การรับข้อความ")

4.12 เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ของข้อความคำแนะนำหรือข้อสรุปไว้ในฟิลด์ conclude_list ของระเบียนของกฎ

4.13 บันทึกระเบียนของกฎลงในไฟล์ RULE แล้วสร้างดัชนีขึ้นโดยใช้เลขที่ของกฎเป็นคีย์ในการค้นหา

5. <u>การสร้างอนุประโยค</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

5.1 รับชื่อ attribute จากผู้ใช้ ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม Enter โดยไม่ใส่ชื่อ attribute หรือกดปุ่ม Esc ให้จบการทำงานของการสร้างอนุประโยค

5.2 หากชื่อของ attribute จากข้อ 5.1 เป็นคำว่า "#external" หมายถึงให้ทำการสร้างอนุประโยคคำสั่ง จะต้องตรวจสอบดูว่าอนุประโยคนี้เป็นของส่วนสรุปหรือไม่

5.2.1 ถ้าไม่ใช่ แจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าส่วนเงื่อนไขจะมีอนุประโยคคำสั่งไม่ได้

5.2.2 ถ้าใช่ ให้ทำการสร้างอนุประโยคคำสั่ง(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การสร้างอนุประโยคคำสั่ง") แล้วจบการทำงานของการสร้างอนุประโยคและได้เลขที่ของอนุประโยคเป็นค่าส่งกลับ

5.3 ตรวจดูว่าชื่อของ attribute ที่ได้จากข้อ 5.1 มีอยู่ในฐานความรู้แล้วหรือยัง ถ้ายังให้ทำการรับ attribute ใหม่เข้าสู่ฐานความรู้ (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การรับ attribute ใหม่เข้าสู่ฐานความรู้")

5.4 แสดง value ของ attribute ให้ผู้ใช้เลือก

5.5 นำเลขที่ของ attribute และ value ที่ได้มาไปเปรียบเทียบกับอนุประโยคทั้งหมดในฐานความรู้ที่ใช้ attribute นี้อยู่ โดยใช้ฟิลด์ clause_list ของระเบียน attribute เป็นตัวบอกหมายเลขระเบียนแรกของเลขที่อนุประโยคที่ใช้ attribute นี้

5.6 หากผลการเปรียบเทียบในข้อ 5.5 เป็นเท็จ ให้ทำการสร้างระเบียนของอนุประโยคนี้ขึ้นใหม่เป็นอนุประโยคธรรมดา กำหนดให้ฟิลด์ type มีค่าเป็น 0 ให้หมายเลขระเบียนเป็นเลขที่ของอนุประโยค แล้วนำเลขที่ของอนุประโยคนี้ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ของเลขที่อนุประโยคที่ใช้ attribute นี้อยู่ เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ไว้ในฟิลด์ clause_list ของระเบียน attribute

5.7 ถ้าหากอนุประโยคนี้เป็นของส่วนเงื่อนไข ให้นำเลขที่ของกฎที่เป็นเจ้าของอนุประโยคนี้ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ของเลขที่กฎที่ส่วนเงื่อนไขของมันมีอนุประโยคนี้อยู่ เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ไว้ในฟิลด์ chain_list ของระเบียนอนุประโยค

5.8 นำเลขที่ของกฎที่เป็นเจ้าของอนุประโยคนี้ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ของเลขที่กฎที่ใช้อนุประโยคนี้อยู่ เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ไว้ในฟิลด์ rule_list ของระเบียนอนุประโยค

5.9 จะได้เลขที่ของอนุประโยคเป็นค่าส่งกลับ

6. <u>การสร้างอนุประโยคคำสั่ง</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

6.1 รับคำสั่งที่เป็นคำสั่งภายนอกของดอสพร้อมทั้งอาร์กิวเมนต์ 1 ตัว(ถ้ามี)

6.2 ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม Enter โดยไม่ได้ใส่คำสั่งก็แจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าจะต้องใส่คำสั่ง แล้วกลับไปทำข้อ 6.1

6.3 แยกข้อความที่เป็นคำสั่งและอาร์กิวเมนต์ออกเป็นข้อความคนละส่วน

6.4 สร้างระเบียนอนุประโยคขึ้นใหม่เป็นอนุประโยคคำสั่งโดยกำหนดให้ฟิลด์ type มีค่าเป็น 1 ให้หมายเลขระเบียนเป็นเลขที่ของอนุประโยค

6.5 เก็บข้อความส่วนคำสั่งไว้ในไฟล์ TEXT แล้วเก็บที่อยู่ของข้อความนี้ไว้ในฟิลด์ command ของระเบียนอนุประโยค

6.6 ถ้ามีอาร์กิวเมนต์ เก็บข้อความที่เป็นอาร์กิวเมนต์ไว้ในไฟล์ TEXT แล้วเก็บที่อยู่ของข้อความนี้ไว้ในฟิลด์ arg ของระเบียนอนุประโยค

6.7 นำเลขที่ของกฎที่เป็นเจ้าของอนุประโยคนี้ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ของเลขที่กฎที่ใช้อนุประโยคนี้อยู่ เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ไว้ในฟิลด์ rule_list ของระเบียนอนุประโยค

6.8 จะได้เลขที่ของอนุประโยคเป็นค่าส่งกลับ

7. <u>การแสดง value</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

7.1 ใช้เลขที่ของ value เป็นหมายเลขระเบียนของมัน

7.2 อ่านระเบียนของ value แล้วนำชื่อของมันจากฟิลด์ text มาแสดง

7.3 จบการทำงานของการแสดง value

8. <u>การแสดง attribute</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

8.1 ใช้เลขที่ของ attribute ที่ต้องการเป็นหมายเลขของระเบียนของมัน

8.2 อ่านระเบียน attribute นั้นจากไฟล์ ATTRIBUTE แล้วนำชื่อของมันจากฟิลด์ text มาแสดง

8.3 ใช้ค่าในฟิลด์ val_list ของระเบียน attribute เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ซึ่งเก็บเลขที่ของ value ของมันไว้ เป็นหมายเลขระเบียนแรกของไฟล์ NUMBER ที่จะอ่าน

8.4 ตรวจดูว่าหมายเลขระเบียนนั้นเป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ ให้ข้ามไปทำต่อข้อ 8.6 ถ้าไม่ใช่ ให้อ่านระเบียนจากไฟล์ NUMBER แล้วนำเลขที่ value จากฟิลด์ num ไปทำการแสดง value(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดง value") และใช้ค่าในฟิลด์ next เป็นหมายเลขของระเบียนถัดไป

8.5 ทำซ้ำข้อ 8.4

8.6 ใช้ค่าในฟิลด์ question_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ของข้อความคำถามไปทำการแสดงข้อความ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดงข้อความ")

8.7 จบการทำงานของการแสดง attribute

9. การแสดงข้อความ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

9.1 สร้างบัฟเฟอร์(buffer)ของข้อความ มีชนิดของข้อมูลแบบ STRING[2048] กำหนดค่าเริ่มต้นให้เป็นข้อความว่างเปล่า

9.2 ใช้ที่อยู่ของหัวลิสต์ของข้อความที่ได้มาเป็นหมายเลขของระเบียนของข้อความส่วนแรกซึ่งเก็บอยู่ในไฟล์ TEXT

9.3 ตรวจดูว่าหมายเลขระเบียนนั้นเป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปทำข้อ 9.6

9.4 ใช้หมายเลขระเบียนจากข้อ 9.3 ไปอ่านระเบียนของส่วนข้อความจากไฟล์ TEXT

9.5 จากระเบียนที่อ่านได้ นำข้อความในฟิลด์ text ไปต่อท้ายข้อความที่อยู่ในบัฟเฟอร์ และใช้ค่าในฟิลด์ next เป็นหมายเลขระเบียนของข้อความส่วนถัดไป แล้วกลับไปทำข้อ 9.3

9.6 แสดงข้อความทั้งหมด

9.7 ปลดปล่อย(free)บัฟเฟอร์ แล้วจบการทำงานของการแสดงข้อความ

10. การแสดงกฎ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

10.1 ใช้เลขที่ของกฎที่ต้องการเป็นคีย์ในการค้นหาที่อยู่ของระเบียนกฎ ทำการอ่านระเบียนกฎจากไฟล์ RULE

10.2 แสดงเลขที่ของกฎจากฟิลด์ num ในระเบียน

10.3 แสดงอนุประโยคส่วนเงื่อนไขโดยใช้ค่าในฟิลด์ if_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ของเลขที่อนุประโยคส่วนเงื่อนไข(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดงส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ")

10.4 แสดงอนุประโยคส่วนสรุปโดยใช้ค่าในฟิลด์ then_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ของเลขที่อนุประโยคส่วนสรุป(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดงส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ")

10.5 แสดงข้อความคำแนะนำหรือข้อสรุปโดยใช้ค่าในฟิลด์ conclude_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ของข้อความ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดงข้อความ")

10.6 จบการทำงานของการแสดงกฎ

11. การแสดงส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

11.1 ใช้ที่อยู่ของหัวลิสต์ของอนุประโยคที่ได้มาเป็นหมายเลขระเบียนแรกที่จะอ่านจากไฟล์ NUMBER

11.2 ตรวจดูว่าหมายเลขระเบียนเป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ให้จบการทำงานของการแสดงส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ ถ้าไม่ใช่ให้อ่านระเบียนจากไฟล์ NUMBER

11.3 ใช้ค่าในฟิลด์ num เป็นเลขที่อนุประโยคไปทำการแสดงอนุประโยค(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดงอนุประโยค")แล้วใช้ค่าในฟิลด์ next เป็นหมายเลขระเบียนของเลขที่อนุประโยคถัดไป

11.4 ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 11.2

12. การแสดงอนุประโยค มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

12.1 ใช้เลขที่อนุประโยคที่ต้องการเป็นหมายเลขระเบียนของมัน

12.2 อ่านระเบียนจากไฟล์ CLAUSE แล้วดูว่าเป็นอนุประโยคแบบใด ถ้าเป็นอนุประโยคธรรมดาให้ทำข้อ 12.3 ถ้าเป็นอนุประโยคคำสั่งให้ทำข้อ 12.4

12.3 ใช้ค่าในฟิลด์ attr_num และ val_num จากระเบียนที่อ่านได้เป็นหมายเลขระเบียนของ attribute และ value เพื่อทำการอ่านระเบียนของมัน นำชื่อทั้งสองจากฟิลด์ text มาเข้าคู่กันและแสดงเป็นหนึ่งอนุประโยค แล้วจบการทำงานของการแสดงอนุประโยค

12.4 อ่านระเบียนข้อความส่วนคำสั่งจากไฟล์ TEXT โดยใช้ค่าในฟิลด์ command เป็นที่อยู่ของระเบียน และถ้าค่าในฟิลด์ arg ไม่เป็น NULL ก็ให้อ่านระเบียนข้อความส่วนอาร์กิวเมนต์ด้วย จากนั้นนำข้อความทั้งสองส่วนมาต่อกันแล้วแสดงโดยมีคำว่า "#EXTERNAL" นำหน้าข้อความ แล้วจบการทำงานของการแสดงอนุประโยค

13. การลบ attribute ออกจากฐานความรู้ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

13.1 ใช้เลขที่ attribute ที่ต้องการจะลบเป็นหมายเลขระเบียนของมันนำไปอ่านระเบียนจากไฟล์ ATTRIBUTE

13.2 ถ้าการลบ attribute นี้ถูกเรียกใช้จากการลบอนุประโยคหรือการเลิกใช้อนุประโยคของกฎ ให้ลบเลขที่ของอนุประโยคนั้นออกจากลิงค์ลิสต์ที่มีค่าของฟิลด์ clause_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ แล้วปรับค่าในฟิลด์นี้ให้ถูกต้อง

13.3 ถ้าหากค่าในฟิลด์ clause_list ไม่เป็น NULL แสดงว่ายังมีอนุประโยคใช้ attribute นี้อยู่ ห้ามลบ attribute นี้ ให้จบการทำงานของการลบ attribute ออกจากฐานความรู้

13.4 ถ้าหากค่าในฟิลด์ clause_list เป็น NULL แสดงว่าไม่มีอนุประโยคใดใช้ attribute นี้อยู่ สามารถลบ attribute นี้ได้ ให้ผู้ใช้ยืนยันความต้องการที่จะลบ ถ้าผู้ใช้ปฏิเสธการลบ ให้จบการทำงานของการลบ attribute ออกจากฐานความรู้

13.5 ใช้ค่าในฟิลด์ val_list เป็นหมายเลขระเบียนแรกของเลขที่ value ของ attribute นี้

13.6 ตรวจดูว่าหมายเลขระเบียนของเลขที่ value นั้นเป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปทำข้อ 13.9

13.7 อ่านระเบียนของเลขที่ value จากไฟล์ NUMBER แล้วใช้ค่าในฟิลด์ next เป็นหมายเลขระเบียนของเลขที่ value ตัวต่อไป นำเลขที่ของ value ที่อ่านได้นี้ไปใช้ แล้วลบระเบียนนี้ทิ้ง

13.8 ใช้เลขที่ของ value ที่ได้จากข้อ 13.7 ไปทำการลบ value ออกจาก attribute นี้(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบ value ออกจาก attribute") แล้วกลับไปทำข้อ 13.6

13.9 ใช้ค่าในฟิลด์ question_list ไปทำการลบข้อความที่เป็นคำถาม(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบข้อความ")

13.10 ลบระเบียนของ attribute นี้ออกจากไฟล์ ATTRIBUTE

13.11 ลบดัชนีของระเบียน attribute นี้ออกจากไฟล์ดัชนีของมัน

13.12 จบการทำงานของการลบ attribute ออกจากฐานความรู้

14. การลบ value ออกจาก attribute มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

14.1 ใช้เลขที่ value ที่ต้องการจะลบทิ้งเป็นหมายเลขระเบียนของมัน แล้วอ่านระเบียนจากไฟล์ VALUE

14.2 ใช้ค่าในฟิลด์ attr_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ของเลขที่ attribute ที่จะลบ value นี้ ทำการลบระเบียนของเลขที่ attribute ที่ไม่ใช้ value นี้ออกจากลิสต์ดังกล่าว แล้วปรับค่าในฟิลด์ attr_list ให้ถูกต้อง

14.3 หากผลจากข้อ 14.2 ทำให้ลิสต์ดังกล่าวเป็นลิสต์ว่าง (empty list) นั่นคือ attr_list จะมีค่าเป็น NULL ให้ทำดังนี้

14.3.1 ลบระเบียนของ value นี้ออกจากไฟล์ VALUE

14.3.2 ลบดัชนีของระเบียน value นี้ออกจากไฟล์ดัชนีของมัน

14.4 จบการทำงานของการลบ value ออกจาก attribute

15. การลบข้อความ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

15.1 ใช้ที่อยู่ของหัวลิสต์ของข้อความเป็นหมายเลขระเบียนแรกของส่วนข้อความที่เก็บไว้ในไฟล์ TEXT

15.2 ตรวจดูว่าหมายเลขระเบียนนี้เป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ให้จบการทำงานของการลบข้อความ

15.3 อ่านระเบียนของส่วนข้อความจากไฟล์ TEXT ใช้ค่าในฟิลด์ next เป็นหมายเลขระเบียนของข้อความส่วนถัดไป

15.4 ลบระเบียนของส่วนข้อความที่อ่านแล้วในข้อ 15.3

15.5 กลับไปทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 15.2

16. การลบกฎออกจากฐานความรู้ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

16.1 ใช้เลขที่ของกฎที่ต้องการเป็นคีย์ในการค้นหาที่อยู่ของระเบียนกฎ ทำการอ่านระเบียนกฎจากไฟล์ RULE

16.2 ใช้ค่าในฟิลด์ if_list ไปทำการลบส่วนเงื่อนไขของกฎ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ")

16.3 ใช้ค่าในฟิลด์ then_list ไปทำการลบส่วนสรุปของกฎ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ")

16.4 ใช้ค่าในฟิลด์ conclude_list ไปทำการลบข้อความที่เป็นคำแนะนำหรือข้อสรุป(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบข้อความ")

16.5 ลบระเบียนของกฎนี้ออกจากไฟล์ RULE

16.6 ลบดัชนีของระเบียนกฎนี้ออกจากไฟล์ดัชนีของมัน

16.7 จบการทำงานของการลบกฎออกจากฐานความรู้

17. การลบส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

17.1 ใช้ที่อยู่ของหัวลิสต์ของเลขที่อนุประโยคที่ได้มาเป็นหมายเลขระเบียนแรกที่จะอ่านจากไฟล์ NUMBER

17.2 ตรวจดูว่าหมายเลขระเบียนเป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ให้จบการทำงานของการลบส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ ถ้าไม่ใช่ให้อ่านระเบียนจากไฟล์ NUMBER

17.3 ใช้ค่าในฟิลด์ num เป็นเลขที่อนุประโยคไปทำการลบอนุประโยค(ดูขั้นตอนการทำงานจากการลบอนุประโยค") และใช้ค่าในฟิลด์ next เป็นหมายเลขระเบียนของเลขที่อนุประโยคถัดไป

17.4 ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 17.2

18. การลบอนุประโยค มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

18.1 ใช้เลขที่อนุประโยคที่ต้องการจะลบเป็นหมายเลขระเบียนของมัน นำไปอ่านระเบียนจากไฟล์ CLAUSE

18.2 ตรวจดูว่าเป็นอนุประโยคแบบใด ถ้าเป็นอนุประโยคคำสั่งให้ข้ามไปทำข้อ 18.7

18.3 ใช้ค่าในฟิลด์ rule_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ไปทำการลบเลขที่ของกฎที่ไม่ต้องการใช้อนุประโยคนี้ออกจากลิสต์ แล้วปรับค่าในฟิลด์ rule_list ให้ถูกต้อง

18.4 ถ้าอนุประโยคนี้อยู่ในส่วนเงื่อนไข ให้ใช้ค่าในฟิลด์ chain_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ไปทำการลบเลขที่ของกฎที่ไม่ต้องการใช้อนุประโยคนี้ออกจากลิสต์ แล้วปรับค่าในฟิลด์ chain_list ให้ถูกต้อง

18.5 ถ้าหากค่าในฟิลด์ rule_list ไม่เป็น NULL แสดงว่ายังมีกฎบางข้อใช้อนุประโยคนี้อยู่ ให้จบการทำงานของการลบอนุประโยค

18.6 ถ้าหากค่าในฟิลด์ rule_list เป็น NULL แสดงว่าไม่มีกฎข้อใดใช้อนุประโยคนี้แล้ว ให้ใช้ค่าในฟิลด์ attr_num ไปทำการลบ attribute ออกจากฐานความรู้ (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบ attribute ออกจากฐานความรู้") และทำการลบระเบียนอนุประโยคนี้ออกจากไฟล์ CLAUSE แล้วจบการทำงานของการลบอนุประโยค

18.7 ใช้ค่าในฟิลด์ command ไปทำการลบข้อความคำสั่ง (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบข้อความ")

18.8 ใช้ค่าในฟิลด์ arg ไปทำการลบข้อความอาร์กิวเมนต์ (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบข้อความ")

18.9 ใช้ค่าในฟิลด์ rule_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ไปทำการลบเลขที่ของกฎที่ไม่ต้องการใช้อนุประโยคนี้ออกจากลิสต์

18.10 ลบระเบียนอนุประโยคนี้ออกจากไฟล์ CLAUSE แล้วจบการทำงานของการลบอนุประโยค

19. การแก้ไข attribute

ใช้เมื่อต้องการจะเปลี่ยนแปลงแก้ไขชื่อของ attribute, value ของ attribute, หรือข้อความคำถามของมัน มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

19.1 รับชื่อ attribute ที่ต้องการจะแก้ไขจากผู้ใช้ หากผู้ใช้กดปุ่ม Enter โดยไม่ใส่ชื่อหรือกดปุ่ม Esc ให้จบการทำงานของการแก้ไข attribute

19.2 ตรวจดูว่า attribute นี้มีอยู่ในฐานความรู้หรือไม่ ถ้าไม่มี แจ้งให้ผู้ใช้ทราบแล้วกลับไปทำข้อ 19.1

19.3 ทำการแสดง attribute โดยใช้เลขที่ของมัน(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดง attribute")

19.4 ให้ผู้ใช้เลือกว่าจะทำการแก้ไขส่วนใดของ attribute

19.5 ถ้าผู้ใช้เลือกแก้ไขชื่อให้ทำการเปลี่ยนชื่อ attribute (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การเปลี่ยนชื่อ attribute") แล้วกลับไปทำข้อ 19.3

19.6 ถ้าผู้ใช้เลือกแก้ไข value ให้ทำการแก้ไข value (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแก้ไข value") แล้วกลับไปทำข้อ 19.4

19.7 ถ้าผู้ใช้เลือกแก้ไขข้อความคำถาม ให้ทำการเปลี่ยนข้อความคำถามของ attribute(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การเปลี่ยนข้อความคำถามของ attribute") แล้วกลับไปทำข้อ 19.3

19.8 ถ้าผู้ใช้เลือกจบการทำงานของการแก้ไข attribute ให้จบการทำงาน

20. <u>การเปลี่ยนชื่อ attribute</u>

ใช้เมื่อต้องการจะเปลี่ยนชื่อของ attribute ตัวใดตัวหนึ่ง โดยไม่เปลี่ยนแปลงรายละเอียดอื่นๆของมัน มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

20.1 แสดงชื่อ attribute ที่ต้องการจะเปลี่ยน

20.2 รับชื่อใหม่จากผู้ใช้ หากผู้ใช้กดปุ่ม Esc ให้จบการทำงานของการเปลี่ยนชื่อ attribute

20.3 ตรวจดูว่าชื่อใหม่ซ้ำกับชื่อ attribute ที่มีอยู่เดิมในฐานความรู้หรือไม่ ถ้าซ้ำแจ้งให้ผู้ใช้ทราบ แล้วกลับไปทำข้อ 20.2

20.4 ลบดัชนีของระเบียน attribute นี้ออกจากไฟล์ดัชนีของมัน

20.5 เปลี่ยนค่าในฟิลด์ text ของระเบียน attribute ให้เป็นชื่อใหม่

20.6 สร้างดัชนีของระเบียน attribute นี้ขึ้นใหม่ โดยใช้ชื่อใหม่เป็นคีย์ในการค้นหา

20.7 จบการทำงานของการเปลี่ยนชื่อ attribute

21. <u>การแก้ไข value</u>

ใช้เมื่อต้องการเพิ่มหรือลดจำนวน value ของ attribute ที่ต้องการ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

21.1 ให้ผู้ใช้เลือกว่าจะเพิ่มหรือลดจำนวน value

21.2 ถ้าผู้ใช้เลือกที่จะเพิ่มจำนวน value ให้ทำการเพิ่ม value ให้กับ attribute(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การเพิ่ม value ให้กับ attribute") แล้วข้ามไปทำข้อ 21.5

21.3 ถ้าผู้ใช้เลือกที่จะลดจำนวน value ให้ทำการเลิกใช้ value ของ attribute(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การเลิกใช้ value ของ attribute") แล้วข้ามไปทำข้อ 21.5

21.4 ถ้าผู้ใช้เลือกจบการทำงานของการแก้ไข value ให้จบการทำงาน

21.5 ทำการแสดง attribute นี้ใหม่(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดง attribute") แล้วกลับไปทำข้อ 21.1

22. <u>การเพิ่ม value ให้กับ attribute</u>

เป็นการเพิ่มจำนวน value ให้กับ attribute ตัวใดตัวหนึ่ง ซึ่ง value ที่จะเพิ่มเข้าไปจะต้องไม่ซ้ำกับของเดิมที่ attribute นั้นมีอยู่ ขั้นตอนการทำงานมีดังนี้

22.1 ให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่งที่จะเพิ่มเข้าไปว่าจะให้เป็นตัวที่เท่าไรของ attribute นี้

22.2 ทำการรับ value (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การรับ value")

22.3 หากค่าส่งกลับจากข้อ 22.2 เป็นเลขที่ value (มีค่ามากกว่า 0) ให้นำเลขที่นี้แทรกเข้าไปในลิงค์ลิสต์ของเลขที่ value ให้ถูกต้องตามตำแหน่งที่ผู้ใช้ระบุในข้อ 22.1 โดยใช้ค่าในฟิลด์ val_list ของระเบียน attribute เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์

22.4 จบการทำงานของการเพิ่ม value ให้กับ attribute

23. <u>การเลิกใช้ value ของ attribute</u>

ใช้เมื่อต้องการตัด value ของ attribute ตัวใดตัวหนึ่งออก มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

23.1 ให้ผู้ใช้ระบุชื่อ value ที่ต้องการจะตัดออก หากผู้ใช้กดปุ่ม Enter โดยไม่ใส่ชื่อหรือกดปุ่ม Esc ให้จบการทำงานของการเลิกใช้ value ของ attribute

23.2 ใช้ชื่อ value เป็นคีย์ในการค้นหาหมายเลขระเบียนเพื่อให้ได้เลขที่ของมัน หากหาไม่พบ ให้กลับไปทำข้อ 23.1

23.3 ตรวจดูว่า value นี้เป็นของ attribute นี้จริงหรือไม่ โดยใช้เลขที่ value ไปตรวจหาในลิงค์ลิสต์ที่มีค่าในฟิลด์ val_list ของ

ระเบียน attribute เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ หากไม่ใช่ แจ้งให้ผู้ใช้ทราบแล้วกลับไปทำข้อ 23.1

23.4 ใช้เลขที่ของ value และ attribute นี้ไปทำการลบ value ออกจาก attribute (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบ value ออกจาก attribute")

23.5 ใช้ค่าในฟิลด์ val_list ของระเบียน attribute เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ ทำการลบเลขที่ value ที่เลิกใช้ออกจากลิสต์ แล้วปรับค่าในฟิลด์ val_list ให้ถูกต้อง

23.6 จบการทำงานของการเลิกใช้ value ของ attribute

24. <u>การเปลี่ยนข้อความคำถามของ attribute</u>

ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงข้อความที่เป็นคำถามประจำ attribute มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

24.1 สร้างบัฟเฟอร์ที่มีชนิดของข้อมูลแบบ STRING[2048] กำหนดค่าเริ่มต้นให้เป็นข้อความว่างเปล่า

24.2 รับข้อความใหม่เก็บไว้ในบัฟเฟอร์ หากผู้ใช้กดปุ่ม Esc ให้ข้ามไปทำข้อ 24.7

24.3 ใช้ค่าในฟิลด์ question_list ของระเบียน attribute ไปทำการลบข้อความคำถาม (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบข้อความ")

24.4 ตัดแบ่งข้อความจากข้อ 24.2 ออกเป็นส่วนๆ ขนาดเท่าๆกัน สร้างเป็นลิงค์ลิสต์ในหน่วยความจำ

24.5 บันทึกข้อความทีละโหนดลงในไฟล์ TEXT เริ่มจากโหนดท้ายสุดของลิสต์ จะได้ลิงค์ลิสต์ใหม่ในไฟล์

24.6 เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ที่ได้จากข้อ 24.5 ไว้ในฟิลด์ question_list ของระเบียน attribute

24.7 ปลดปล่อยบัฟเฟอร์แล้วจบการทำงานของการเปลี่ยนข้อความคำถามของ attribute

25. <u>การแก้ไขกฎ</u>

ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงแก้ไขอนุประโยคของส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุป หรือคำแนะนำหรือข้อสรุปของกฎข้อใดข้อหนึ่ง มีขั้นตอนการทำงาน

ดังนี้

25.1 รับเลขที่กฎที่ต้องการจะแก้ไขจากผู้ใช้ หากผู้ใช้กดปุ่ม Enter โดยไม่ใส่เลขที่กฎหรือกดปุ่ม Esc ให้จบการทำงานของการแก้ไขกฎ

25.2 ตรวจดูว่าเลขที่กฎนี้มีอยู่ในฐานความรู้หรือไม่ ถ้าไม่มีแจ้งให้ผู้ใช้ทราบแล้วกลับไปทำข้อ 25.1

25.3 ทำการแสดงกฎที่ผู้ใช้เลือก(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดงกฎ")

25.4 ให้ผู้ใช้เลือกว่าจะทำการแก้ไขส่วนใดของกฎ

25.5 ถ้าผู้ใช้เลือกแก้ไขอนุประโยค ให้ระบุว่าจะแก้ไขในส่วนของเงื่อนไขหรือส่วนสรุป แล้วทำการแก้ไขอนุประโยค(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแก้ไขอนุประโยค") แล้วกลับไปทำข้อ 25.4

25.6 ถ้าผู้ใช้เลือกแก้ไขส่วนข้อความคำแนะนำหรือข้อสรุป ให้ทำการเปลี่ยนคำแนะนำหรือข้อสรุปของกฎ (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การเปลี่ยนคำแนะนำหรือข้อสรุปของกฎ") แล้วกลับไปทำข้อ 25.3

25.7 ถ้าผู้ใช้เลือกจบการทำงานของการแก้ไขกฎ ให้จบการทำงาน

26. <u>การแก้ไขอนุประโยค</u>

ใช้เมื่อต้องการเพิ่มหรือลดจำนวนอนุประโยคในส่วนเงื่อนไขหรือส่วนสรุปของกฎ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

26.1 ให้ผู้ใช้เลือกว่าจะเพิ่มหรือลดจำนวนอนุประโยค

26.2 ถ้าผู้ใช้เลือกที่จะเพิ่มจำนวนอนุประโยค ให้ทำการเพิ่มอนุประโยคให้กับกฎ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การเพิ่มอนุประโยคให้กับกฎ") แล้วข้ามไปทำข้อ 26.5

26.3 ถ้าผู้ใช้เลือกที่จะลดจำนวนอนุประโยค ให้ทำการเลิกใช้อนุประโยคของกฎ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การเลิกใช้อนุประโยคของกฎ") แล้วข้ามไปทำข้อ 26.5

26.4 ถ้าผู้ใช้เลือกจบการทำงานของการแก้ไขอนุประโยค ให้จบการทำงาน

26.5 ทำการแสดงกฎข้อนี้(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดงกฎ") แล้วกลับไปทำข้อ 26.1

27. การเพิ่มอนุประโยคให้กับกฎ

ใช้เมื่อต้องการเพิ่มอนุประโยคเข้าไปในกฎข้อใดข้อหนึ่ง มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

27.1 ให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่งของอนุประโยคที่จะเพิ่มเข้าไป

27.2 รับชื่อ attribute จากผู้ใช้ ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม Enter โดยไม่ใส่ชื่อหรือกดปุ่ม Esc ให้กลับไปทำข้อ 27.1

27.3 หากชื่อของ attribute จากข้อ 27.2 เป็นคำว่า "#EXTERNAL" ให้ตรวจดูว่าเป็นการเพิ่มอนุประโยคในส่วนสรุปหรือไม่ ถ้าใช่ให้ทำการสร้างอนุประโยคคำสั่ง(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การสร้างอนุประโยคคำสั่ง")แล้วข้ามไปทำข้อ 27.10 ถ้าไม่ใช่ แจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าส่วนเงื่อนไขมีอนุประโยคคำสั่งไม่ได้แล้วกลับไปทำข้อ 27.2

27.4 หาก attribute นี้ยังไม่มีในฐานความรู้ ให้ทำการรับ attribute ใหม่เข้าสู่ฐานความรู้(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การรับ attribute ใหม่เข้าสู่ฐานความรู้")

27.5 แสดง value ของ attribute ให้ผู้ใช้เลือก เพื่อเข้าคู่เป็นอนุประโยค

27.6 นำเลขที่ของ attribute และ value ที่ได้มา ไปเปรียบเทียบกับอนุประโยคทั้งหมดที่ใช้ attribute นี้อยู่ โดยใช้ค่าในฟิลด์ clause_list ของระเบียน attribute เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ หากพบว่ามีอนุประโยคนี้ในฐานความรู้อยู่แล้ว ให้นำเลขที่ของอนุประโยคนี้มาใช้

27.7 หากอนุประโยคนี้ยังไม่มีในฐานความรู้ ให้ทำการสร้างระเบียนอนุประโยคนี้ขึ้นใหม่เป็นอนุประโยคธรรมดา กำหนดให้หมายเลขระเบียนเป็นเลขที่ของอนุประโยค แล้วนำเลขที่ของอนุประโยคนี้ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ของเลขที่อนุประโยคที่ใช้ attribute นี้อยู่ เก็บที่อยู่ของหัวลิสต์ไว้ในฟิลด์ clause_list ของระเบียน attribute แล้วข้ามไปทำข้อ 27.9

27.8 ใช้เลขที่อนุประโยคจากข้อ 27.6 ไปตรวจดูว่าซ้ำกับที่มีอยู่เดิมในส่วนนี้หรือยัง ถ้าซ้ำ ให้กลับไปทำข้อ 27.2

27.9 หากอนุประโยคนี้เพิ่มเข้าไปในส่วนเงื่อนไข ให้นำเลขที่ของกฎนี้ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ที่มีค่าในฟิลด์ chain_list ของระเบียนของอนุประโยคเป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ แล้วปรับค่าในฟิลด์ chain_list ให้ถูกต้อง

27.10 นำเลขที่ของกฎนี้ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ที่มีค่าในฟิลด์ rule_list ของระเบียนของอนุประโยคเป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ แล้วปรับค่าใน

ฟิลด์ rule_list ให้ถูกต้อง

27.11 ถ้าเป็นการเพิ่มอนุประโยคให้กับส่วนเงื่อนไขของกฎ ให้นำเลขที่อนุประโยคนี้ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ที่มีค่าในฟิลด์ if_list ของระเบียนกฎเป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ แล้วปรับค่าในฟิลด์ if_list ให้ถูกต้อง

27.12 ถ้าเป็นการเพิ่มอนุประโยคให้กับส่วนสรุปของกฎ ให้นำเลขที่อนุประโยคนี้ต่อเข้าไปท้ายลิสต์ที่มีค่าในฟิลด์ then_list ของระเบียนกฎเป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ แล้วปรับค่าในฟิลด์ then_list ให้ถูกต้อง

27.13 จบการทำงานของการเพิ่มอนุประโยคให้กับกฎ

28. <u>การเลิกใช้อนุประโยคของกฎ</u>

ใช้เมื่อต้องการจะลบอนุประโยคออกจากกฎข้อใดข้อหนึ่ง มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

28.1 ให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่งของอนุประโยคที่ต้องการจะตัดออก

28.2 นำตำแหน่งจากข้อ 28.1 ไปอ่านเลขที่อนุประโยคในลิงค์ลิสต์ที่มีค่าในฟิลด์ if_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ในกรณีที่เป็นอนุประโยคในส่วนเงื่อนไข ลบเลขที่อนุประโยคนี้ออกจากลิสต์ดังกล่าว แล้วปรับค่าในฟิลด์ if_list ให้ถูกต้อง
(ในกรณีที่เป็นอนุประโยคในส่วนสรุป ให้ใช้ฟิลด์ then_list แทน if_list)

28.3 ใช้เลขที่อนุประโยคที่ได้จากข้อ 28.2 เป็นหมายเลขระเบียนของมัน ทำการอ่านระเบียนจากไฟล์ CLAUSE

28.4 ถ้าเป็นอนุประโยคคำสั่ง ให้ทำการลบข้อความที่เป็นคำสั่งและอาร์กิวเมนต์ออก โดยใช้ค่าในฟิลด์ command และ arg เป็นที่อยู่ของข้อความ ลบเลขที่กฎนี้ออกจากลิงค์ลิสต์ที่มีค่าในฟิลด์ rule_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ แล้วลบระเบียนอนุประโยคนี้ออกจากไฟล์ แล้วจบการทำงานของการเลิกใช้อนุประโยคของกฎ

28.5 ลบเลขที่กฎนี้ออกจากลิงค์ลิสต์ที่มีค่าในฟิลด์ rule_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ แล้วปรับค่าในฟิลด์ rule_list ให้ถูกต้อง

28.6 ถ้าอนุประโยคนี้อยู่ในส่วนเงื่อนไข ให้ลบเลขที่กฎนี้ออกจากลิงค์ลิสต์ที่มีค่าในฟิลด์ chain_list เป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ แล้วปรับค่าในฟิลด์ chain_list ให้ถูกต้อง

28.7 หากค่าในฟิลด์ rule_list เป็น NULL แสดงว่าไม่มีกฎข้อใดใช้อนุประโยคนี้อีกแล้ว ให้ลบระเบียนอนุประโยคนี้ออกจากไฟล์ และ

ใช้ค่าในฟิลด์ attr_num ไปทำการลบ attribute ออกจากฐานความรู้ (ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การลบ attribute ออกจากฐานความรู้") แล้วจบการทำงานของการเลิกใช้อนุประโยคของกฎ

29. การเปลี่ยนคำแนะนำหรือข้อสรุปของกฎ

ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนข้อความที่เป็นคำแนะนำหรือข้อสรุปให้กับกฎข้อใดข้อหนึ่ง มีขั้นตอนการทำงานเหมือนกับการเปลี่ยนข้อความคำถามของ attribute เพียงแต่เปลี่ยนระเบียน attribute เป็นระเบียนกฎ และฟิลด์ question_list เป็น conclude_list เท่านั้น

การทำงานของส่วนให้คำปรึกษา

การทำงานของการอนุมานในการวิจัยนี้ใช้เทคนิคที่เรียกว่า"Rule Focus"(Whiting et al., 1985) คือ ในการอนุมานแต่ละรอบ แทนที่จะต้องพิจารณากฎทุกข้อในฐานความรู้ว่าข้อใดบ้างที่สามารถจะนำมาใช้ทดสอบได้ซึ่งเป็นการเสียเวลา ระบบเพียงแต่ทำการทดสอบกฎที่มีเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งตรงกับข้อเท็จจริงที่ได้เพิ่มมาจากการอนุมานและผลการทดสอบยังไม่เป็นจริง ก็จะทำให้การอนุมานใช้เวลาน้อยลง ดังนั้นการอนุมานโดยใช้เทคนิคนี้ข้อเท็จจริงทุกข้อจะต้องมีตัวบอกให้รู้ว่า ข้อเท็จจริงนี้ปรากฏอยู่ในส่วนเงื่อนไขของกฎข้อใดบ้าง ซึ่งในการวิจัยนี้ ข้อเท็จจริงก็คืออนุประโยค และตัวบอกนี้ก็คือค่าในฟิลด์ chain_list ของระเบียนอนุประโยคนั่นเอง

งานหลักของส่วนให้คำปรึกษาก็คือการอนุมานความรู้ ซึ่งเป็นการนำเอากฎที่เหมาะสมมาทำการทดสอบโดยการตั้งคำถามและรับคำตอบจากผู้ใช้ แล้วให้คำแนะนำหรือข้อสรุปเป็นครั้งคราวไปจนกระทั่งสิ้นสุดการอนุมาน นอกจากนี้ในระหว่างการปรึกษา ผู้ใช้สามารถที่จะใช้คำสั่งพิเศษเพื่อสั่งให้ระบบทำงานบางอย่างได้ หน้าที่ของคำสั่งต่างๆเหล่านี้ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ"การออกแบบหน้าที่ของส่วนให้คำปรึกษา"ในบทที่ 3 แล้ว

ส่วนให้คำปรึกษาประกอบด้วยการทำงานหลักคือ การอนุมาน การทดสอบกฎ การสอบถามผู้ใช้ และการทำงานตามคำสั่งพิเศษต่างๆ เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจกับขั้นตอนการทำงานต่างๆที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ได้ง่ายขึ้น ขอให้ดูรูปที่ 3.1-3.4 ประกอบด้วย

1. <u>การอนุมาน</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1.1 ทำการทดสอบกฎเลขที่ 1 (ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การทดสอบกฎ")

1.2 ตรวจดูว่าค่าของพอยน์เตอร์บอกตำแหน่งโหนดปัจจุบันของ CONCLUSION LIST เป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ ให้ข้ามไปทำข้อ 1.14

1.3 ใช้เลขที่อนุประโยคจากโหนดปัจจุบันของ CONCLUSION LIST ไปอ่านระเบียนของอนุประโยคจากไฟล์ CLAUSE

1.4 ใช้ค่าในฟิลด์ chain_list ของระเบียนอนุประโยคเป็นหมายเลขระเบียนแรกของลิงค์ลิสต์ของเลขที่กฎที่จะต้องทำการทดสอบ

1.5 ตรวจดูว่าหมายเลขระเบียนของกฎที่จะต้องทดสอบเป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ ให้ข้ามไปทำข้อ 1.13

1.6 อ่านระเบียนของเลขที่กฎจากไฟล์ NUMBER

1.7 ตรวจดูว่าเลขที่กฎในระเบียนจากข้อ 1.6 มีอยู่ใน RULE LIST แล้วหรือยัง ถ้ามีแล้ว แสดงว่ากฎข้อนี้ถูกทดสอบและได้ผลเป็นจริงแล้ว ไม่ต้องทดสอบอีก ให้ใช้ค่าในฟิลด์ next เป็นหมายเลขระเบียนของเลขที่กฎที่จะต้องทดสอบต่อไป แล้วกลับไปทำข้อ 1.5

1.8 ใช้เลขที่กฎที่อ่านได้จากข้อ 1.6 ไปทำการทดสอบกฎ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การทดสอบกฎ")

1.9 หากผู้ใช้ต้องการจะยุติการปรึกษาหรือบันทึกข้อเท็จจริงลงไฟล์ในระหว่างการทดสอบกฎ ให้ข้ามไปทำข้อ 1.14

1.10 หากในระหว่างการทดสอบกฎมีการย้อนคำถามกลับหรือดึงข้อเท็จจริงจากไฟล์มาใช้งาน ให้กลับไปทำข้อ 1.2

1.11 หากในระหว่างการทดสอบกฎ ผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนแปลงการให้แสดงผลการทดสอบกฎ ให้กลับไปทำข้อ 1.8

1.12 ใช้ค่าในฟิลด์ next ของระเบียนที่อ่านได้จากข้อ 1.6 เป็นหมายเลขระเบียนของเลขที่กฎที่จะต้องทดสอบถัดไป แล้วกลับไปทำข้อ 1.5

1.13 กำหนดให้โหนดถัดจากโหนดปัจจุบันของ CONCLUSION LIST เป็นโหนดปัจจุบันแทน แล้วกลับไปทำข้อ 1.2

1.14 จบการทำงานของการอนุมาน

2. <u>การทดสอบกฎ</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

2.1 อ่านระเบียนของกฎเลขที่ๆต้องการจะทดสอบ

2.2 หากระบบถูกกำหนดให้แสดงผลการทดสอบ ให้แสดงเลขที่ของกฎนี้ด้วย โดยใช้ค่าจากฟิลด์ num ของระเบียนกฎมาแสดง

2.3 ตรวจดูว่าอนุประโยคในส่วนสรุปทั้งหมดของกฎข้อนี้มีอยู่ใน CONCLUSION LIST หรือ QUESTION LIST แล้วหรือยัง โดยใช้ค่าในฟิลด์ then_list ของระเบียนกฎเป็นที่อยู่ของหัวลิสต์ของเลขที่อนุประโยคส่วนสรุป ถ้ามีครบแล้วไม่ต้องทดสอบกฎข้อนี้ ให้จบการทำงานของการทดสอบกฎ โดยรายงานผลการทดสอบก่อนหากระบบถูกกำหนดให้แสดงผลการทดสอบกฎ

2.4 ใช้ค่าในฟิลด์ if_list ของระเบียนกฎเป็นหมายเลขระเบียนแรกของลิงค์ลิสต์ของเลขที่อนุประโยคส่วนเงื่อนไข

2.5 ตรวจดูว่าหมายเลขระเบียนของเลขที่อนุประโยคเงื่อนไขเป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ แสดงว่าผลการทดสอบกฎข้อนี้เป็นจริง ให้ข้ามไปทำข้อ 2.13

2.6 อ่านระเบียนของเลขที่อนุประโยคจากไฟล์ NUMBER โดยใช้หมายเลขระเบียนจากข้อ 2.5

2.7 ตรวจดูว่าเลขที่อนุประโยคที่อ่านได้จากข้อ 2.6 มีอยู่ใน CONCLUSION LIST แล้วหรือยัง ถ้ามีแล้วให้ข้ามไปทำข้อ 2.12

2.8 อ่านระเบียนอนุประโยค แล้วใช้ค่าในฟิลด์ attr_num และ val_num ไปเปรียบเทียบกับเลขที่ attribute และ value ของแต่ละโหนดใน QUESTION LIST หากพบว่ามีค่าตรงกันทั้งคู่ให้ข้ามไปทำข้อ 2.12 หากตรงกันเฉพาะเลขที่ attribute แสดงว่าผลการทดสอบกฎข้อนี้เป็นเท็จให้ข้ามไปทำข้อ 2.19 หากไม่ตรงกันทั้งคู่ให้ทำข้อต่อไป

2.9 ใช้เลขที่ attribute ของอนุประโยคเงื่อนไขนี้ไปทำการสอบถามผู้ใช้(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การสอบถามผู้ใช้")

2.10 หากผู้ใช้ต้องการยุติการปรึกษาหรือย้อนคำถามกลับหรือบันทึกข้อเท็จจริงลงไฟล์หรือดึงข้อเท็จจริงจากไฟล์มาใช้หรือเปลี่ยนแปลงการให้แสดงผลการทดสอบกฎ ให้จบการทำงานของการทดสอบกฎ

2.11 หากคำตอบจากผู้ใช้เป็นเลขที่ value ที่ไม่ตรงกับของอนุประโยคเงื่อนไขนี้ แสดงว่าผลการทดสอบกฎข้อนี้เป็นเท็จ ให้ข้ามไปทำข้อ 2.19

2.12 ใช้ค่าในฟิลด์ next ของระเบียนที่อ่านได้จากข้อ 2.6 เป็นหมายเลขระเบียนของเลขที่อนุประโยคเงื่อนไขถัดไป แล้วกลับไปทำข้อ 2.5

2.13 ตรวจดูว่าค่าในฟิลด์ conclude_list ของระเบียนกฎเป็น NULL หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้ใช้ค่าในฟิลด์นี้ไปทำการแสดงข้อความคำแนะนำหรือข้อสรุป(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การแสดงข้อความ")

2.14 ใช้ค่าในฟิลด์ then_list ของระเบียนกฎเป็นหมายเลขระเบียนแรกของลิงค์ลิสต์ของเลขที่อนุประโยคส่วนสรุป

2.15 ตรวจดูว่าหมายเลขระเบียนของเลขที่อนุประโยคสรุปนี้เป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปทำข้อ 2.19

2.16 อ่านระเบียนของเลขที่อนุประโยคจากไฟล์ NUMBER โดยใช้หมายเลขระเบียนจากข้อ 2.15

2.17 ตรวจดูว่าเป็นอนุประโยคคำสั่งหรือไม่ ถ้าใช่ให้นำเลขที่ของอนุประโยคนี้ไปทำการเรียกใช้คำสั่งภายนอก(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การเรียกใช้คำสั่งภายนอก") ถ้าไม่ใช่ ให้ตรวจดูว่าเลขที่อนุประโยคนี้มีอยู่ใน CONCLUSION LIST แล้วหรือยัง ถ้ายังก็ให้นำเลขที่อนุประโยคและเลขที่กฎนี้ต่อเข้าเป็นโหนดสุดท้ายของ CONCLUSION LIST

2.18 ใช้ค่าในฟิลด์ next ของระเบียนที่อ่านได้จากข้อ 2.16 เป็นหมายเลขระเบียนของเลขที่อนุประโยคสรุปถัดไป แล้วกลับไปทำข้อ 2.15

2.19 หากระบบถูกกำหนดให้แสดงผลการทกสอบกฎ ให้รายงานผลการทดสอบของกฎข้อนี้ด้วย

2.20 จบการทำงานของการทดสอบกฎ

3. <u>การสอบถามผู้ใช้</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

3.1 ใช้เลขที่ attribute ไปอ่านระเบียนของมันจากไฟล์ ATTRIBUTE

3.2 หากค่าในฟิลด์ question_list ไม่เป็น NULL ให้ใช้ค่าในฟิลด์นี้ไปทำการแสดงข้อความคำถาม(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การแสดงข้อความ") หากเป็น NULL ให้ใช้ชื่อ attribute นี้เป็นข้อความคำถามแทน

3.3 ใช้ค่าในฟิลด์ val_list ไปใช้แสดงรายชื่อของ value ทั้งหมดของ attribute นี้ โดยมีหมายเลขกำกับหน้าชื่อเริ่มต้นจาก 1

3.4 ให้ผู้ใช้เลือกตอบโดยใช้หมายเลขกำกับหน้าชื่อ value ที่ต้องการเป็นคำตอบ

3.5 หากผู้ใช้เลือกหมายเลขตอบอยู่ในช่วงที่ถูกต้อง ให้นำชื่อ value นั้นไปค้นหาเลขที่ของมันจากไฟล์ดัชนี แล้วใช้เลขที่นี้เป็นค่าส่งกลับและจบการทำงานของการสอบถามผู้ใช้

3.6 หากผู้ใช้ไม่ได้เลือกหมายเลขกำกับหน้าชื่อ value แต่ป้อนคำสั่งพิเศษแทนคำตอบ ให้ทำดังนี้

3.6.1 หากผู้ใช้ป้อนคำสั่ง WHY ให้ทำการให้เหตุผล (ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การให้เหตุผล")

3.6.2 หากผู้ใช้ป้อนคำสั่ง SAVE ให้ทำการบันทึกข้อเท็จจริงลงไฟล์(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การบันทึกข้อเท็จจริงลงไฟล์")

3.6.3 หากผู้ใช้ป้อนคำสั่ง LOAD ให้ทำการดึงข้อเท็จจริงจากไฟล์มาใช้ปรึกษาต่อ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การดึงข้อเท็จจริงจากไฟล์มาใช้ปรึกษาต่อ")

3.6.4 หากผู้ใช้ป้อนคำสั่ง QUIT ให้ระบบรับทราบว่าผู้ใช้ต้องการจะยุติการปรึกษา

3.6.5 หากผู้ใช้ป้อนคำสั่ง HELP ให้ทำการให้ความช่วยเหลือในการตอบ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การให้ความช่วยเหลือในการตอบ") แล้วจบการทำงานของการสอบถามผู้ใช้โดยใช้เลขที่ของ value ที่ได้เป็นค่าส่งกลับ

3.6.6 หากผู้ใช้ป้อนคำสั่ง LIST ให้ทำการแสดงเนื้อหาของกฎในระหว่างการปรึกษา(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การแสดงเนื้อหาของกฎในระหว่างการปรึกษา")

3.6.7 หากผู้ใช้ป้อนคำสั่ง SUMMARIZE ให้ทำการแสดงข้อเท็จจริงที่ค้นพบแล้ว(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การแสดงข้อเท็จจริงที่ค้นพบแล้ว")

3.6.8 หากผู้ใช้ป้อนคำสั่ง BACK ให้ทำการย้อนคำถามกลับ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การย้อนคำถามกลับ")

3.6.9 หากผู้ใช้ป้อนคำสั่ง TRACE ON ก็กำหนดให้ระบบแสดงผลการทดสอบกฎ

3.6.10 หากผู้ใช้ป้อนคำสั่ง TRACE OFF ก็ให้ยกเลิกการแสดงผลการทดสอบกฎ

หากผู้ใช้ป้อนคำสั่งพิเศษข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้คือ 3.6.2, 3.6.3, 3.6.4, 3.6.8, 3.6.9, 3.6.10 เมื่อทำงานตามคำสั่งนั้นแล้วให้จบการทำงานจากการสอบถามจากผู้ใช้

3.7 หากคำตอบของผู้ใช้นอกเหนือไปจากข้อ 3.5 และ 3.6 ให้แจ้งผู้ใช้ว่าคำตอบผิดพลาด

3.8 กลับไปทำข้อ 3.1

4. <u>การเรียกใช้คำสั่งภายนอก</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

4.1 ใช้เลขที่ของอนุประโยคคำสั่งไปอ่านระเบียนของมันจากไฟล์ CLAUSE

4.2 ใช้ค่าในฟิลด์ command ของระเบียนอนุประโยคไปอ่านข้อความคำสั่งจากไฟล์ TEXT

4.3 หากค่าในฟิลด์ arg ของระเบียนอนุประโยคไม่เป็น NULL ให้ใช้ค่านี้นำไปอ่านข้อความอาร์กิวเมนต์จากไฟล์ TEXT

4.4 นำข้อความคำสั่งและอาร์กิวเมนต์ไปเรียกใช้งานคำสั่งภายนอกของดอสผ่านคอมพายเลอร์

4.5 จบการทำงานของการเรียกใช้คำสั่งภายนอก

5. <u>การให้เหตุผล</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

5.1 ใช้เลขที่ของกฎที่กำลังทำการทดสอบอยู่ไปทำการแสดงกฎ (ดูขั้นตอนการทำงานจาก"การแสดงกฎ")

5.2 อ่านระเบียนของอนุประโยคเงื่อนไขที่กำลังทดสอบอยู่

5.3 แสดงเลขที่ของกฎทั้งหมดในลิงค์ลิสต์ โดยใช้ค่าในฟิลด์ chain_list ของระเบียนอนุประโยคเป็นที่อยู่ของหัวลิสต์

5.4 จบการทำงานของการให้เหตุผล

6. <u>การบันทึกข้อเท็จจริงลงไฟล์</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

6.1 รับชื่อไฟล์ที่จะทำการบันทึกจากผู้ใช้ แล้วทำการเปิดไฟล์

6.2 ทำการบันทึกโหนดทุกโหนดของ QUESTION LIST ลงในไฟล์ เรียงลำดับจากโหนดแรกจนถึงโหนดสุดท้าย โดยให้ 1 ระเบียนประกอบด้วย 2 ฟิลด์ข้อมูลแบบ NUMBER ซึ่งเก็บเลขที่ attribute และ value ของแต่ละโหนดนั้น

6.3 บันทึกระเบียนพิเศษซึ่งมีค่าในฟิลด์ทั้ง 2 เป็น (-1) เพื่อบอกให้รู้ว่าจบ QUESTION LIST แล้ว

6.4 ทำการบันทึกโหนดทุกโหนดของ RULE LIST ลงในไฟล์ต่อจากระเบียนข้อ 6.3 เรียงลำดับจากโหนดแรกจนถึงโหนดสุดท้าย โดยให้ 1 ระเบียนประกอบด้วย 2 ฟิลด์ข้อมูลแบบ NUMBER ซึ่งเก็บเลขที่กฎและหมายเลขคำถามของแต่ละโหนดนั้น

6.5 บันทึกระเบียนพิเศษเช่นเดียวกับข้อ 6.3

6.6 ทำการบันทึกโหนดทุกโหนดของ CONCLUSION LIST ลงในไฟล์ต่อจากระเบียนข้อ 6.5 เรียงลำดับจากโหนดแรกจนถึงโหนดสุดท้าย โดยให้บันทึกระเบียนพิเศษไว้ก่อนระเบียนที่เก็บค่าของโหนดปัจจุบัน ใน 1 ระเบียนประกอบด้วย 2 ฟิลด์ข้อมูลแบบ NUMBER ซึ่งเก็บเลขที่อนุประโยคและเลขที่กฎของแต่ละโหนดนั้น

6.7 ปิดไฟล์แล้วจบการทำงานของการบันทึกข้อเท็จจริงลงไฟล์

7. <u>การดึงข้อเท็จจริงจากไฟล์มาใช้ปรึกษาต่อ</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

7.1 รับชื่อไฟล์ที่จะทำการอ่าน แล้วทำการเปิดไฟล์

7.2 ในระหว่างขั้นตอนที่ 7.3 ถึง 7.5 หากการอ่านระเบียนจากไฟล์พบว่าสิ้นสุดไฟล์(end of file) ให้ข้ามไปทำข้อ 7.6

7.3 สร้าง QUESTION LIST ขึ้นใหม่โดยใช้ระเบียนแรกของไฟล์เป็นโหนดแรกของลิสต์เรียงตามลำดับ ให้ระเบียนก่อนระเบียนพิเศษแรกเป็นโหนดสุดท้ายของลิสต์

7.4 สร้าง RULE LIST ขึ้นใหม่โดยใช้ระเบียนถัดจากระเบียนพิเศษแรกเป็นโหนดแรกของลิสต์เรียงตามลำดับ ให้ระเบียนก่อนระเบียนพิเศษที่สองเป็นโหนดสุดท้ายของลิสต์

7.5 สร้าง CONCLUSION LIST ขึ้นใหม่โดยใช้ระเบียนถัดจากระเบียนพิเศษที่สองเป็นโหนดแรกของลิสต์เรียงตามลำดับ ให้ระเบียนถัดจากระเบียนพิเศษที่สามเป็นโหนดปัจจุบัน และระเบียนสุดท้ายของไฟล์เป็นโหนดสุดท้ายของลิสต์ แต่ไม่ใช้ระเบียนพิเศษมาสร้างเป็นโหนดของลิสต์

7.6 ปิดไฟล์แล้วจบการทำงานของการดึงข้อเท็จจริงจากไฟล์มาใช้ปรึกษาต่อ

8. <u>การให้ความช่วยเหลือในการตอบ</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

8.1 สร้างหน้าต่างเพื่อแสดงรายชื่อของ value ให้ผู้ใช้เลือกในลักษณะของเมนูที่มีแถบสว่างเลื่อนได้

8.2 แสดงรายชื่อ value ของ attribute ที่เป็นเจ้าของคำถามไว้ในหน้าต่างที่สร้างขึ้น แล้วอนุญาตให้ผู้ใช้เลือกโดยใช้ปุ่มลูกศร(arrow key)เลื่อนแถบสว่างให้ตรงกับชื่อที่ต้องการตอบแล้วกดปุ่ม Enter ในกรณีไม่มีชื่อที่ต้องการ ให้กดปุ่ม PgDn เพื่อเปลี่ยนไปดูรายชื่อในหน้าถัดไป

8.3 เมื่อผู้ใช้เลือกชื่อ value แล้ว ให้ค้นหาเลขที่ของมันและใช้เลขที่ value นี้เป็นค่าส่งกลับ

8.4 จบการทำงานของการให้ความช่วยเหลือในการตอบ

9. <u>การแสดงเนื้อหาของกฎในระหว่างการปรึกษา</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

9.1 รับเลขที่กฎที่ผู้ใช้ต้องการ

9.2 ใช้เลขที่กฎนี้ไปทำการแสดงกฎ(ดูขั้นตอนการทำงานจาก "การแสดงกฎ")

10. <u>การแสดงข้อเท็จจริงที่ค้นพบแล้ว</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

10.1 กำหนดให้พอยน์เตอร์บอกตำแหน่งโหนดปัจจุบันของ QUESTION LIST และ RULE LIST ชี้ไปยังโหนดแรกของลิสต์ และสร้างตัวแปรแบบ POINTER ชื่อ conclude ให้ค่าเริ่มต้นชี้ไปยังโหนดแรกของ CONCLUSION LIST และตัวนับชื่อ question_sum ให้ค่าเริ่มต้นเป็น 0

10.2 ตรวจดูว่าพอยน์เตอร์บอกตำแหน่งโหนดปัจจุบันของ RULE LIST มีค่าเป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปทำข้อ 10.11

10.3 ตรวจดูว่าค่าของตัวแปร question_sum น้อยกว่าค่าของหมายเลขคำถามในโหนดปัจจุบันของ RULE LIST หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้ข้ามไปทำข้อ 10.7

10.4 แสดงข้อเท็จจริงที่เก็บไว้ในโหนดปัจจุบันของ QUESTION LIST ในรูปของอนุประโยค

10.5 เพิ่มค่าของตัวแปร question_sum ขึ้น 1

10.6 กำหนดให้โหนดถัดจากโหนดปัจจุบันของ QUESTION LIST เป็นโหนดปัจจุบันแทน แล้วกลับไปทำข้อ 10.3

10.7 ตรวจดูว่าค่าของตัวแปร conclude ไม่เป็น NULL และเลขที่กฎในโหนดปัจจุบันของ CONCLUSION LIST เท่ากับเลขที่กฎในโหนดปัจจุบันของ RULE LIST หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้ข้ามไปทำข้อ 10.10 ·

10.8 แสดงข้อเท็จจริงที่เก็บไว้ในโหนดปัจจุบันของ CONCLUSION LIST ในรูปของอนุประโยค

10.9 กำหนดให้ค่าของตัวแปร conclude ชี้ไปยังโหนดถัดจากโหนดปัจจุบันของ CONCLUSION LIST แล้วกลับไปทำข้อ 10.7

10.10 กำหนดให้โหนดถัดจากโหนดปัจจุบันของ RULE LIST เป็นโหนดปัจจุบันแทน แล้วกลับไปทำข้อ 10.2

10.11 ตรวจดูว่าพอยน์เตอร์บอกตำแหน่งโหนดปัจจุบันของ QUESTION LIST เป็น NULL หรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปทำข้อ 10.14

10.12 แสดงข้อเท็จจริงที่เก็บไว้ในโหนดปัจจุบันของ QUESTION LIST ในรูปของอนุประโยค

10.13 กำหนดให้โหนดถัดจากโหนดปัจจุบันของ QUESTION LIST เป็นโหนดปัจจุบันแทน แล้วกลับไปทำข้อ 10.11

10.14 จบการทำงานของการแสดงข้อเท็จจริงที่ค้นพบแล้ว

11. <u>การย้อนคำถามกลับ</u> มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

11.1 ตรวจดูว่า QUESTION LIST เป็นลิสต์ว่างหรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปทำข้อ 11.9

11.2 ตรวจดูว่าพอยน์เตอร์บอกตำแหน่งโหนดแรกของ RULE LIST ไม่เป็น NULL และหมายเลขคำถามในโหนดท้ายสุดของ RULE LIST เท่ากับหมายเลขคำถามปัจจุบันหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้ข้ามไปทำข้อ 11.6

11.3 ตรวจดูว่าพอยน์เตอร์บอกตำแหน่งโหนดแรกของ CONCLUSION LIST ไม่เป็น NULL และเลขที่กฎในโหนดท้ายสุดของ CONCLUSION LIST เท่ากับเลขที่กฎในโหนดท้ายสุดของ RULE LIST หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้ข้ามไปทำข้อ 11.5

11.4 ลบโหนดท้ายสุดของ CONCLUSION LIST และปรับค่าพอยน์เตอร์ทั้งสามของมันให้ถูกต้อง แล้วกลับไปทำข้อ 11.3

11.5 ลบโหนดท้ายสุดของ RULE LIST และปรับค่าพอยน์เตอร์ทั้งสามของมันให้ถูกต้อง แล้วกลับไปทำข้อ 11.2

11.6 ลบโหนดท้ายสุดของ QUESTION LIST และปรับค่าพอยน์เตอร์ทั้งสามของมันให้ถูกต้อง

11.7 ลดค่าของหมายเลขคำถามปัจจุบันลง 1

11.8 กำหนดให้โหนดแรกของ CONCLUSION LIST เป็นโหนดปัจจุบันแทน

11.9 จบการทำงานของการย้อนคำถามกลับ