



บทที่ 4

การศึกษาและทดลองใช้งานโครงสร้างระบบเชี่ยวชาญตัวอย่าง

โครงสร้างระบบเชี่ยวชาญตัวอย่างที่เลือกนำมาทดลองใช้งานในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ระบบคือ M.1 ของบริษัท Teknowledge และ Personal Consultant ของบริษัท Texas Instruments ทั้ง M.1 และ PC เป็นโครงสร้างระบบเชี่ยวชาญที่มีพื้นฐานมาจากระบบเชี่ยวชาญตัวเดียวกันคือ MYCIN ซึ่งมีลักษณะงานเป็นแบบการวินิจฉัยและเสนอวิธีแก้ไขปัญหา M.1 และ PC เป็นโครงสร้างระบบเชี่ยวชาญขนาดเล็กที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล สำหรับตัวอย่างที่นำมาทดลองใช้งานครั้งนี้เป็นเพียงระบบสาธิตการทำงานของระบบเชี่ยวชาญที่สร้างขึ้นมาโดยโครงสร้างระบบเชี่ยวชาญดังกล่าวเท่านั้น ไม่สามารถใช้ในการพัฒนาระบบเชี่ยวชาญขึ้นมาใหม่ได้ การทดลองใช้งานจึงเป็นเพียงการศึกษาการทำงานของระบบโครงสร้างของฐานความรู้ และเครื่องมืออธิบายการทำงานต่าง ๆ เท่านั้น

M.1

M.1 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบเชี่ยวชาญสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีประสิทธิภาพมากตัวหนึ่งในปัจจุบัน พัฒนาโดยบริษัท Teknowledge M.1 เหมาะสำหรับการสร้างระบบเชี่ยวชาญแบบระบบฐานกฎที่มีจำนวนกฎความรู้ไม่เกิน 1000 กฎ M.1 พัฒนาขึ้นโดยมีพื้นฐานจากระบบเชี่ยวชาญ MYCIN ลักษณะงานที่เหมาะสมสำหรับ M.1 จึงเป็นระบบวินิจฉัยหาสาเหตุของปัญหา และเสนอวิธีการแก้ไขเช่นเดียวกับ MYCIN และโครงสร้างระบบเชี่ยวชาญอื่น ๆ ที่มีพื้นฐานเช่นเดียวกันรวมทั้ง PC ด้วย M.1 ใช้วิธีการวินิจฉัยแบบย้อนหลังคู่กับการให้เหตุผลแบบไม่แน่นอน การแทนค่าความรู้ภายในฐานความรู้เป็นแบบกฎและแทนค่าข้อเท็จจริงโดยใช้ A-V pair ซึ่งมีปัจจัยความเชื่อมั่นประกอบด้วย ภาษาที่ใช้พัฒนา M.1 คือ ภาษา C M.1 ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล IBM-PC XT AT หรือคอมแพกทิเบิล

1. ฐานความรู้

ฐานความรู้ของ M.1 ไม่มีการจัดโครงสร้างแบบระดับชั้นเหมือนของ PC ไม่มีการแบ่งฐานความรู้ออกเป็นเนื้อความและเนื้อความย่อย จะเป็นแบบที่มีเนื้อความหลักเพียงอันเดียว ซึ่งมีคุณสมบัติ GOAL และ INITIALDATA เช่นเดียวกับ PC GOAL จะเป็นชื่อของพารามิเตอร์ที่ระบบจะต้องหาค่ามาให้ได้ การวินิจฉัยจึงจะสิ้นสุดอย่างสมบูรณ์ INITIALDATA คือรายชื่อของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เมื่อเริ่มต้นทำการวินิจฉัย ระบบจะทำการถามหาค่าของพารามิเตอร์เหล่านั้นจากผู้ใช้โดยตรง

ความรู้ในฐานความรู้จะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ข้อเท็จจริง กฎ และข้อเท็จจริงควบคุม (Meta fact) ที่ใช้ในการควบคุมการวินิจฉัย

ก. ข้อเท็จจริง

ข้อเท็จจริงในฐานความรู้จะอยู่ในรูปแบบดังต่อไปนี้

LABEL : PARAMETER = VALUE CF. INTEGER

ซึ่งมีค่าปัจจัยความเชื่อมั่นประกอบสำหรับแต่ละข้อเท็จจริงด้วย ปัจจัยความเชื่อมั่นจะมีค่าระหว่าง -100 ถึง 100 LABEL จะเป็นชื่อของข้อเท็จจริงนี้ ถ้าไม่ใช่ M.1 จะให้ชื่อเป็น kb-N โดยที่ N จะเป็นเลขจำนวนเต็มเรียงตามลำดับ ค่าของพารามิเตอร์จะกำหนดให้เป็นอะไรก็ได้แต่ถ้าไม่ใช่ M.1 จะสมมติให้เป็นค่า YES สำหรับปัจจัยความเชื่อมั่นถ้าผู้พัฒนาไม่ใช่ M.1 จะมีค่าเป็น 100 เมื่อ M.1 พบข้อเท็จจริงจะทำการคัดลอกข้อเท็จจริงนั้นไปไว้ในหน่วยความจำที่เรียกว่า Cache ยกตัวอย่างเช่นขณะที่ระบบกำลังหาค่า best-colour และพบข้อเท็จจริง kb-9 ในฐานความรู้

kb-9 : best-colour = red cf. 80

M.1 จะคัดลอกข้อเท็จจริงนี้ไปไว้ใน Cache ดังต่อไปนี้

best-colour = red cf. 80 because kb-9

ข. กฎ

กฎในฐานความรู้ของ M.1 จะอยู่ในรูปแบบดังต่อไปนี้

if PREMISE
then CONCLUSION

โดยที่ PREMISE จะอยู่ในรูปของ parameter = value ซึ่งอาจจะมีหลาย ๆ ประโยคเชื่อมต่อกันด้วย and or หรือ not ก็ได้ ส่วน CONCLUSION จะอยู่ในรูป

parameter = value cf integer

ประโยคใน conclusion อาจมีหลายประโยคเชื่อมต่อกันด้วย and ได้ แต่ไม่สามารถมี or หรือ not และพารามิเตอร์ที่อยู่ในส่วน CONCLUSION ทุกประโยคต้องเป็นพารามิเตอร์ตัวเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น

rule-1 : if main-component = meat
then best-colour = red cf. 80
and best-colour = white cf. 40
rule-2 : if sauce = spicy
then best-body = full cf. 70
and best-sweetness = dry cf. 60

rule-1 จะเป็นกฎที่ถูกต้อง แต่ rule-2 จะผิดเพราะพารามิเตอร์ในส่วน CONCLUSION ของประโยคทั้งสองไม่ใช่พารามิเตอร์เดียวกัน เมื่อไรก็ตามที่ส่วนหลักฐานของกฎเป็นจริง ส่วนผลลัพธ์ของกฎนั้นจะถูกคัดลอกลงไปใน Cache พร้อมด้วยค่าปัจจัยความเชื่อมั่นด้วย

ค. ข้อเท็จจริงควบคุม (Meta fact)

ใช้ในการทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัยการโต้ตอบระหว่างระบบกับผู้ใช้ ข้อเท็จจริงควบคุมนี้ได้แก่

1) legalvals จะเป็นการระบุค่าของพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้สามารถป้อนเข้าสู่ระบบได้ซึ่งอาจจะเป็นตัวเลข จำนวนเต็ม จำนวนจริง หรือตัว

อักษร หรือรายการค่าที่เป็นไปได้

2) automaticmenu ใช้ในการพิมพ์รายการคำตอบที่ถูกต้องเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกคำตอบจากรายการนี้ได้โดยจะใช้ค่าต่างๆ ในข้อเท็จจริงควบคุม legalvals

3) question จะเป็นข้อความใช้ในการถามหาค่าของพารามิเตอร์นั้นจากผู้ใช้

4) initialdata เป็นรายชื่อพารามิเตอร์ที่ระบบจะถามหาค่าจากผู้ใช้โดยตรงเมื่อเริ่มทำการวินิจฉัย

5) enumeratedanswers ใช้เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตอบคำถามโดยใช้ตัวเลขจากรายการคำตอบที่ให้เลือกได้ ยกตัวอย่างเช่น

legalvals(height) = [low,medium,high]

ผู้ใช้สามารถตอบ 1 2 และ 3 ได้ซึ่งหมายถึง low medium และ high ตามลำดับ คำตอบ 0 จะหมายถึงไม่ทราบคำตอบ

6) goal คือพารามิเตอร์ที่ระบบจะต้องทำการหาค่าออกมาให้ได้เมื่อสิ้นสุดการวินิจฉัย

7) explanation เป็นข้อความที่ใช้ในการตอบคำถาม Why ของผู้ใช้

8) multivalued พารามิเตอร์ที่มีข้อเท็จจริงควบคุม multivalued นี้จะสามารถมีได้หลายค่า

2. เครื่องจักรกลวินิจฉัย

การทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัยของ M.1 จะใช้การวินิจฉัยแบบย้อนหลังและการให้เหตุผลแบบไม่แน่นอน เครื่องจักรกลวินิจฉัยจะทำการหาค่าของพารามิเตอร์ที่ปรากฏอยู่ในข้อเท็จจริงควบคุม GOAL ซึ่งจะต้องทำการหาค่าของพารามิเตอร์อื่นๆ อีกหลายตัวก่อนที่จะสามารถหาค่าพารามิเตอร์ใน goal ได้ การหาค่าของพารามิเตอร์ทำได้หลายวิธี เช่น

- ถ้าค่าของพารามิเตอร์นั้น สามารถคำนวณได้จากค่าของพารามิเตอร์อื่นๆ M.1 จะคำนวณหาค่าของพารามิเตอร์นั้น

- ค้นหาค่าของพารามิเตอร์นั้นภายใน cache ถ้าพารามิเตอร์นั้นเคยหาค่าไว้ก่อนแล้ว

- ค้นหากายในฐานความรู้ เพื่อให้ได้กฎหรือข้อเท็จจริงที่ใช้หาค่าของพารามิเตอร์นั้นได้

มิเตอร์นั้นเลย - ถ้าไม่มีความรู้ใดในฐานความรู้ที่กล่าวถึงการหาค่าของพารามิเตอร์นั้นเลย เครื่องจักรกลวินิจฉัยจะถามหาค่าของพารามิเตอร์นั้นจากผู้ใช้งานโดยตรง

ข้อดีประการหนึ่งของ M.1 คือ สามารถใช้กฎในลักษณะที่เป็นตัวแปรได้ ทำให้ผู้พัฒนาไม่ต้องใส่กฎหลาย ๆ กฎที่คล้าย ๆ กัน แต่ใช้กฎเพียงกฎเดียวที่มีตัวแปร และใช้การจับคู่ระหว่างตัวแปรในกฎกับข้อเท็จจริง ตัวอย่างเช่นกฎต่อไปนี้

```
rule-1 : if   recommended-color = red and
             recommended-body = medium and
             recommended-sweetness = medium
           then wine = gamay.
```

```
rule-2 : if   recommended-color = white and
             recommended-body = full and
             recommended-sweetness = dry
           then wine = chardonnay.
```

```
rule-3 : if   recommended-color = white and
             recommended-body = light and
             recommended-sweetness = sweet
           then wine = riesling.
```

```
rule-4 : if   recommended-color = red and
             recommended-body = full and
             recommended-sweetness = medium
           then wine = burgundy.
```

ทั้ง 3 กฎนี้สามารถรวมกันเป็นกฎเดียวโดยใช้ตัวแปรนี้

```
rule-1 : if   recommended-color = C and
             recommended-body = B and
             recommended-sweetness = S and
             wine(C,B,S) = W
           then wine = W.
```

เครื่องจักรกลวินิจฉัยจะทำการจับคู่ระหว่างตัวแปรและข้อเท็จจริงที่อยู่ในรูปของตาราง จากตัวอย่างคือ wine(C,B,S) กับตารางข้อเท็จจริง wine ซึ่งอาจมีได้อีกหลายข้อเท็จจริงโดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงที่กฎเลย ตารางข้อเท็จจริง wine ลักษณะดังต่อไปนี้

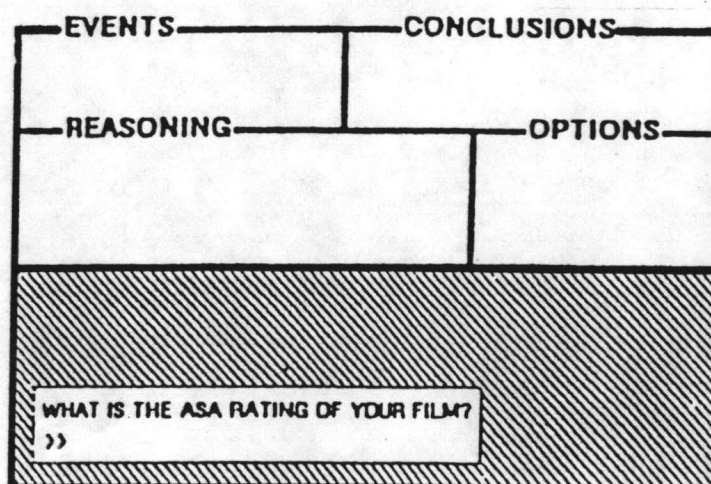
```
wine(red,medium,medium) = gamay.
wine(white,full,dry) = chardonnay.
wine(white,light,sweet) = riesling.
wine(red,full,ANY) = burgundy.
```

3. ส่วนติดต่อกับผู้พัฒนาและส่วนติดต่อกับผู้ใช้

การสร้างฐานความรู้ของ M.1 จะใช้เวิร์ดโปรเซสเซอร์ตัวใดก็ได้ สร้างฐานความรู้ในรูปแบบที่ M.1 กำหนดและนำเข้ามาใส่ไว้ใน M.1 โดยใช้คำสั่ง load

การโต้ตอบระหว่างระบบกับผู้ใช้จะใช้การใส่ข้อความแบบบรรทัดต่อบรรทัด M.1 ยอมให้ผู้พัฒนาทำการติดตามการวินิจฉัยได้โดยใช้คำสั่ง trace ระบบจะแสดงกฎและข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ทำการวินิจฉัยออกมาให้กับผู้พัฒนาทราบพร้อมคำอธิบายทุกขั้นตอน

ผู้พัฒนาสามารถเลือกการทำงานใน panel mode ได้ ซึ่งใน panel mode นี้ ส่วนติดต่อกับผู้พัฒนาและส่วนติดต่อกับผู้ใช้จะถูกแบ่งจอภาพออกเป็น ส่วน ๆ สำหรับข้อมูลแต่ละประเภทซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดง panel mode ของ M.1

EVENT หน้าต่างส่วนนี้จะแสดงข้อความให้ทราบวาระบบกำลังจะหาค่าพารามิเตอร์อะไรอยู่ และหาค่าได้หรือไม่

CONCLUSION เนื้อที่ส่วนนี้จะใช้แสดงพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ที่สรุปผลออกมาได้ พร้อมกับค่าปัจจัยความเชื่อมั่นซึ่งถ้ามีค่าเป็น 100 จะไม่แสดงบนจอภาพส่วนนี้

REASONING หน้าต่างนี้ใช้แสดงฐานความรู้ในส่วนที่ใช้ในการหาค่าของพารามิเตอร์ในขณะนั้นซึ่งอาจจะเป็นกฎหรือข้อเท็จจริงก็ได้

OPTIONS แสดงค่าที่สามารถรับได้จากคำถามที่ปรากฏ

CONSULTATION คือส่วนล่างของจอภาพที่ใช้ในการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับระบบ

4. ตัวอย่างการใช้งาน M.1

การเข้าสู่โครงระบบเชี่ยวชาญ M.1 จากระบบปฏิบัติการทำได้โดยใช้คำสั่ง M1 ซึ่งอาจจะทำการนำเอาฐานความรู้ที่สร้างจากเวิร์ดโปรเซสเซอร์ตัวอื่นเข้าไปในหน่วยความจำพร้อมกันไปด้วยก็ได้ โดยพิมพ์ชื่อฐานความรู้นั้นหลัง M1 ตัวอย่างการใช้งานนี้จะใช้ฐานความรู้ WINE เป็นตัวสาธิต

ก. เมื่อพิมพ์ M1 WINE จากระบบปฏิบัติการ M.1 จะนำผู้ใช้เข้ามาในระบบ M.1 ซึ่งจะมีเครื่องหมาย M.1 > รอคำสั่งจากผู้ใช้

ข. เริ่มต้นทำการวินิจฉัยได้โดยใช้คำสั่ง GO คำถามแรกจะปรากฏขึ้นดังต่อไปนี้

M.1 >go

"Is the main-component of the meal meat, fish or poultry ?"

>> เครื่องหมาย >> จะเป็นเครื่องหมายแสดงว่ากำลังอยู่ในระหว่างการวินิจฉัย ผู้ใช้จะสามารถป้อนคำตอบคำถามได้หลังเครื่องหมายนี้ ถ้าตอบคำถามนี้ด้วยการพิมพ์ "poultry and meat" หลังเครื่องหมาย >> และกด RETURN

ค. คำถามต่อไปจะปรากฏขึ้นคือ

"Does the meal have veal in it ?"

>> no

และ

"Does the meal have turkey in it ?"

>> Why

ง. ผู้ใช้อาจขอคำอธิบายการทำงานของระบบได้ด้วยคำถาม Why ซึ่งจะมีความหมายว่า ทำไมระบบจึงถามคำถามข้างต้น M.1 จะแสดงคำอธิบาย และกฎต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาให้ดังต่อไปนี้

"Does the meal have turkey in it ?"

>> Why

M.1 is trying to determine whether the following rule is applicable in this consultation:

rule-7 :

```

If   main-component = poultry and
     has-turkey      = no
then best-color     = white cf 90 and
     best-color      = red cf 30.

```

The following entries are also under consideration

rule-21 (a rule)

rule-33 (a rule)

kb-1 (a goal)

"Does the meal have turkey in it ?"

>>

จ. นอกจากคำถาม Why แล้ว ผู้ใช้ยังสามารถใช้คำถาม List และ Show เพื่อดูค่าต่าง ๆ ในฐานความรู้และหน่วยความจำ Cache เช่น

การใช้คำสั่ง list best-color หลังเครื่องหมาย >> จะเป็นการดูว่า มีกฎใดบ้างที่สรุปผลค่าของ best-color บ้าง M.1 จะตอบคำถามนี้ด้วยกฎต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

"Does the meal have turkey in it ?"

>>list best-color

rule-6 :

```
If main-component = meat and
    has-veal       = no
then best-color   = red cf 90.
```

rule-7 :

```
If main-component = poultry and
    has-turkey     = no
then best-color   = white cf 90 and
    best-color     = red cf 30.
```

rule-8 :

```
If main-component = fish
then best-color   = white
```

rule-9 :

```
If not(main-component = fish) and
    has-sauce       = yes and
    sauce           = tomato
then best-color    = red.
```

rule-10 :

```
If main-component = poultry and
    has-turkey     = yes
then best-color   = red cf 80 and
    best-color     = white cf 50.
```

rule-11 :

```
If has-sauce = yes and
    sauce     = cream
then best-color = white cf 40 and
    best-color = red cf -90.
```

ส่วนคำถาม Show จะเป็นการดูค่าต่าง ๆ ที่อยู่ใน Cache หลังจากตรวจสอบกฎและค่าที่ได้แล้ว พิมพ์คำตอบสำหรับคำถามนี้คือ Yes ดังนี้

"Does the meal have turkey in it ?"

>> Yes

จ. คำถามต่อไปคือ

"Does the meal have a sauce on it ?"

>> yes

"Is sauce for the meal spicy, sweet, cream or tomato ?"

>>

ถาม Why ที่จุดนี้อีกครั้ง เพื่อเรียกดูกฎที่ระบบกำลังใช้งาน

"Is sauce for the meal spicy, sweet, cream or tomato ?"

>> Why

M.1 is trying to determine whether the following rule is applicable in this consultation:

rule-9 :

```
If not(main-component = fish) and
    has-sauce      = yes and
    sauce = tomato
then best-color  = red.
```

The following entries are also under consideration

rule-21 (a rule)

rule-33 (a rule)

kb-1 (a goal)

"Is sauce for the meal spicy, sweet, cream or tomato ?"

>> Yes

"Do you generally prefer dry, medium or sweet wine ?"

>> Why

M.1 is trying to determine whether the following rule is applicable in this consultation:

rule-29 :

If best-sweetness is unknown and
 preferred-sweetness = dry
 Then recommended-sweetness = dry.

The following entries are also under consideration
 rule-36 (a rule)
 kb-1 (a goal)

"Do you generally prefer dry, medium or sweet wine ?"

>> medium

wine = cabernet-sauvignon (98%) because rule-42
 wine = zinfandel (98%) because rule-42
 wine = burgundy (98%) because rule-44
 wine = chardonnay (60%) because rule-36
 wine = gevuertztraminer (60%) because rule-39

Personal Consultant (PC)

PC หรือ Personal Consultant เป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้นโดยบริษัท Texas Instruments PC เป็นชุดของซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับสร้างและใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญประเภทระบบฐานกฎ (rule-based expert system) ที่ใช้การวินิจฉัยแบบย้อนหลังเป็นหลัก PC เขียนขึ้นด้วยภาษา IQLISP ซึ่งเป็นภาษา LISP ชนิดหนึ่ง PC ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของ TI คือ TI professional computer ต้องการหน่วยความจำอย่างน้อย 512 กิโลไบต์ สำหรับฐานความรู้ขนาดไม่เกิน 200 กฎ และ 768 กิโลไบต์สำหรับฐานความรู้ขนาดใหญ่กว่า 200 กฎ แต่มีขีดจำกัดไม่เกิน 400 กฎ

PC ประกอบด้วยเครื่องมือที่สำคัญ 2 อย่างคือ

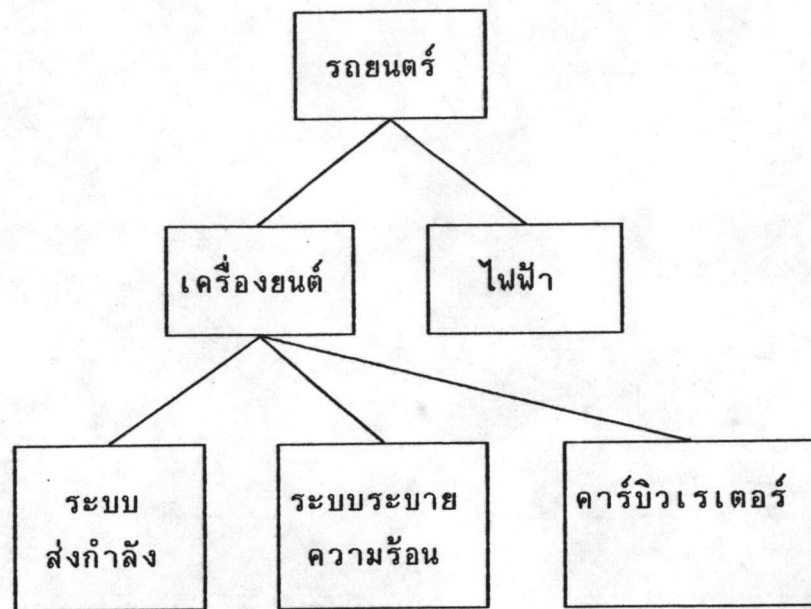
- เครื่องจักรกลพัฒนาฐานความรู้ (Development engine) ใช้ในการสร้างและปรับปรุงฐานความรู้
- เครื่องจักรกลวินิจฉัย (Inference engine) ใช้สำหรับการวินิจฉัย และทดสอบการทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัยโดยใช้ฐานความรู้ที่สร้างขึ้น

หลังจากที่ได้พัฒนาฐานความรู้ขึ้นมาโดยใช้เครื่องจักรกลพัฒนาความรู้ และได้ทดสอบฐานความรู้จนถูกต้องสมบูรณ์ PC จะมีอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งคือ Run time utilities ให้ผู้พัฒนาใช้ในการแยกระบบผู้เชี่ยวชาญออกมาสำหรับผู้ใช้งานโดยเฉพาะ ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ได้นี้จะไม่มีเครื่องมือในการพัฒนาและการทดสอบฐานความรู้

การใช้งานเครื่องจักรกลพัฒนาความรู้ และเครื่องจักรกลวินิจฉัยของผู้พัฒนาจะกระทำโดยผ่านส่วนติดต่อกับผู้พัฒนาของ PC อีกที่หนึ่ง ส่วนติดต่อกับผู้พัฒนาจะใช้ลักษณะของส่วนติดต่อแบบช่องหน้าต่าง (window-oriented interface) และใช้การแสดงรายการต่าง ๆ ให้ผู้พัฒนาเลือกการทำงาน (Interactive menu) ซึ่งรายการต่าง ๆ ดังกล่าวนี้อาจรวมถึงการสร้างและแก้ไขส่วนประกอบต่าง ๆ แต่ละส่วนของฐานความรู้ที่จะได้กล่าวต่อไป และการทดสอบฐานความรู้แบบต่าง ๆ ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ได้หลังจากใช้ Run time utilities ก็จะใช้ส่วนติดต่อลักษณะเดียวกันนี้ เพียงแต่รายการที่แสดงให้ผู้ใช้งานเลือกการทำงานจะเหลือเพียงการเริ่มต้นทำงาน (GO) และเลิกการทำงาน (QUIT) เท่านั้น รายการอื่นที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการทดสอบฐานความรู้จะถูกตัดออกไป

1. โครงสร้างของฐานความรู้

ฐานความรู้ของ PC จะถูกจัดโครงสร้างเป็นเนื้อความต่าง ๆ (context) ที่เชื่อมโยงกันแบบจัดลำดับขั้นและเรียกว่าต้นไม้เนื้อความ (context tree) เนื้อความหมายถึงปัญหาย่อยชนิดต่าง ๆ ที่แบ่งมาจากปัญหารวมทั้งหมด เนื้อความย่อยเหล่านี้ก็ยังสามารถแบ่งออกเป็นเนื้อความย่อย ๆ ลงไปได้อีกทำให้มีลักษณะเป็นโครงสร้างต้นไม้ เนื้อความแต่ละเนื้อความจะเชื่อมโยงปัญหาย่อยแต่ละปัญหาเข้ากับข้อมูลต่าง ๆ ในฐานความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ไขปัญหานั้น รูปที่ 4.2 แสดงตัวอย่างของต้นไม้เนื้อความของปัญหาที่เกิดกับรถยนต์



รูปที่ 4.2 เนื้อความของปัญหารถยนต์

กฎเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของฐานความรู้ กฎจะเก็บข้อมูลที่จำเป็นต้อใช้ในการแก้ไขปัญหาไว้ภายใน ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ต่าง ๆ กับค่าของพารามิเตอร์ ค่าเหล่านี้สามารถหาได้จากการวินิจฉัยของเครื่องจักรกลวินิจฉัย และการถามหาค่านั้นโดยตรงจากผู้ใช้งาน กฎยังสามารถมีค่าปัจจัยความเชื่อมั่นกำกับสำหรับค่าของพารามิเตอร์แต่ละค่าที่หามาได้

ก. เนื้อความ และคุณสมบัติต่าง ๆ ของ เนื้อความ

เนื้อความแต่ละเนื้อความประกอบด้วยคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ผู้พัฒนาจะต้องกำหนดให้ในการสร้างฐานความรู้ และเครื่องจักรกลวินิจฉัยจะต้องใช้ในการวินิจฉัยซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มได้ดังนี้คือ

1) คุณสมบัติพื้นฐาน (Basic context property)

ค่าของคุณสมบัติต่าง ๆ ในข้อนี้จะเป็ข้อมูลทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับเนื้อความนั้น คุณสมบัตินี้พื้นฐานเหล่านี้ได้แก่

ก) DISPLAYRESULTS ถ้ามีค่าเป็น T จะหมายถึงให้แสดงค่าของพารามิเตอร์แต่ละตัวออกมาเมื่อสิ้นสุดการวินิจฉัย

ข) GOALS คือรายชื่อของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเนื้อความนั้นที่ระบบจะต้องหาค่าออกมาให้ได้เมื่อสิ้นสุดการวินิจฉัย

ค) INITIALDATA คือรายชื่อของพารามิเตอร์ของ

เนื้อความนั้นที่ระบบจะถามหาค่าจากผู้ใช้โดยตรง เมื่อเริ่มต้นทำงานกับเนื้อความนั้น

ง) PARAMGROUP คือรายชื่อของพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ถูกเรียกใช้งานภายในเนื้อความนั้น

2) คุณสมบัติบอกบท (Context prompt property) คุณสมบัติในกลุ่มนี้ใช้สำหรับติดต่อกับผู้ใช้ก่อนจะเริ่มต้นทำงานกับเนื้อความนั้น คุณสมบัติบอกบทได้แก่

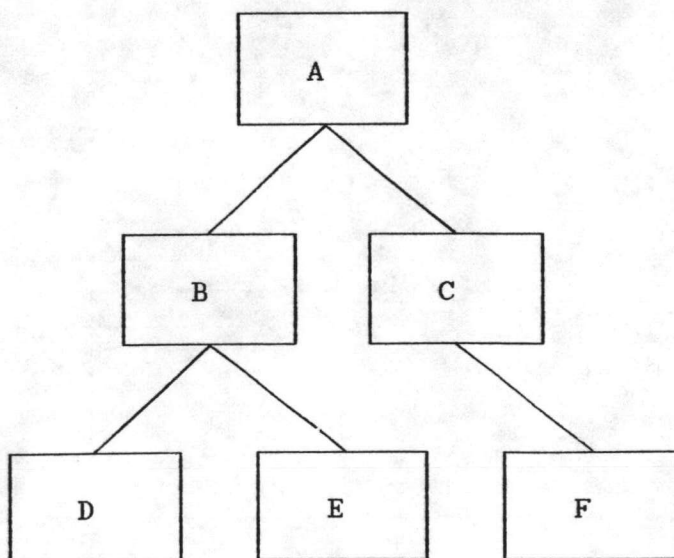
ก) PROMPTEVER เป็นคำอธิบายที่จะแสดงบนจอภาพทุกครั้งี่เริ่มต้นทำงานกับเนื้อความอันใหม่

ข) PROMPT1ST เป็นคำถามที่ใช้ถามผู้ใช่ว่าต้องการให้ดำเนินการวินิจฉัยเกี่ยวกับเนื้อความนี้หรือไม่ ถ้าผู้ใช้ตอบปฏิเสธเนื้อความส่วนนี้จะถูกตัดออกจากการพิจารณาและเริ่มต้นที่เนื้อความอันใหม่ต่อไป

ค) PROMPT2ND เป็นคำถามที่ใช้ถามผู้ใช่ว่าต้องการให้ดำเนินการวินิจฉัยเกี่ยวกับเนื้อความนี้อีกครั้งหนึ่งแต่ภายใต้เงื่อนไขอันใหม่หรือไม่

3) คุณสมบัติของระบบ (System context property) เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเนื้อความซึ่งได้แก่

ก) ASSOCWITH เป็นรายชื่อของเนื้อความอื่นที่อยู่ในระดับขั้นที่สูงกว่าในต้นไม้เนื้อความและสามารถเชื่อมโยงขึ้นไปถึงโดยตรง เช่น



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างต้นไม้เนื้อความ

คุณสมบัติ ASSOCWITH ของเนื้อความ D คือ B และ A เท่านั้น

ข) OFFSPRING คือรายชื่อของเนื้อความทั้งหมดที่เป็นเนื้อความย่อยของเนื้อความนั้นโดยตรง จากตัวอย่างข้างต้น คุณสมบัติ OFFSPRING ของ A คือ B และ C

ค) RULETYPES เป็นรายการของกลุ่มกฎทุกกลุ่มที่สัมพันธ์กับเนื้อความนี้

ข. พารามิเตอร์ และคุณสมบัติต่าง ๆ ของพารามิเตอร์

พารามิเตอร์ใน PC สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด คือ พารามิเตอร์ YES/NO SINGLEVALUED MULTIVALUED ASK-ALL และ TEXTTAG

1) YES/NO เป็นพารามิเตอร์ที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า คือ YES หรือ NO อย่างใดอย่างหนึ่ง ค่า NO จะถูกเก็บไว้เป็นค่า YES ที่มีปัจจัยความเชื่อมั่น -1000

2) SINGLEVALUED เป็นพารามิเตอร์ที่สามารถมีค่าได้เพียง 1 ค่าซึ่งอาจจะเป็นค่าแบบไบนารีก็ได้

3) MULTIVALUED เป็นพารามิเตอร์ที่สามารถมีค่าได้หลายค่า ถ้ามีรายการสำหรับค่าที่จะเป็นไปได้ รายการนี้จะแสดงให้ผู้ใช้เลือกเมื่อระบบถามหาค่านี้นี้จากผู้ใช้ ผู้ใช้จะสามารถเลือกค่าต่าง ๆ ได้จากรายการนี้

4) ASK-ALL เป็นพารามิเตอร์ที่สามารถมีค่าได้หลายค่าอีกชนิดหนึ่ง แต่จะต้องมีการระบุค่าที่เป็นไปได้ว่ามีอะไรบ้างและรายการสำหรับค่าที่เป็นไปได้นี้ก็จะปรากฏขึ้นเมื่อระบบถามหาค่านี้นี้จากผู้ใช้

5) TEXTTAG ค่าของ TEXTTAG พารามิเตอร์จะเป็นข้อความใด ๆ ที่ใช้ในการอธิบายผลสรุปจากการวินิจฉัย

พารามิเตอร์ประกอบด้วยคุณสมบัติต่าง ๆ ซึ่งจะมีคุณสมบัติใดได้บ้างขึ้นอยู่กับชนิดของพารามิเตอร์ทั้ง 5 ชนิดดังกล่าว ตาราง 4.1 แสดงพารามิเตอร์ชนิดต่าง ๆ และคุณสมบัติที่มีได้สำหรับพารามิเตอร์แต่ละชนิด

PARAMETER TYPE	PROPERTIES							
	ASKFIRST	DICTIONARY	EXPECT	LEGALVALS	MULTIVALUED	PROMPT	REPROMPT	TRANS
ASK ALL	O	O	R	X	R	O	O	U
MULTIVALUED	O	O	O	R	R	O	O	U
SINGLEVALUED	O	O	R	X	X	O	O	O
TEXTAG	X	X	X	X	X	X	X	R
YES/NO	O	O	X	X	X	O	O	O

R - REQUIRED
O - OPTIONAL
X - OMITTED

ตารางที่ 4.1 พารามิเตอร์ชนิดต่าง ๆ และคุณสมบัติของพารามิเตอร์แต่ละชนิด

คุณสมบัติต่าง ๆ ของพารามิเตอร์ได้แก่

- 1) PROMPT คุณสมบัติ PROMPT ใช้สำหรับถามผู้ใช้ถึงค่าของพารามิเตอร์นี้
- 2) REPROMPT คุณสมบัติ REPROMPT ใช้สำหรับอธิบายหรือช่วยเหลือผู้ใช้เมื่อผู้ใช้ต้องการคำอธิบายเพิ่มเติม คุณสมบัติ REPROMPT อาจจะเป็นการอธิบายค่าของคำตอบที่ต้องการว่าควรจะมีลักษณะอย่างไร
- 3) TRANS เป็นข้อความที่ใช้อธิบายจุดประสงค์ หรือการนำพารามิเตอร์นี้ไปใช้
- 4) ASKFIRST คุณสมบัตินี้ใช้บอกเครื่องจักรกลวินิจฉัยว่าให้ถามหาค่าของพารามิเตอร์นี้จากผู้ใช้ก่อน ถ้าผู้ใช้ไม่สามารถตอบได้จึงจะทำการวินิจฉัยเพื่อหาค่าของพารามิเตอร์นี้ต่อไป
- 5) EXPECT ใช้ในการอธิบาย และตรวจสอบค่าของพารามิเตอร์ที่ได้รับจากผู้ใช้ ค่าของคุณสมบัติ EXPECT มีดังต่อไปนี้
 - ก) รายการของค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมด
 - ข) NIL ถ้าค่าของ EXPECT เท่ากับ NIL จะหมายถึงค่าของพารามิเตอร์นี้เป็นได้ 2 ค่าคือ YES หรือ NO
 - ค) ANY ค่าของพารามิเตอร์จะเป็นค่าอะไรก็ได้

- ง) NUMB ค่าของพารามิเตอร์จะต้องเป็นตัว เลข
เท่านั้น
- จ) POSNUMB ค่าของพารามิเตอร์จะต้องเป็นตัว
เลขที่มีค่าบวกเท่านั้น
- ฉ) FIXP ค่าของพารามิเตอร์จะต้องเป็นตัว เลข
จำนวนเต็มเท่านั้น

6) LEGALVALS คุณสมบัตินี้จะอธิบายค่าของพารามิเตอร์
ที่เป็นไปได้ทุกค่า ถ้าพารามิเตอร์ไหนไม่มีคุณสมบัติ LEGALVALS นี้ เครื่อง
จักรกลวินิจัยจะถือว่า ค่าทุกค่าที่ตรงกับคุณสมบัติ EXPECT นั้น เป็นค่าที่ถูกต้อง
คุณสมบัตินี้จะต้องมีในพารามิเตอร์ชนิด MULTIVALUE เสมอ ค่าของคุณสมบัติ
LEGALVALS นี้ได้แก่

- ก) รายการของค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมด
ข) ANY หมายถึงทุก ๆ ค่าเป็นค่าที่ถูกต้อง
ค) TEXT ค่าของพารามิเตอร์นี้จะต้องเป็นข้อความ

7) MULTIVALUED ใช้ในการกำหนดชนิดของพารามิเตอร์
ว่าเป็นพารามิเตอร์ชนิด MULTIVALUED ถ้าไม่มีคุณสมบัตินี้ พารามิเตอร์นั้นก็
จะเป็นพารามิเตอร์ชนิด SINGLEVALUED

8) คุณสมบัติอื่น ๆ เช่น USED-BY UPDATED-BY
CONTAINED-IN ANTECEDENT-IN UPDATED-IN ใช้ระบุกฎที่เรียกใช้หรือ
แก้ไขพารามิเตอร์เหล่านี้ คุณสมบัติต่าง ๆ ในข้อนี้ระบบจะต้องเป็นผู้ดูแลแก้ไข
เอง

ค. กฎและคุณสมบัติต่าง ๆ ของกฎ

กฎเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของฐานความรู้ กฎมีคุณสมบัติ
ต่าง ๆ ที่ใช้ในการอธิบายกฎดังต่อไปนี้

1) PREMISE คุณสมบัตินี้จะใช้อธิบายเงื่อนไขทุกเงื่อนไข
ที่จะทำให้กฎนี้เป็นจริง

2) ACTION ส่วนกระทำของกฎจะเก็บไว้ในคุณสมบัติ
ACTION นี้ ซึ่งอาจเป็นข้อสรุปค่าของพารามิเตอร์ใด ๆ หรือเป็นการกระทำ
โดยการเรียกใช้ฟังก์ชันก็ได้ ACTION จะถูกนำมาใช้ก็ต่อเมื่อส่วนเงื่อนไขใน
คุณสมบัติ PREMISE เป็นจริงเท่านั้น

3) SUBJECT คุณสมบัตินี้จะกำหนดกลุ่มของกฎที่กฎนี้เป็น
สมาชิกอยู่ ซึ่งเป็นการบอกให้ทราบด้วยว่าเนื้อความไหนที่เกี่ยวข้องกับกฎนี้

4) ANTECEDENT คุณสมบัตินี้อาจจะมีหรือไม่ก็ได้ กฎส่วนใหญ่ใน PC จะไม่มีคุณสมบัตินี้ คุณสมบัตินี้จะเป็นตัวบอกว่า เป็นกฎที่ใช้ในการวินิจฉัยแบบไปข้างหน้าหรือไม่ ถ้าไม่มีคุณสมบัตินี้จะหมายความว่าใช้ในการวินิจฉัยแบบย้อนหลังตามปกติ

2. การทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัย

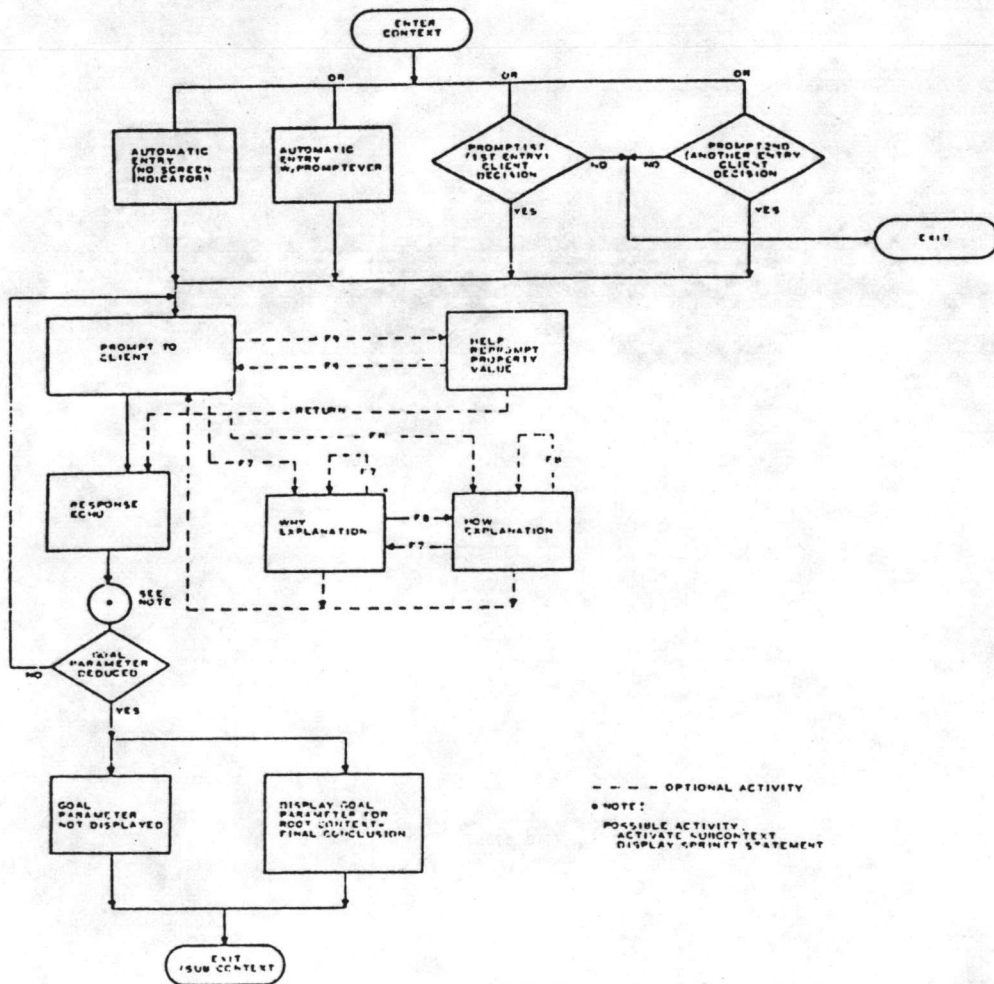
เครื่องจักรกลวินิจฉัยใช้การวินิจฉัยแบบย้อนหลัง และการให้เหตุผลแบบไม่แน่นอน โดยใช้ค่าปัจจัยความเชื่อมั่นเป็นตัวกำหนด

เครื่องจักรกลวินิจฉัยของ PC ใช้ข้อความใน PROMPTEVER ของเนื้อความบนสุดในต้นไม้เนื้อความ (root context) เป็นตัวแนะนำฐานความรู้ที่กำลังใช้งานแก่ผู้ใช้ สำหรับเนื้อความย่อยอื่น ๆ นั้นเครื่องจักรกลวินิจฉัยจะเข้าไปทำงานในเนื้อความนั้นหรือไม่ขึ้นกับคุณสมบัตินี้ PROMPTEVER PROMPT1ST และ PROMPT2ND ของเนื้อความนั้น ๆ เนื้อความที่ไม่มีคุณสมบัตินี้ 3 อย่างนี้ เครื่องจักรกลวินิจฉัยจะเข้าไปทำงานในเนื้อความนั้นโดยไม่แจ้งให้ผู้ใช้ทราบ เนื้อความที่มีคุณสมบัตินี้ PROMPTEVER เครื่องจักรกลวินิจฉัยจะเข้าไปทำงานในเนื้อความนั้น และแสดงข้อความใน PROMPTEVER ออกมา สำหรับเนื้อความที่มีคุณสมบัตินี้ PROMPT1ST เครื่องจักรกลวินิจฉัยจะเข้าไปทำงานในเนื้อความนั้นหรือไม่ จะขึ้นกับคำตอบของผู้ใช้ โดยเครื่องจักรกลวินิจฉัยจะนำคำถามมาจาก PROMPT1ST นั้นเอง เครื่องจักรกลวินิจฉัยสามารถเข้าไปทำงานในเนื้อความย่อยหลายครั้งได้ โดยที่การเข้ามาเป็นครั้งที่สองและครั้งต่อ ๆ ไปนั้น เครื่องจักรกลวินิจฉัยจะต้องใช้คุณสมบัตินี้ PROMPT2ND ในการถามผู้ใช้ว่า จะให้ทำการวินิจฉัยในเนื้อความนี้อีกครั้งหรือไม่

เมื่อเข้ามาในเนื้อความหนึ่ง ๆ แล้วเครื่องจักรกลวินิจฉัยจะเริ่มทำการวินิจฉัยโดยการหาค่าของพารามิเตอร์ทุกตัวที่ปรากฏอยู่ในคุณสมบัตินี้ GOALS ของเนื้อความนั้น ซึ่งอาจจะต้องหาค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยและอาจจะต้องเข้าไปในเนื้อความย่อยของเนื้อความนั้นอีกด้วย การหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เหล่านี้ เครื่องจักรกลวินิจฉัยอาจจะใช้การวินิจฉัยโดยการใช้อีกกฎที่เกี่ยวข้องกับค่าพารามิเตอร์นั้น หรือใช้การถามหาค่านั้นโดยตรงจากผู้ใช้โดยใช้คำถามในคุณสมบัตินี้ PROMPT เมื่อผู้ใช้ต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับคำถามนั้นโดยการกด F9 เครื่องจักรกลวินิจฉัยก็จะใช้คุณสมบัตินี้ REPROMPT ของพารามิเตอร์นั้นเป็นตัวอธิบาย

ผู้ใช้อาจต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำงานของเครื่อง

จักรกลวินิจฉัยโดยใช้คำถาม WHY (F7) และ HOW (F8) ส่วนอธิบายการทำงาน
 งานของเครื่องจักรกลวินิจฉัยก็จะทำงานโดยการแสดงกฎและพารามิเตอร์ต่าง ๆ
 ที่เกี่ยวข้องให้ผู้ใช้งานทราบ เมื่อพารามิเตอร์ทุกตัวใน GOALS ของเนื้อความนั้น
 สามารถหาค่าได้หมดแล้วเครื่องจักรกลวินิจฉัยจะแสดงค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ
 เหล่านี้หรือไม่กี่ชิ้นกับค่าของคุณสมบัติ DISPLAYRESULTS ของเนื้อความนั้น และ
 ออกจากเนื้อความนั้นในที่สุด ถ้าเนื้อความนั้นเป็นเนื้อความที่อยู่บนสุดในต้นไม้
 เนื้อความการวินิจฉัยทั้งหมดก็จะจบลง การทำงานในแต่ละเนื้อความสามารถ
 สรุปเป็นผังงานได้ดังรูปที่ 4.4

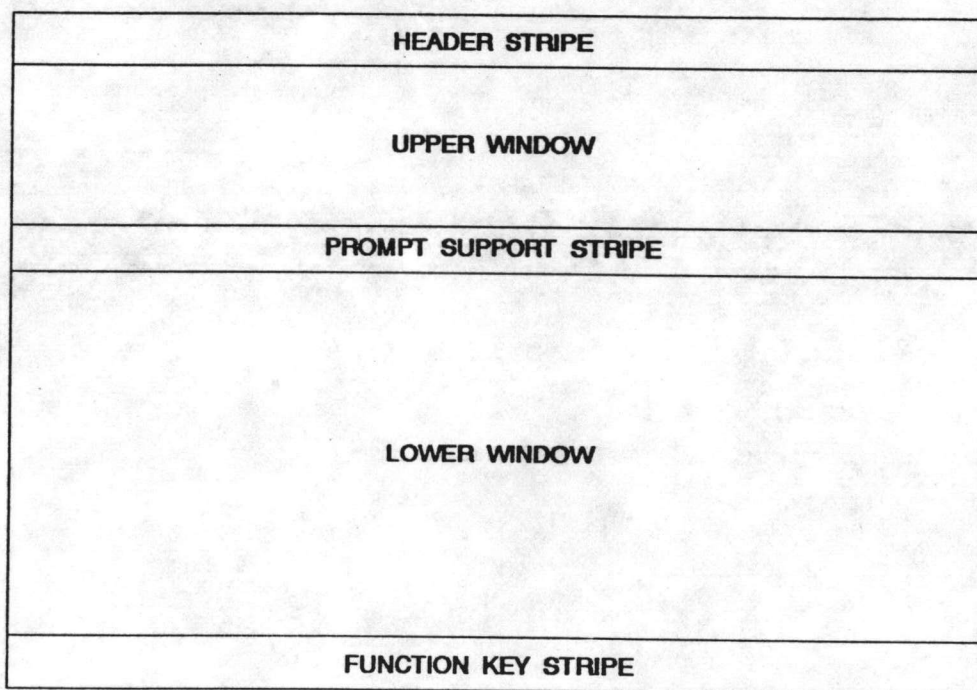


รูปที่ 4.4 ผังงานแสดงการทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัยในแต่ละเนื้อความ

3. ส่วนติดต่อกับผู้พัฒนาและส่วนติดต่อกับผู้ใช้

ส่วนติดต่อกับผู้พัฒนา และส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีข้อแตกต่างกันในส่วน
ของรายการเลือกในรายการหลักของการปฏิบัติงาน ส่วนติดต่อกับผู้ใช้จะมีเพียง
2 รายการให้เลือกเท่านั้นคือ GO และ QUIT รายการอื่นที่ใช้ในการแก้ไข
ฐานความรู้ และการทดสอบการติดตามการทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัยจะถูก
ตัดออกไป

ลักษณะจอภาพของส่วนติดต่อกับผู้พัฒนา และส่วนติดต่อกับผู้ใช้จะมี
ลักษณะเป็นช่องหน้าต่างที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน้าต่างบน และหน้าต่างล่าง
ซึ่งมีแถบช่วยอธิบายคำถามคั่นกลาง บนสุดของจอภาพจะเป็นแถบแสดงฐานความรู้
ที่กำลังใช้งาน และส่วนล่างสุดของจอภาพจะเป็นแถบแสดงการใช้ปุ่มฟังก์ชัน



รูปที่ 4.5 ส่วนต่าง ๆ ของจอภาพของ PC

หน้าต่างบนของจอภาพจะใช้ในการแสดงคำถามของระบบให้แก่ผู้
ใช้ หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ส่วนหน้าต่างล่างจะใช้สำหรับให้ผู้ใช้ป้อน
คำตอบให้แก่ระบบหรือใช้ในการแสดงรายการของคำตอบที่เป็นไปได้ให้ผู้ใช้เลือก
การอธิบายการทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัยเมื่อได้รับคำถาม WHY และ HOW
ก็จะใช้เนื้อที่ในหน้าต่างล่างนี้ด้วยเช่นกัน

การสร้างและการแก้ไขฐานความรู้ใน PC ทำได้โดยการเลือกรายการ CONTEXT PARAMETER RULE VARIABLE และ FUNCTION จากรายการหลักสำหรับปฏิบัติ และใส่ข้อมูลหรือคุณสมบัติต่าง ๆ ที่จำเป็นเข้าไปตามที่ระบบต้องการ

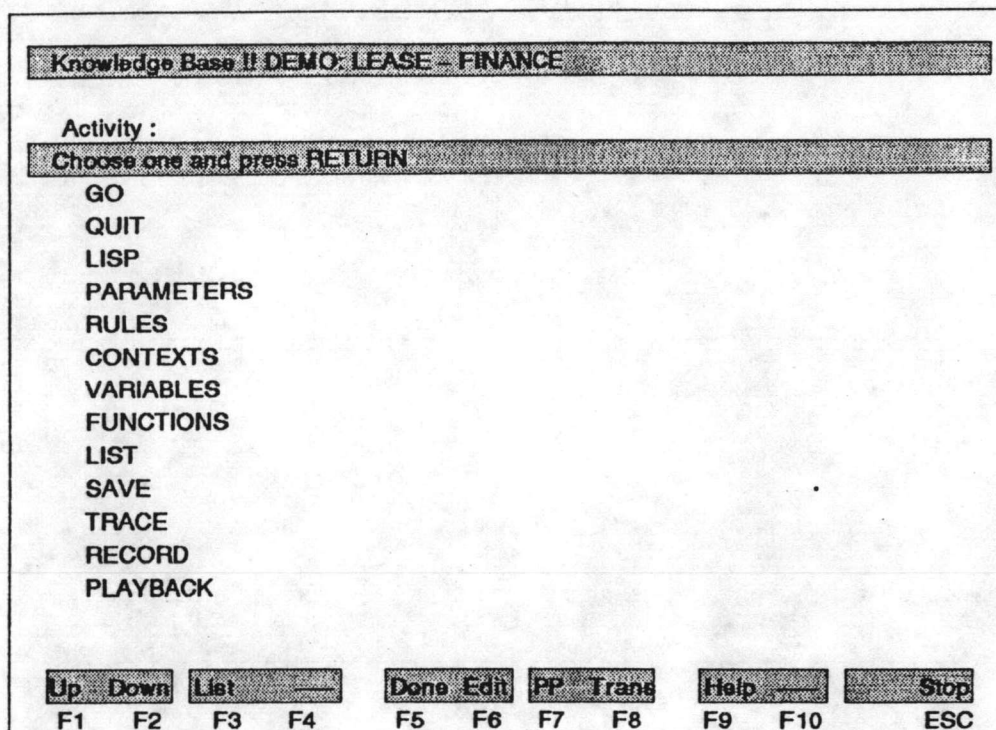
4. ตัวอย่างการใช้โครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ PC

ก. เลือกฐานความรู้

การเข้าสู่โครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ PC จากระบบปฏิบัติการทำได้โดยใช้คำสั่ง PC จอภาพแรกของโครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ PC ที่ปรากฏขึ้นเป็นจอภาพที่ให้ผู้พัฒนาเลือกฐานความรู้ที่จะนำมาใช้งาน จอภาพนี้จะแสดงรายการชื่อฐานความรู้ทั้งหมดที่มีอยู่ออกมา ผู้พัฒนาสามารถเลือกฐานความรู้ดังกล่าวได้ โดยการเลื่อนตัวชี้ไปยังฐานความรู้ที่ต้องการและกด RETURN ฐานความรู้นั้นก็จะถูกนำเข้ามาในหน่วยความจำเพื่อใช้งานหรือแก้ไข ผู้พัฒนาอาจจะเลือกที่จะสร้างฐานความรู้ขึ้นมาใหม่ในขั้นตอนนี้ก็ได้อีก สำหรับตัวอย่างนี้เลือกฐานความรู้ LEASE ขึ้นมาจากรายการที่ให้เลือก

ข. เลือกการปฏิบัติงาน

หลังจากที่ได้เลือกฐานความรู้ขึ้นมาแล้ว PC จะนำผู้พัฒนาเข้ามาสู่จอภาพอีกจอหนึ่งซึ่งเป็นจอภาพหลักของ PC เรียกว่าจอภาพหลักสำหรับปฏิบัติงาน (main activity menu) ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 จอภาพแสดงรายการหลักสำหรับปฏิบัติงาน

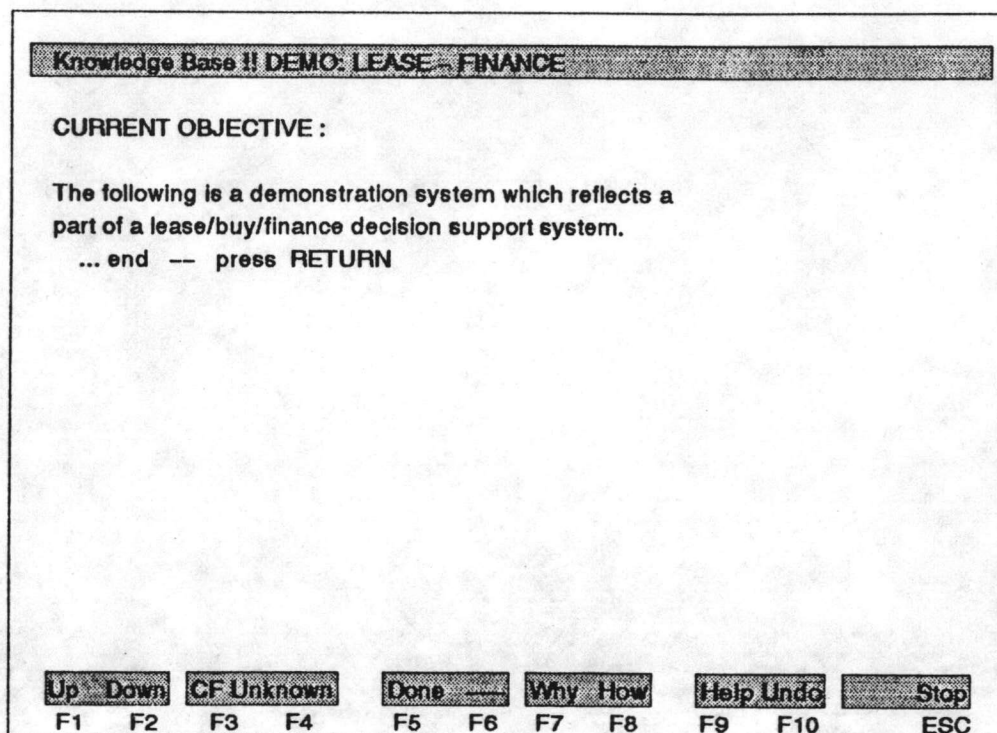
จอภาพนี้จะแสดงรายการต่าง ๆ ให้ผู้พัฒนาเลือกว่าต้องการทำอะไรต่อไปซึ่งได้แก่

- GO จะเป็นการเริ่มต้นทำการวินิจฉัยกับฐานความรู้นั้น
- QUIT เป็นการเลิกการทำงานกับ PC และนำผู้พัฒนาออกไปสู่ระบบปฏิบัติการ แต่ก่อนจะเลิกการทำงาน PC จะถามผู้พัฒนาว่าต้องการเก็บฐานความรู้นั้นไว้หรือไม่ ถ้าผู้ใช้ตอบรับระบบก็จะทำการเก็บฐานความรู้ก่อนที่จะออกมาสู่ระบบปฏิบัติการ
- LISP เมื่อผู้พัฒนาเลือก LISP จะออกจากระบบ PC เข้าสู่ตัวแปลภาษา IQLISP ซึ่งก่อนจะออกจากระบบ PC ผู้พัฒนา也可以选择ที่จะเก็บฐานความรู้นั้นไว้หรือไม่เช่นเดียวกับการเลือก QUIT เมื่อผู้พัฒนาต้องการกลับเข้ามาใน PC อีกครั้งหนึ่งจาก IQLISP ก็สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง BUILDER ฐานความรู้ที่ใช้งานอยู่ก่อนออกจาก PC จะยังคงอยู่ในหน่วยความจำ จึงไม่มีความจำเป็นต้องนำฐานความรู้นั้นขึ้นมาใหม่อีกครั้ง
- PARAMETERS ผู้พัฒนาจะเลือก PARAMETERS เมื่อต้องการเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขพารามิเตอร์และคุณสมบัติของมัน

- RULES ผู้พัฒนาจะเลือก RULES เมื่อต้องการเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขกฎต่าง ๆ ภายในฐานความรู้
 - CONTEXTS ใช้ CONTEXTS เมื่อต้องการเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขเนื้อความต่าง ๆ ในต้นไม้เนื้อความ
 - VARIABLES ใช้เมื่อต้องการเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขตัวแปร
 - FUNCTIONS PC อนุญาตให้ผู้พัฒนาสามารถกำหนด ฟังก์ชันขึ้นใช้เองได้ โดยการเลือก FUNCTIONS จากรายการหลักสำหรับปฏิบัติงาน ซึ่งผู้พัฒนาจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับ IQLISP ด้วย จึงจะเขียนฟังก์ชันดังกล่าวได้
 - LIST เมื่อเลือก LIST ระบบจะทำการพิมพ์รายการของฐานความรู้ที่ออกมาให้ ซึ่งอาจจะเป็นการแสดงทางจอภาพ ทางเครื่องพิมพ์ หรือเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลก็ได้ ผู้พัฒนาสามารถเลือกพิมพ์เฉพาะรายการของกฎ พารามิเตอร์ หรือฟังก์ชันก็ได้ ถ้าเป็นกฎผู้พัฒนาสามารถเลือกได้อีกว่าจะใช้รูปแบบใด LISP หรือภาษาอังกฤษ หรือทั้งสองรูปแบบ
 - SAVE ใช้ในการจัดเก็บฐานข้อมูลภายในหน่วยความจำ ขณะนั้นลงในแฟ้มข้อมูลซึ่งจะมีส่วนขยายแฟ้มข้อมูลเป็น .KB
 - TRACE จะทำการเก็บบันทึกลำดับการทำงานทุกขั้นตอนลงในแฟ้มข้อมูลซึ่งมีส่วนขยายแฟ้มข้อมูลเป็น .TRC หรือจะให้พิมพ์ก็ได้ เมื่อใช้ TRACE ก่อนเริ่มทำการวินิจฉัย เมื่อทำการวินิจฉัยระบบจะแสดงสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ออกมาให้เห็นคือ กฎที่กำลังใช้งาน ส่วนเงื่อนไขของกฎที่ใช้ได้ และใช้ไม่ได้ พารามิเตอร์ และค่าของพารามิเตอร์รวมทั้งปัจจัยความเชื่อมั่นต่าง ๆ ด้วย
 - RECORD จะคล้ายกับ GO แต่จะมีลักษณะพิเศษคือ จะทำการเก็บบันทึกการโต้ตอบระหว่างระบบกับผู้พัฒนาไว้ในแฟ้มข้อมูลที่มีส่วนขยายเป็น .TST
 - PLAYBACK จะเป็นการเริ่มต้นทำการวินิจฉัยเช่นเดียวกับ GO และ RECORD แต่จะมีลักษณะพิเศษคือจะเป็นการนำเอาการโต้ตอบของผู้พัฒนาจากการทำงานในรอบก่อน ๆ ที่เก็บในแฟ้มข้อมูลที่มีส่วนขยายเป็น .TST มาใช้ในการวินิจฉัยรอบนี้
- หลังจากที่ได้เลือกฐานความรู้ขึ้นมาแล้ว ต่อไปจะเป็นการสาธิตการทำงานของเครื่องจักรกลวินิจฉัยกับฐานความรู้ LEASE โดยเลือก GO จากรายการหลักสำหรับปฏิบัติงาน

1) เลือก GO จากรายการหลักสำหรับปฏิบัติงาน จอภาพ

จะแสดงข้อความที่ผู้พัฒนาใส่ไว้ในคุณสมบัติ PROMPTEVER ของเนื้อหาในระดับบนสุดของต้นไม้เนื้อหาสำหรับฐานความรู้นี้ จอภาพนี้มีลักษณะดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 คุณสมบัติ PROMPTEVER ของเนื้อหา LEASE

2) เมื่อผู้ใช้กด RETURN จะปรากฏคำถามต่อไปบนหน้าต่างส่วนบน

"What is the asset that you are considering for ASSET-1 ?"

พิมพ์ HOUSE ลงในช่องว่างที่กำหนดให้สำหรับคำตอบของคำถามข้างต้น และกด RETURN

3) คำถามต่อไปจะปรากฏบนหน้าต่างส่วนบน

"How would you describe your credit rating ?"

และจะมีรายการคำตอบให้เลือกบนหน้าต่างส่วนล่าง คือ GOOD FAIR และ POOR จากจุดนี้ผู้ใช้อาจต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับแต่ละคำตอบว่า หมายถึงอะไร มีเกณฑ์ตัดสินอย่างไร ผู้ใช้สามารถกดปุ่มฟังก์ชัน F9 เมื่อต้องการคำอธิบายต่าง ๆ เหล่านี้ และกด F9 อีกครั้งเพื่อกลับมายังคำถามเดิม รูปที่ 4.8 แสดงคำอธิบายเมื่อผู้ใช้กด F9

Knowledge Base !! DEMO: LEASE - FINANCE													
Good - you could borrow the asset price, and the extra debt would not significantly lower your credit rating; Fair - you could borrow, and the extra debt would significantly lower your credit rating; Poor - you could not borrow the purchase price.													
Select one of the following : Press F9 for selection help													
GOOD													
FAIR													
POOR													
Up		Down		CF Unknown		Done		Why How		Help Undo		Stop	
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	ESC			

รูปที่ 4.8 แสดงรายการคำตอบและคำอธิบายเมื่อผู้ใช้กด F9

4) เมื่อได้อ่านคำอธิบายดังกล่าวและตัดสินใจเลือกคำตอบ GOOD แล้ว ทำการเลือก GOOD โดยการเลื่อนตัวชี้มาไว้ที่ GOOD และกด RETURN จากคำตอบนี้ทำให้เครื่องจักรกลวินิจัยสามารถสรุปผลคือ ค่าของพารามิเตอร์ GOALS ของเนื้อความ LEASE ได้ และแสดงข้อความดังรูปที่ 4.9

5) เครื่องจักรกลวินิจัยจะเริ่มทำการวินิจัยกับเนื้อความอันใหม่คือ FINANCE ซึ่งมีค่าของคุณสมบัติ PROMPT1ST ดังต่อไปนี้

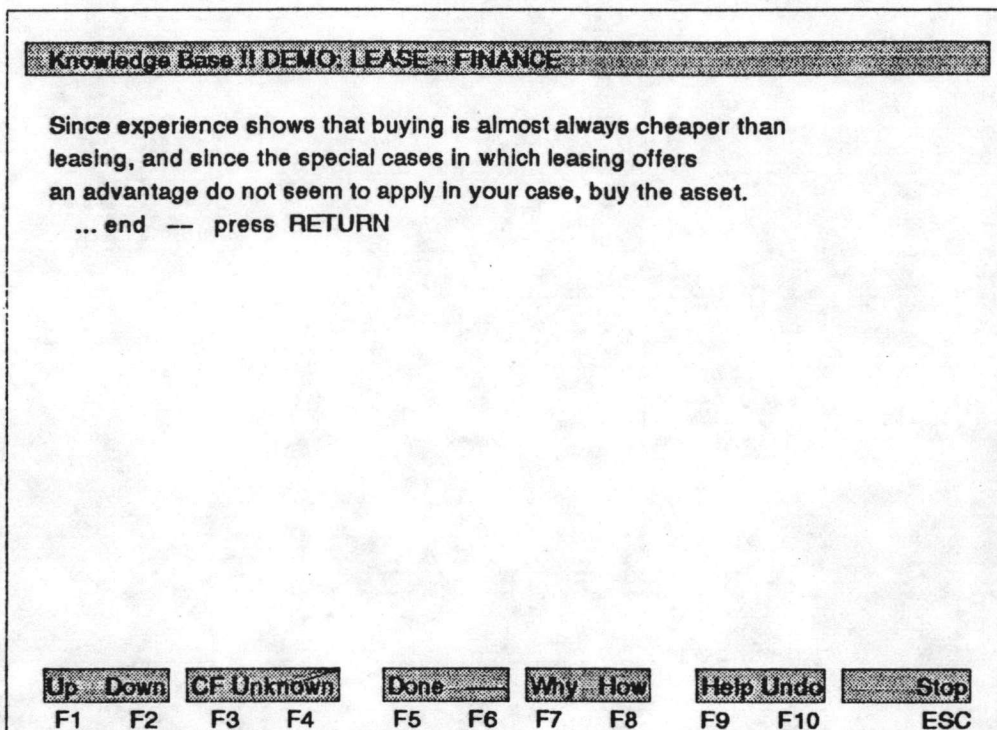
"Would you care to analyze the financing for ASSET-1?"

เครื่องจักรกลวินิจัยจะแสดงค่าของคุณสมบัติ PROMPT1ST นี้ให้แก่ผู้ใช้ เป็นการให้ผู้ใช้เป็นผู้ตัดสินใจว่าจะทำการวินิจัยในเนื้อความนี้หรือไม่ สำหรับตัวอย่างนี้ให้ตอบ YES เครื่องจักรกลวินิจัยก็จะทำการวินิจัยหาค่าของพารามิเตอร์ GOALS ของเนื้อความ FINANCE

6) คำถามแรกสำหรับเนื้อความ FINANCE ที่ระบบแสดงก็คือ

"What is the cost of the HOUSE of ASSET-1 (FINANCE-1) ?"

ใส่ค่า 60000 ลงในช่องว่างที่กำหนดให้สำหรับคำตอบ และกด RETURN



รูปที่ 4.9 จอภาพสรุปผล

7) คำถามต่อไปคือ

"What is the amount of the down payment to be made on the HOUSE of ASSET-1 (FINANCE-1) ?"

ใส่ค่า 5000 และกด RETURN

8) คำถามต่อไปคือ

"How many years is the HOUSE of ASSET-1 (FINANCE-1) to be financed ?"

ใส่ค่า 11 และกด RETURN

9) คำถามต่อไปคือ

"What is the percent yield to the firm for the loan ?"

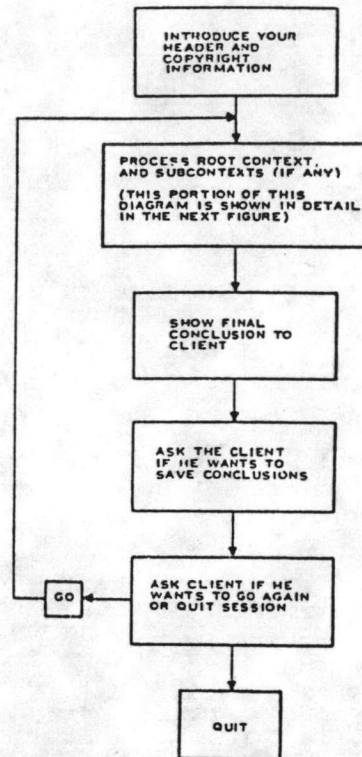
ใส่ค่า 20 และกด RETURN จากคำถามคำตอบข้างต้นจนถึงคำตอบนี้เครื่องจักรกลวินิจัยจะสามารถสรุปค่าของพารามิเตอร์ GOALS ของเนื้อความ FINANCE ได้ และจะแสดงข้อสรุปนั้นออกมา ซึ่งระบุว่าต้องจ่ายเงินปีละ \$3,052.5 สำหรับบ้านหลังนั้น

12) หลังจากอ่านผลการวินิจฉัยแล้ว เมื่อกด RETURN จอภาพดังรูปที่ 4.11 จะปรากฏขึ้นให้ผู้ใช้เลือกทำการเก็บผลการวินิจฉัยลงในแฟ้มข้อมูล หรือพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ หรือออกโดยไม่เก็บผลการวินิจฉัยใด ๆ

Knowledge Base II DEMO: LEASE - FINANCE													
Save Recommendations and Rationale (extension .REC assumed):													
Select one of the following :													
New file name :													
Printer													
Exit													
Up		Down		CF Unknown		Done		Why How		Help Undo		Stop	
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11			

รูปที่ 4.11 แสดงจอภาพปฏิบัติงานหลังสรุปผลการวิจัย

13) จอภาพหลักแสดงรายการหลักสำหรับปฏิบัติงานจะปรากฏขึ้นอีกครั้งหนึ่ง ผู้ใช้สามารถเลือกทำงานต่อ (GO) หรือเลิกการทำงานกับ PC (QUIT) ก็ได้ ลักษณะการทำงานของ PC จะแสดงได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แสดงการทำงานของ PC

สรุป

M.1 และ PC มีข้อแตกต่างกัน 3 ประการคือ M.1 ไม่มีการจัดหมวดหมู่ของกฎอย่างมีโครงสร้าง ในขณะที่ PC มีซึ่งจะทำให้การดูแลแก้ไขกฎสะดวกกว่ามากถ้ามีกฎจำนวนมาก M.1 สามารถสร้างฐานความรู้จากภายนอกโดยใช้เวิร์ดโปรเซสเซอร์ต่างๆ ไป แต่ PC ต้องใช้รายการต่างๆ ในจอภาพรายการหลักสำหรับปฏิบัติงานในการสร้างฐานความรู้ จึงทำได้ช้ากว่าและไม่สะดวกเท่าการสร้างโดยใช้เวิร์ดโปรเซสเซอร์ ข้อแตกต่างประการสุดท้ายคือ ลักษณะของส่วนติดต่อกับผู้ใช้และผู้พัฒนาที่ PC ใช้จอภาพแบบช่องหน้าต่างในการแสดงผลและโต้ตอบระหว่างระบบกับผู้ใช้ซึ่งสะดวกสบายกับผู้ใช้มากกว่า แต่ M.1 ก็มีข้อดีซึ่งเป็นจุดเด่นแตกต่างจากโครงสร้างระบบเชี่ยวชาญอื่น ๆ ตรงที่สามารถใช้ตัวแปรภายในกฎความรู้และใช้การจับคู่ระหว่างตัวแปรกับตารางข้อเท็จจริงในฐานความรู้ทำให้ไม่ต้องมีกฎหลาย ๆ กฎที่มีลักษณะคล้ายกันแตกต่างกัน เฉพาะค่าของพารามิเตอร์เท่านั้น