

การออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญแบบ Backward Chaining
(Designing the Backward Chaining Expert System)

บุญเจริญ ศิริเนาวกุล*

บทคัดย่อ

Backward Chaining เป็นขบวนการแบบหนึ่งในการค้นหาข้อสรุปของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นระบบที่นิยมใช้กันโดยส่วนมาก

บทความชิ้นนี้จะเป็นการนำเสนอวิธีการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญแบบ backward chaining โดยจะเน้นการออกแบบโครงสร้างข้อมูลและการอนุมาน

ABSTRACT

Backward Chaining Expert System is a procedure to find the consultation. Most of the expert system use backward chaining inference engine for pursuing goal.

This paper is presenting how to design the backward chaining expert system. The paper is emphasized on the design of data structure and inference engine.

1. บทนำ

ขบวนการในการค้นหาคำตอบแบบ backward chaining นั้น จะเริ่มต้นจากเป้าหมาย(goal) ที่ต้องการค้นหาภายในฐานความรู้(knowledge base) ซึ่งลักษณะเช่นนี้เอง ในบางครั้งจึงเรียก backward chaining ว่า goal directed[1]

ขบวนการในการค้นหาคำตอบ จะเริ่มต้นจากการดูว่าเป้าหมายของฐานความรู้คืออะไร เช่นถ้าฐานความรู้เป็นเรื่องกล้องถ่ายรูป เป้าหมายของมันก็คือ การตั้งหน้ากล้อง หรือถ้าฐานความรู้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการเลือกเตาหลอมโลหะ เป้าหมายของมันก็คือ ชนิดของเตาหลอม เป็นต้น

เครื่องอนุมาน (inference engine) ของระบบผู้เชี่ยวชาญจะหาว่าเป้าหมายของฐานความรู้คืออะไร จากนั้นก็จะไปตามกฎข้อต่างๆในฐานความรู้ว่า มีข้อใดที่ได้สรุปเกี่ยวกับเป้าหมายที่ได้ตั้งเอาไว้แล้วบ้าง เมื่อพบกฎข้อที่สรุปเกี่ยวกับเป้าหมายเอาไว้ เครื่องอนุมานก็จะทำการตรวจสอบว่าเงื่อนไขภายในกฎข้อนั้นถูกต้องตรงกับความต้องการของผู้ใช้ (user) ระบบผู้เชี่ยวชาญหรือไม่ ถ้าตรง ข้อสรุปเกี่ยวกับเป้าหมายภายในกฎข้อนั้นก็คือข้อสรุป ถ้าไม่ตรง ก็จะมีการค้นหากฎข้อใหม่ เพื่อทำการสรุปใหม่ และจะกระทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนพบคำตอบที่ถูกต้อง[2]

2. ลักษณะของฐานความรู้และการอนุมาน

ลักษณะของฐานความรู้แบบนี้โดยทั่วไปแล้ว จะต้องมีการกำหนดเป้าหมาย(goal) เอาไว้ในฐานความรู้ ดังรูป 1 เป็นความรู้ตัวอย่างของระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่มีการแสดงความรู้โดยอาศัยกฎ

goal = หน้ากล้อง.

1. if แสง = สว่างมาก and

asa = 100

then หน้ากล้อง = 'f11 & speed 125'.

2. if แสง = ในร่ม

asa = 100

then หน้ากล้อง = 'f8 & speed 125'.

question (แสง) = 'ความสว่างของแสง

1. สว่างมาก

2. 'ในร่ม'.

question (asa) = 'ความไวแสงของฟิล์มเท่ากับเท่าไร'.

รูปที่ 1 ฐานความรู้

จากฐานความรู้ จะเห็นว่า goal ของฐานความรู้คือ 'หน้ากล้อง' และในกฎข้อที่ 1 และ 2 จะมีส่วนที่อยู่หลัง then ให้ข้อสรุปของ 'หน้ากล้อง' เอาไว้ ในที่นี้ถ้าสังเกตให้ดีจะเห็นว่า เป็นฐานความรู้ที่มีการอนุมานเพียงชั้นเดียว คือเมื่อเครื่องอนุมานทราบว่าเป้าหมายเท่ากับ 'หน้ากล้อง' แล้ว มาสำรวจที่กฎข้อ 1 ก็พบกับ 'หน้ากล้อง' แล้ว (ส่วนที่อยู่หลัง then) แต่ในบางกรณีฐานความรู้มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในการอนุมานที่ซับซ้อนกว่านี้ ดังรูปที่ 2

<p>goal = หน้ากล้อง.</p> <p>1. if แสง = มืด</p> <p> then สว่าง = ใช้แฟลช.</p> <p>2. if สว่าง = ใช้แฟลช and</p> <p> asa = 100 and</p> <p> ระยะทาง = น้อยกว่า 5 เมตร</p> <p> then หน้ากล้อง = 'f16 & speed 125'.</p>	<p>รูปที่ 2 ฐานความรู้ที่ซับซ้อนขึ้น</p>
--	--

ในฐานความรู้นี้ จะเห็นว่ากฎข้อที่ 2 มีการสรุปเกี่ยวกับเป้าหมายเอาไว้ เมื่อเครื่องอนุมานตรวจสอบคำว่า 'สว่าง' เท่ากับ 'ใช้แฟลช' หรือไม่ ในการตรวจสอบนี้ เครื่องอนุมานไม่ควรถามผู้ใช้เกี่ยวกับค่าของ 'สว่าง' แต่เครื่องอนุมานจะไปดูที่กฎข้อ 1 เพื่อหาค่าของ 'สว่าง' ว่าเท่ากับ 'ใช้แฟลช' หรือไม่ โดยการหาค่าของ 'แสง' ว่าเท่ากับ 'มืด' หรือไม่ เมื่อถึงตรงนี้ เครื่องอนุมานจะถามผู้ใช้เกี่ยวกับค่าของแสง จะเห็นได้ว่าก่อนที่จะถามเครื่องอนุมานจะตั้งคำถาม เครื่องจะดูตามกฎข้อต่างๆ ก่อนว่า ได้มีการสรุปค่าที่ต้องการหาไว้ก่อนหน้าหรือไม่

3. โครงสร้างของกฎ

เพื่อความสะดวกในการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ จึงต้องมีการกำหนดโครงสร้างของฐานความรู้เอาไว้เพื่อความสะดวกในการออกแบบโครงสร้างข้อมูล ในที่นี้จะแสดงให้เห็นเฉพาะส่วนที่จำเป็นเท่านั้น

3.1 เป้าหมาย

goal = GOAL.

3.2 กฎ

LABEL: if ATTRIBUTE1 = VALUE1 and
ATTRIBUTE2 = VALUE2 and
....
then VARIABLE = CONCLUSION.

3.3 คำถาม

question(ATTRIBUTE) = 'ข้อความของคำถาม'.

3.4 ข้อความดังที่ได้แสดงไว้ข้างบน ตัวอักษรใหญ่คือ GOAL LABEL ATTRIBUTE VALUE VARIABLE CONCLUSION และ 'ข้อความของคำถาม' เป็นความรู้ที่ผู้สร้างฐานความรู้จะกำหนดให้เป็นอะไรก็ได้

สำหรับตัวอักษรเล็กและเครื่องหมายคือ goal = : if and then question และ . เป็นสิ่งบังคับที่จะต้องมีเสมอ

อนึ่ง สำหรับการกำหนดโครงสร้างของกฎ สิ่งที่ควรคำนึงเป็นอย่างยิ่งก็คือ การกำหนดให้กฎมีลักษณะที่ง่ายต่อการเขียน มีกฎและข้อบังคับเท่าที่จำเป็น และยังต้องมีความสามารถในการประยุกต์ใช้งานที่เป็นจริงได้

4. การอนุมาน

สำหรับการอนุมานจะสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานดังที่กล่าวมาแล้วได้ดังนี้

4.1 ตรวจสอบว่า GOAL ของฐานความรู้ที่กำลังจะทำการอนุมานนี้คืออะไร

4.2 ดูตามกฎข้อต่างๆว่า VARIABLE ของกฎข้อใดที่มีค่าเท่ากับ GOAL บ้าง ถ้าไม่พบ ให้เครื่องอนุมานพิมพ์คำว่า

'ไม่มีคำตอบที่ต้องการในฐานความรู้'

4.3 ภายในกฎข้อที่พบตามเงื่อนไข 4.2 เก็บค่า ATTRIBUTE เอาไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว (ในระบบผู้เชี่ยวชาญจะเรียกว่าคลังความรู้ หรือ cache)

4.4 ตรวจสอบ ATTRIBUTE ของข้อ 4.3 กับ VARIABLE ของกฎข้ออื่นๆ ถ้าพบให้กลับไปทำต่อที่ข้อ 4.3 ถ้าไม่พบให้ตรวจสอบว่าใน question มีค่าของ ATTRIBUTE ของตัวนี้หรือไม่ ถ้าไม่มีให้ตั้งคำถามว่า

What is the value of: ATTRIBUTE ?

- ถ้ามี ให้หา 'ข้อความของคำถาม' ใน question (ATTRIBUTE) ไปแสดง
- 4.5 ขั้นตอนการทำงานจะเวียนข้อ 4.3 และ 4.4 จนกระทั่งพบกฎข้อใดข้อหนึ่งที่มีค่า ATTRIBUTE = VALUE ครบทุกตัว
- 4.6 กฎข้อที่พบในข้อ 4.5 จะได้ CONCLUSION เท่ากับ VALUE ของกฎข้อ 4.4
- 4.7 ขั้นตอนการทำงานจะเวียนจากข้อ 4.4 ถึง 4.6 จนกระทั่งพบ ATTRIBUTE = VALUE ครบทุกตัว
- 4.8 ค่าของ CONCLUSION ตามกฎที่พบในข้อ 4.7 ก็คือ คำตอบที่ต้องการ
- 4.9 ถ้าข้อ 4.7 และ 4.5 ไม่พบว่ามีกฎข้อใดข้อหนึ่งถูกต้องตามเงื่อนไขให้พิมพ์คำว่า

'ไม่มีคำตอบที่ต้องการในฐานความรู้'

ในรูปที่ 3 เป็นการแสดง flow chart ของการออกแบบแบบ backward chaining ดังที่ได้สรุปไว้ข้างต้น

5. การออกแบบโครงสร้างข้อมูล

การออกแบบโครงสร้างข้อมูลในที่นี้ จะเป็นการเสนอวิธีการจัดข้อมูลภายในฐานความรู้ เพื่อความสะดวกในการอนุมาน ปกติแล้วการใช้ text editor จะทำให้การเขียนความรู้สามารถทำได้ง่าย เพราะโปรแกรมประเภทนี้ โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีคำสั่งสำหรับอำนวยความสะดวกในการเขียน และมีความยืดหยุ่น ดังนั้นในที่นี้ การออกแบบโครงสร้างข้อมูลชุดนี้ ก็อยู่บนพื้นฐานของการใช้ text editor ในการเขียนความรู้

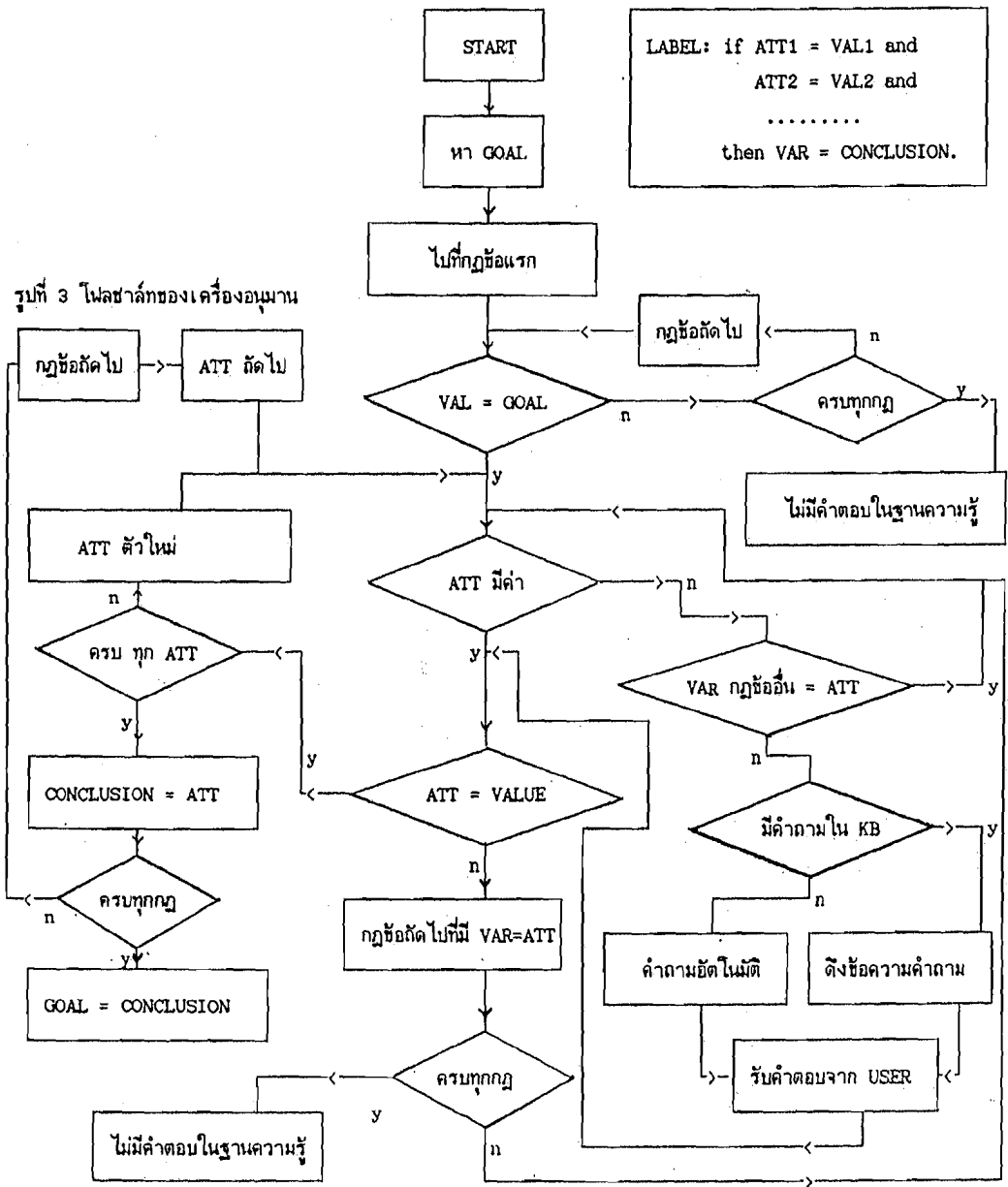
ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3. โครงสร้างของกฎ ในที่นี้จะยึดรูปแบบของโครงสร้างฐานข้อมูลดังที่ได้กล่าวไว้

เพื่อที่จะทำการโยงข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ในฐานความรู้ ในการออกแบบโครงสร้างข้อมูลจึงจำเป็นต้องสร้าง link list ขึ้นมาเพื่อโยงข้อมูลดังกล่าวเข้าด้วยกัน รูปที่ 4 เป็นลักษณะของ link list ที่ได้ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ในการสร้างฐานข้อมูลขึ้น ลักษณะของฐานข้อมูลชนิดนี้ จะโยงข้อมูลทั้งหมดในฐานความรู้ และจากโครงสร้างข้อมูลนี้ เครื่องอนุมานก็จะสามารถทำการ ค้นหาข้อมูล ได้ตลอดความรู้ของกฎทุกข้อ โดยข้อมูลทั้งหมดจะโยงเข้าด้วยกันเป็นวงกลม

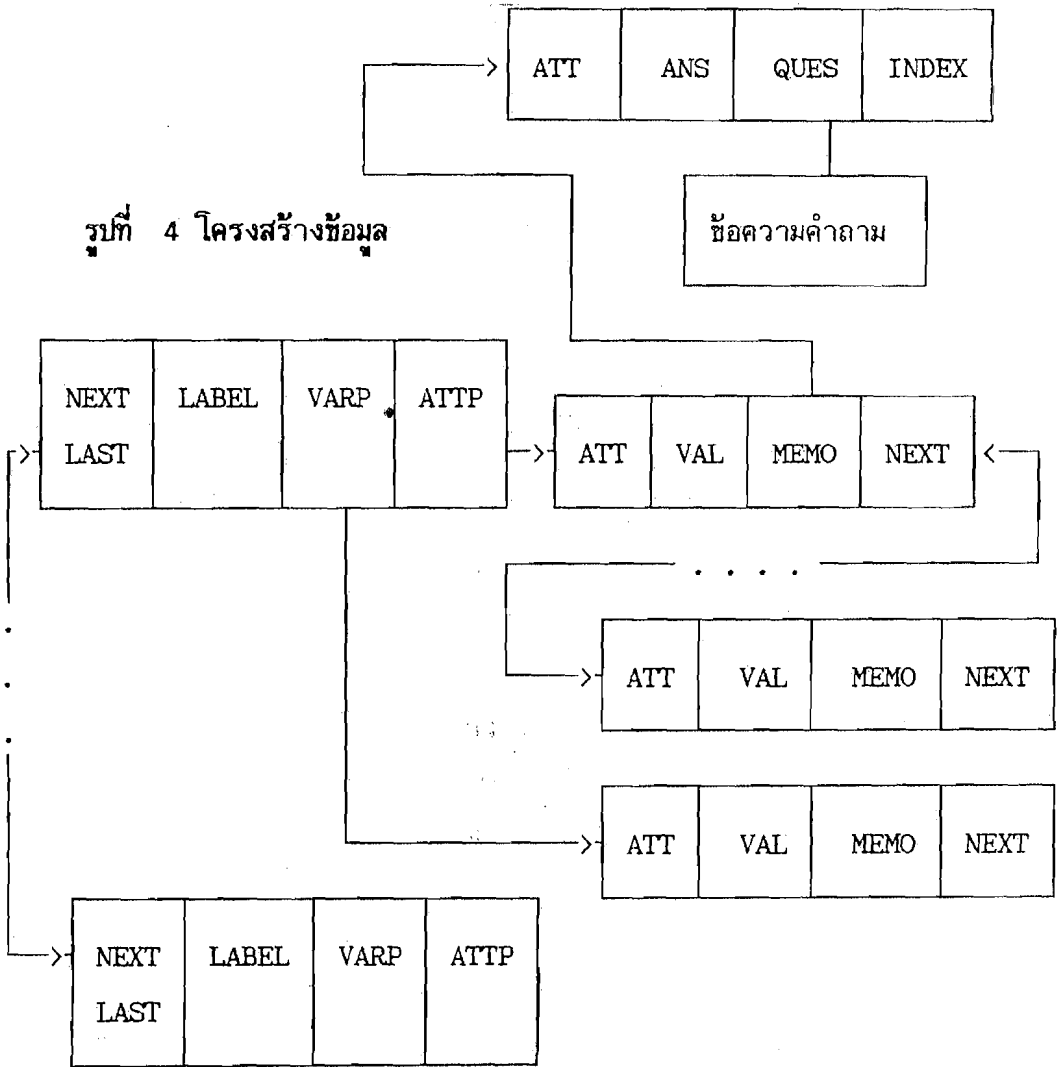
LABEL: if ATT1 = VAL1 and
 ATT2 = VAL2 and

 then VAR = CONCLUSION.

รูปที่ 3 โฟลว์ชาร์ทของเครื่องอนุมาน



รูปที่ 4 โครงสร้างข้อมูล



สำหรับ pointer ต่างๆของโครงสร้างข้อมูลข้างต้นมีรายละเอียดดังนี้

LABEL หมายถึงส่วนที่เก็บ label ของกฎเช่น (กฎข้อที่ 1)

NEXT และ LAST เป็น pointer ที่ใช้สำหรับต่อกับ pointer อื่น

VARP คือ pointer ที่ชี้ไปยังส่วนที่เก็บค่าของ VARIABLE และ CONCLUSION

VAR คือค่าของ VARIABLE

ATTP คือ pointer ที่ชี้ไปยังส่วนที่เก็บค่าของ ATTRIBUTE และ VALUE

ATT คือค่าของ ATTRIBUTE

MEMO คือส่วนของความจำชั่วคราว

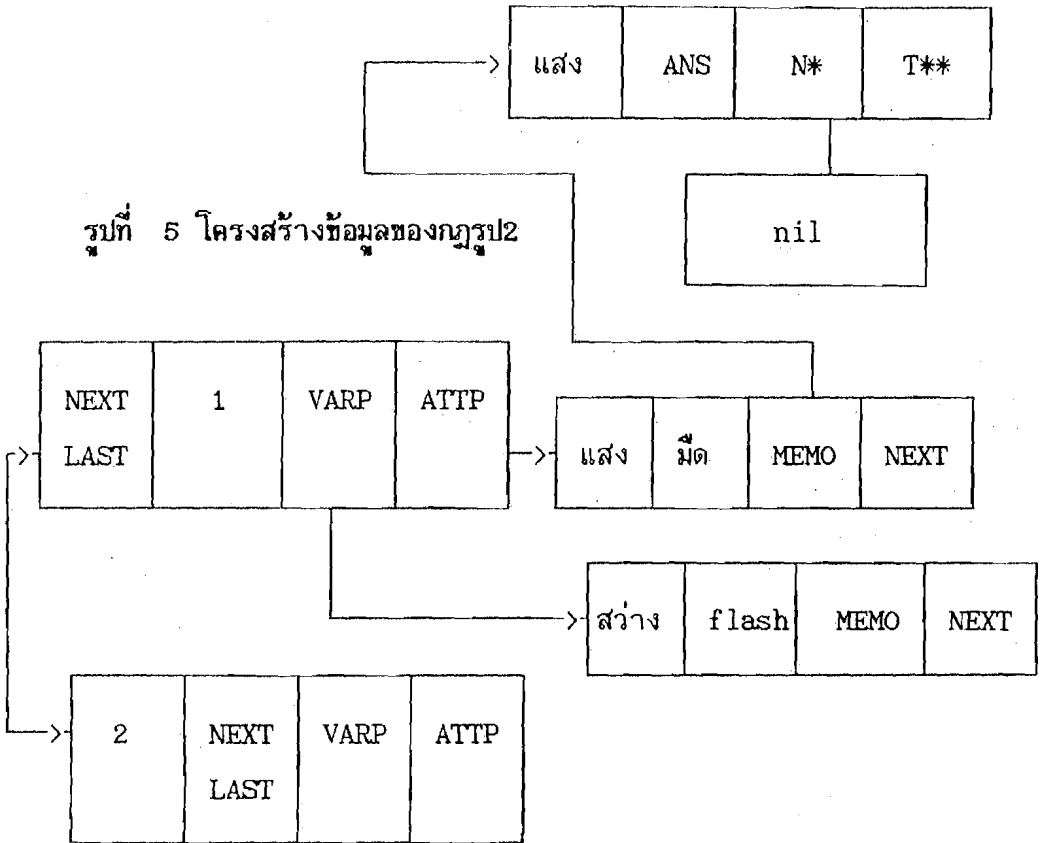
ANS คือส่วนที่เก็บคำตอบของผู้ตอบ

CON คือส่วนที่เก็บ CONCLUSION

QUES คือ pointer ที่ชี้ไปยัง 'ข้อความคำถาม'

INDEX คือ index ที่บอกเกี่ยวกับคำถามว่าจะต้องแสดงหรือไม่

รูปที่ 5 โครงสร้างข้อมูลของกฎรูป 2



* QUES เป็น N เนื่องจากไม่มีคำถามเกี่ยวกับ 'แสง'

** INDEX เป็น T เนื่องจากในกฎข้อนี้จะต้องแสดงคำถาม

6. การปรับปรุงโปรแกรม

เนื่องจากการอธิบายในบทความชิ้นนี้ทำเพื่ออธิบายการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญโดยเบื้องต้น เพื่อให้ระบบผู้เชี่ยวชาญที่กล่าวถึงนี้เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่สามารถทำงานได้ดีขึ้น การปรับปรุงโปรแกรมจึงเป็นส่วนจำเป็นที่จะต้องอธิบายเพิ่มเติม เพื่อที่จะให้เกิดความกระชับของบทความ ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างในบางเฉพาะหัวข้อ ดังต่อไปนี้

6.1 การเพิ่มส่วนที่เกี่ยวกับการแสดงความรู้ ในเกี่ยวกับเรื่องนี้ นอกจากการแสดงความรู้นิ่งของตัวอักษรแล้ว การแสดงความรู้ด้วยภาพจะเป็นสิ่งหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากในบางกรณี การแสดงภาพจะสามารถทำความเข้าใจได้มากกว่า

6.2 ความจริง (fact) โดยหลักแล้วความจริงเป็นสิ่งหนึ่งที่จะช่วยให้การแสดงความรู้ออกดีขึ้น ลักษณะของความจริงเช่น $A = B$ ก็จะหมายความว่า ค่าของ A เท่ากับ B เป็นความจริงในฐานความรู้ การแสดงความจริงในฐานความรู้มีโครงสร้างง่ายๆ คือ

ATTRIBUTE = VALUE

19.11

6.3 ส่วนที่เกี่ยวกับการอนุมาน ในการอนุมานแบบ backward chaining นั้นโดยปกติแล้ว มีความจำเป็นไม่มากนักที่จะต้องเพิ่มเกี่ยวกับส่วนนี้ แต่อย่างไรก็ดี การเพิ่มเติมการทำงานบางอย่างเข้าไปก็อาจจะเป็นประโยชน์ที่มากขึ้น สำหรับในส่วนที่เกี่ยวกับการอนุมาน ผู้มีเรื่องสมควรเพิ่มเติมคือ back tracking และการกำหนด presupposition เป็นต้น

7. การทดลองและการทำงาน

ในการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ ได้มีการทดลองสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญจริงๆ ขึ้นรูปที่ 6 เป็น list ของ pointer และ inference engine ที่สร้างด้วยภาษา pascal และภาพที่ 7 เป็นการแสดงให้เห็นการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่ทดลองกับความรู้อะไรบางอย่างรูป ในการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อทดสอบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถทำงานได้ดังที่ออกแบบไว้หรือไม่ ความรู้ที่นำมาใส่ให้กับระบบอาศัย format ดังรูปที่ 1 และเป็นเรื่องเกี่ยวกับการให้คำปรึกษาในการถ่ายรูป ในรูปที่ 7 จะเห็นว่าระบบผู้เชี่ยวชาญจะถามผู้ใช้เกี่ยวกับความสว่างของแสง และความไวแสงของฟิล์ม (หรือ asa) แล้วระบบผู้เชี่ยวชาญก็จะให้คำปรึกษาออกมาดังที่เห็น

```
Text_ptr      = ^linetext;
linetext      = record
  data        := str110;
  next       : text_ptr
end;
```

```
Ans_ptr      = ^answer;
answer       = record
  attr       = str30
  answ       = str30;
  ques       = Text_ptr;
  Index      = Boolean;
end;
```

```
attr_ptr     = ^attribute;
attribute    = record
```

รูปที่ 6 Link List

```

attr      : str30;
value     : str30;      รูปที่ 6 Link List
momo      : ans_ptr;
next      : attr_ptr;
end;

var_ptr   = ^element;
element   = record
    var-name : str30;
    con      : str30;
    next     : var_ptr;
end;

rule_ptr  = ^rule;
rule      = record
    label_name: str30;
    last      : rule_ptr;
    next     : rule_ptr;
    varp      : var_ptr;
    attp     : attr_ptr;
end;

```

<p>ความไวแสงของฟิล์มเท่ากับ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 100 2. 200 3. 400 <p>>1</p>	<p>รูปที่ 7 ทดสอบ</p>				
<p>ความสว่างของแสงในการถ่ายรูปเป็น</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. สว่างมาก</td> <td style="width: 50%;">2. มีเมฆ</td> </tr> <tr> <td>3. ในร่ม</td> <td>4. มืด</td> </tr> </table> <p>>1</p>		1. สว่างมาก	2. มีเมฆ	3. ในร่ม	4. มืด
1. สว่างมาก	2. มีเมฆ				
3. ในร่ม	4. มืด				

คำแนะนำ

ตั้งหน้ากล้อง f11 & speed 125

รูป 7 ก. คำแนะนำของระบบ

8. สรุป

การเล่นบทบาทความขึ้นนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงวิธีการบางอย่างในการสร้างและออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อที่จะเป็นการสรุป ในที่นี้จะยกประเด็นที่สำคัญออกมาให้เห็นอีกครั้ง

8.1 การออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญนี้เป็นระบบที่อาศัย word processing ในการสร้างฐานความรู้ ดังนั้นในระบบผู้เชี่ยวชาญจึงจำเป็นที่จะต้องมีส่วนที่ใช้ในการอ่านอักขระจากไฟล์ (ฐานความรู้) เพื่อที่จะนำมาแยกส่วนต่างๆ ตามโครงสร้างของกฎ

8.2 การสร้างโครงสร้างข้อมูลจะอาศัย link list เพื่อจัดการเกี่ยวกับการโยงข้อมูลเข้าด้วยกัน เพื่อความสะดวกในการอนุมานภายหลัง

8.3 การอนุมานอาศัยการอนุมานแบบ backward chaining ซึ่งเป็นการอนุมานที่เริ่มต้นจากเป้าหมายของฐานความรู้ แล้วตรวจสอบตามกฎเพื่อหาเป้าหมาย

9. เอกสารอ้างอิง

1. Shapiro, Stuart C. and David Eckroth, Encyclopedia of Artificial Intelligence, New York: John Wiley & Sons, pp. 779-781, 1987.

2. ญุเจริญ ศิริเนาวกุล และ ประเสริฐ ดันธมานนท์, การแสดงความรู้ในรูปของกฎในระบบผู้เชี่ยวชาญ, เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 10, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พฤศจิกายน 2530.

3. Harmon, Pual and David King, Expert Systems Artificial Intelligence in Business, New York: John Wiley & Son, 1985.

4. Rich Elaine, Artificial Intelligent, 6th Printing, singapore: McGraw-Hill International Edition, 1987.