บทที่ 4

การสร้างและใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ BODES

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ และการใช้งานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่สร้างขึ้นสำหรับการวิจัยนี้ ในส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับตัวโปรแกรม BODES ที่สร้างขึ้นและฐานความรู้ที่เป็นภาษาไทยจะแสดงไว้ในภาคผนวก

1. การสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ

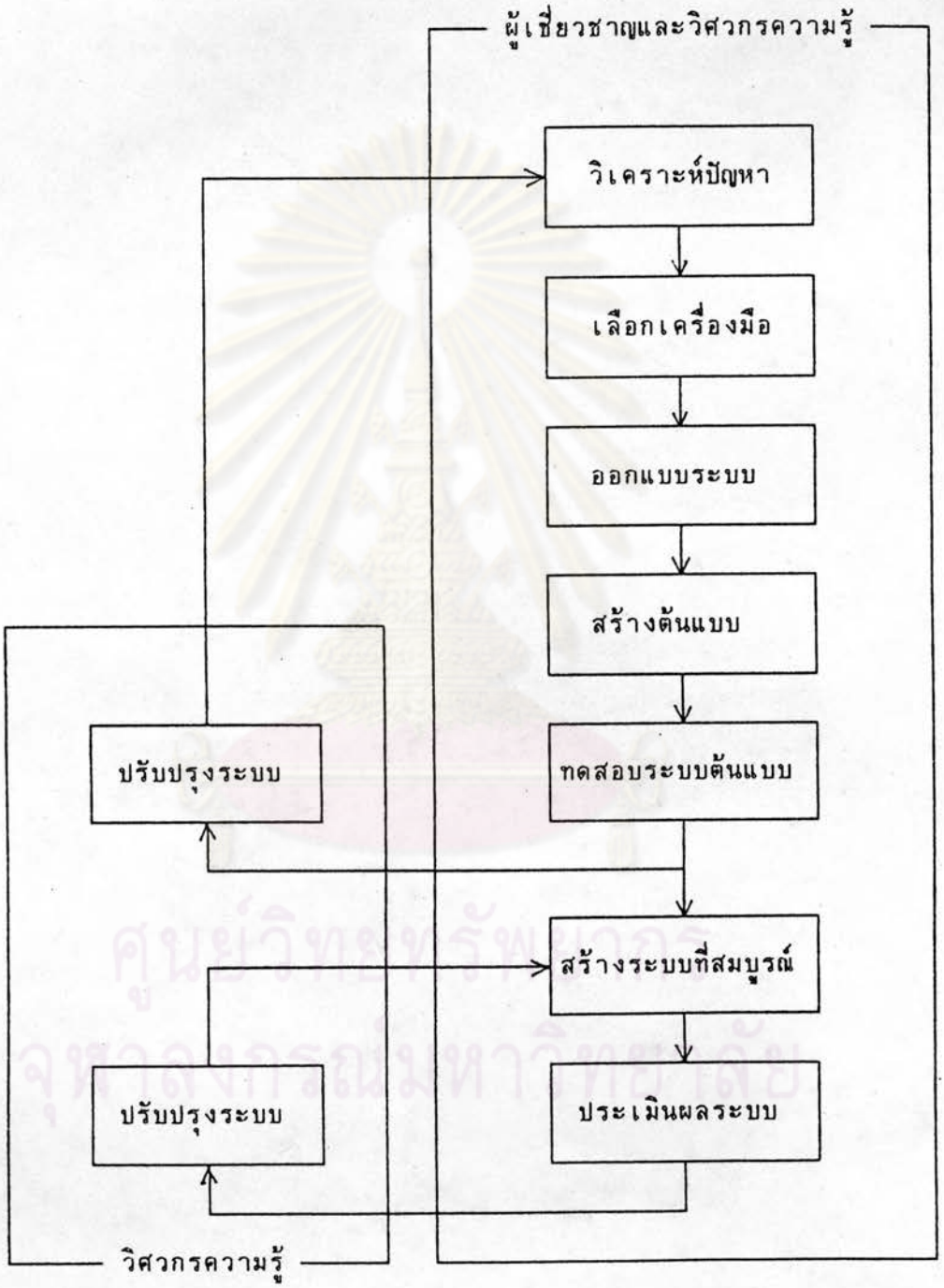
ในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ สิ่งหนึ่งที่พึงเข้าใจตลอดเวลาคือ เรากำลังพัฒนาระบบซอฟแวร์ที่สามารถให้คำปรึกษาได้เช่นเดียวกับผู้เชี่ยวชาญ ระบบซอฟแวร์นี้จะต้องมีความรู้ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่วิศวกรความรู้(Knowledge engineer) จะต้องเก็บความรู้เข้าไปให้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ วิธีการที่วิศวกรความรู้ เก็บความรู้ ให้กับระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ เราเรียกว่าการแสดงความรู้ (Knowledge representation)

ในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญที่จะกล่าวถึงนี้จะหมายถึง วิธีการเก็บความรู้ให้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ มิได้หมายถึงการสร้างซอฟแวร์ที่ใช้ในการเก็บความรู้ซึ่งเป็นหน้าที่ของนักเขียนโปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นมา

ระบบผู้เชี่ยวชาญที่จะสร้างขึ้นนี้ เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวินิจฉัยการปฏิบัติการหม้อไอน้ำอุตสาหกรรมแบบท่อไฟขนาดไม่เกิน 10 ตัน ซึ่งมีชื่อย่อว่า BODES (Boiler Operations Diagnosis Expert System) ลักษณะของปัญหาจะเป็นการวินิจฉัยเพื่อหาสาเหตุข้อขัดข้องในการทำงานควบคุมหม้อไอน้ำ ของผู้ควบคุมหม้อไอน้ำ (Boiler Operator) โดยปัญหาส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่สามารถประเมินผลของการอนุมาน และสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ (Finite problem)

สำหรับขั้นตอนในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

1. การจำแนกปัญหาและวิเคราะห์ความรู้ที่จะสรุปใส่ฐานความรู้
2. การเลือกเครื่องมือและทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะการให้คำปรึกษา
3. การออกแบบระบบ



รูปที่ 4.1 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

4. การสร้างต้นแบบระบบ

5. การขยายทดสอบและปรับปรุงระบบ

ส่วนของวงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญดังรูปที่ 4.1 จะเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ปัญหา การเลือกเครื่องมือ จากนั้นจะเป็นการสร้างระบบต้นแบบและทำการทดสอบ ถ้าหากว่าระบบต้นแบบยังไม่ถูกต้อง จะต้องวนกลับไปปรับปรุงระบบใหม่โดยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ปัญหา ปรับปรุงระบบต้นแบบ และทดสอบใหม่จนกระทั่งได้ต้นแบบที่ถูกต้อง

เมื่อได้ต้นแบบที่ถูกต้องแล้ว จึงจะทำการขยายระบบให้เป็นระบบที่สมบูรณ์แล้วประเมินผล ถ้าระบบที่ขยายขึ้นมามีอะไรต้องแก้ไข ก็จะต้องกลับไปสร้างระบบที่สมบูรณ์ใหม่ แล้วทำการประเมินผลใหม่จนกระทั่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจเมื่อได้ระบบที่พอใจแล้วก็ติดตั้งระบบและวางแผนการบำรุงรักษา เพื่อทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญนี้มีความรู้ที่ทันสมัยอยู่เสมอ

1.1 การจำแนกปัญหาและวิเคราะห์ความรู้ที่จะสรุปใส่ฐานความรู้

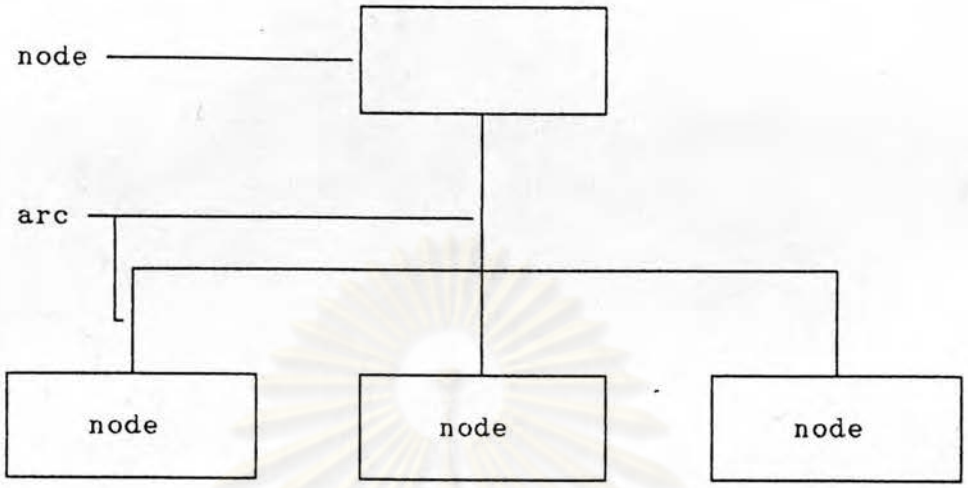
1.1.1 การมีความรู้และเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง สำหรับการสร้างระบบความรู้ เช่น ฐานความรู้เกี่ยวกับการเกิด Overheating ของหม้อไอน้ำ จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะการเกิด Overheating และเมื่อเกิด Overheating จะมีปัญหาอะไรบ้าง และปัญหานั้นมีเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาอย่างไร เป็นต้น

1.1.2 การจัดขั้นตอนเพื่อแก้ไขปัญหา เมื่อมีความรู้และเข้าใจปัญหาดีแล้วก็จะทำการจัดลำดับและกำหนดวิธีการแก้ปัญหา วิธีที่สามารถช่วยในการจัดขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดีคือ การจัดความรู้ในรูปแบบของต้นไม้ (Tree diagram)

ในกรณีที่ความรู้มีขนาดใหญ่และซับซ้อนมาก การจำแนกปัญหาควรใช้ โครงสร้างแบบต้นไม้จะเป็นวิธีที่สะดวกกว่า ดังรูปที่ 4.2 องค์ประกอบของโครงสร้างแบบต้นไม้จะประกอบด้วย node และ arc

node จะแทนความหมายที่จะแสดงในฐานความรู้

arc จะเป็นส่วนที่เชื่อมความสัมพันธ์ของ node ต่าง ๆ ที่เกี่ยวพันกันเข้าด้วยกัน

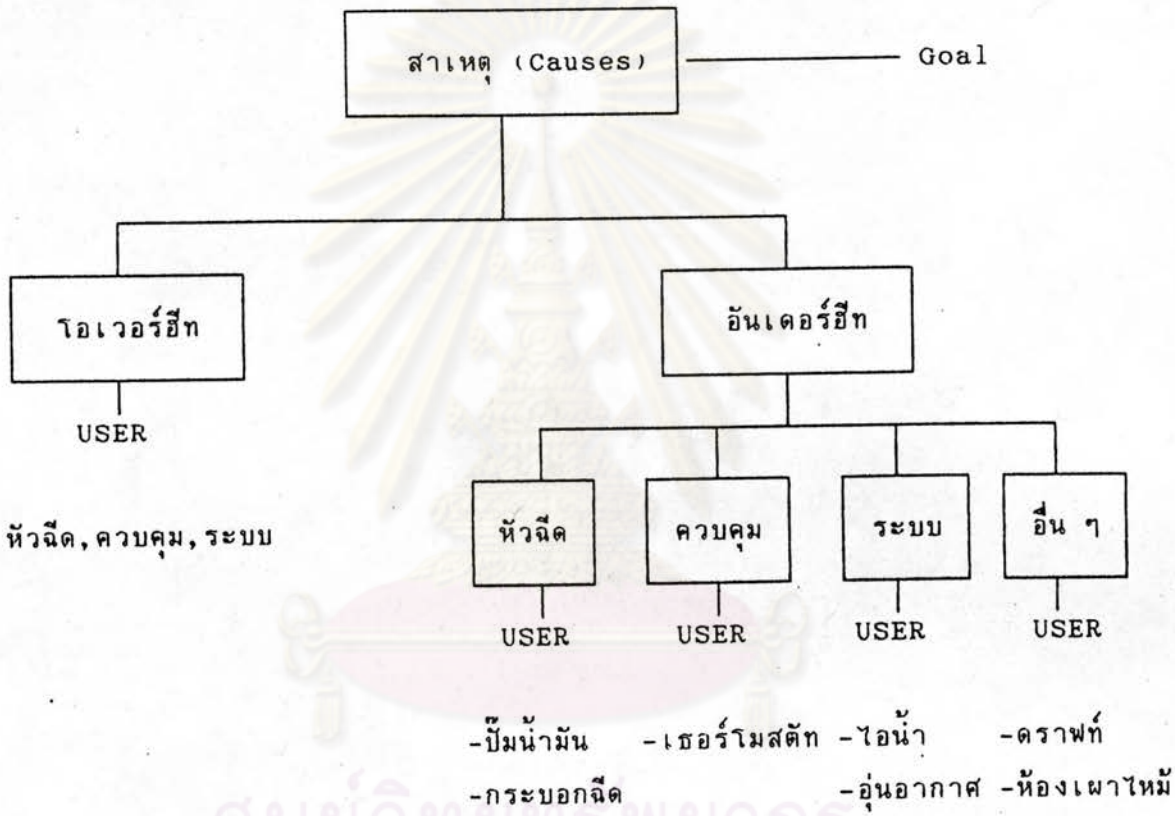


รูปที่ 4.2 องค์ประกอบของโครงสร้างแบบต้นไม้

ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่าง node จะกำหนดให้ node ตัวที่อยู่ในระดับที่สูงกว่าจะเป็น attribute ของ node ล่าง และ node ล่างจะเป็น value ของ node บน โดยมี arc เชื่อมความสัมพันธ์ของ node ที่เป็น attribute และ value เข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะกำหนดค่าความสัมพันธ์ให้กับ arc หรือไม่ก็ได้

สำหรับตัวอย่างการจำแนกปัญหาของหม้อไอน้ำบางส่วนโดยใช้โครงสร้างแบบต้นไม้ แสดงได้ดังรูปที่ 4.3

1.1.3 การถามคำถามเพื่อเป็นข้อมูลว่าคำตอบควรจะเป็นเช่นไรต่อปัญหาเฉพาะแบบหนึ่ง จะมีวิธีการแก้ปัญหาเฉพาะอย่าง ถ้าปัญหาเป็นแบบหนึ่งการแก้ปัญหาอาจจะเป็นแบบหนึ่งในปัญหาเดียวกันจะมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายอย่าง และวิธีการเฉพาะนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของปัญหา ในการที่จะได้มาซึ่งลักษณะเฉพาะของปัญหา ระบบความรู้จะต้องมีคำถาม เพื่อติดต่อกับผู้ใช้ในการที่จะจำแนกลักษณะเฉพาะของปัญหาเมื่อได้ลักษณะเฉพาะของปัญหาก็สามารถให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง การตั้งคำถามนั้นจะต้องง่ายต่อความเข้าใจต่อความเข้าใจคำถามของผู้ใช้และทำให้ผู้ใช้สามารถตอบคำถามได้อย่างตรงประเด็น จากรูปที่ 4.3 ในส่วนของ USER คือส่วนที่ระบบจะต้องติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งผู้ที่สร้างฐานความรู้จะต้องตั้งเป็นคำถามที่จะติดต่อกับผู้ใช้



รูปที่ 4.3 โครงสร้างแบบต้นไม้ของฐานความรู้เกี่ยวกับหม้อไอน้ำ(บางส่วน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1.4 การให้คำปรึกษา การให้คำปรึกษาจะต้องเป็นลักษณะที่เข้าใจง่าย และสามารถปฏิบัติตามได้ การตั้งคำถามจะต้องชัดเจนให้ผู้ใช้สามารถตอบคำถามได้อย่างตรงประเด็น

1.2 การเลือกเครื่องมือและทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะการให้คำปรึกษา

ปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบความรู้ (Knowledge system) มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แล้วแต่ละชนิดก็มีวิธีการแสดงความรู้ที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการเลือกเครื่องมือแต่ละชนิดจำเป็นต้องเลือกให้เหมาะสมกับงานที่จะทำด้วย นอกจากที่กล่าวมาแล้วยังมีลักษณะพิเศษของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย เช่น ความสามารถในการบรรจุความรู้ ความสามารถในการแสดงภาพเสียง และติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เป็นต้น

นอกจากตัวของเครื่องมือที่เราจะต้องพิจารณาแล้วในส่วนของปัญหา จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาถึง โดเมน (Domain) ของปัญหาด้วย ซึ่งโดเมนในที่นี้จะหมายถึงขอบเขตของภาพให้คำปรึกษา เช่น เวลาที่ใช้ในการให้คำปรึกษาไม่ควรเกิน 30 นาที นับตั้งแต่เริ่มถามตอบคำถามจนถึงคำแนะนำขั้นสุดท้าย และความเป็นไปได้ของคำตอบไม่ควรเกิน 50 ชุด เป็นต้น

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการวินิจฉัยการปฏิบัติการหม้อไอน้ำ คือ M.1 ซึ่งเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญชนิด SHELL ที่เป็นแบบ Backward chaining มีวิธีการแสดงความรู้โดยอาศัยกฎ และมีลักษณะการให้คำปรึกษาแบบถาม-ตอบ ที่สมบูรณ์ที่สุดระบบหนึ่ง

ลักษณะทั่วไปของ M.1 มีดังนี้ (13)

1.2.1 ฐานความรู้ (Knowledge base)

- มีฐานความรู้ขนาดใหญ่ สามารถเก็บความรู้ด้วยกฎได้ถึง 2500 กฎ บนเครื่อง IBM PC XT หรือ IBM PC AT
- สามารถสร้างตัวแปร (Variable) ในฐานความรู้ได้เพื่อทำให้เกิดความประหยัดในการสร้างฐานความรู้ เพราะตัวแปรสามารถแทนข้อเท็จจริงหรือกฎที่เหมือน ๆ กันได้
- สามารถสร้างความรู้ที่มีค่าความไม่แน่นอนได้ (Uncertain

Knowledge) โดยสามารถคำนวณออกมาเป็น Certainty factors สำหรับข้อเท็จจริง และกฎในระหว่างการ Execute และสรุปผล

1.2.2 กลไกอนุมาน (Inference engine)

- มีการอนุมานแบบย้อนหลัง (Backward chaining) เช่น

"If animal eats meat,
then the animal is a carnivore."

M.1 จะเริ่มต้นจากการค้นหาว่าแมวกินเนื้อหรือไม่ ถ้ากินก็สรุปว่าแมวเป็นสัตว์ที่กินเนื้อเป็นอาหาร

- มีการอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward chaining) เช่น

"When it is found that the temperature > 200, issue a warning and check the pressure."

M.1 จะไปชัดจังหวะของการอนุมานแบบย้อนหลังเมื่ออุณหภูมิ >200 โดยเราจะไปกดสัญญาณเตือนแล้วไปวัดความดันดู เมื่อกระทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว M.1 ก็จะอนุมานเพื่อสรุปว่าเกิดจากสาเหตุใดต่อไป

1.2.3 ลักษณะอื่น ๆ ของ M.1

- M.1 สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมหรือภาษาอื่นได้ เช่น ภาษา C ภาษาแอสเซมบลี้

- M.1 สามารถ link เข้ากับฟังก์ชั่น หรือ Subroutine ซึ่งเขียนในภาษาอื่นได้

- M.1 สามารถแยกสีสันในการโต้ตอบกัน เช่น คำถาม คำตอบ หรือ Error messages

- M.1 สามารถทำ List processing ได้ โดยไม่ต้องอ้างถึง External code procedure ซึ่งมักเขียนโดย LISP หรือ PROLOG

- M.1 สามารถตรวจสอบดูการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนของการให้เหตุผลในระหว่างการให้คำปรึกษา (Consultation) ได้ โดยใช้คำสั่ง Trace และ

Panels mode

- M.1 มีลักษณะของ Window-base interface ที่จอจะแบ่งออกเป็นหน้าต่างมองเห็นส่วนประกอบของการให้คำปรึกษา สามารถดัดแปลง เปลี่ยนสี ขนาด ตำแหน่ง ขอบเขต ของหน้าต่างได้

- M.1 มี Pull-down menus ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกคำสั่งได้อย่างสะดวก

- ในการตอบคำถามในระหว่างการให้คำปรึกษา ผู้ใช้สามารถเลือกคำตอบจากเมนูได้ หรือสามารถตอบไม่รู้โดยเขียน "UNKNOWN" ได้ หรืออาจถามว่าทำไม โดยเขียน "WHY" ก็ได้ แล้ว M.1 ก็จะอธิบายวิธีการตอบในระหว่างให้คำปรึกษาระบบให้กับผู้ใช้ที่ถูกต้อง

1.3 การออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบควรเริ่มต้นจากกระดาษ เขียนแนวความคิดของความรู้ทั้งหมดที่เราจะสร้างโดยเริ่มต้นจาก

1.3.1 เป้าหมาย (Goal) เราจะต้องมีเป้าหมายที่เด่นชัด เป้าหมายในที่นี้คือจุดหมายปลายทางของระบบการให้คำปรึกษานี้จะเป็นเช่นไร นั่นคือ คำตอบของการให้คำปรึกษานั่นเอง และคำตอบนี้จะมีอยู่หลาย ๆ คำตอบ ซึ่งระบบผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้เลือกให้สอดคล้องกับลักษณะของปัญหา จากตัวอย่างการเกิด Overheating ของหม้อไอน้ำ จะสามารถกำหนดได้ว่า

จากโครงสร้างต้นไม้ เป้าหมายของความรู้จะอยู่ที่ node บนสุด คือ causes ดังนั้น

goal = causes

1.3.2 กำหนด flow diagram ของปัญหาทั้งหมดในขั้นนี้เป็นขั้นตอนการแสดงความรู้ ในการแสดงความรู้จะต้องลำดับของขั้นตอนการแสดงความรู้ที่จำเป็นออกมา จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่า node แต่ละอันจะเป็น attribute ต่าง ๆ ที่ต้องมีการอนุมาน ในกรณีที่ความรู้มีมากและโดเมนใหญ่ การหาค่าของ attribute ไม่

จำเป็นต้องได้มาจาก USER attribute เหล่านี้ อาจหาได้จากการอนุมานของเครื่องได้ ในรูปที่ 4.3 ค่า attribute ต่าง ๆ จะเป็นดังนี้

- อาการของระบบ
- อุปกรณ์ของระบบ
- อุปกรณ์ย่อยที่เกี่ยวข้องในระบบ

1.4 การสร้างต้นแบบ

ในการสร้างต้นแบบนั้นเป็นการแสดงความรู้เฉพาะขั้นตอนขึ้นมาโดยการจำกัดโดเมนของปัญหาให้แคบลง และหาหนทางในการแก้ปัญหาก่อนที่จะสร้างระบบจริง

ระบบต้นแบบที่สร้างขึ้นนี้ จะต้องมีลักษณะการทำงานที่เหมือนระบบจริงที่จะพัฒนาต่อ แต่กำหนดในขอบเขตการแก้ปัญหานั้นแคบกว่า ระบบต้นแบบนี้จะเป็นต้นแบบเพื่อใช้ในการทดสอบว่าการแก้ปัญหาที่ได้ทำการออกแบบมานั้นถูกต้องหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการขยายระบบต่อไป

ตัวอย่างโปรแกรมของระบบต้นแบบการแก้ไขปัญหาการเกิด Overheating และ Underheating ของหม้อไอน้ำ

```
                goal     =   causes

1:  If      symtom       =   overheat and
            device_1     =   burner
    then    causes       =   'list1'.
2:  If      symtom       =   overheat and
            device_1     =   system
    then    causes       =   'list2'.
3:  If      symtom       =   overheat and
            device_1     =   system
    then    causes       =   'list3'.
4:  If      symtom       =   underheat and
            device_2     =   burner    and
```

```
            device_3      =   oil pump
      then  causes        =   'list4'.

5:    If    symtom        =   underheat and
            device_2      =   burner    and
            device_3      =   nozzle
      then  causes        =   'list5'.
6:    If    symtom        =   underheat and
            device_2      =   burner    and
            device_3      =   fan
      then  causes        =   'list6'.
7:    If    symtom        =   underheat and
            device_2      =   control   and
            device_3      =   thermostat
      then  causes        =   'list7'.
8:    If    symtom        =   underheat and
            device_2      =   system    and
            device_3      =   steam
      then  causes        =   'list8'.
9:    If    symtom        =   underheat and
            device_2      =   system    and
            device_3      =   warm-air
      then  causes        =   'list9'.
10:   If    symtom        =   underheat and
            device_2      =   miscelleneous and
            device_3      =   draft
      then  causes        =   'list10'.
11:   If    symtom        =   underheat and
            device_2.     =   miscelleneous and
```

```
            device_3      =   chamber
      then  causes        =   'list11'.

question (symtom)  = 'What is the symtom in the system?
                        1.  Overheat
                        2.  Underheat'.
legalvals (symtom)  =  [overheat, underheat]
question (device_1)  = 'What is the device defection?
                         in overheat condition?
                           1.  Burner defection
                           2.  Control defection
                           3.  System defection'.
legalvals (device_1)  = [burner, control, system]
question (device_2)   = 'What is the defection in underheat
                           condition?
                           1.  Burner defection
                           2.  Control defection
                           3.  System defection
                           4.  Miscelleneous'.
legalvals (device_2)  =  [burner, control, system,
                            miscelleneous]
question (device_3)  = 'Which defection device in burner
                          defect condition?
                           1.  Oil pump
                           2.  Nozzle
                           3.  Fan'.
legalvals (device_3)  =  [oil-pump, nozzle, fan]
question (device_4)  = 'Which defection device in control
                          defect condition?
```

1. Thermostat'.

legalvals (device_4) = [thermostat]

question (device_5) = 'Which defection device in system defect condition?

1. Steam system

2. Warm air system'.

legalvals (device_5) = [steam, warm-air]

question (device_6) = 'Which defection device in miscelleneous defect condition?

1. Draft

2. Combustion chamber'.

legalvals (device_6) = [draft, chamber]

1.5 การขยาย ทดสอบและปรับปรุงระบบ

การขยายระบบโดยการนำต้นแบบที่แน่ใจว่าถูกต้องแล้วมาทำการเพิ่มองค์ประกอบต่าง ๆ จนกระทั่งเป็นระบบที่สมบูรณ์ ตามที่ได้มีการวางแผนไว้โดยการเติมความรู้ในส่วนที่ยังขาดอยู่ ตกแต่งระบบให้ดูปราณีต และเพิ่มส่วนที่ใช้ในการอธิบายส่วนต่าง ๆ

ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ จะต้องมีการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและวิศวกรความรู้อย่างละเอียดโดยการนำ Case ต่าง ๆ ที่ได้วางไว้ ในการสร้างระบบต้นแบบมาทำการทดสอบและตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อดูว่าเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ทดสอบนั้นถูกต้องหรือไม่ ถ้าหากว่าระบบต้นแบบมีความคลาดเคลื่อนจากที่วางระบบเอาไว้ ก็จะต้องวกกลับไปทำการออกแบบระบบต้นแบบใหม่ สำหรับการทดสอบระบบต้นแบบ สิ่งที่พึงระลึกไว้เสมอคือ ระบบต้นแบบได้มีการจำลองระบบให้มีขอบเขตของการแก้ปัญหาที่เล็กลงกว่าระบบจริงดังนั้น เงื่อนไขในการทดสอบบางอย่างที่ไม่ได้ระบุไว้ในการสร้างระบบต้นแบบ ก็จะนำมาตรวจสอบไม่ได้

การประเมินผลของระบบ เมื่อระบบสร้างเสร็จแล้วยังต้องมีการประเมินผลด้วยว่าระบบที่ได้ออกมานี้เป็นไปตามความต้องการของผู้ออกแบบระบบหรือไม่ ในการตรวจสอบ ผู้ตรวจสอบจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญที่มาช่วยในการพัฒนามาช่วยให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด วิศวกรความรู้จะต้องตรวจสอบเงื่อนไขต่างๆ ของการอนุมานให้ครบถ้วนและ

ผู้เชี่ยวชาญจะต้องตรวจสอบความรู้ทุกอย่างที่มีอยู่ในระบบว่าตรงกับความเป็นจริงหรือไม่ ถ้าหากว่าเกิดความผิดพลาดขึ้น วิศวกรความรู้ต้องเป็นผู้แก้ไขกฎหรือข้อมูลต่าง ๆ ในฐานความรู้

ในส่วนของการขยายระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานควบคุมหม้อไอน้ำ เพื่อให้เป็นระบบที่สมบูรณ์ที่เรียกว่า BODES นั้น จะแบ่งองค์ประกอบของการแก้ปัญหาซึ่งสามารถเขียนเป็นผังงานรวมของระบบได้ ดังนี้

1.5.1 ด้านสัมผัสน้ำ (Water side)

- ปั๊มน้ำขัดข้อง
- ปัญหาจากเกจวัดระดับน้ำ
- ปัญหาจากเกจวัดความดัน
- ปัญหาจากน้ำในหม้อไอน้ำ
- ปัญหาจากไอน้ำในหม้อไอน้ำ

1.5.2 ด้านสัมผัสไฟ (Fire side)

1.5.2.1 ปัญหาจากอุปกรณ์

- ปั๊มน้ำมันขัดข้อง
- เครื่องอุ่นน้ำมันขัดข้อง
- หัวฉีดน่าขัดข้อง
- หัวฉีดหลักขัดข้อง
- ตาไฟขัดข้อง
- การขัดข้องในห้องเผาไหม้
- พัดลมขัดข้อง

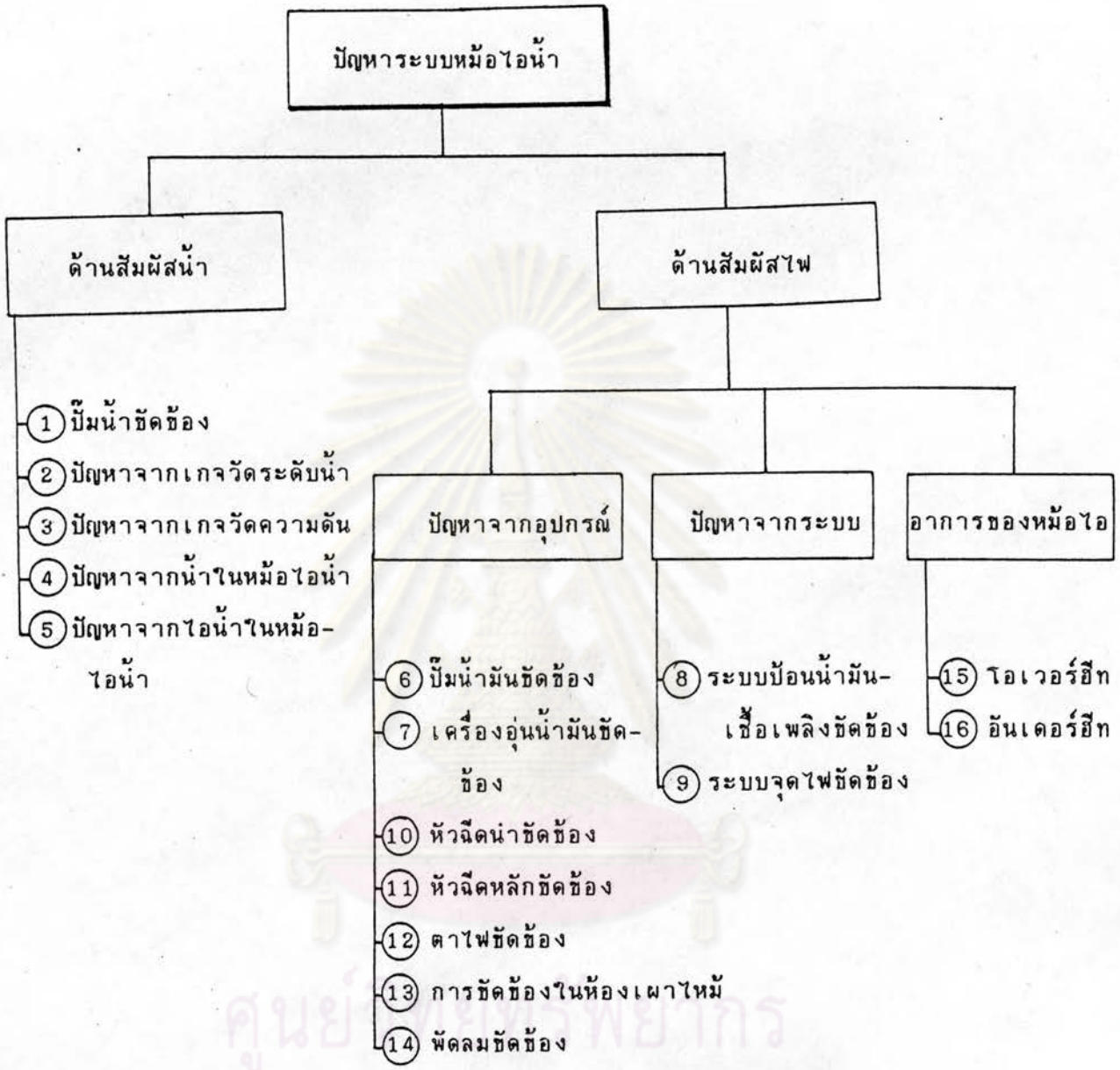
1.5.2.2 ปัญหาจากระบบ

- ระบบป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงขัดข้อง
- ระบบจุดไฟขัดข้อง

1.5.2.3 ปัญหาจากอาการของหม้อไอน้ำ

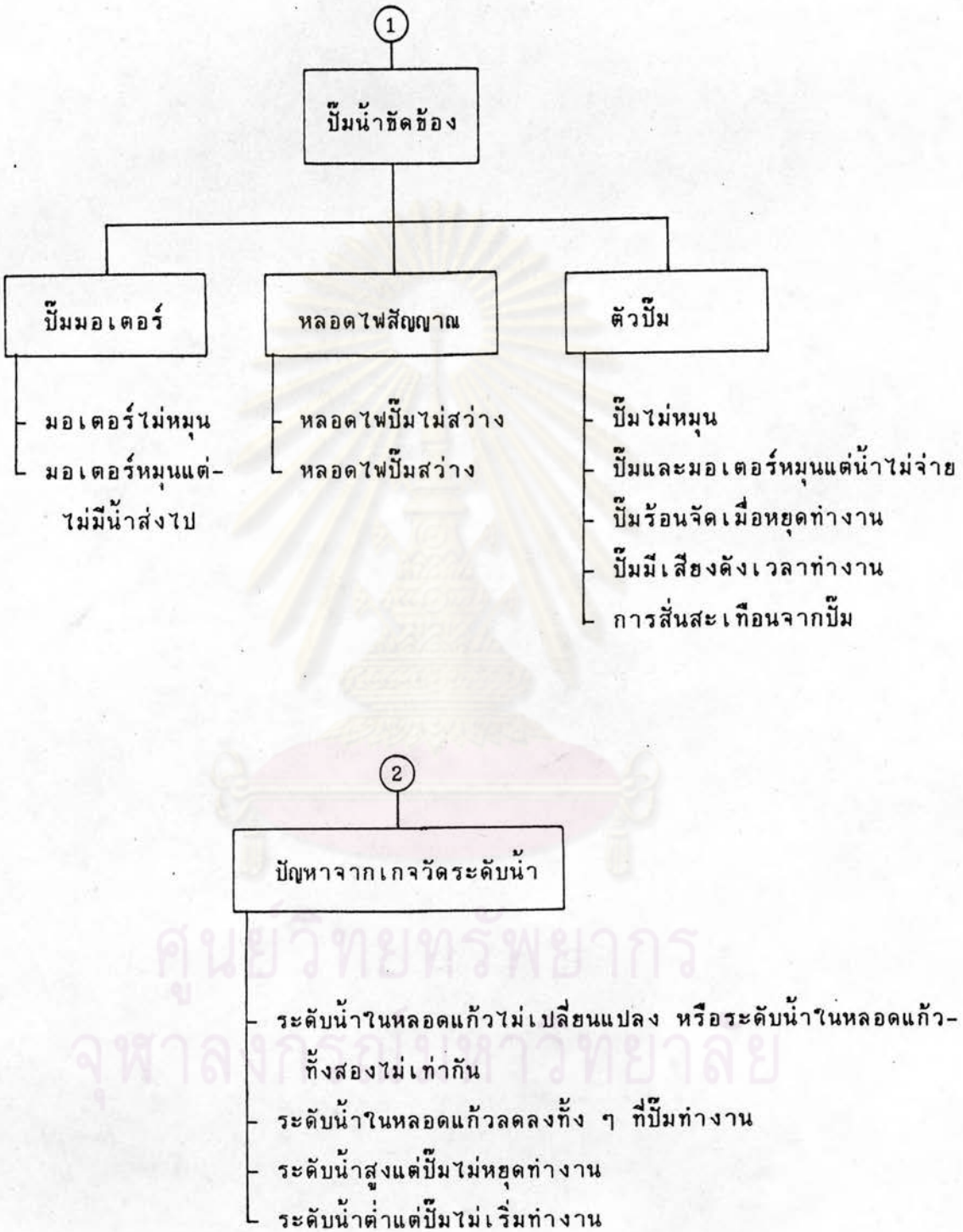
- โอเวอร์ฮีท
- อันเดอร์ฮีท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

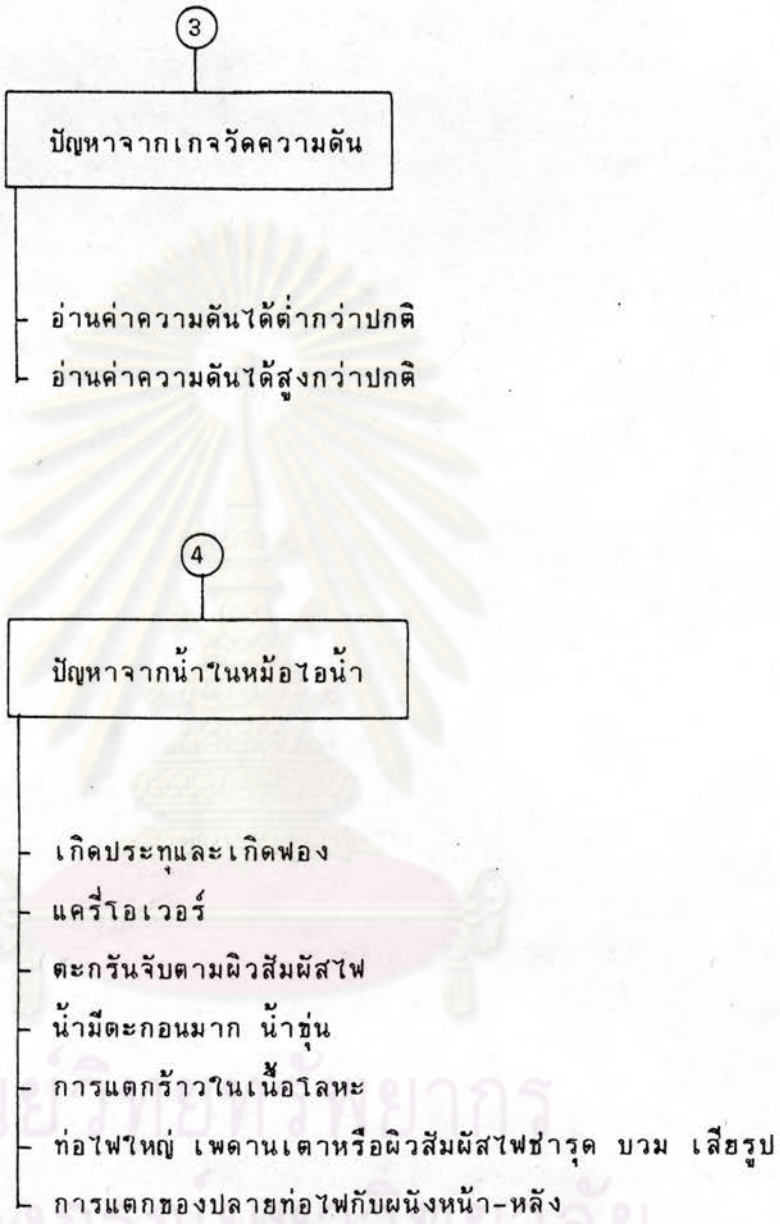


รูปที่ 4.4 ผังงานแบบต้นไม้ของระบบ BODES

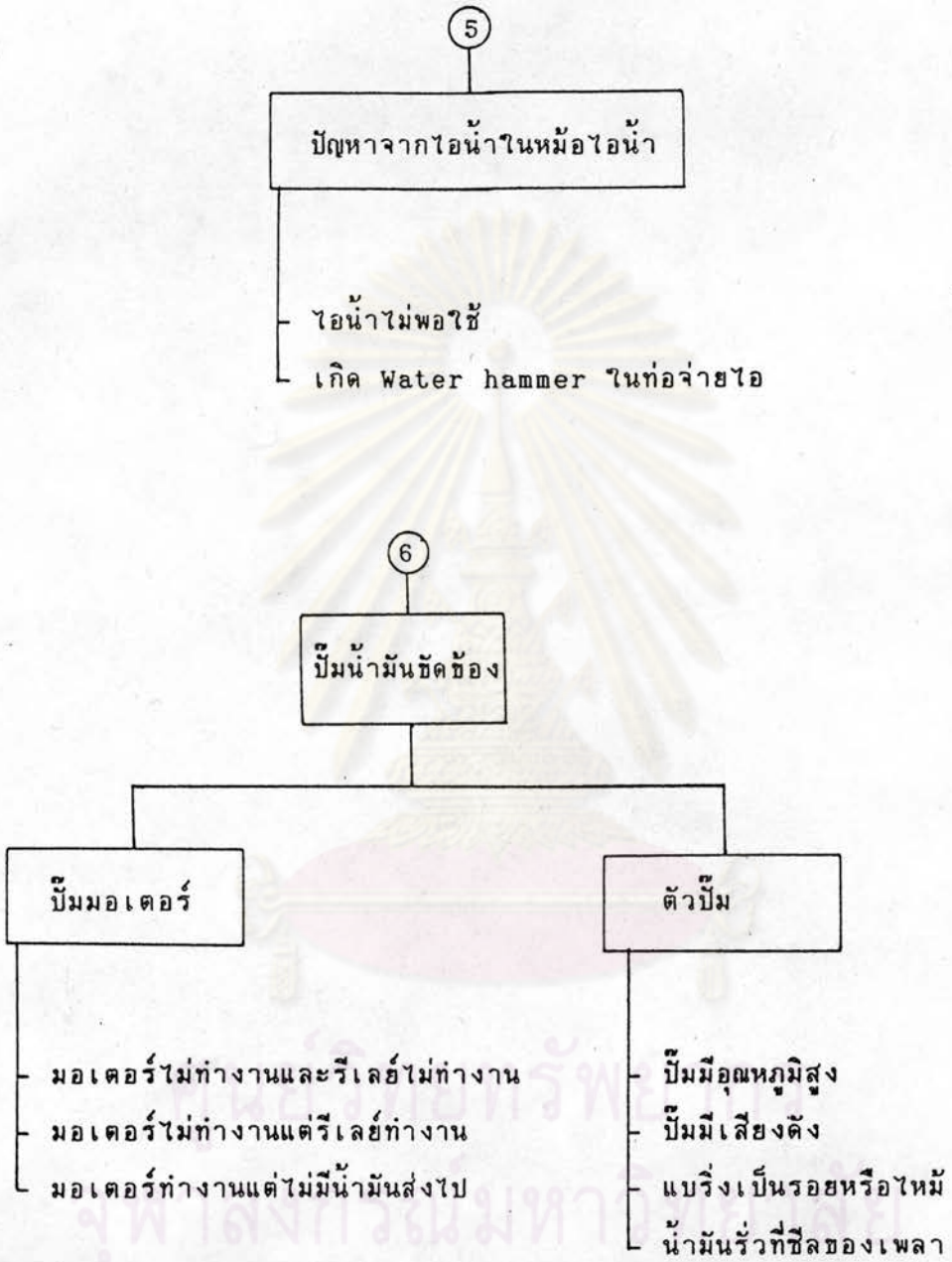
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



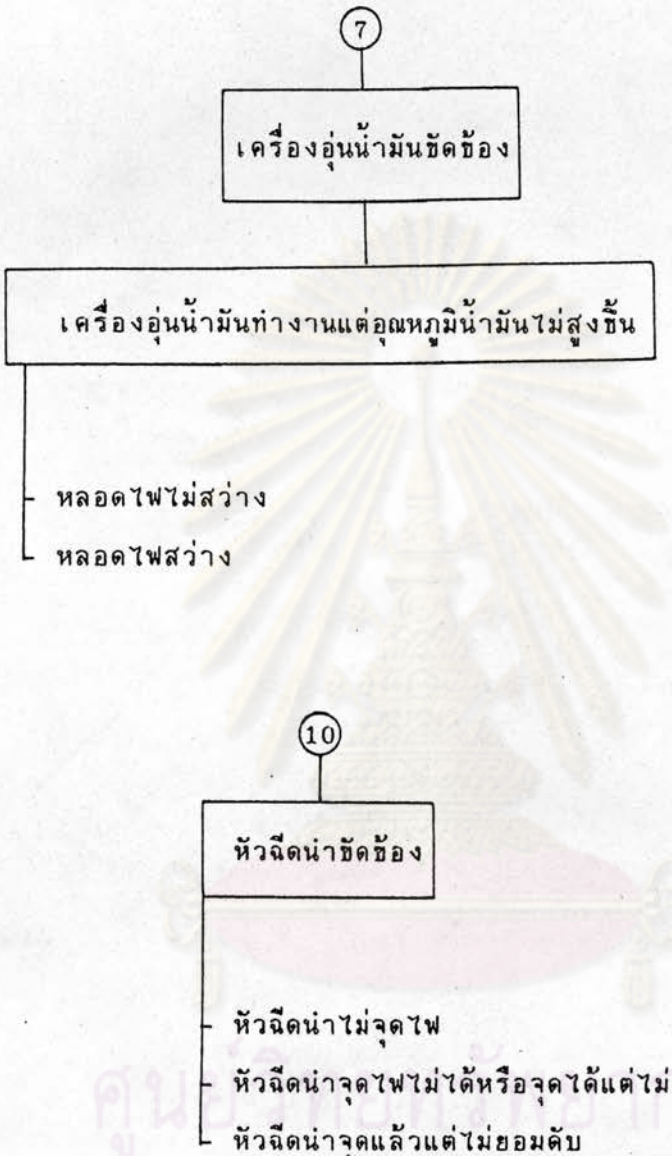
รูปที่ 4.4 ผังงานแบบต้นไม้ของระบบ BODES (ต่อ)



รูปที่ 4.4 ผังงานแบบต้นไม้ของระบบ BODES (ต่อ)

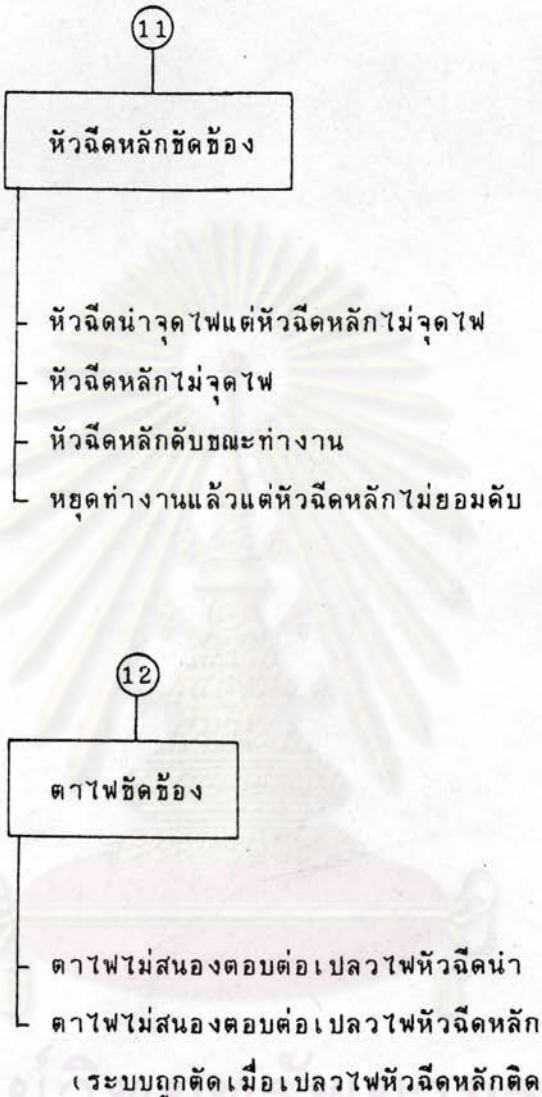


รูปที่ 4.4 ผังงานแบบต้นไม้ของระบบ BODES (ต่อ)



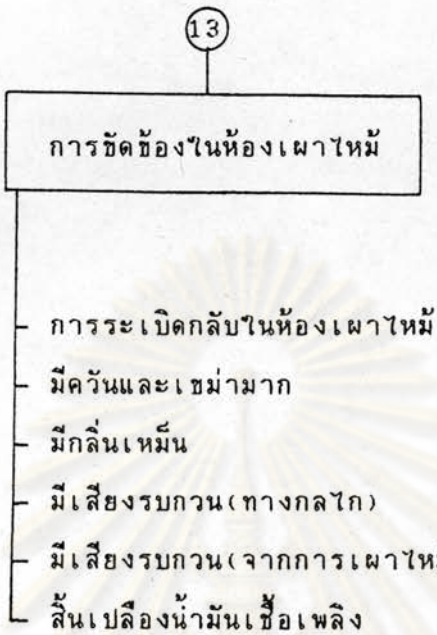
รูปที่ 4.4 ผังงานแบบต้นไม้ของระบบ BODES (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

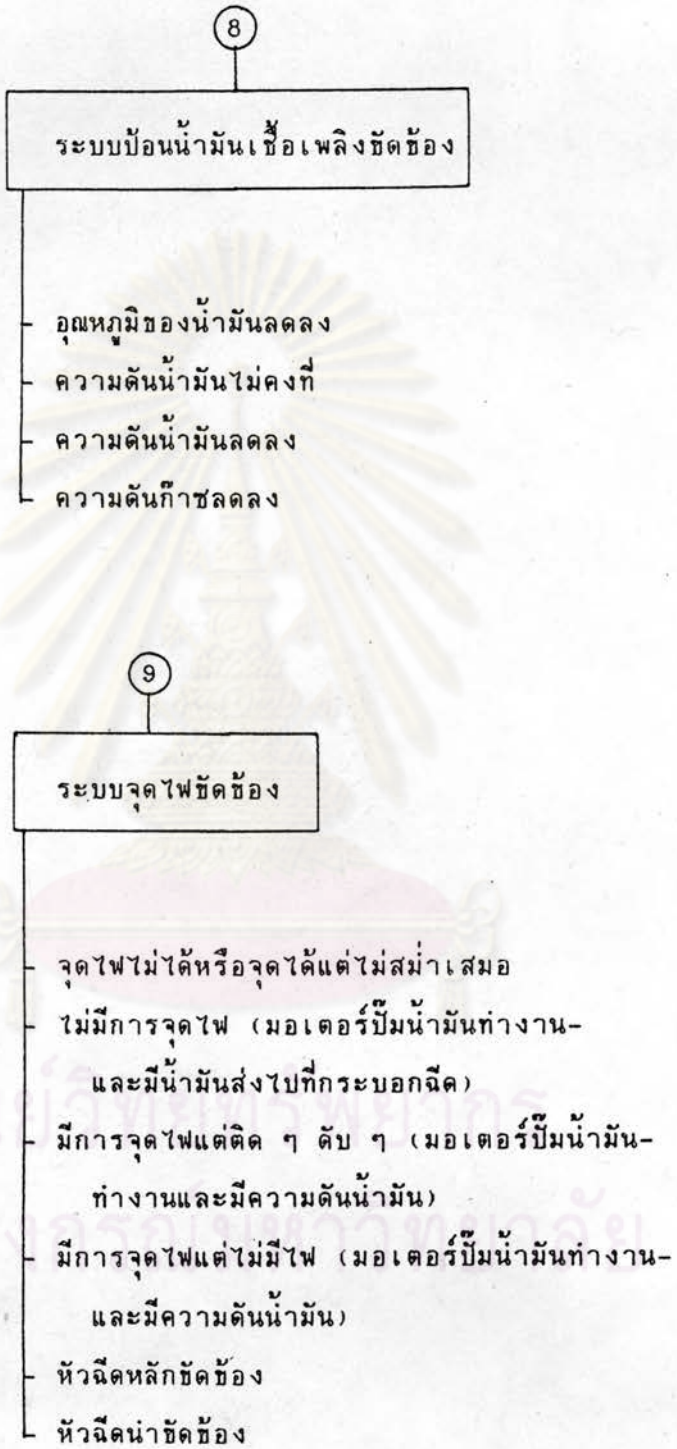


รูปที่ 4.4 ผังงานแบบต้นไม้ของระบบ BODES (ต่อ)

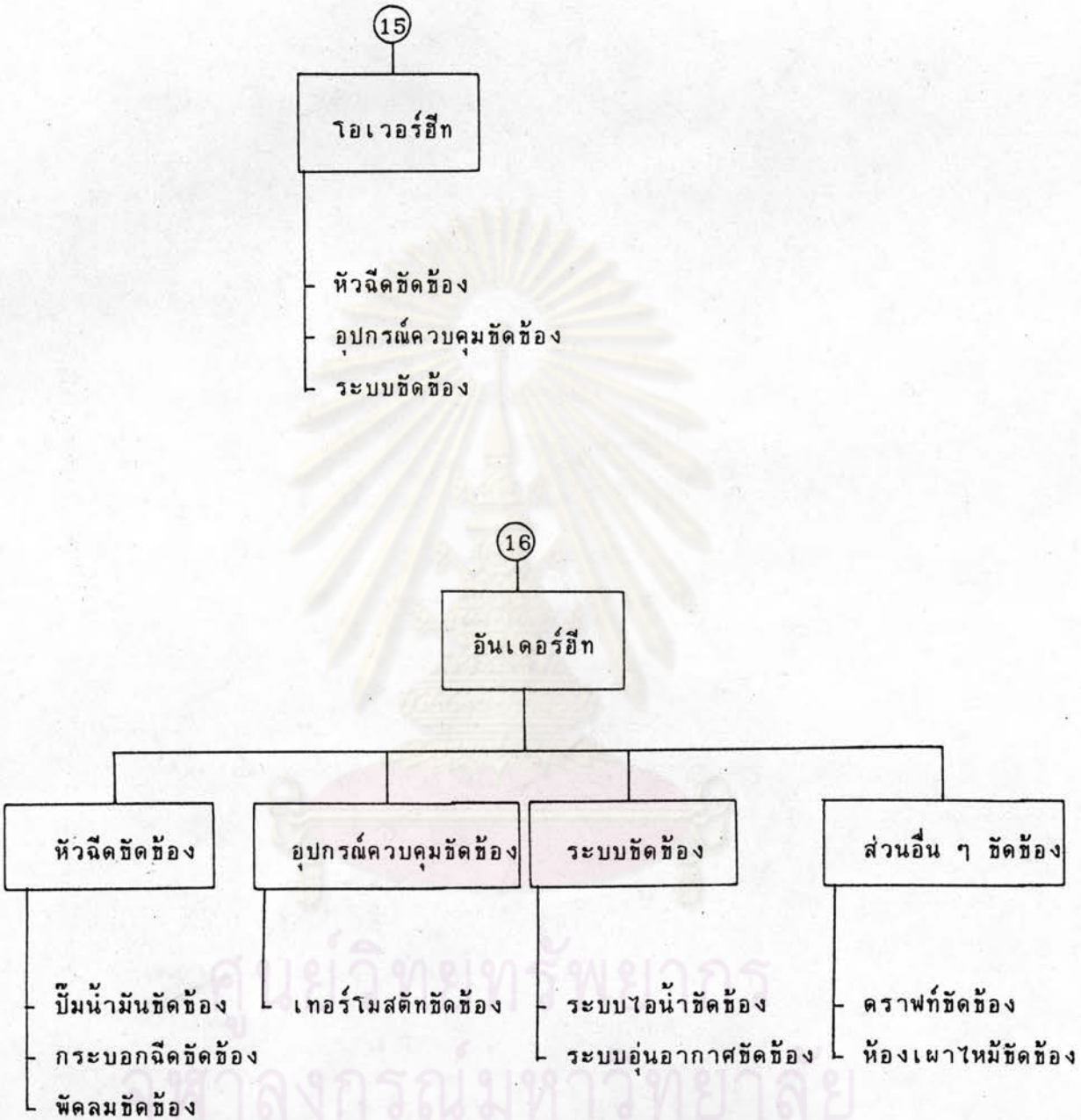
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 ผังงานแบบต้นไม้ของระบบ BODES (ต่อ)



รูปที่ 4.4 ผังงานแบบต้นไม้ของระบบ BODES (ต่อ)



รูปที่ 4.4 ผังงานแบบต้นไม้ของระบบ BODES (ต่อ)

2. การใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ BODES

ในการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ BODES สิ่งที่จะต้องกระทำ คือ

- โหลดฐานความรู้
- RUN โปรแกรมการให้คำปรึกษาออกมา
- โต้ตอบคำถามที่มีขึ้นในระหว่างการให้คำปรึกษา

ในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้(User Interfacing) M.1 ได้สร้างระบบติดต่อกับผู้ใช้ไว้ 2 แบบ คือ

- แบบที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบฐานความรู้ (Development environment)
- แบบที่ใช้สำหรับให้ผู้ใช้ได้ออกแบบระบบฐานความรู้ได้ด้วยตนเอง (Delivery environment)

ส่วนรายละเอียดในการใช้งานจะได้กล่าวในตอนต่อไป

2.1 การทำงานของ BODES

2.1.1 การโหลดฐานความรู้ (Loading a Knowledge base)

การเข้าสู่ระบบผู้เชี่ยวชาญ BODES สามารถกระทำได้หลายแบบ ซึ่งแล้วแต่ว่าขณะนั้นผู้ใช้อยู่ในระดับไหนของระบบ DOS

กรณีที่อยู่ในระดับ DOS system prompt (A>) สามารถเรียก BODES โดย

A > M1 <Enter>

จะเข้าสู่ระดับ M.1 prompt (M.1>) แล้วเริ่ม RUN โปรแกรมโดย

M.1 > go <Enter>

จะเข้าสู่ระดับการให้คำปรึกษาของ BODES เป็น

BODES>>

จากนั้นก็ทำการตอบคำถามจากระบบ BODES จนกระทั่งระบบนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผล แล้วหาคำตอบสำหรับปัญหานั้น ๆ ออกมา

2.1.2 การโต้ตอบกับคำถามในระหว่างให้คำปรึกษา (Consultation responses)

เมื่อ BODES ต้องการถามหาคำตอบจากผู้ใช้ในขณะให้คำปรึกษา จะเห็นเครื่องหมาย BODES>> สำหรับการตอบ ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้หลายลักษณะ

ก. ตอบคำถามตามตรง คำตอบถูกกำหนดให้อยู่ในชุดของคำตอบที่กำหนดโดยวิศวกรความรู้ ผู้ใช้สามารถตอบเป็นข้อได้ เช่น

Which devices have fault?

1. Feed water pump.
2. Water level gauge.
3. Pressure gauge.
4. Water in boiler vessel.
5. Steam in boiler vessel.

BODES>> 1 <Enter>

BODES จะเข้าใจเป็น Feed water pump แล้วเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว (Cache) เพื่อพิจารณาหาสาเหตุต่อไป

ข. ตอบ Unknown ในกรณีที่ไม่ทราบคำตอบ เช่น

BODES>> unknown <Enter>

BODES จะสามารถให้คำปรึกษาต่อถึงแม้บางคำตอบไม่สามารถหาได้

ค. ตอบ Why เป็นการถามว่าทำไมถึงถามเช่นนั้น

BODES>> Why <Enter>

BODES จะแสดงฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจขณะนั้น

ง. หยุดการให้คำปรึกษา ใช้คำสั่ง abort สำหรับหยุดการให้คำปรึกษาแล้วกลับคืนสู่ M.1 prompt

BODES>> abort <Enter>

M.1>

แต่ข้อมูลในหน่วยความจำชั่วคราวยังอยู่ ซึ่งสามารถเริ่มการให้คำปรึกษาใหม่ได้โดยคำสั่ง

M.1> restart

จ. · ออกจากระบบการให้ค่าปริกษา โดยใช้ค่าสั่ง exit หรือ quit ได้

BODES>> exit <Enter>

BODES>> quit <Enter>

2.1.3 การขัดจังหวะใน BODES (Interrupting BODES)

กระทำได้โดยการกด <Ctrl-Break> จะทำการขัดจังหวะระบบได้ตลอดเวลา แล้วจะกลับไปสู่ระดับของ Prompt ได้ทีละ 1 ระดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.5

2.2 การติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

ในส่วนนี้จะกล่าวถึง Facility อันหนึ่ง ของ M.1 Knowledge system ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับระบบได้สะดวกขึ้น (User friendly) M.1 ได้จัดให้มีลักษณะการโต้ตอบกับระบบได้ 2 ลักษณะ (mode) คือ Developing environment โดยสามารถกด <F9> จะทำการเปลี่ยนโหมดกลับไปกลับมาได้ทั้ง 2 ลักษณะ ดังรูปที่ 4.6

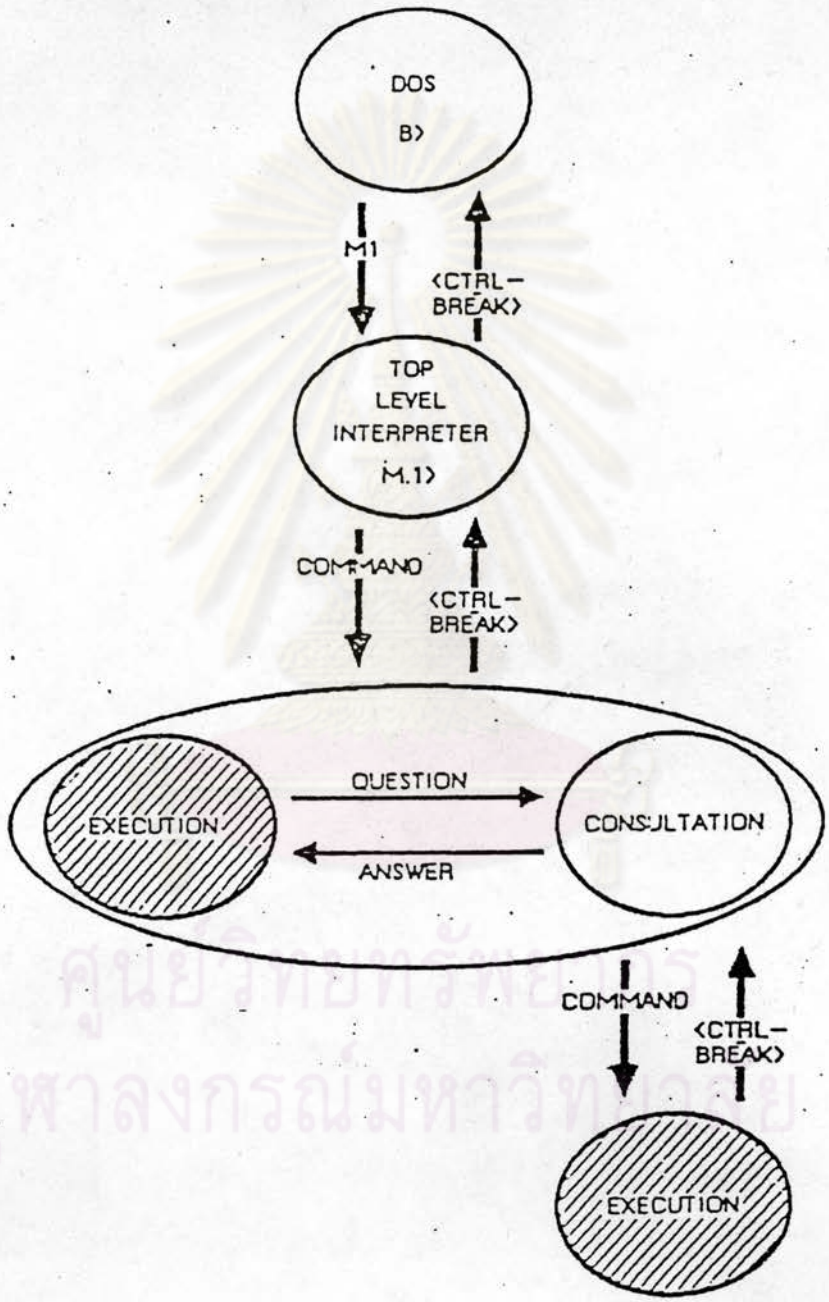
2.2.1 เมนูดิงลง (Pull-down menus)

ใน 2 environment ดังกล่าว มีเมนูดิงลงโดยแสดงออกทางจอภาพเป็นบล็อคหน้าต่าง บรรจุไว้ด้วยค่าสั่งต่างๆ ที่สามารถเลือกใช้ได้ในระหว่างใช้งาน

การใช้เมนูดิงลงกระทำได้โดยกด <F10> จะมีเมนูบนจออยู่ 4 บล็อค คือ Execution, Knowledge base, Cache และ Tracing การเปลี่ยนเมนูกระทำได้โดยกด $\rightarrow, \leftarrow, \uparrow, \downarrow$, <Home>, <End> เป็นต้น หรือไม่ก็กดตัวอักษรตัวแรกของเมนู เช่น l แทน load, w แทน why, <Ctrl-E> แทน Execution เป็นต้น

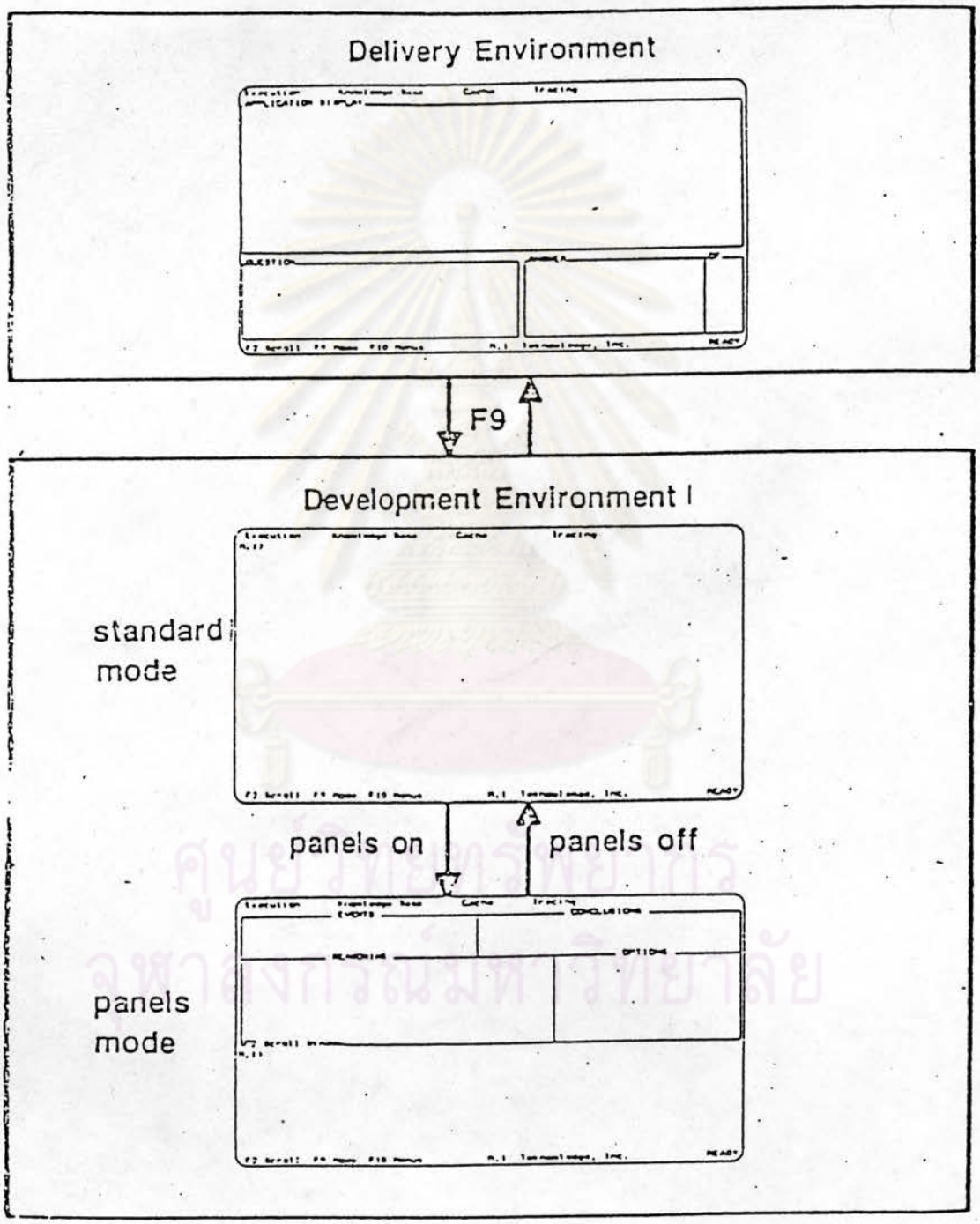
เมื่อใช้เมนูเสร็จแล้วกด <F10> หรือ <ESC> อีกครั้งก็จะออกจากโหมดเมนูดังกล่าว

ในขณะที่เรียกใช้ค่าสั่งในเมนูบางค่าสั่งจะมีการขอข้อมูลเพิ่มเติม โดยแสดงเป็น Pop-up Boxes ซึ่งเป็นลักษณะกล่องจากจอภาพ ตัวอย่างเช่น File box จะแสดงเมื่อมีค่าสั่ง load, loada, loadx หรือ load cache เพื่อโหลดไฟล์จากไดเรคทอรี่ที่ต้องการ เราสามารถเปลี่ยนไดเรคทอรี่ โดยกด <F2> ดังรูปที่ 4.7

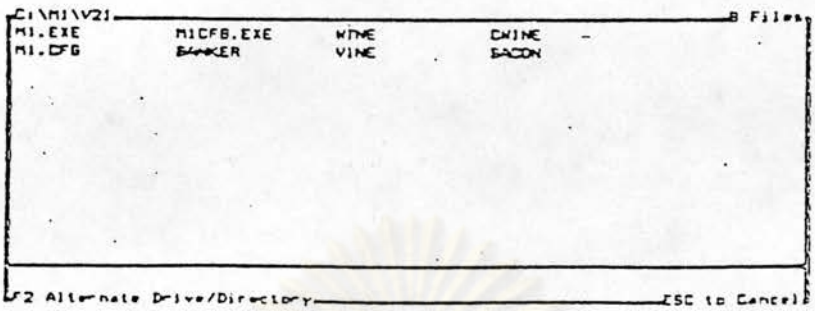


รูปที่ 4.5 ระดับคำสั่งใน BODES

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



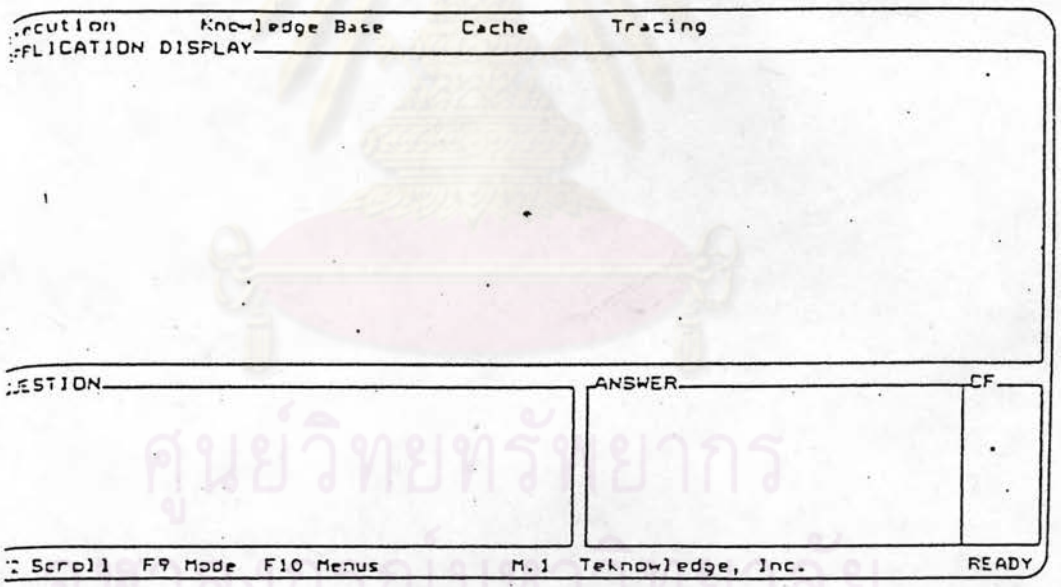
รูปที่ 4.6 การติดต่อกับผู้ใช้



รูปที่ 4.7 File Box

2.2.2 Delivery environment

ในส่วนนี้จอภาพจะแบ่งออกเป็น 3 หน้าต่าง ได้แก่ Application display, Question display และ Answer display แสดงได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 จอภาพ Delivery environment

เราสามารถกด <F2> เพื่อหมุนจอภาพ (Scrolling) ขึ้นหรือลงได้ทีละหน้า จอภาพแบ่งออกเป็น 3 หน้าต่าง คือ

- Display window จะแสดง error message, explanations, consultation results, meta-proposition text และ

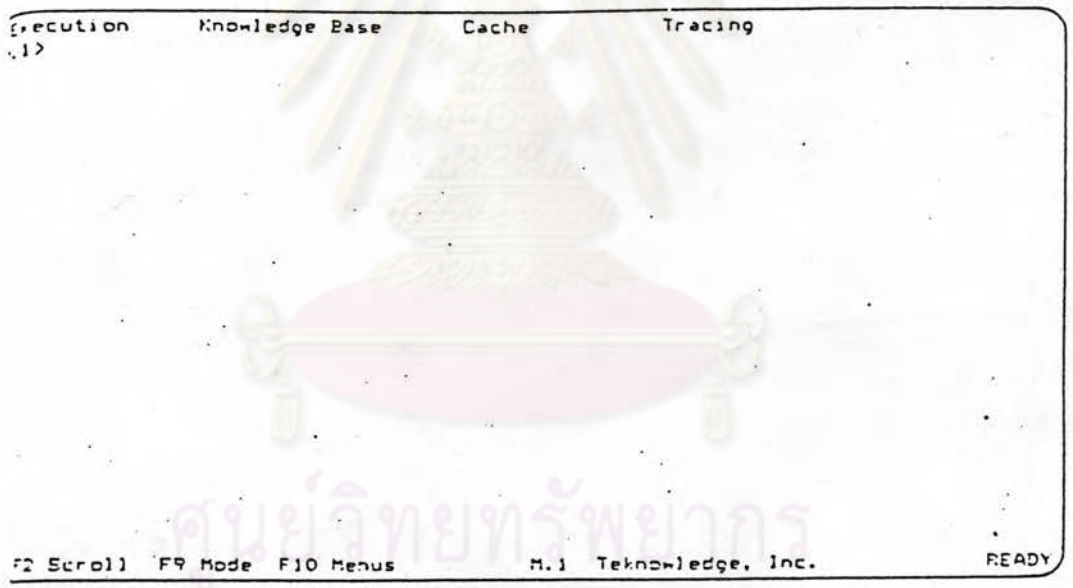
ฐานความรู้ต่าง ๆ

- Question window จะแสดงคำถามครั้งล่าสุดในขณะให้คำปรึกษา
- Answer window จะแสดงตัวเลือกของคำตอบจากคำถามที่ถามมาให้ผู้ใช้สามารถเลือกตัวเลือกของคำถามนั้นได้

2.2.3 Development environment

ในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ Standard mode และ panels mode

Standard mode จะมี Consultation window เต็มจอภาพ ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 จอภาพ Standard development environment modes

Panels mode จะใช้ในการ tracing การให้คำปรึกษา ดังรูปที่ 4.10 ในโหมดนี้ระบบจะแสดงข้อมูลกระบวนการอนุมาน จากคำถามและคำตอบในขณะนั้นข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ expression ซึ่งกำลังค้นหา ฐานความรู้ที่เก็บไว้เพื่อพิจารณาว่า succeed หรือ fail คำตอบจากคำถามและข้อสรุปที่ได้ในหน่วยความจำชั่วคราว

การ Tracing กระทำได้โดยใช้คำสั่ง panels on และเช่นเดียวกับเราสามารถกด <F2> เพื่อหมุนจอภาพขึ้นลงได้

ใน panels mode จอภาพจะแบ่งออกเป็น 5 หน้าต่าง คือ

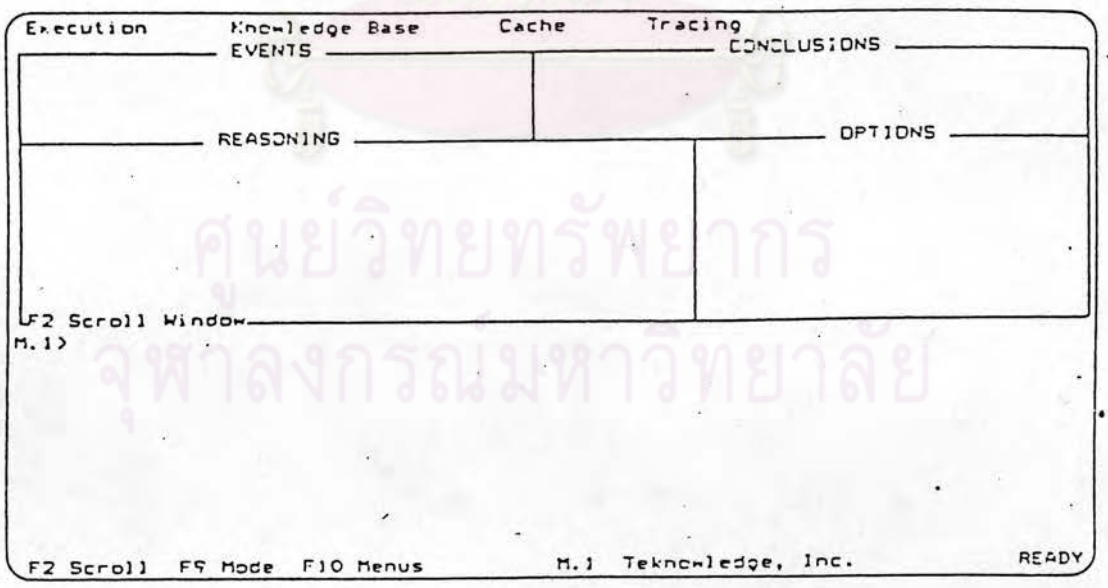
- Events window แสดงถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ในระหว่างการให้ค่าปริกษา หน้าต่างนี้จะแสดงเมื่อ M.1 กำลังค้นหา Value สำหรับ Expression นั้น ๆ ไม่ว่า Value นั้น Succeed หรือ Fail

- Conclusion window แสดงถึงข้อสรุปที่ได้ในระหว่างการให้ค่าปริกษาแล้วเก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว

- Reasoning window แสดงฐานความรู้ซึ่งเก็บไว้ในหน่วยความจำหลักโดย M.1 จะค้นหาในระหว่างการให้ค่าปริกษาฐานความรู้นี้ ได้แก่ กฎ ข้อเท็จจริงหรือความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงที่อ้างถึง (Meta-facts)

- Options window แสดงการตอบรับจากคำถามของผู้ใช้ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการให้ค่าปริกษา

- Consultation window จะอยู่ด้านล่างของจอภาพ เป็นบริเวณที่มีการโต้ตอบกันระหว่างผู้ใช้กับ ระบบ BODES



รูปที่ 4.10 จอภาพ Panels mode

2.3 ตัวอย่างการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ BODES

ระบบผู้เชี่ยวชาญ BODES จะมีลักษณะการทำงาน และให้คำปรึกษาการวินิจฉัยข้อขัดข้องของหม้อไอน้ำ ดังต่อไปนี้

ผู้ใช้เรียก M.1 พร้อมด้วย BODES จะถูกโหลดเข้ามาในหน่วยความจำของเครื่องโดยอัตโนมัติ ในขณะที่ระบบกำลังโหลดข้อมูลอยู่นั้นจะมีเสียงดนตรีอยู่ครู่หนึ่งแล้วจะปรากฏไตเติ้ลบนจอดังนี้

Boiler Operations Diagnosis
Expert System
(BODES)

by
Bandhit Vongderri
June 18,1990
Chulalongkorn University

หลังจากนั้นจะเข้าสู่ระบบ M.1 จากนั้นทำการ RUN โปรแกรม BODES โดย

M.1>go <Enter>

จะแสดงข้อความแนะนำการใช้งานและข้อกำหนดเบื้องต้น ดังนี้

```
Welcome to the Boiler Operations Diagnosis Expert System

This  intelligent computer system  will  help you to  analysis the operations
problems  of the  fire tube boiler system. To determine the operations  that
failure occurs , the system  will  ask you a series of questions to develop a
profile of your boiler operations requirements. It will then  make the causes
the problems  and give you the information for correction or maintenance.

Please  acknowledge  that  the following are authority indicator code for each
cause identify.

Degree of cause frequently :
 1 = Most frequently occurs.      2 = Second frequently occurs.
 3 = Third frequently occurs.     4 = Infrequently occurs.

Please  type  your  answers  to  the  questions  on  the  keyboard located
below the screen. If you are  unsure of the answer to the particular
question,simply type "why".

Which parts of the boiler system have troubles?
    1.  waterside
    2.  fireside
BODES>>
```

จากนั้นจะเข้าสู่ BODES ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับระบบจาก prompt โดย

BODES>> 1 <Enter>

เมื่อผู้ใช้และระบบโต้ตอบจนระบบสามารถหาสาเหตุขัดข้องของหม้อไอน้ำได้แล้ว ระบบจะแสดงผลลัพธ์ของการวินิจฉัยของปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วระบบจะถามต่อไปว่าต้องการที่จะเลิกการให้คำปรึกษาหรือจะเริ่มการให้คำปรึกษาใหม่ ดังนี้

```
What would you like to do next?
        1. Quit this boiler consultation.
        2. Start a new boiler consultation.
BODES>>
```

ถ้าตอบ 1 คือ ออกจากระบบผู้เชี่ยวชาญ BODES เข้าสู่ระบบ DOS

ถ้าตอบ 2 คือ กลับไปเริ่มต้นให้คำปรึกษาใหม่โดยไม่ต้องโหลดข้อมูลเข้ามาใหม่

ตัวอย่างกรณีศึกษาในการให้คำปรึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟขนาดไม่เกิน 10 ตัน

ตัวอย่างที่ 1 จากการสังเกตที่หลอดแก้ววัดระดับน้ำปรากฏว่าระดับน้ำต่ำมาก แต่ปั๊มน้ำยังไม่ทำงานสูบน้ำเข้าหม้อไอน้ำ

เริ่มต้นระบบจะถามว่าส่วนใดของหม้อไอน้ำที่เกิดข้อขัดข้อง

```
Which parts of the boiler system have troubles?
    1.  waterside
    2.  fireside
BODES>>1
```

จากตัวอย่างปัญหาเกิดขึ้นที่ด้านสัมผัสน้ำผู้ใช้จึงตอบ 1 ระบบจะถามต่อไปว่าอุปกรณ์ชิ้นใดเกิดขัดข้อง

```
Which device has fault?
          1. Feed water pump.
          2. Water level gauge.
          3. Pressure gauge.
          4. Water in boiler vessel.
          5. Steam in boiler vessel.
BODES>>2
```

หลอดแก้ววัดระดับน้ำเกิดขัดข้องผู้ใช้ตอบ 2 ระบบจะถามต่อไปว่า มีปัญหาอะไรเกิดขึ้นที่หลอดแก้ววัดระดับน้ำ

```
What is the problem of water level gauge?
          1. Water level in water column did not change or not
             equally in each column.
          2. Water level decrease while water pump operate.
          3. High water level but pump did not stop operate.
          4. Low level of water but pump did not operate.
BODES>>4
```

ปัญหาที่หลอดแก้ววัดระดับน้ำคือ ที่ระดับน้ำต่ำแต่ปั๊มน้ำไม่ทำงาน ผู้ใช้เลือก 4 ดังนั้นระบบสามารถวินิจฉัยหาสาเหตุและสรุปออกมาได้ว่า

****** The following are problem diagnosis ******

Degree of trouble = Emergency
-1- Scale deposited on the electrode.<Disassemble and clean up.>
-3- Cracked or incorrected pole in plug for electrode holder.
<Replace with the new one.>
-2- Disconnected,loose or ruptured in wire.<Replace with the new
wire.>
-3- Improper water level float setting.<Re-set properly.>
-3- Defective in water level float.<Replace with the new one.>
-3- Incorrected function of water level relay.<Reset the
function properly.>
-2- Shorted circuit in water level detecting electrode.
<Disassemble and clean up.>
-1- Stucked in water level float with scale deposit.
<Disassemble and clean up.>
-2- Blocked or closed valve in water or steam line.
<Disassemble and clean up.>

จะเห็นว่าระดับของปัญหาคือ Emergency นั่นคือ ต้องทำการแก้ไขปัญหาอย่างรีบด่วนมิฉะนั้นอาจเกิดอันตรายแก่หม้อไอน้ำ และตัวเลขที่อยู่หน้าสาเหตุข้อขัดข้องแต่ละข้อจะแสดงถึงระดับความบ่อยของสาเหตุที่อาจจะเป็นไปได้ ส่วนข้อความที่อยู่ในวงเล็บ < > คือการแก้ไขข้อขัดข้องในแต่ละสาเหตุที่เกิดขึ้น

ตัวอย่างที่ 2 หลังจากสตาร์ทหม้อไอน้ำ แล้วมองที่กระจกเลนส์ดูการเผาไหม้ปรากฏว่าไม่มีการจุดไฟ (no ignition) ทั้ง ๆ ที่ปั๊มน้ำมันก็ทำงานและมีน้ำมันส่งไป

ระบบจะถามว่าส่วนใดของหม้อไอน้ำที่เกิดขัดข้อง

Which parts of the boiler system have troubles?
1. waterside
2. fireside
BODES>>2

จากตัวอย่างเห็นว่าปัญหาเกิดขึ้นที่ด้านสัมผัสไฟ ผู้ใช้จึงตอบ 2 ระบบจะถามต่อไปว่าปัญหาเกิดขึ้นนั้นเป็นปัญหาของอุปกรณ์ ระบบหรืออาการจากหม้อไอน้ำ

Select your choice to trouble-shoot in
1. Boiler device problem.
2. Boiler system problem.
3. Symtom of the boiler.
BODES>>2

ผู้ใช้ตอบ 2 . เพราะปัญหาเกิดขึ้นเป็นปัญหาที่เกิดจากระบบแล้ว BODES จะถามต่อไปอีกว่าระบบที่มีปัญหาคือระบบใด

```
Which system has problem?
          1. Faulty fuel feed system.
          2. Faulty ignition system.
BODES>>2
```

ผู้ใช้ตอบ 2 ปัญหาเกิดที่ระบบจุดไฟ BODES จะถามต่อไปอีกว่าที่ระบบจุดไฟมีปัญหาอย่างไร

```
What is the problem of ignition?
          1. Unable to ignite or ignite but inconsistent.
          2. No ignition but pump operated and oil delivered
             at nozzle.
          3. Ignition with flame but go-on-and-off.
          4. Ignition but no fire (pump operated and had oil
             pressure).
BODES>>2
```

จะได้ว่าปัญหาคือ ไม่มีการจุดไฟทั้ง ๆ ที่มีน้ำมันส่งไปถึงกระบอกฉีดของหัวฉีด ผู้ใช้ตอบ 2 และ BODES จึงสรุปสาเหตุที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งวิธีแก้ไขดังนี้

```
****** The following are problem diagnosis ******

    Degree of trouble = Heavy
    -2- Motor drawed too much starting current.<Consult the oil
        pump company.>
    -1- Defective ignition transformer.<Replace with the new one.>
    -1- Ignition leads shorted,loose or disconnected.<Inspect its
        abnormality.>
    -2- Loose in wiring connection at primary control.<Tighten up.>
    -3- Electrodes were set too far apart.<Re-adjust properly.>
    -2- Disconnected in transformer wiring.<Re-connect.>
    -3- Porcelain insulators cracked,soot covered or shorted circuit.
        <Replace the insulator.>
    -3- Oil spray defected due to leaned nozzle.<Re-adjust properly.>
    -3- Too much voltage dropped in line.<Replace the wire.>
    -3- Fault in burner control.<Replace burner control.>
    -2- Ignition electrode dirty and damp.<Clean up and
        re-adjust.>
```