บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ชูศรี พันธุ์ทอง, รศ. ความน่าจะเป็นเบื้องต้นและบทประยุกต์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรามคำแหง,พฤษภาคม 2534.

ธวัชชัย จันทร์คง. การพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษาแบบแปล็คบอร์ด เพื่อการวินิจฉัยระบบเครื่องกล (ปีการศึกษา 2529-2534) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์, ศ.ดร. ก เทอร์โบโปรล็อกและระบบผู้เชี่ยวชาญ. กรุงเทพมหานคร : พิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์,2531.

_____. "เปลือกของระบบผู้เชี่ยวชาญ." สัมมนาวิศวกรรมเครื่องกลงานเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกล ครั้งที่ 4, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี, 17-18 พฤษภาคม 2533.

_____. พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชัน, 2534.

_____. ข "ระบบผู้เชี่ยวชาญการเลือกชนิดของเครื่องปรับอากาศ." วิศวกรรมสาร. เล่มที่ 3, 2531.

_____. ค "ระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยระบบปรับอากาศ." สัมมนาทางวิชาการวิศวกรรมเครื่องกล 10 สถาบัน, 12-13 พฤษภาคม 2531.

ภาษาอังกฤษ

Alty, J. L., and Coombs, M. J. Expert Systems Concepts and Examples. Manchester: The National Computing Center Limited, 1984.

Borland. Turbo Prolog User's Guide. IBM Version USA : Borland International.

Borland. Turbo Prolog Reference Guide. IBM Version USA : Borland International.

Bowen, K. A. Prolog and Expert Systems Singapore: McGraw-Hill book Co., 1991.

Clocksin, W. F., and Mellish, C.S. Programming in Prolog. New York: Springer Varlag, 1981.

Harmon, P., and King, D. Expert Systems Artificial Intelligence in Buseness. New York: John Wiley &Sons,1985.

Hayes-Roth, F., Waterman, D. A., and Lenat,D.B. Building Expert Systems. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Co., 1981.

Jackson, P. Introduction to expert systems. Workingham: Addison-Wesley Publishing Co., 1986.

Langle, C.B. Cooling Systems Troubleshooting Handbook London: Prentice Hall Inc., 1986.

Parsaye, K. and Chignell, M. Expert Systems For Experts London: Wiley John Wiley & Sons, Inc,. 1988.

Roiston, D. W. Principle of Artificial Intelligence and Expert Systems Development. New York: McGraw-Hill Book Co., 1988.

Rowe, N. C. Artificial Intelligence Through Prolog. London: Prentice-Hall International, 1988.

Weiskamp, K. and Hengl, T. Artificial Intelligence Programming with Turbo Prolog USA: John Wiley & Sons,Inc,1988.

Terry Goble. Structured Systems Analysis through Prolog. London: Prentice Hall International, 1989.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โปรแกรมเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่ทำการวิจัย

โปรแกรมการแสดง LOGO

```
  makewindow(91,30,30,"",0,0,25,80,1,-1,"\201\187\200\188\205\186"),
  write("\n\n\t          EXPERT SYSTEM SHELL WITH CERTAINTY FACTOR"),
  write("\n\t\t      FOR MECHANICAL SYSTEM DIAGNOSIS "),
  write("\n\n\t\t\t\t       VERSION 1.91\n\n\n\t\t\t\t\t    BY"),
  write("\n\n\t\t\t\tMR. VINAI  SATHTACHOTINUN\n\t\t\t\t\t C215609"),
  write("\n\n\n\t\t    ADVISER : PROF.DR. VARIDDHI UNGBHAKORN"),
  write("\n\n\t\t\t\t  CHULALONGKORN UNIVERSITY"),
  write("\n\t\t\t\t\t FEBRUARY 1994"),
  write("\n\n\n\t\t\t\t      Please Press ENTER"),
  field_attr(20,42,5,206),
  readln(_),
  clearwindow,removewindow,
  shiftwindow(2),clearwindow.
```

โปรแกรมแสดงเมนูหลัก

```
run :-
  shiftwindow(8),clearwindow,
  write("Select option with Arrow Key or press letter 'a' to 'j'"),
  shiftwindow(1),clearwindow,
  menu(6,30,7,74,["A. Select Knowledge Base","B.Start Consultation",
    "C. Inspect Knowledge Base","D. Show Result and Print Data",
    "E. Create, Update or Edit Knowledge Base ",
```

```
    "F. Erase Knowledge In Memory","G. Help Information",
    "H. Change Directory","I. Exit To DOS Shell",
    "J. Exit Expert System"],"Select A Main Menu Item",1,CHOICE),
    proces(CHOICE),endd(CHOICE).
proces(0).
proces(1):-!,sknow.
proces(2):-!,consult1.
proces(3):-!,list.
proces(4):-!,prt.
proces(5):-!,update.
proces(6):-!,erase.
proces(7):-!,help.
proces(8):-!,changedir.
proces(9):-!,system("").
proces(10).
```

โปรแกรมการเลือกฐานความรู้เพื่อปรึกษา

```
 sknow:-
  part1(_,_,_),show_know,shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\tDo you want to consult this knowledge base (y/n) ? "),
  ichar,!,clear,clearwindow,
  write("\t Press any key to return to main menu. "),!,
  readchar(_).
  sknow:-
  shiftwindow(8),clearwindow,cf,!,show_know,clear,
  shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\t Press any key to return to main menu. "),!,
  readchar(_).
  show_know:-
   name1(_,X,Y,Z,_),part1(_,S,_),shiftwindow(5),clearwindow,
```

```
   write("\nThis system of machine :"),nl,
   write("------------------------ "),nl,nl,
   write(" Name of machine:",X),nl,
   write(" Maker of machine:",Y),nl,
   write(" Model of machine:",Z),nl,
   write(" System of machine:",S),nl.
```

โปรแกรมการปรึกษา

```
consult1 :-
 cdata,show_know,shiftwindow(8),clearwindow,
 write("\n\tDo you want to consult this knowledge base (y/n) ?",
       "\n\tIf you press 'n', it will return to main menu."),!,
 ichar,cfdata,!,retractall(fcon(_),managebase2),consult2.
consult2:-cans1,cans2,!,consult3.
cans1:-not(yes(_)),not(no(_)).
cans1:-cr,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\n\tDo you want to delete all old 'yes-no' of your ",
  "answer (y/n) ?"),ichar,retractall(_,managebase3).
cans1.
cans2:-not(ans(_,_,_,_)).
cans2:-cr,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\n\t Do you want to delete all old result (y/n) ?"),
  ichar,retractall(_,managebase4).
cans2.
consult3:-
 not(dafile(_)),ap,shiftwindow(2),clearwindow,
 write("\n\n\t\tThis system hasn't data to consult."),
 readchar(_),!.
consult3:-
  dafile(X),findall(A,dafile(A),LA),
```

```
  list1(LA,N),N>1,assert(fcon(X)),
  consult4,retract(fcon(X)),retract(dafile(X)),fail.
consult3:-
  dafile(X),assert(fcon(X)),consult4,retract(fcon(X)),
  retract(dafile(X)),shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\t\t Press any key to return to main menu"),
  shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\n\t\t This knowledge base is out of data."),
  readchar(_),!.
consult3:-clear,retractall(fcon(_),managebase2).
consult4:-retractall(_,rulebase),
  fcon(F),existfile(F),consult(F,rulebase),consult5,!.
consult4.
consult5:-not(rule(_,_,_,_,_,_)).
consult5:-rule(X,_,_,_,_,_),consult6(X),
  retract(rule(X,_,_,_,_,_)),fail.
consult5.
consult6(X):-rule(X,_,_,[],_,_),!.
consult6(X):-rule(X,_,SYM,COND,_,_),sline,!,consult7(X,SYM,COND).
consult7(X,SYM,COND):-
  check(X,SYM,COND),consult8(X,SYM,COND).
consult8(X,SYM,COND):-cprob(X),
  cprob1(COND,L1,_),!,cprob6(X,SYM,COND,L1).
check(_,_,[]).
check(NUM,SYM,[H|COND]):-
  cond(H,A),yes(A),!,check(NUM,SYM,COND).
check(NUM,SYM,[H|COND]):-
  cond(H,A),no(A),!,check(NUM,SYM,COND).
check(NUM,SYM,[H|COND]):-
  cond(H,A),shiftwindow(5),
  write("\nIs it true that \n   '",A,"' ? :"),
```

```
  mchoose(X),!,do_ans(NUM,SYM,A,X),!,check(NUM,SYM,COND).
mchoose(X):-!,
  menu(3,60,7,10,["A. Yes","B. No","C. Why",
       "D. Show Result","E. To main menu"],"Select Option",1,X).
do_ans(_,_,_,0):-exco,fail.
do_ans(_,_,A,1):-
  assert(yes(A)),shiftwindow(5),write("Yes"),nl.
do_ans(_,_,A,2):-
  assert(no(A)),shiftwindow(5),write("No"),nl.
do_ans(NUM,SYM,A,3):-do_sh(NUM,SYM),sline,shiftwindow(5),
  mchoose(X),!,do_ans(NUM,SYM,A,X).
do_ans(_,_,_,4):-!,show_result.
do_ans(_,_,_,5):-exco,fail.
exco:-retractall(_,update2),retractall(_,rulebase),
  retractall(fcon1(_),managebase2),
  retractall(fcon(_),managebase2),!.
do_sh(NUM,SYM):-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\t\t Please press Esc to continue "),
  shiftwindow(2),clearwindow,
  concat(" Because I try to show that the cause is \n '",SYM,L1),
  concat(L1,"'\n by using rule number ",L2),
  str_int(S1,NUM),concat(L2,S1,L3),fcon(X),
  concat(L3," in File ",L4),concat(L4,X,L5),srule(NUM,X,S),
  concat(L5,S,L6),display(L6),fail.
do_sh(_,_):-!.
cprob(NUM):-rule(NUM,_,SYM,CON,_,PROB),
  cprob1(CON,L1,N1),prob3(N1,_,LN),cprob3(L1,LN,N2),
  reverse(PROB,RPROB),cprob4(N2,1,RPROB,S),cprob5(NUM,SYM,S).
cprob1([],[],0).
cprob1([H|COND],[I|L2],N2):-cprob2(H,I),
  cprob1(COND,L2,N3),N2 = N3+1.
```

```
cprob2(H,I):-cond(H,A),yes(A),!,I = 1.
cprob2(_,I):-I = 0.
cprob3([],[],0).
cprob3([],_,0).
cprob3([H|T],[F|R],N1):-H=1,cprob3(T,R,N2),N1=F+N2.
cprob3([_|T],[_|R],N1):-cprob3(T,R,N1).
cprob4(0,_,_,0).
cprob4(N2,N2,[P|_],S):-S=P.
cprob4(N2,N3,[_|T],S):-N4=N3+1,cprob4(N2,N4,T,S).
cprob5(_,_,0):-!.
cprob5(NUM,SYM,S):-
  not(ans(_,SYM,_,_)),fcon(X),assert(ans(NUM,SYM,S,X)).
cprob5(NUM,SYM,S):-ans(A,SYM,B,C),S>B,!,
  retract(ans(A,SYM,B,C)),fcon(X),assert(ans(NUM,SYM,S,X)).
cprob5(_,_,_).
cprob6(_,_,_,[]).
cprob6(NUM,SYM,COND,[H|T]):-!,
  H=1,cprob6(NUM,SYM,COND,T),!,cprob7(NUM,SYM).
cprob6(_,_,_,_).
cprob7(_,_):-not(dafile(_)),!,fail.
cprob7(_,SYM):-no(SYM),!.
cprob7(_,SYM):-yes(SYM),ans(A,SYM,B,C),B<100,
  retract(ans(A,SYM,B,C)),assert(ans(A,SYM,100,C)),!,show3(A,SYM).
cprob7(_,SYM):-yes(SYM),!.
cprob7(NUM,SYM):-shiftwindow(5),
  write("\nIs it true that \n    '",SYM,"' ? :"),
  mchoose(X),!,do_ans(NUM,SYM,SYM,X),!,cprob7(NUM,SYM).
show3(NUM,SYM):-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\t\t  Please press Esc to continue "),
  shiftwindow(1),clearwindow,
  concat("\n I think that this cause is :\n   ",SYM,L1),
```

```
  concat(L1,"\n by using rule number ",L2),
  str_int(S1,NUM),concat(L2,S1,L3),fcon(X),
  concat(L3," in File ",L4),concat(L4,X,L5),srule(NUM,X,S),
  concat(L5,S,L6),display(L6),fail.
show3(_,_):-clearwindow,
  write("\n\n\t\tDo you want to consult continue (y/n) ?"),
  cr,ichar,!.
show3(_,_):-!,exco.
show_result:-sr6.
show_result:-shiftwindow(5),cursor(X,_),X1=X-2,cursor(X1,1),
  !,consult3,!.
sr6:-sr1,retractall(_,rulebase),retractall(fcon(_)),!,fail.
sr1:-sr2,!,sr3.
sr1:-sr3,!.
sr2:-findall(F,dafile(F),LF),sr4(LF).
sr3:-not(ans(_,_,_,_)),ap,shiftwindow(1),clearwindow,
  write("\n\n\t\t No result in memory !"),readchar(_).
sr3:-findall(Y,ans(_,_,Y,_),LY),
  findall(Z,ans(_,Z,_,_),LZ),sort1(LY,_,LZ,L2),sh1(L2).
sr4([]).
sr4([F|_]):-existfile(F),retractall(_,rulebase),
  retractall(fcon(_)),assert(fcon(F)),consult(F,rulebase),sr5,fail.
sr4([_|LF]):-!,sr4(LF).
sr5:-not(rule(_,_,_,_,_,_)),!.
sr5:-con_prob2.
con_prob2:-findall(X,rule(X,_,_,_,_,_),LN),con_prob3(LN).
con_prob2.
con_prob3([]).
con_prob3([H|_]):-con_prob4(H).
con_prob3([_|LN]):-con_prob3(LN).
con_prob4(H):-cprob(H),!,fail.
```

```
sh1([]).
sh1(LSYM):-shiftwindow(1),clearwindow,
  writef("%-45%-7%-14%-7\n\n","CAUSE","CF.% ","File.","Rule No."),
  sh3(LSYM,1,15).
sh3([],_,_):-sh4.
sh3(LS,N,N):-sh4,sh6(LS).
sh3([H|LS],N,N1):-shiftwindow(1),ans(A,H,B,C),
  writef("%-45%4    %-14%5\n",H,B,C,A),N2=N+1,sh3(LS,N2,N1).
sh4:-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("Do you want to see the recomemdation of ",
  "each cause (y/n)?"),ichar,clearwindow,
  write("\nPlease type file name of the cause that you want :"),
  readln(A),write("\n  Please type rule No. of the cause : "),
  readreal(B),sh5(A,B),shiftwindow(1),!,sh4.
sh4.
sh5(A,_):-not(existfile(A)),ap,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("  This disk hasn't the recomemdation of this cause"),
  readchar(_).
sh5(A,B):-retractall(fcon(_)),retractall(_,rulebase),
  consult(A,rulebase),assert(fcon(A)),
  shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\t\t Please press Esc or F10 to continue "),
  shiftwindow(2),clearwindow,srule(B,A,S),display(S),fail.
sh5(_,_):-!.
sh6(LS):-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\tDo you want to see other result (y/n) ?"),
  ichar,sh1(LS).
sh6(_).
```

โปรแกรมการตรวจดูฐานข้อมูล

```
list:-cf,part1(_,_,B),show_know,shiftwindow(8),clearwindow,
  write("Select the knowledge base with arrow key and ",
  "press enter."),
  makewindow(12,7,7,"SELECT KNOWLEGE BASE FILE",11,10,10,60),
  disk(D),concat(B,".d*",C),dir(D,C,K),removewindow,
  consult(K,rulebase),shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\t\t Press F10 or Esc to return to Main Menu."),
  shiftwindow(1),clearwindow,
  findall(NUM,rule(NUM,_,_,_,_,_),LM),
  list2(LM,ST,K),!,display(ST),!.
list2([],"",_):-!.
list2([NUM|LM],ST,K):-list2(LM,ST1,K),srule(NUM,K,ST2),
  concat(ST2,ST1,ST).
srule(NUM,X,S):-
  rule(NUM,_,SYM,CON,REC,_),str_int(S1,NUM),
  concat("\n\n Rule ",S1,S2),concat(S2," in File ",S3),
  concat(S3,X,S4),concat(S4,"\n Cause : ",S5),
  concat(S5,SYM,S6),
  concat(S6,"\n if it has these symptoms : \n  ",S7),
  scond(CON,C),concat(S7,C,S8),srec(REC,R),csrec(S8,R,S).
scond([],"").
scond([H],C1):-cond(H,C1),!.
scond([H|COND],C1):-cond(H,C2),concat(C2," and \n  ",C3),
  scond(COND,C4),concat(C3,C4,C1).
srec([],""):-!.
srec([H],R1):-rec(H,R1),!.
srec([H|REC],R1):-rec(H,R2),concat(R2," and \n  ",R3),
  srec(REC,R4),concat(R3,R4,R1).
csrec(S8,"",S):-!,S8 = S.
```

```
csrec(S8,R,S):-concat(S8,"\n\n Recomendation(s) :\n  ",R1),
  concat(R1,R,S).
```

โปรแกรมแสดงผลและพิมพ์ทางเครื่องพิมพ์

```
prt:-repeat,shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\tSelect option with Arrow Key or Press 'a' to 'd' "),
  shiftwindow(5),clearwindow,
  menu(7,10,7,59,["A.Consultation Result","B.Your 'yes' Answer ",
  "C. Your 'no' Answer ","D. Exit to Main Menu "],
  "Select A Menu Item",1,CH),
  removewindow(81,1),clearwindow,prt2(CH),!.
 prt2(0).
 prt2(1):-prt3,!,fail.
 prt2(2):-prt4,!,fail.
 prt2(3):-!,prt5,!,fail.
 prt2(4).
prt3:-not(ans(_,_,_,_)),!,ap,shiftwindow(5),clearwindow,
  write("\n\n\n\t\t\t No consultation result !."),readchar(_).
prt3:- sr3,cr,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\n\n\t\t Do you want to print this consultation ",
  "result (y/n) ?"),!,ichar,findall(Y,ans(_,_,Y,_),LY),
  findall(Z,ans(_,Z,_,_),LZ),sort1(LY,_,LZ,L2),clearwindow,
  write("\n\n\n\t\t\t Printer is printing !."),
  shiftwindow(8),clearwindow,prt31(L2).
prt31([]).
prt31(LSYM):-writedevice(printer),
 write("-------------------------------------------------------",
 "------------------"),nl,
 writef("%-45%-7%-14%-7%\n","CAUSE","CF. %","File.","Rule No."),nl,
 write("-------------------------------------------------------",
```

```
 "------------------"),nl,nl,prt32(LSYM,1,30),
 write("-------------------------------------------------------",
 "------------------\n"),nl,writedevice(screen),
 ap,shiftwindow(2),clearwindow,
 write("\n\n\n\t\t\t Print already"),readchar(_).
prt31(_):-writedevice(screen).
prt32([],_,_).
prt32(LS,N,N):-writedevice(screen),shiftwindow(2),clearwindow,
 write("\n\n\t Check paper and press any key for print continue"),
 ap,readchar(_),writedevice(printer),!,prt32(LS,1,30).
prt32([H|LS],N,N1):-ans(A,H,B,C),
 writef("%-45%4    %-14%5\n",H,B,C,A),
 N2=N+1,prt32(LS,N2,N1).
prt4:-not(yes(_)),ap,shiftwindow(5),clearwindow,
  write("\n\n\n\t\t\t No, Your 'yes' Answer !."),readchar(_),
  !,fail.
prt4:- findall(A,yes(A),LA),prt44(LA),
  cr,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\n\n\t\t Do you want to print this 'yes' answer (y/n) ?"),
  !,ichar,clearwindow,
  write("\n\n\n\t\t\t Printer is printing !."),
  shiftwindow(8),clearwindow,prt42(LA).
prt44(LA):-shiftwindow(1),clearwindow,
  write("\n YOUR 'yes' ANSWER"),
  write("\n -----------------\n\n"),prt41(LA,0,15).
prt41([],_,_):-ap,readchar(_).
prt41(LA,N,N):-ap,readchar(_),prt44(LA).
prt41([A|LA],N,N1):-write(A),nl,N2=N+1,prt41(LA,N2,N1).
prt42(LA):-writedevice(printer),write("\n YOUR 'yes' ANSWER"),
 write("\n -----------------\n\n"),prt43(LA,1,30),
 write("\t\t\t-----------------------------\n"),nl,
```

```
 writedevice(screen),ap,shiftwindow(2),clearwindow,
 write("\n\n\n\t\t\t Print already"),readchar(_).
prt42(_):-writedevice(screen).
prt43([],_,_).
prt43(LA,N,N):-writedevice(screen),shiftwindow(2),clearwindow,
 write("\n\n\ Check paper and press any key for print continue"),
 ap,readchar(_),writedevice(printer),!,prt43(LA,1,30).
prt43([A|LA],N,N1):-write(A),nl,N2=N+1,prt43(LA,N2,N1).
prt5:-not(no(_)),ap,shiftwindow(5),clearwindow,
 write("\n\n\n\t\t\t No, Your 'no' Answer !."),readchar(_),!,fail.
prt5:- findall(A,no(A),LA),
 prt53(LA),cr,shiftwindow(2),clearwindow,
 write("\n\n\n\t Do you want to print this 'no' answer (y/n) ?"),
 !,ichar,clearwindow,write("\n\n\n\t\t\t Printer is printing !."),
 shiftwindow(8),clearwindow,prt51(LA).
prt53(LA):-shiftwindow(1),clearwindow,
  write("\n YOUR 'no' ANSWER"),
  write("\n ----------------\n\n"),prt54(LA,0,15).
prt54([],_,_):-ap,readchar(_).
prt54(LA,N,N):-ap,readchar(_),prt53(LA).
prt54([A|LA],N,N1):-write(A),nl,N2=N+1,prt54(LA,N2,N1).
prt51(LA):-writedevice(printer),
 write("\n YOUR 'no' ANSWER"),
 write("\n ----------------\n\n"),prt43(LA,1,30),
 write("\t\t\t----------------------------\n"),nl,
 writedevice(screen),ap,shiftwindow(2),clearwindow,
 write("\n\n\n\t\t\t Print already"),readchar(_).
prt51(_):-writedevice(screen).
```

โปรแกรมสร้างเมนูการสร้าง ปรับปรุง และแก้ไขฐานข้อมูล

```
update:-
  repeat,shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\tSelect option with Arrow Key or Press 'a' to 'g'"),
  shiftwindow(5),clearwindow,
  menu(7,10,7,59,["A. New Create Knowledge Base File",
  "B. Update Knowledge Base File","C. Edit Knowledge Base File",
  "D. Save Knowledge Base ","E. Delete Knowledge Base File",
  "F. Change Directory of Knowledge Base ","G. Go to Main Menu"],
  "Select A Menu Item",1,CH),
  removewindow(81,1),clearwindow,update1(CH),tmenu(CH),!,fail.
update1(0).
update1(1):-!,new.
update1(2):-!,update2.
update1(3):-!,eb.
update1(4):-!,usave.
update1(5):-!,def.
update1(6):-!,changedir.
update1(7).
tmenu(0):-!,tmenu(7).
tmenu(7):-to_menu.
```

โปรแกรมการสร้างระบบใหม่

```
new:-
  clear2,shiftwindow(8),clearwindow,
  write("Please input name maker model of machine and press",
  " Enter or"),
  write("\n\t Keep pressing Enter to return to Menu or '?' ",
  "for help"),shiftwindow(5),clearwindow,
```

```
write("\nCreate Knowledge base\n----------------------"),nl,nl,
write("Name of machine:"),nl,nl,
write("Maker of machine:"),nl,nl,
write("Model of machine:"),nl,nl,write("System of machine:"),
cursor(4,17),readln(NOM1),quest(NOM1,4,17,NOM2),NOM2 <> "",
upper_lower(NOM,NOM2),shiftwindow(8),clearwindow,
write("\t\t\t Keep pressing '?' for help. "),
shiftwindow(5),cursor(6,18),readln(MOM1),
quest(MOM1,6,17,MOM2),upper_lower(MOM,MOM2),
cursor(8,18),readln(DOM1),quest(DOM1,8,18,DOM2),
upper_lower(DOM,DOM2),inclu_name(NOM,MOM,DOM,NAME),
fcheck(NAME,NOM,MOM,DOM),cursor(10,18),readln(POM1),
quest(POM1,10,17,POM2),pcheck(POM2,POM),name1(_,_,_,_,F1),
concat(F1,"11",F2),assert(part(1,POM,F2)),
assert(part1(1,POM,F2)),dcon(F2),concat(F2,".d01",F3),
assert(dafile(F3)),assert(data_file(F3)),
assert(type(NOM,MOM,DOM)),!,update3(NOM,MOM,DOM,POM).
```

โปรแกรมการปรับปรุงเพิ่มเติมฐานความรู้

```
update2:-clear2,sline,fck,name1(_,NOM,BOM,DOM,NF),
  shiftwindow(8),clearwindow,
  write("   Please select the system name and press Enter."),
  shiftwindow(5),clearwindow,
  write("Create or Update Knowledge base\n"),
  write("------------------------------\n\n"),
  write("Name of machine:",NOM),nl,
  write("Maker of machine:",BOM),nl,
  write("Model of machine:",DOM),nl,
  write("System of machine:"),cursor(P,Q),consult(NF,machine),
  findall(Y,part(_,Y,_),PART),PARTS = ["A NEW SYSTEM"|PART],
```

```
menu(2,35,14,26,PARTS,"SELECT THE SYSTEM OF MACHINE",1,CH),!,
update5(CH,PARTS,2,POM1),shiftwindow(5),
quest(POM1,P,Q,POM4),pcheck(POM4,POM),cpart(POM),
refil,rerule,!,update3(NOM,BOM,DOM,POM).
```

โปรแกรมการป้อนข้อมูล

```
update3(NOM,BOM,DOM,POM):-irule(NOM,BOM,DOM,POM).
update3(NOM,BOM,DOM,POM):-crule3,!,drepeat(NOM,BOM,DOM,POM).
irule(NOM,BOM,DOM,POM):-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("   Please input the cause name and press Enter or"),
  write("\n\t Keep pressing Enter to return to Menu or '?' ",
  "for help."),shiftwindow(5),clearwindow,
  write("Create or Update Knowledge base\n"),
  write("-------------------------------\n\n"),
  write("Name of machine:",NOM),nl,
  write("Maker of machine:",BOM),nl,
  write("Model of machine:",DOM),nl,
  write("System of machine:",POM),nl,write("Cause:"),
  cursor(X1,Y1),readln(SYM1),quest(SYM1,X1,Y1,SYM),!,
  SYM <>"",!,cs(SYM),readcond(COND2),cursor(A,_),
  sort(COND2,CONDL),readprob(CONDL,PROBL),shiftwindow(5),
  B=A-2,cursor(B,1),readrec(RECL2),sort(RECL2,RECL),
  getru(1,NUM,SYM),clearwindow,part(POM2,POM,_),
  assert(rule(NUM,POM2,SYM,CONDL,RECL,PROBL)),!,fail.
```

โปรแกรมการแก้ไขข้อมูล

```
eb:-cr,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\n\t Press 'y' to select a file of the system"),
  write("\n\t Press 'n' to show all files in disk"),
```

```
  ichar,!,cf,part1(_,_,B),show_know,concat(B,"*.*",C),eb(C).
eb:-clearwindow,C="*.*",eb(C).
eb(C):-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\t Select a file with arrow key and press enter."),
  makewindow(12,12,74,"PICK A KNOWLEDGE BASE",11,10,10,60),
  disk(D),dir(D,C,K),removewindow,file_str(K,Data),
  shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\t  Press F10 or Esc to end editing."),
  shiftwindow(2),clearwindow,edit(Data,ND),Data<>ND,
  cr,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\n\tDo you want to save this knowledge base (y/n)?"),
  write("\n\tIf you press 'y', it will save and return to menu."),
  write("\n\t\tIf you press 'n', it will return to menu."),
  ichar,openwrite(save_file,K),writedevice(save_file),write(ND),
  closefile(save_file),clearwindow,
  write("\n\n\n\t\t This file has been saved already."),
  ap,readchar(_).
```

<u>โปรแกรมการลบข้อมูลเป็นระบบ ๆ</u>

```
def:-cf,show_know,cr,shiftwindow(3),clearwindow,
  write("\n\tDo you want to delete this knowledge base (y/n) ?"),
  ichar,!,dname,clear2,clearwindow,
  write("\n\t This knowledge base has been deleted already."),
  ap,readchar(_).
dname:-name1(_,_,_,_,E),part1(_,_,H),
  dcon(H),retract(part(_,_,H)),dpart(E),
  not(name(_,_,_,_,_)),!,deletefile("name.dat").
dname:-save("name.dat",main).
dpart(E):-
  not(part(_,_,_)),!,retract(name(_,_,_,_,E)),deletefile(E).
```

```
dpart(E):-save(E,machine).
dcon(H):-concat(H,".fil",A),existfile(A),consult(A,update2),
  drule,deletefile(A).
dcon(_).
drule:-not(dafile(_)).
drule:-findall(F,dafile(F),LF),drule2(LF).
drule2([]).
drule2([F|LF]):-existfile(F),deletefile(F),!,
  drule2(LF).
drule2([_|LF]):-drule2(LF).
```

โปรแกรมการลบข้อมูลในหน่วยความจำ

```
erase:-clear2,ap,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\n\n\t\t\t Memory has been erased already. "),
  readchar(_).
clear:-retractall(_,main),retractall(_,machine),
  retractall(_,rulebase),retractall(_,update2).
clear2:-clear,retractall(_,managebase1),
  retractall(_,managebase3),retractall(_,managebase4).
```

โปรแกรมการเก็บข้อมูล

```
usave:-cr,shiftwindow(5),clearwindow,
  write("\n\tDo you want to save this knowledge base (y/n) ?"),
  ichar,!,clearwindow,rule(_,_,_,_,_,_),!,
  save("name.dat",main),name1(_,_,_,_,A),save(A,machine),
  part1(_,_,B),concat(B,".fil",E),save(E,update2),
  data_file(D),save(D,rulebase),
  write("\n\tYour knowledge bases data have been save already."),
  ap,readchar(_).
```

```
usave.
```

โปรแกรมการเปลี่ยนเครื่องอ่านหรือรากของข้อมูล

```
changedir :-disk(DISK1),shiftwindow(8),clearwindow,
 write("\t\t Use Format : ",DISK1," or press Esc to return "),
 shiftwindow(1),
 makewindow(6,10,15,"Change Knowledge Bases Directory",8,10,7,60),
 write("\n\t\t Current Directory : ",DISK1),
 write("\n\t\t Change to New Dir : "),readln(DISK),
  removewindow,upper_lower(DISK2,DISK),disk(DISK2),clearwindow,
  write("\n\n\t\t\t Change directory already "),ap,readchar(_).
changedir:- removewindow(6,1).
```

โปรแกรมประกอบอื่น ๆ

```
endd(0):-!,endd(10).
endd(10):-cr,shiftwindow(1),
  write("\n\n\n\n\t\tAre you sure (y/n)? "),!,
  ichar,data_disk(DISK1),disk(DISK1),clear2,
  retractall(_,managebase2),unreadchar('\13'),unreadchar('S'),
  unreadchar('L'),unreadchar('C'),removewindow(3,1),
  removewindow(2,1),removewindow(5,1),removewindow(8,1),
  removewindow,exit.
help:-disk(D),data_disk(E),disk(E),file_str("readesp.hlp",H),
  shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\t\t   Please press Esc or F10 to continue "),
  shiftwindow(1),display(H),disk(D).
sline:-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\n\t Use Arrow Keys to select and press ENTER.").
cr:-shiftwindow(8),clearwindow,
```

```
  write("\t\t\t Please press 'y' or 'n'.").
ap:-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\t\tPress any key to continue.").
cfdata:-part1(_,_,A),concat(A,".fil",B),
  existfile(B),consult(B,update2).
cfdata:-cr,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\t This disk hasn't data file to complete.",
        "\n\t Please change data disk and Press 'y'",
        "\n\t or if you want to go to main menu press 'n'."),
  ichar,!,cfdata.
cdata:-part1(_,S,_),bound(S).
cdata:-ap,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\t\tNo knowledge base !",
  "\n\t\tPlease select the knowledge base before. "),
  readchar(_),!,fail.
cf:-sline,shiftwindow(5),clearwindow,
  retractall(_,managebase1),clear,fck,pck.
pck:-name1(_,_,_,_,F),existfile(F),consult(F,machine),
  part(_,_,_),!,findall(Y,part(_,Y,_),PART),
  menu(5,15,15,10,PART,"Select a System of The Knowledge",
  " Base Menu",1,CH),pck1(CH,PART,1).
pck:-shiftwindow(3),clearwindow,
  write("\n\t The knowledge base of this machine in disk has ",
  "problem.\n\t\t Press any key to menu."),readchar(_),!,fail.
pck1(_,[],_):-!,fail.
pck1(CH,[P|_],N):-CH=N,part(A,P,B),assert(part1(A,P,B)).
pck1(CH,[_|PART],N):-M=N+1,!,pck1(CH,PART,M).
to_menu :-!,
  write("\n\n\t Do you want to return to main menu (y/n) ?"),
  cr,ichar.
pcheck(P01,P02):-P01 = "",!,P02 = "GENERAL".
```

```
pcheck(PO1,PO2):- upper_lower(PO2,PO1).
inclu_name(A,B,C,L):-!,concat(A,"*",M),concat(M,B,N),
  concat(N,"*",O),concat(O,C,L).
fcheck(_,NOM,BOM,DOM):-not(existfile("name.dat")),!,
  A="es11",assert(name(1,NOM,BOM,DOM,A)),
  assert(name1(1,NOM,BOM,DOM,A)).
fcheck(B,NOM,BOM,DOM):-consult("name.dat",main),
  not(name(_,_,_,_,_)),!,deletefile("name.dat"),
  fcheck(B,NOM,BOM,DOM).
fcheck(B,NOM,BOM,DOM):-findall(X,name(X,_,_,_,_),MX),
  fc(MX,LMX),not(member(B,LMX)),!,getna(1,W),
  nfile("es11",A,W),assert(name(W,NOM,BOM,DOM,A)),
  assert(name1(W,NOM,BOM,DOM,A)).
fcheck(_,_,_,_):-shiftwindow(3),clearwindow,
  write("\t\t This machine had old data in file."),
  write("\n\tPlease use update and input new system of old "),
  write("machine.\n\tor you must delete machine file before",
  " [choose delete in menu]"),ap,readchar(_),!,fail.
getna(N,N):- not(name(N,_,_,_,_)),!.
getna(N,N1):- H=N+1,getna(H,N1).
nfile(X,Y,Z):-!,str_len(X,L),M=L-2,frontstr(M,X,H,T),
  str_real(T,R),R1=R+Z-1,str_real(T1,R1),concat(H,T1,Y).
fc([],[]).
fc([X|TL],[LM|R]):-name(X,NOM,BOM,DOM,_),
  inclu_name(NOM,BOM,DOM,NAME),LM = NAME,fc(TL,R).
member(X,[X|_]).
member(X,[_|R]):-!,member(X,R).
fck:-existfile("NAME.DAT"),consult("NAME.DAT",main),
  name(_,_,_,_,_),!,findall(X,name(X,_,_,_,_),MX),fc(MX,LMX),
  menu(3,3,15,14,LMX,"Select A Knowledge Base",1,CH),!,
  update4(CH,MX,1).
```

```
fck:-ap,shiftwindow(3),clearwindow,
  write("\n\t  No Knowledge Base in this disk.",
  "\n\t  Press any key to return to menu. "),readchar(_),!,fail.
update4(CH,[X|_],N):-CH=N,!,name(X,NOM,BOM,DOM,NAME),
  assert(name1(X,NOM,BOM,DOM,NAME)).
update4(CH,[_|R],N):-!,K=N+1,update4(CH,R,K).
update5(0,_,_,_):-fail.
update5(1,_,_,X):-!,shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\tPlease input the new system name which you want."),
  write("\n\t  or press '?' for help."),
  shiftwindow(5),readln(X).
update5(CH,[_,Y|_],N,Y):-CH=N.
update5(CH,[_|R],N,X):-A=N+1,update5(CH,R,A,X).
rerule:-part1(_,_,A),concat(A,".d01",B),
  existfile(B),crule(B).
rerule:-part1(_,_,A),concat(A,".d01",B),
  assert(data_file(B)),assert(dafile(B)).
crule(A):-existfile(A),consult(A,rulebase),crule2(A).
crule(A):-!,assert(dafile(A)),assert(data_file(A)).
crule2(_):-not(rule(30,_,_,_,_,_)),!.
crule2(A):-!,nfile(A,B,2),retractall(_,rulebase),crule(B).
refil:-part1(_,_,A),concat(A,".fil",B),
  existfile(B),consult(B,update2).
refil.
cpart(A):-part(D,A,F),!,assert(part1(D,A,F)).
cpart(A):-!,getpn(1,B),name1(_,_,_,_,NAME),concat(NAME,"11",C),
  nfile(C,D,B),assert(part(B,A,D)),assert(part1(B,A,D)).
getpn(N,N):- not(part(N,_,_)),!.
getpn(N,N1):- H=N+1,getpn(H,N1).
cs(SYM):-not(rule(_,_,SYM,_,_,_)).
cs(_):-cr,shiftwindow(3),clearwindow,
```

```
  write("\n\t\t This cause has repeated the old cause.",
  "\n\t\t Do you want to overwrite it (y/n) ? "),!,ichar.
crule3:-rule(30,_,_,_,_,_),cr,shiftwindow(1),clearwindow,
  write("\n\n\t Please save this knowlegde base,before it has"),
  write(" over memory.\n\n\tDo you want to save data (y/n) ? "),
  ichar,!,usave,!,fail.
crule3.
drepeat(NOM,BOM,DOM,POM):-cr,shiftwindow(5),clearwindow,
  write("\n\n\n\t Do you want to continue to create or update ",
  "this system (y/n)? "),ichar,!,update3(NOM,BOM,DOM,POM).
drepeat(_,_,_,_):-!,usave.
quest(Q,X,Y,Q2) :-Q = "?",!,ap,shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\t\tThis is an example of how to create knowledge base"),
  write("with \n\t'Motorcar Problem' Maker'TOYOTA' Model '4A-F' ",
  "and 'Engine System'."),nl,nl,nl,
  write("\tName of machine :Motorcar"),nl,
  write("\tMaker of machine :TOYOTA"),nl,
  write("\tModel of machine :4A-F"),nl,
  write("\tSystem of machine :GENERAL PART"),nl,
  write("\tCause :fan belt loose"),nl,
  write("\tSymptom 1 :engine overheat"),nl,
  write("\tSymptom 2 :have sound from the belt"),nl,
  write("\tSymptom 3 :engine start diffical "),nl,
  write("\tRecomendation :turn new belt"),nl,
  readchar(_),clearwindow,shiftwindow(8),clearwindow,
write("Key the name and press Enter or Keep pressing'?'for help."),
  shiftwindow (5),cursor(X,Y),write(" "),cursor(X,Y),readln(Q3),!,
  quest(Q3,X,Y,Q2).
quest(Q,_,_,Q).
readcond([COND|R]):-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\tPlease input Symptom and press Enter or"),nl,
```

```
  write("\tKeep pressing Enter if there isn't more Symptom."),
  shiftwindow(5),write("\nSymptom :"),cursor(X,Y),readln(COND1),
  quest(COND1,X,Y,COND2),COND2 >< "",!,getcon(COND,COND2),
  readcond(R).
readcond([]).
getcon(COND,COND1):-cond(COND,COND1),!.
getcon(COND,COND1):-getcn(1,COND),assert(cond(COND,COND1)).
getcn(N,N):- not(cond(N,_)),!.
getcn(N,N1):- H=N+1,getcn(H,N1).
readrec([RECM|R]):-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\tPlease input recomendation and press Enter or"),nl,
  write("\tKeep pressing Enter if there isn't more ",
  "recomendation."),shiftwindow(5),
  write("\nRecomendation :"),cursor(X,Y),readln(REC1),
  quest(REC1,X,Y,REC2),REC2 >< "",!,getrec(RECM,REC2),readrec(R).
readrec([]).
getrec(RECM,REC1):-rec(RECM,REC1),!.
getrec(RECM,REC1):-getrc(1,RECM),assert(rec(RECM,REC1)).
getrc(N,N):- not(rec(N,_)),!.
getrc(N,N1):- H=N+1,getrc(H,N1).
readprob([],[]).
readprob(CON,PROB2):-shiftwindow(8),clearwindow,
  write("\tPlease input certainty factor ( 0-100 %) and press ",
  "Enter"),shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\t\t Symptom [Number of Symptom]"),nl,nl,prob1(CON,N),
  prob2(N,N,0,PRO),prob3(N,_,LCHE),
  prob4(PRO,LCHE,CON),prob5(PROB2),!.prob1([],0).
prob1([X|R],N1) :-cond(X,Y),write("  ",Y," = [",X,"]"),nl,
  prob1(R,N2),N1 = N2+1.
prob2(_,0,R6,R6).
prob2(N,NN,R1,R6) :-N2 = NN-1,N3 = N-N2,fac(N,B1),fac(N2,B2),
```

```
  fac(N3,B3),R2 = B1/(B2*B3),R5 = R2+R1,prob2(N,N2,R5,R6).
prob3(1,1,[1]).
prob3(N,N1,[N1|Tail]):-NN = N-1,prob3(NN,N2,Tail),N1 = 2*N2.
prob5(PROB2):-not(pb(_)),PROB2=[],!.
prob5(PROB2):-findall(X,pb(X),LX),PROB2=LX,
  write("prob2=",PROB2),retractall(pb(_),managebase2),!.
prob4(0,_,_).
prob4(NPRO,NLIST,CONDL):-shiftwindow(3),clearwindow,
prob4(NPRO,NLIST,CONDL,AAA),write("SYMPTOM = ",AAA),nl,
  write("Certainty factor (% INTEGER) = "),
  cursor(X,Y),iint(X,Y,PROB),assert(pb(PROB)),fail.
prob4(NPRO,NLIST,CONDL):-!,NN = NPRO - 1,prob4(NN,NLIST,CONDL).
prob4(0,[],[],[]).
prob4(PR,[X1|TX1],[Y1|TY1],TZ1):-PR < X1,Y1 > 0,
  prob4(PR,TX1,TY1,TZ1).
prob4(PRO,[X|TX],[Y|TY],[Z|TZ]):-Z = Y,R2 = PRO - X,
  prob4(R2,TX,TY,TZ).
fac(0,1) :-!.
fac(1,1) :- !.
fac(X,FactX):-Y = X-1,fac(Y,FactY),FactX = X*FactY.
append([],L,L).
append([Z|L1],L2,[Z|L3]):-append(L1,L2,L3).
sort([],[]).
sort([X|L1],L2) :-sort(L1,L3),insert_item(X,L3,L2).
insert_item(X,[],[X]).
insert_item(X,[Y|L],[X,Y|L]) :-X<Y.
insert_item(X,[Y|L1],L2) :-X=Y,insert_item(X,L1,L2).
insert_item(X,[Y|L1],[Y|L2]) :-!,X>Y,insert_item(X,L1,L2).
getru(_,N,SYM):-rule(N,A,SYM,B,C,D),retract(rule(N,A,SYM,B,C,D)).
getru(N,N,_):- not(rule(N,_,_,_,_,_)),!.
getru(N,N1,SYM):- H=N+1,getru(H,N1,SYM).
```

```
cdisk:-disk(DISK1),shiftwindow(2),clearwindow,
  write("\n\n\t Current Directory of Knowledge base : ",DISK1),
  write("\n\t Do you want to change directory of Knowledge ",
  "base (y/n) ?"), cr,ichar,!,changedir.
ichar:-readchar(B),upper_lower(A,B),cchar(A).
cchar(A):-A='Y',!.
cchar(A):-A='N',!,fail.
cchar(_):-beep,ichar.
iint(X,Y,Z):-cursor(X,Y),readreal(Z),Z>=0, Z<101,!.
iint(X,Y,Z):-beep,cursor(X,Y),write("                    "),
  iint(X,Y,Z).
sort1([],[],[],[]).
sort1([X|L1],L2,[Z|L4],L5) :-sort1(L1,L3,L4,L6),
  insert_item1(X,L3,L2,Z,L6,L5).
insert_item1(X,[],[X],Z,[],[Z]).
insert_item1(X,[Y|L],[X,Y|L],Z,[M|N],[Z,M|N]) :-X > Y.
insert_item1(X,[Y|L],[X,Y|L],Z,[M|N],[Z,M|N]) :-X = Y.
insert_item1(X,[Y|L1],[Y|L2],Z,[M|L4],[M|L5]) :-!,X<Y,
  insert_item1(X,L1,L2,Z,L4,L5).
reverse(X,Y):-reverse1([],X,Y).
reverse1(Y,[],Y).
reverse1(A,[B|C],Y):-reverse1([B|A],C,Y).
```

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยข้อขัดข้องของระบบรถยนต์

ในการนำเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่วิจัยนี้ไปใช้งาน ผู้ใช้ควรจะมีความรู้พื้นฐานทางด้านระบบผู้เชี่ยวชาญบ้างพอสมควร และเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้มากที่สุด ผู้ใช้ก็จะต้องเข้าใจถึงองค์ประกอบพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ การแทนความรู้ และกลยุทธ์การแก้ปัญหาของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งตัวโปรแกรมได้ให้มาในภาคผนวก ก แล้ว ส่วนผู้ใช้ที่จะนำเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ไปสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่าง ๆ นั้น จะต้องมีความรู้ในด้านนั้น ๆ จึงสามารถสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญใหม่ขึ้นมาได้ หรือไม่เช่นนั้นก็ต้องใช้วิธีการถ่ายทอดความรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านนั้น ๆ อีกทั้งยังต้องทดสอบและแก้ไขระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างใหม่ให้ดี เพื่อที่จะได้ระบบผู้เชี่ยวชาญใหม่ขึ้นมาที่มีประสิทธิภาพดี

เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่วิจัยนี้มีความสามารถในการทำหน้าที่หลักอยู่ 2 ประการ คือ ทำหน้าที่ในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญใหม่โดยการสร้าง ปรับปรุงเพิ่มเติม และแก้ไขฐานความรู้ อีกหน้าที่หนึ่งก็คือการให้คำปรึกษาวินิจฉัยโดยใช้ฐานความรู้ที่ถูกสร้างไว้แล้ว มาทำการปรึกษา ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

<u>การสร้าง ปรับปรุงเพิ่มเติม และแก้ไขระบบผู้เชี่ยวชาญ</u>

ในการสร้าง ปรับปรุงเพิ่มเติม และแก้ไขระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น เมื่อได้ข้อมูลใหม่มานั้นจะต้องจัดข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมเสียก่อน เพื่อที่จะได้เก็บเป็นฐานความรู้ได้ง่าย ดังนั้นจึงควรรู้ถึงรูปแบบการจัดฐานความรู้ก่อนที่จะสร้าง ปรับปรุงเพิ่มเติม และแก้ไขระบบผู้เชี่ยวชาญ

<u>การจัดฐานความรู้ใหม่</u>

ในการจัดฐานความรู้ จะต้องจัดเตรียมข้อมูลความรู้นั้น ๆ ให้อยู่ในรูปกฎเกณฑ์ก่อนที่จะทำการสร้าง ซึ่งแสดงตัวอย่างดังต่อไปนี้

ตัวอย่างความรู้เกี่ยวกับข้อข้องของอุปกรณ์เครื่องกล

ชื่ออุปกรณ์เครื่องกล : 'AUTOMOTIVE'
ชื่อผู้ผลิต : 'TOYOTA'
รุ่น : 'CORONA 1990-1992'
ระบบ : 'DISK-BRAKE'

กฎที่ 1 Disk-Brake problem is the 'mounting bolts too long'.
If it has the 'groan or rattle or scraping noise',
this problem has '50' percent of certainty factor.
Recommendation : 'Install mounting bolts of correct length'

กฎที่ 2 Disk-Brake problem is the 'air-leak or insufficient fluid'.
If it has the 'excessive pedal travel', this problem has '49' percent of certainty factor.
If 'brake pedal can be depressed without braking', this problem has '70' percent of certainty factor.
If it has the 'excessive pedal travel', and 'brake pedal can be depressed without braking', this problem has '75' percent of certainty factor.
Recommendation : 'check system for leaks'

จากตัวอย่างความรู้นี้ จะต้องมาจัดให้อยู่ในรูปของโปรแกรมได้ดังตัวอย่างดังนี้

Name of machine : AUTOMOTIVE
Maker of machine : TOYOTA
Model of machine : CORONA 1990-1992
System of machine : DISK-BRAKE

rule 1
Cause : mounting bolts too long

Symptom : groan or rattle or scraping noise [1]

Certainty factor : [1] = 50 %

Recommendation : install mounting bolts of correct length

rule 2

Cause : air leak or insufficient fluid

Symptom : excessive pedal travel [2]

Symptom : brake pedal can be depressed without braking [3]

Certainty factor : [2] = 50 %

Certainty factor : [3] = 70 %

Certainty factor : [2,3] = 75 %

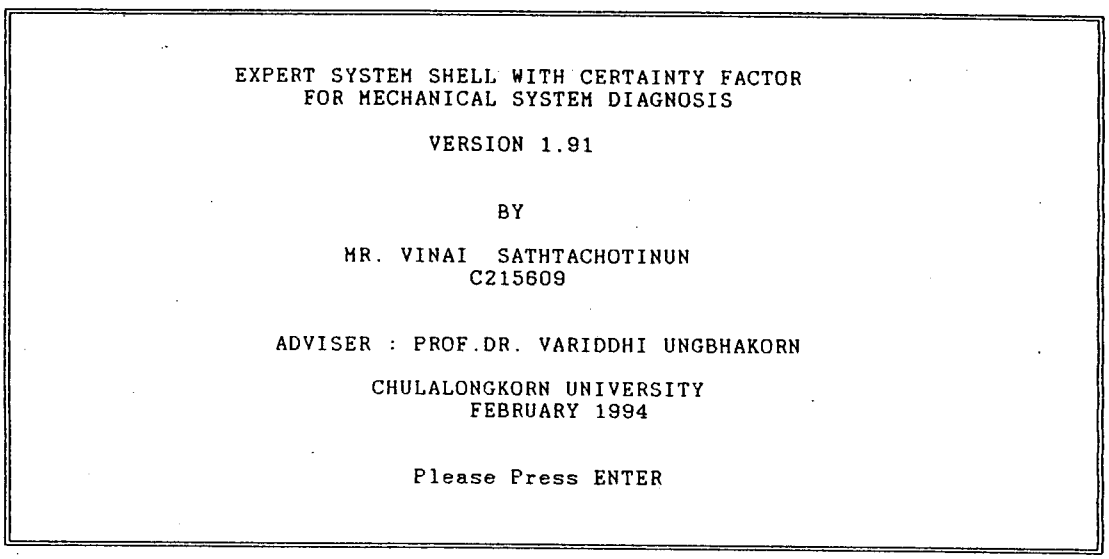
Recommendation : check system for leaks

หมายเหตุ ตัวเลขใน [] เป็นตัวเลขบอกลำดับของอาการที่เกิดขึ้น

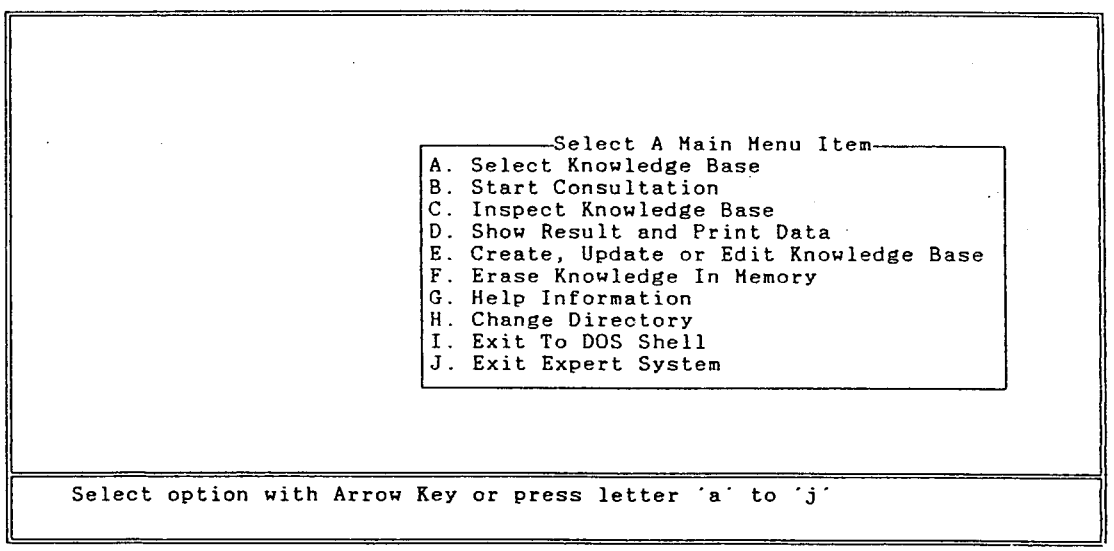
จากการที่ปัญหาของเครื่องยนต์มีมากหลายระบบหลายสาเหตุ การสร้างฐานความรู้จะแยกปัญหาของเครื่องยนต์เป็นระบบ ๆ ในแต่ระบบก็ยังมีหลายสาเหตุ ดังนั้นฐานความรู้ของระบบแต่ละระบบก็ยังจะแยกออกเป็นไฟล์ย่อย ๆ หลาย ๆ ไฟล์ ซึ่งในระบบจะตั้งไว้ไฟล์ละ 30 กฎ โดยในการตั้งชื่อไฟล์ต่าง ๆ นั้น ระบบจะตั้งชื่อให้โดยอัตโนมัติ เพราะถ้าให้ไฟล์มีขนาดใหญ่มาก อาจจะทำให้หน่วยความจำไม่พอ หรือเกิดการ OVERFLOW ของตัวแปรก็ได้ เมื่อเราจัดรูปแบบของข้อมูลได้แล้ว ก็จะสามารถนำข้อมูลมาสร้างฐานข้อมูลของเครื่องได้ง่าย

<u>การเข้าสู่โปรแกรม</u>

เมื่อเริ่มต้น ให้นำแผ่นโปรแกรมใส่เข้าไปใน DRIVE A และแผ่นสำหรับเก็บฐานความรู้ใส่เข้าไปใน DRIVE B ปิดฝา (ถ้าหากใช้ HARD DISK ในการเก็บฐานความรู้ก็ไม่ต้องใช้ DRIVE B) แล้วเปิดสวิทช์เครื่องและจอภาพ รอจนกระทั่งเครื่องอ่าน ๆ โปรแกรมเสร็จจะปรากฏ LOGO บนจอภาพ ดังแสดงในรูปที่ 6.1 หรือใช้กรณีที่เครื่องเปิดอยู่ก็ให้ใส่แผ่นโปรแกรมที่ DRIVE A กดคำสั่งคือ ES พร้อมทั้งกด ENTER รอจนกระทั่งเครื่องอ่านโปรแกรมเสร็จก็จะปรากฏ Logo บนจอภาพ ดังรูปที่ 6.1 เหมือนกัน



รูปที่ 6.1 แสดง LOGO เพื่อเริ่มต้นโปรแกรม



รูปที่ 6.2 แสดงเมนูหลักของโปรแกรม

จากนั้นให้กดคีย์ ENTER จะปรากฏรายการคำสั่ง หรือเมนูคำสั่ง ดังรูปที่ 6.2 จากนั้นก็ทำการเลือกรายการ

วิธีเลือกรายการในเมนู

การเลือกรายการสามารถทำได้ โดยการใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนไปรายการที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม ENTER และกรณีที่หน้ารายการที่มีตัวอักษร ก็สามารถทำการเลือกรายการได้ โดยการกดปุ่มตัวอักษรที่ปรากฏอยู่หน้ารายการที่ต้องการนั้นอีกวิธีหนึ่ง

หน้าที่โดยทั่วไปของแต่ละรายการ

แต่ละรายการในเมนูคำสั่งหรือเมนูหลักมีความหมายและหน้าที่ดังต่อไปนี้

A. Select Knowledge Base ใช้สำหรับเลือกฐานความรู้ที่เก็บอยู่ใน DRIVE ของฐานข้อมูลปัจจุบัน เพื่อทำการเรียกฐานความรู้เข้ามาในหน่วยความจำให้พร้อมสำหรับการใช้งานในการปรึกษาต่อไป ในกรณีที่ไม่มีฐานความรู้ในแผ่น เครื่องจะบอกว่าไม่มีข้อมูลในแผ่นที่กำลังอ่านอยู่ แล้วจะกลับไปเมนูหลัก และในกรณีที่มีฐานความรู้ในแผ่น เครื่องก็จะทำการบอกว่ามีฐานความรู้อะไรบ้างให้เลือก เมื่อเลือกเสร็จก็จะกลับมาเมนูหลักเช่นเดิม

B. Start Consultation เป็นคำสั่งสำหรับให้เริ่มการปรึกษาระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ฐานความรู้ที่ได้จากการเลือกเมนู A หรือที่มีอยู่ในหน่วยความจำของเครื่องแล้ว

C. Inspect Knowledge Base ใช้สำหรับการอ่านหรือตรวจดูฐานข้อมูลที่เก็บเป็นไฟล์อยู่ใน DRIVE ของฐานข้อมูลปัจจุบัน ผู้ใช้สามารถที่จะดูข้อมูลทั้งหมดภายในฐานความรู้ได้เป็นไฟล์ ๆ แต่ไม่อาจทำการแก้ไขใด ๆ ได้

D. Show Result and Print Data ใช้สำหรับการดูคำตอบในหน่วยความจำที่ได้ทำการปรึกษาระบบผู้เชี่ยวชาญไปแล้ว ซึ่งจะแสดงคำตอบที่ผู้ใช้ตอบ 'ใช่' 'ไม่ทราบ' และคำตอบของโปรแกรมที่ได้จากการปรึกษา โดยจะแสดงเป็นเมนูให้เลือกอีกที ว่าจะดูรายการอะไร พร้อมทั้งจะพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ถ้าเอาต้องการ

E. Create, Update or Edit Knowledge Base เป็นรายการที่เลือกเมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะสร้างฐานข้อมูลใหม่ ปรับปรุง และแก้ไขความรู้ลงในฐานความรู้

F. Erase Knowledge in Memory ใช้สำหรับลบข้อมูลที่ได้จากการปรึกษาและฐานความรู้ที่อยู่ในหน่วยความจำหลักในขณะนั้น เพื่อที่จะป้องกันหน่วยความจำไม่พอ

G. Help Information เมื่อทำการเลือกคำสั่งนี้ จะปรากฏข้อความที่แนะนำการใช้โปรแกรมอย่างย่อ ๆ นอกเหนือไปจากข้อความที่ปรากฏอยู่ที่ด้านล่างของจอภาพในขณะที่ใช้งานตามปกติ

H. Change Directory ใช้ในการเปลี่ยน DRIVE ของฐานข้อมูล โดยปกติแล้วหากผู้ใช้ไม่ได้เปลี่ยนแปลงใด ๆ DRIVE ที่ถูกกำหนดให้เป็น DRIVE เก็บฐานข้อมูล คือ DRIVE ที่กำลังทำงานอยู่ หากผู้ใช้ใช้ HARD DISK ในการเก็บฐานข้อมูล ก็สามารถใช้เมนู H เปลี่ยนไปเป็น DRIVE C หรือ D หรืออื่น ๆ ตามต้องการได้

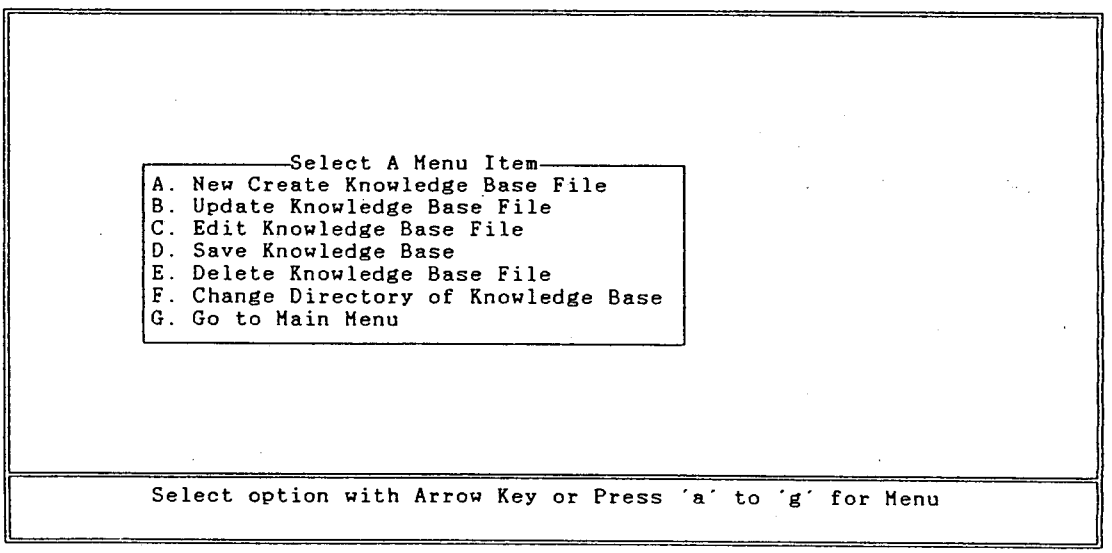
I. Exit To DOS Shell คำสั่งจะนำผู้ใช้ไปสู่เปลือกของ DOS ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะใช้คำสั่งประเภท INTERNAL COMMAND ได้ เช่น คำสั่ง COPY, DEL เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อความาสะดวกในการจัดไฟล์ต่าง ๆ ใน DRIVE ของฐานข้อมูลได้ โดยที่ไม่ต้องเลิกใช้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ เมื่อต้องการกลับไปสู่โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญอีก ก็ให้พิมพ์ EXIT แล้วกดคีย์ ENTER

J. Exit Expert System เป็นคำสั่งที่บอกเลิกการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

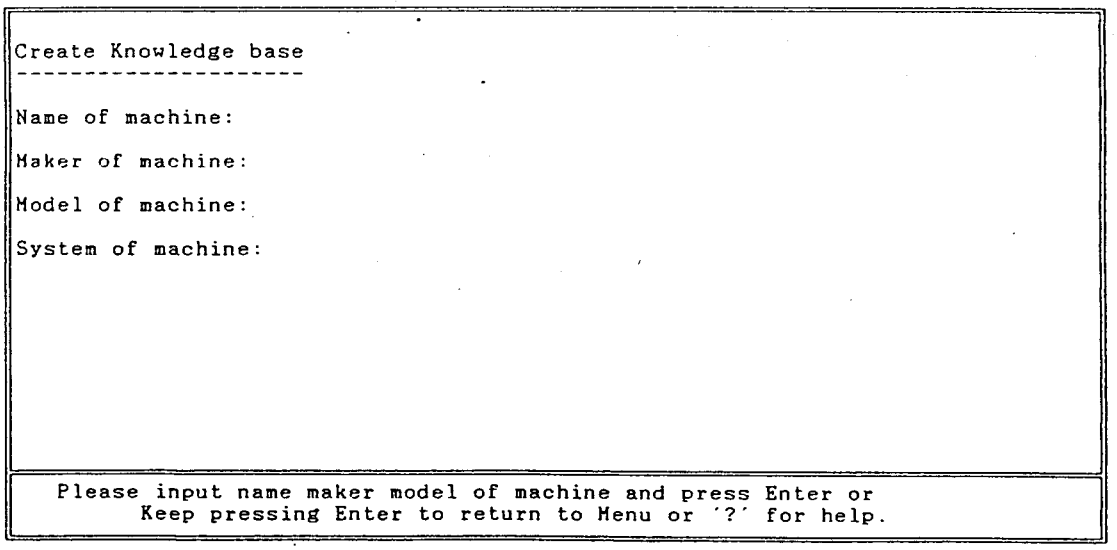
<u>การสร้างฐานความรู้ใหม่</u>

ขั้นตอนในการสร้างฐานความรู้ใหม่ให้แก่ระบบ จะเริ่มตั้งแต่เมนูหลักของโปรแกรม คือ

1. กด E (E. Create Update or Edit Knowledge Base) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ E แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง และแก้ไขขึ้น ดังรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.3 แสดงเมนูการสร้าง ปรับปรุง และแก้ไขฐานความรู้



รูปที่ 6.4 แสดงจอภาพสำหรับใส่ชื่ออุปกรณ์ ผู้ผลิต และรุ่น

2. กด A (A. New Create Knoewledge Base File) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ A แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏดังรูปที่ 6.4

3. ทำการพิมพ์ AUTOMOTIVE แล้วกด ENTER

พิมพ์ TOYOTA แล้วกด ENTER

พิมพ์ CORONA 1990-1992 แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 6.5 (ในกรณีที่ชื่ออุปกรณ์เครื่อง รุ่น และแบบ ซ้ำกับของเดิมจะแสดงจอภาพดังรูปที่ 6.6 โดยให้ไปใส่ข้อมูลเพิ่มที่การปรับปรุง หรือไม่ก็จะต้องลบข้อมูลของอุปกรณ์นี้ก่อน)

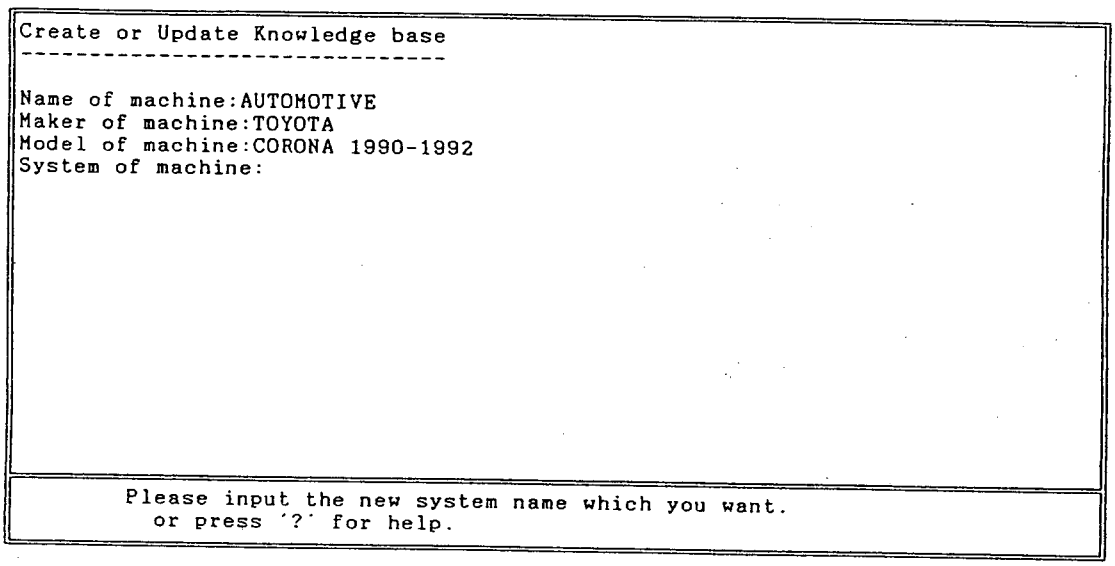
พิมพ์ DISK-BRAKE แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 6.7

พิมพ์ mounting bolts too long แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 6.8 (ในกรณีที่ชื่อของสาเหตุซ้ำของเดิมจะแสดงจอภาพดังรูปที่ 6.9 โดยจะถามว่าจะทับของเดิมหรือไม่ ถ้าทับของเดิมให้กด 'y' ถ้าไม่ทับของเดิมกด 'n')

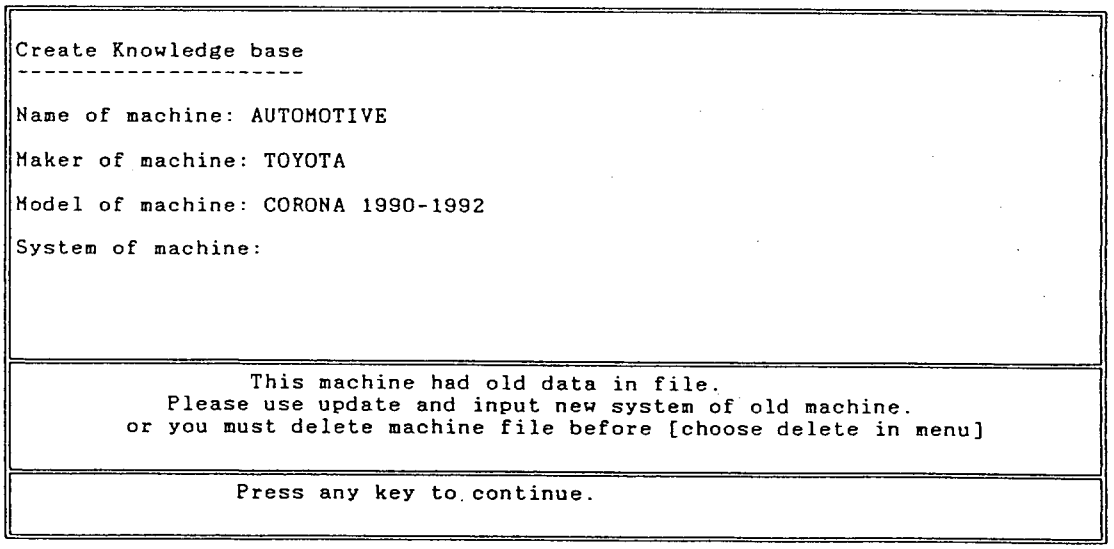
พิมพ์ groan or rattle or scraping noise แล้วกด ENTER อีกครั้ง จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 6.10 ในกรณีนี้ข้อมูลมีอาการของสาเหตุเพียงอาการเดียว ก็จะกด ENTER เพื่อทำงานต่อไป โดยจอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 6.11 ถ้ามีอาการของสาเหตุหลายอาการก็จะพิมพ์แต่ละอาการพร้อมทั้งกด ENTER ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหมดอาการของสาเหตุ จึงค่อยกด ENTER เพื่อทำงานต่อไป

พิมพ์ 50 แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 6.12

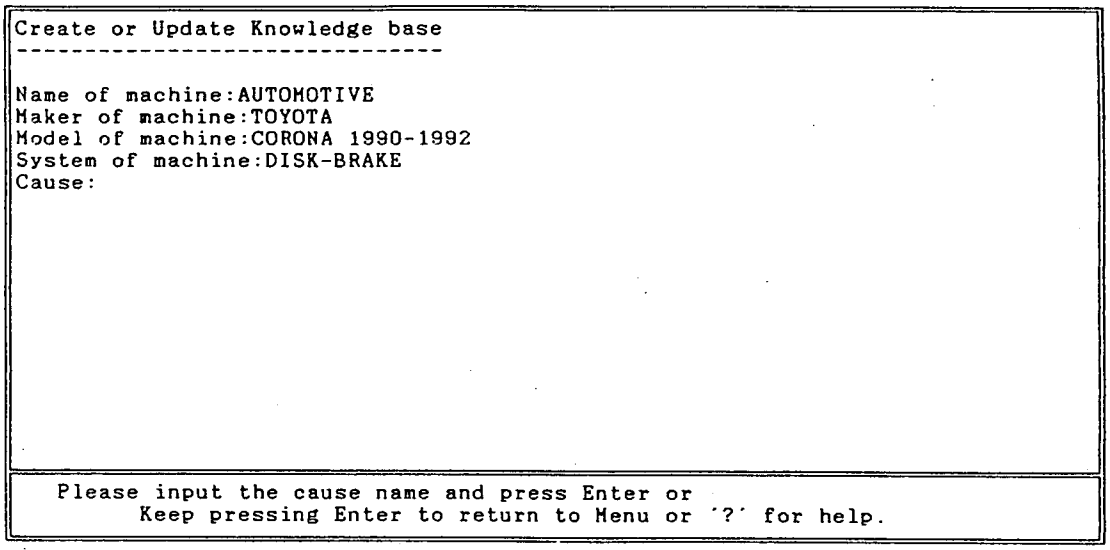
พิมพ์ install mounting bolts of correct length แล้วกด ENTER กด ENTER อีกครั้ง (ในกรณีที่ไม่มี Recommendation ในกด ENTER ผ่านไป และถ้ามี Recommendation ของสาเหตุหลายอัน ก็พิมพ์แต่ละอันพร้อมทั้งกด ENTER ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหมด Recommendation จึงค่อยกด ENTER เพื่อทำงานต่อไป) จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 6.13 ซึ่งระบบจะถามว่าจะป้อนข้อมูลกฎต่อไปหรือไม่ ถ้าต้องการก็กด 'y' แล้วทำการป้อนข้อมูลกฎที่สองต่อไป จอภาพจะปรากฏรูปที่ 6.7 โดยไปเริ่มที่การพิมพ์สาเหตุต่อไป ถ้าไม่ต้องการก็กด 'n' ก็จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 6.14 ระบบจะถามต้องการเก็บข้อมูลหรือไม่ ถ้าไม่ต้องการกด 'n' ก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง แก้ไขขึ้น แต่ถ้าต้องการเก็บข้อมูลกด 'y' ระบบก็จะทำการเก็บข้อมูลให้ เมื่อทำงานเก็บข้อมูลเสร็จ หน้าจอก็จะแสดงว่าได้ทำการเก็บข้อมูลเสร็จแล้ว เมื่อกดคีย์ใด ๆ ก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง แก้ไข ดังรูปที่ 6.3



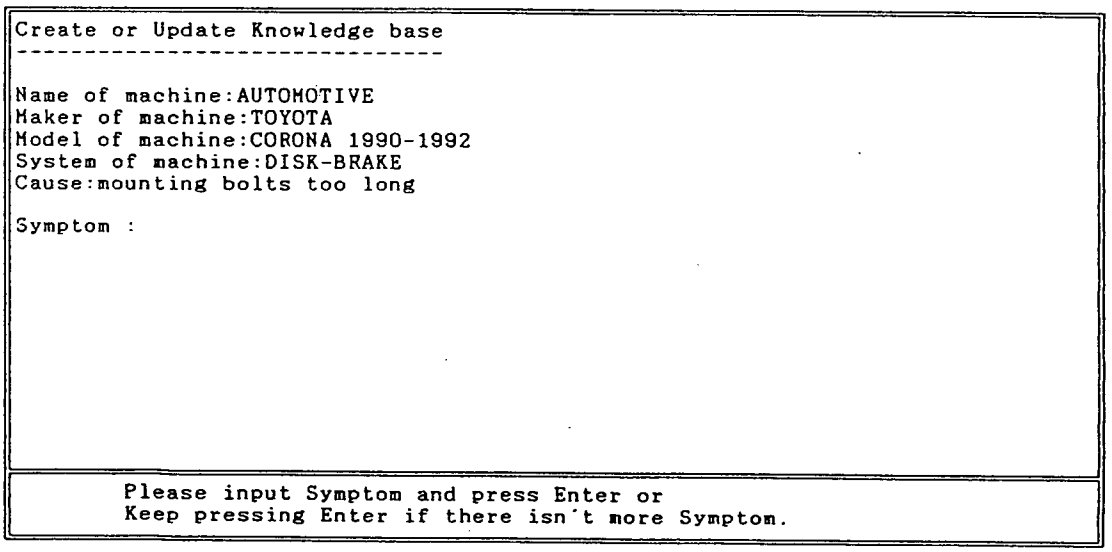
รูปที่ 6.5 แสดงการใส่ชื่ออุปกรณ์ ผู้ผลิต และรุ่นแล้ว



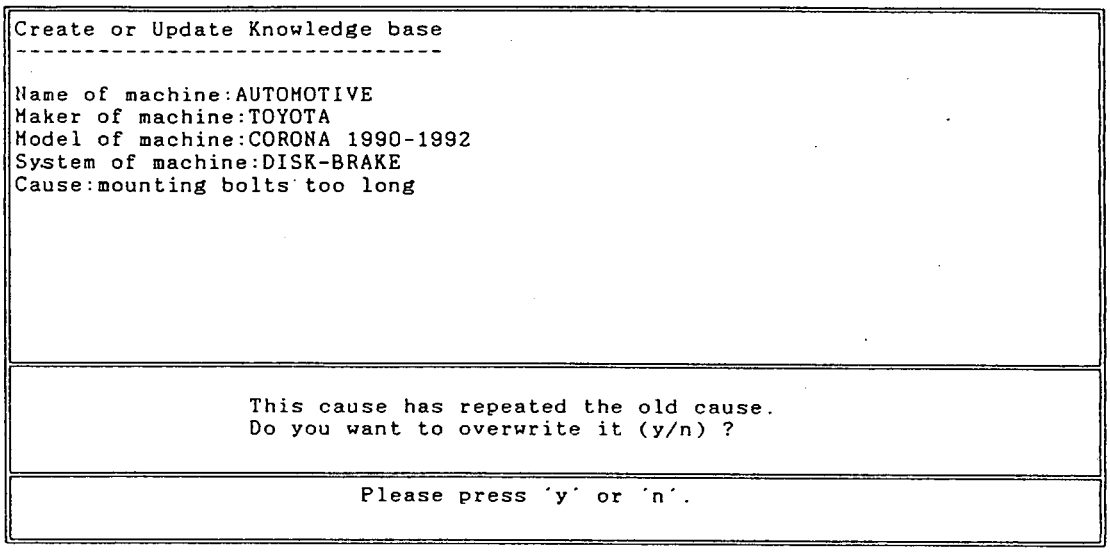
รูปที่ 6.6 แสดงเมื่อป้อนชื่อ ผู้ผลิต และรุ่นของอุปกรณ์ทางเครื่องกลซ้ำ



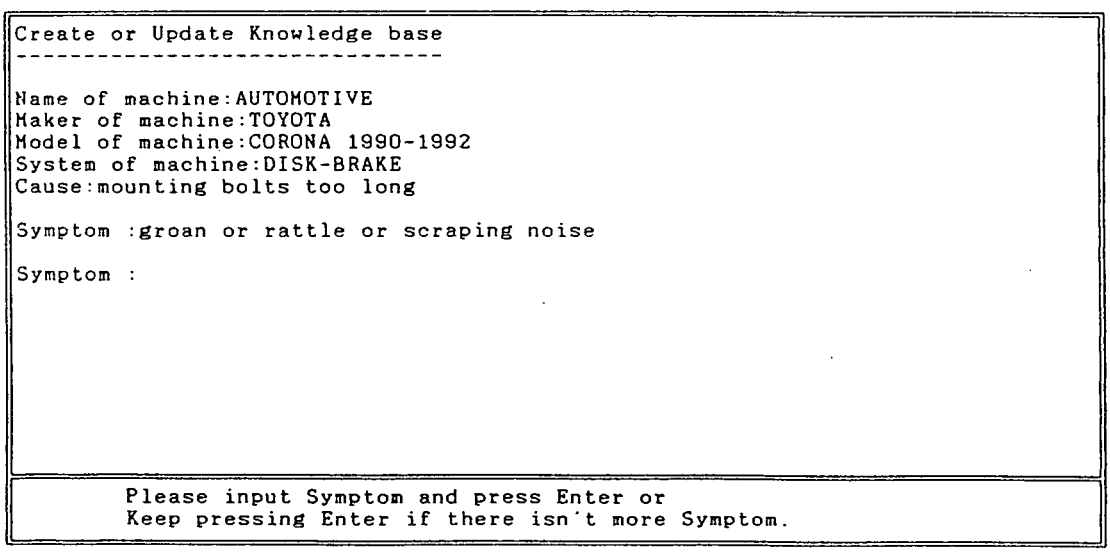
รูปที่ 6.7 แสดงจอภาพเพื่อรับสาเหตุของอุปกรณ์นั้น



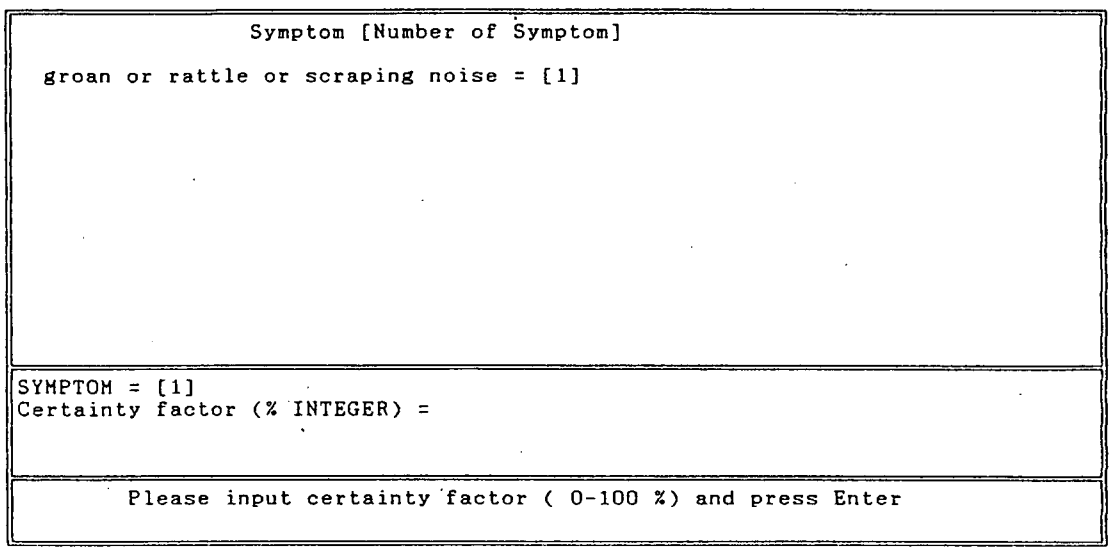
รูปที่ 6.8 แสดงจอภาพเพื่อรับข้อมูลด้านอาการของสาเหตุ



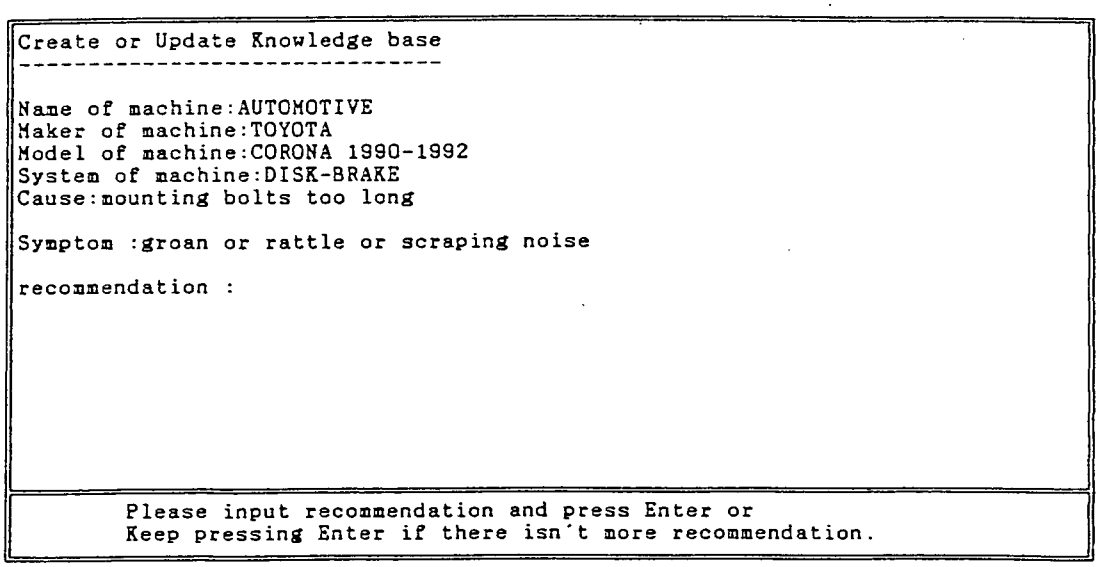
รูปที่ 6.9 แสดงจอภาพเมื่อสาเหตุซ้ำกับของเดิม



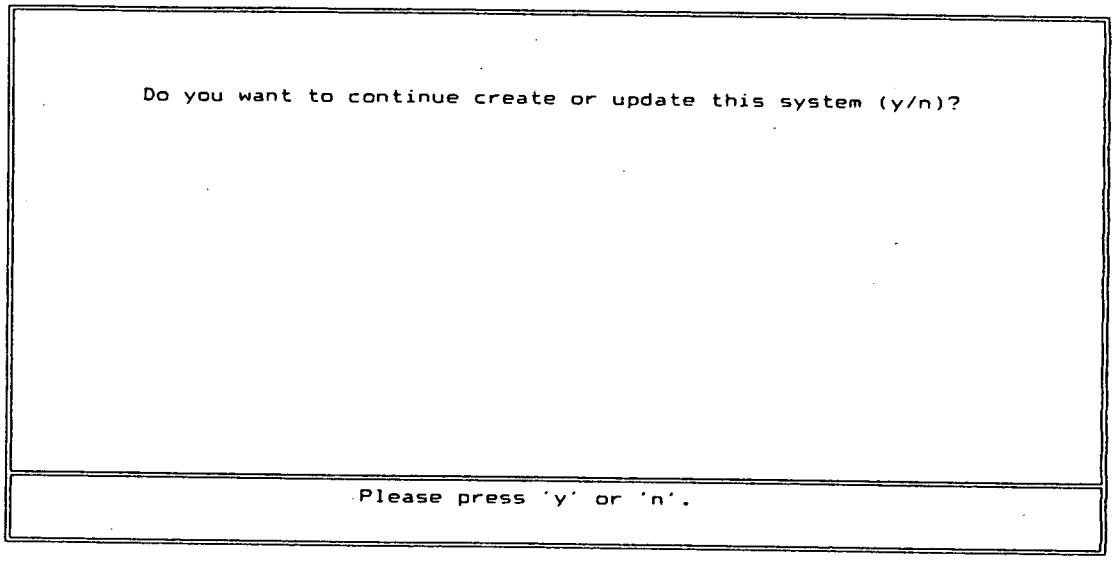
รูปที่ 6.10 แสดงจอภาพเมื่อจะพิมพ์อาการของสาเหตุต่อไป



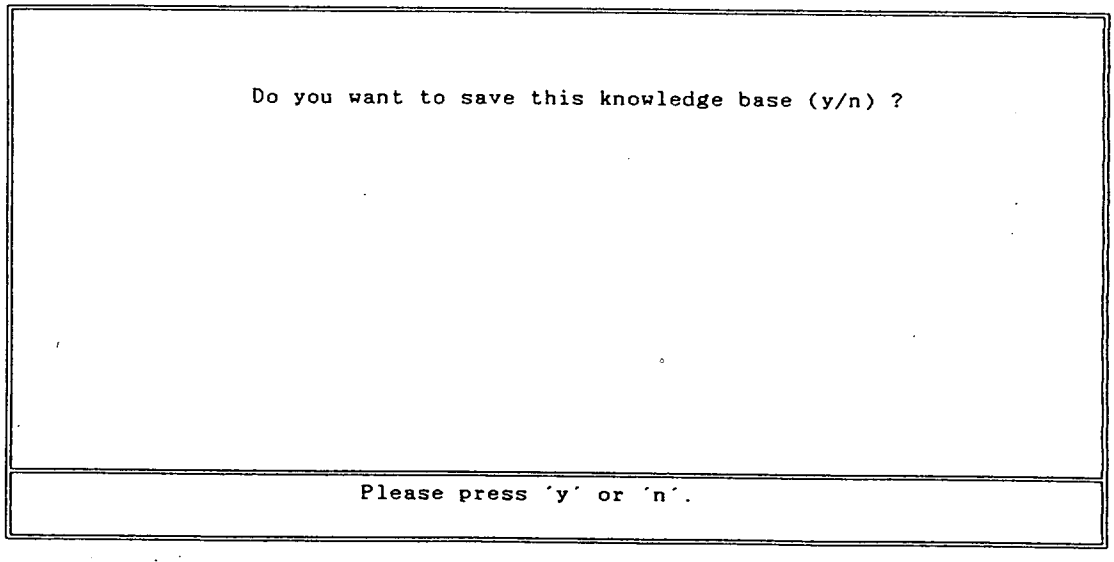
รูปที่ 6.11 แสดงจอภาพเพื่อจะพิมพ์ค่าความแน่นอน



รูปที่ 6.12 แสดงจอภาพเพื่อจะพิมพ์ Recommendation



รูปที่ 6.13 แสดงจอภาพหลังจากที่พิมพ์เสร็จแต่ละกฎ



รูปที่ 6.14 แสดงคำถามว่าเก็บข้อมูลหรือเปล่า

ขั้นตอนการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูล

ในการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูลในระบบสามารถทำได้ดังนี้ คือ

1. กด E (E. Create Update or Edit Knowledge Base) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ E แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง และแก้ไขขึ้น ดังรูปที่ 6.3

2. กด B (B. Update Knoewledge Base File) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ B แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏเมนูของชื่ออุปกรณ์เครื่องกลให้เลือกดังรูปที่ 6.15 เมื่อเลือกโดยใช้ลูกศรเสร็จก็กด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏเมนูของระบบอุปกรณ์เครื่องกลนั้น ๆ มาให้เลือกอีกดังรูปที่ 6.16 ทำการเลือกระบบโดยการใช้ลูกศรแล้วกด ENTER ก็จะปรากฏรูปที่ 6.7 บนจอภาพ ทำการใส่กฎที่ต้องการเข้าไป สมมุติว่าเป็นกฎข้อที่ 2 ก็จะทำดังนี้

พิมพ์ air leak or insufficient fluid แล้วกด ENTER

พิมพ์ excessive pedal travel แล้วกด ENTER

พิมพ์ brake pedal can be depressed without braking แล้วกด ENTER

จะปรากฏดังรูปที่ 6.17 และกด ENTER อีกครั้ง ก็จะปรากฏดังรูปที่ 6.18

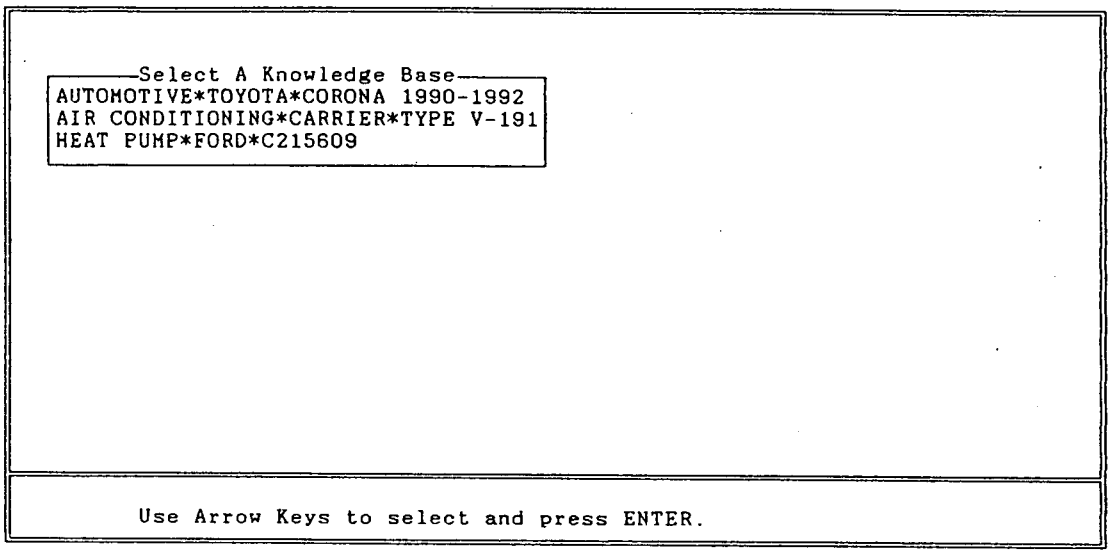
พิมพ์ 75 แล้วกด ENTER จะปรากฏดังรูปที่ 6.19

พิมพ์ 50 แล้วกด ENTER

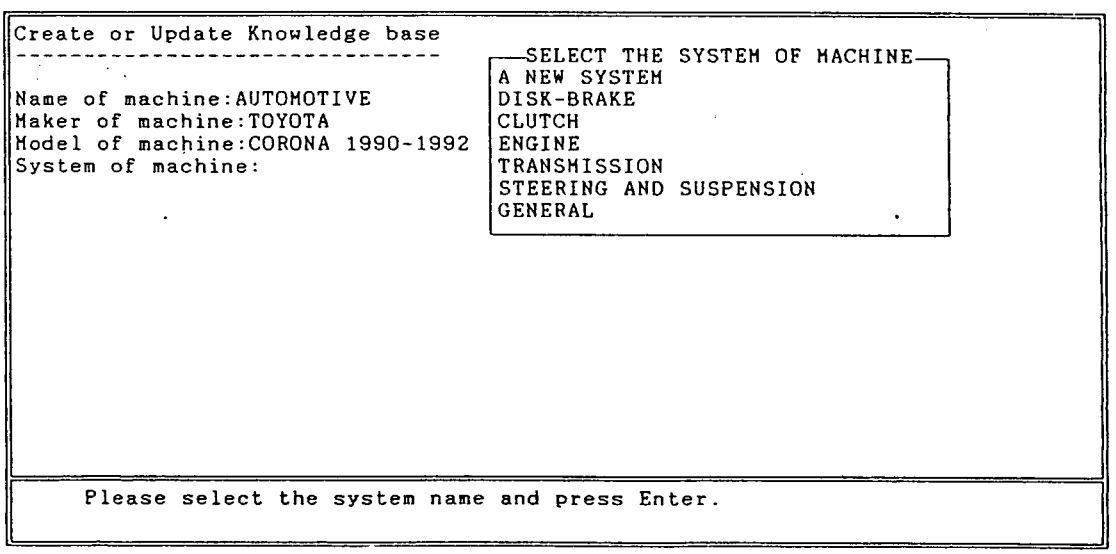
พิมพ์ 70 แล้วกด ENTER

พิมพ์ check system for leaks แล้วกด Enter กด ENTER อีกครั้ง จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 6.13 ซึ่งระบบจะถามว่าจะป้อนข้อมูลกฎต่อไปหรือไม่ ถ้าต้องการก็กด 'y' แล้วทำการป้อนข้อมูลกฎต่อไป ถ้าไม่ต้องการก็กด 'n' ก็จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 6.14 ระบบจะถามต้องการเก็บข้อมูลหรือไม่ ถ้าไม่ต้องการกด 'n' ก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง แก้ไขขึ้น แต่ถ้าต้องการเก็บข้อมูลกด 'y' ระบบก็จะทำการเก็บข้อมูลให้

ในกรณีที่มีข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องกล รุ่น และแบบเก่าอยู่ แต่ต้องการที่จะเพิ่มข้อมูลของระบบใหม่เข้าไป ก็ทำเหมือนกับข้างต้น แต่ในการเลือกระบบในเมนูให้เลือก A NEW SYSTEM แล้วจอภาพจะแสดงดังรูปที่ 6.5 ให้พิมพ์ระบบใหม่เข้าไปเท่านั้น ส่วนการป้อนข้อมูลอื่น ๆ ก็จะเหมือนเดิม



รูป 6.15 แสดงเมนูอุปกรณ์ สำหรับในการเลือก



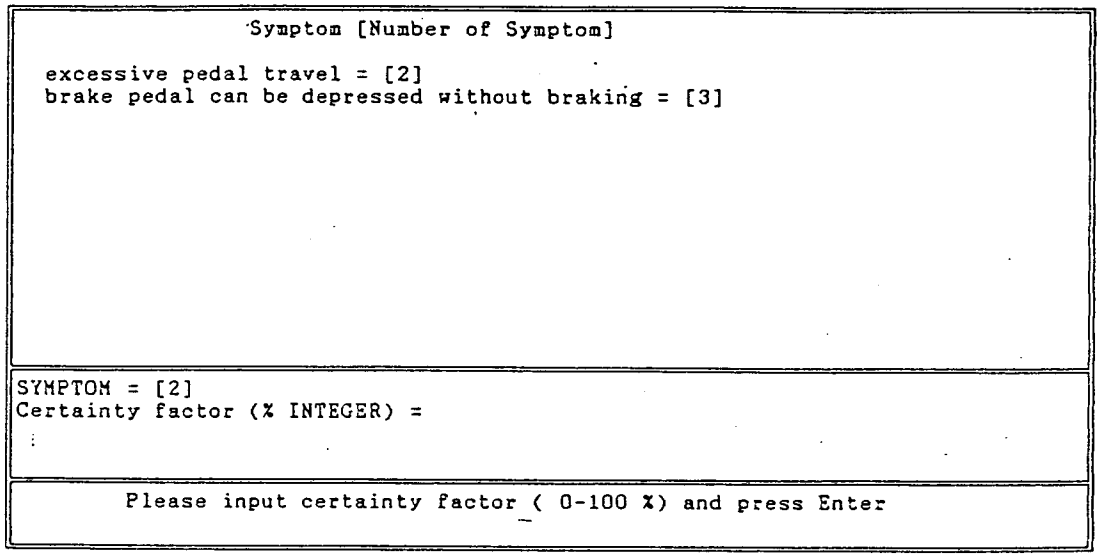
รูปที่ 6.16 แสดงการเลือกระบบในการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูล

```
Create or Update Knowledge base
-------------------------------

Name of machine:AUTOMOTIVE
Maker of machine:TOYOTA
Model of machine:CORONA 1990-1992
System of machine:DISK-BRAKE
Cause:air leak or insufficient fluid

Symptom :excessive pedal travel

Symptom :brake pedal can be depressed without braking

Symptom :

        Please input Symptom and press Enter or
        Keep pressing Enter if there isn't more Symptom.
```

รูปที่ 6.17 แสดงการป้อนอาการในกรณีที่มี 2 อาการ

```
                Symptom [Number of Symptom]

  excessive pedal travel = [2]
  brake pedal can be depressed without braking = [3]

SYMPTOM = [2,3]
Certainty factor (% INTEGER) =

        Please input certainty factor ( 0-100 %) and press Enter
```

รูปที่ 6.18 แสดงหน้าจอเพื่อรับค่าความแน่นอนครั้งที่หนึ่ง



รูปที่ 6.19 แสดงหน้าจอเพื่อรับค่าความแน่นอนครั้งที่สอง

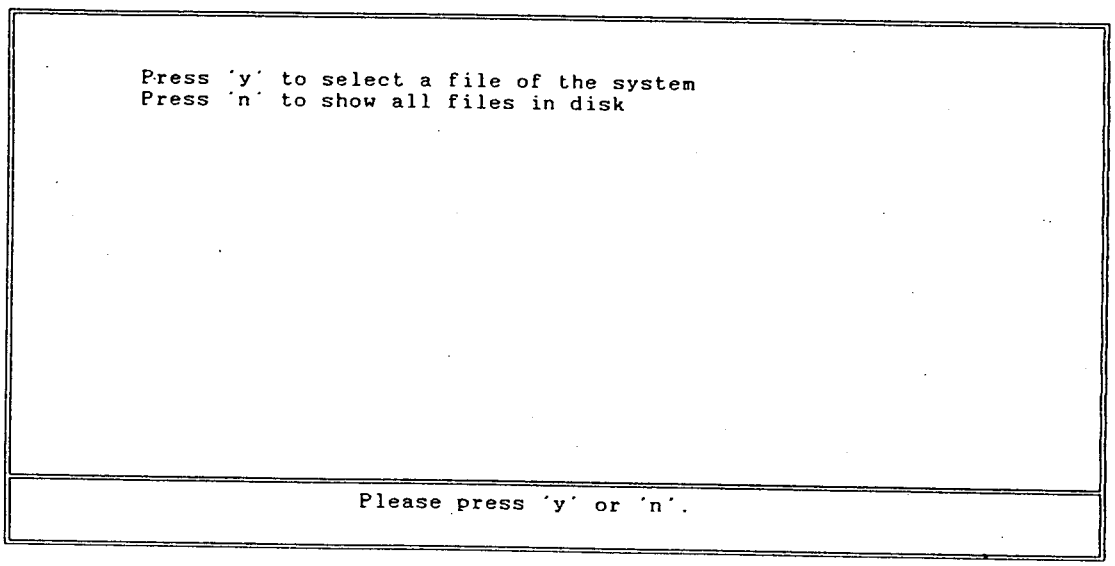
ขั้นตอนการแก้ไขข้อมูล

ในการแก้ไขข้อมูลสามารถทำได้ดังนี้

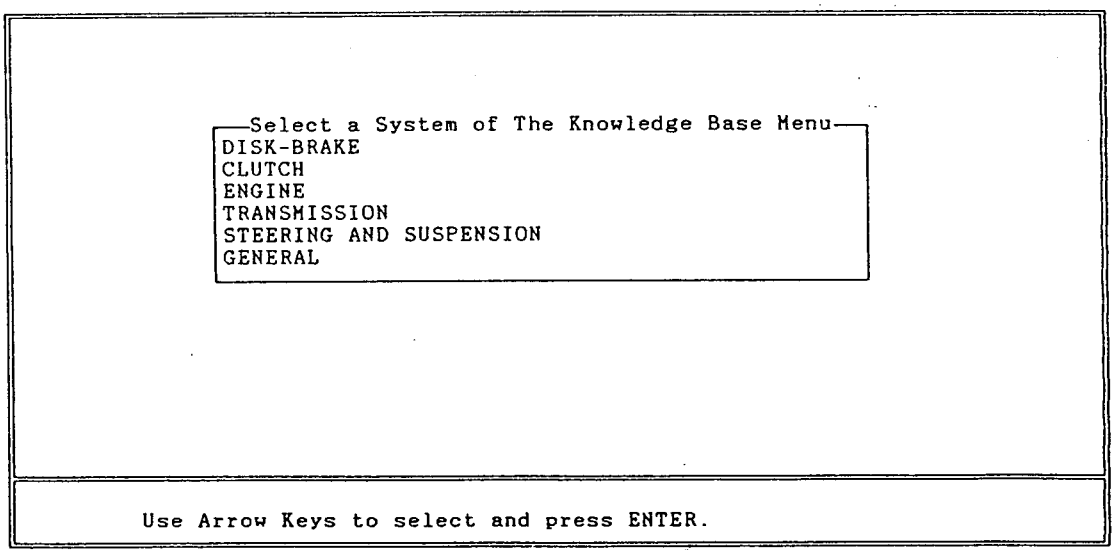
1. กด E (E. Create Update or Edit Knowledge Base) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ E แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง และแก้ไขขึ้น ดังรูปที่ 6.3

2. กด C (C. Edit Knoewledge Base File) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ C แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏดังรูปที่ 6.20 ถ้าต้องการให้แสดงทุกไฟล์ในแผ่นดิสก์ก็ให้กด 'n' ถ้ากด 'y' หน้าจอก็จะปรากฏเมนูของชื่ออุปกรณ์เครื่องกลดังรูปที่ 6.15 เมื่อทำการเลือกแล้ว กด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏระบบมาให้เลือกดังรูปที่ 6.21 ทำการเลือกระบบโดยการใช้ลูกศรแล้วกด ENTER ก็จะปรากฏรูปที่ 6.22 บนจอภาพ ซึ่งเป็นไฟล์ต่าง ๆ ในระบบข้อมูลที่เลือก เลื่อนลูกศรไปที่ไฟล์ต้องการแก้ไขแล้วกด ENTER ก็ปรากฏข้อมูลของไฟล์นั้นออกมา เช่น รูปที่ 6.23 วิธีการแก้ไขข้อมูลก็จะเหมือนกับการใช้โปรแกรมพวก WORDSTAR เมื่อทำการแก้ไขเรียบร้อยก็กด F10 หน้าจอก็จะปรากฏข้อความว่าจะเก็บข้อมูลใหม่หรือไม่ ดังรูปที่ 6.24 ถ้าต้องการเก็บข้อมูลก็กด 'y' เมื่อทำการเสร็จจอภาพก็จะปรากฏดังรูปที่ 6.25 และเมื่อกดคีย์ใด ๆ ก็จะกลับไปสู่เมนูของการสร้าง ปรับปรุง หรือแก้ไขข้อมูล ถ้าไม่ต้องการเก็บข้อมูลที่แก้ไขก็กด 'n' ก็จะกลับไปสู่เมนูของการสร้าง ปรับปรุง หรือแก้ไขข้อมูล

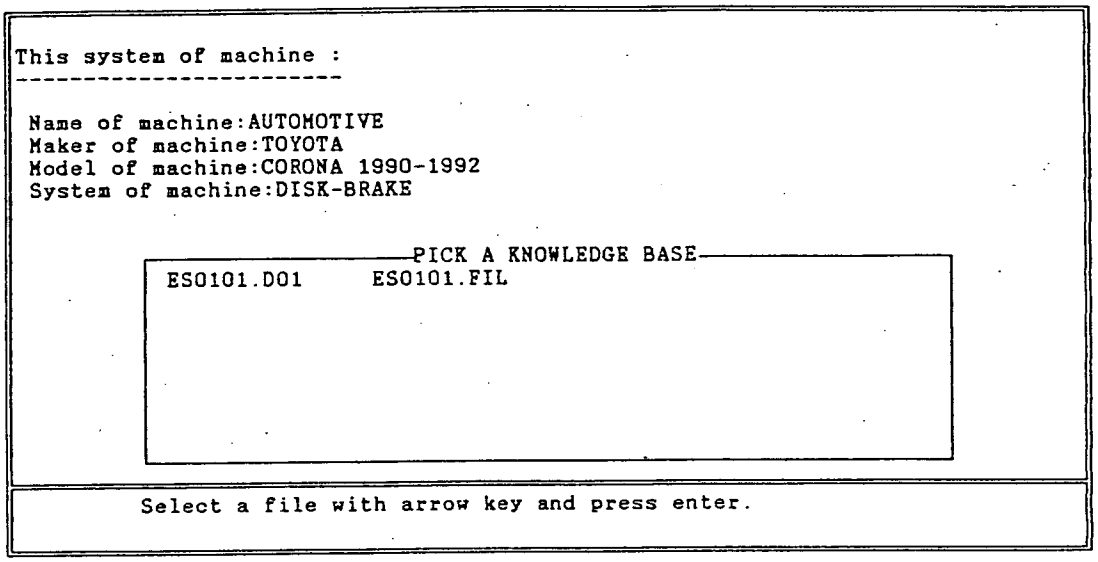
ในเมนูของการสร้าง ปรับปรุง หรือแก้ไขข้อมูลนี้ จะมีโปรแกรมสำหรับลบข้อมูลเป็นระบบ ๆ ทิ้ง มีการเปลี่ยนเครื่องอ่านข้อมูล และมีการเก็บข้อมูลในกรณีที่ลืมเก็บข้อมูล ส่วนการออกจากเมนูนี้ ก็ให้กด G ระบบก็จะถามว่าต้องการออกจากเมนูนี้หรือไม่ ถ้าต้องการก็กด 'y' ระบบก็จะกลับไปสู่เมนูหลัก ดังรูปที่ 6.2 เพื่อรับทำสั่งต่อไป ถ้าไม่ต้องการกด 'n' ก็จะปรากฏเมนูการสร้าง เพิ่มเติม และแก้ไขข้อมูลดังรูปที่ 6.3



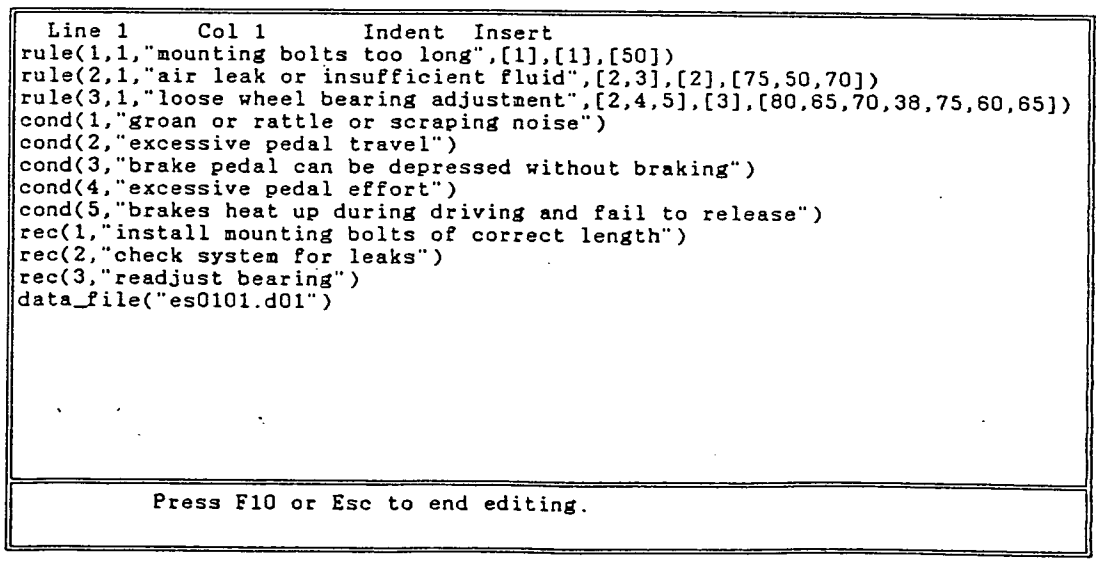
รูปที่ 6.20 แสดงการจะเลือกแก้ไขข้อมูล



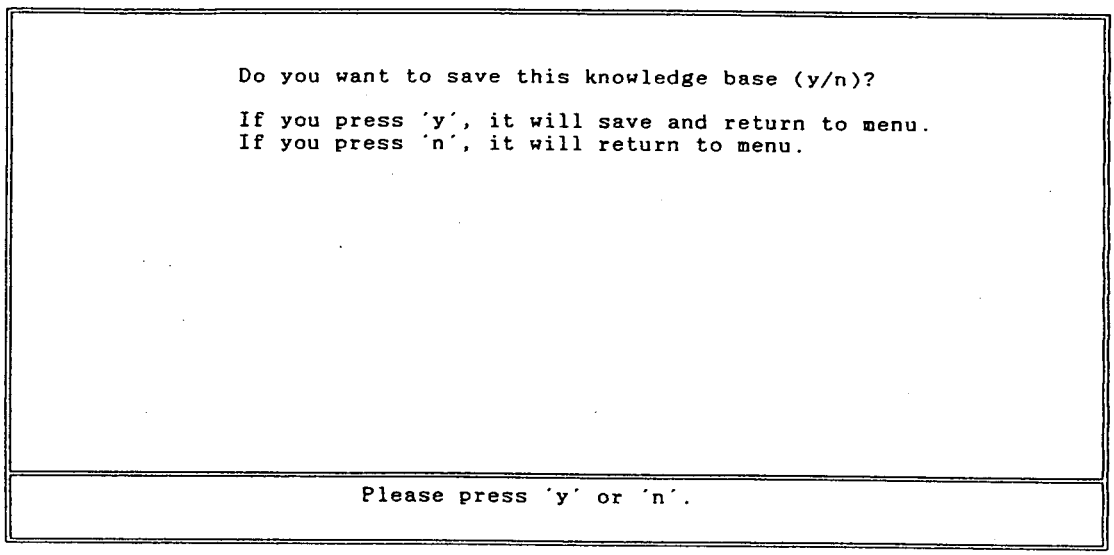
รูปที่ 6.21 แสดงเมนูเลือกระบบ



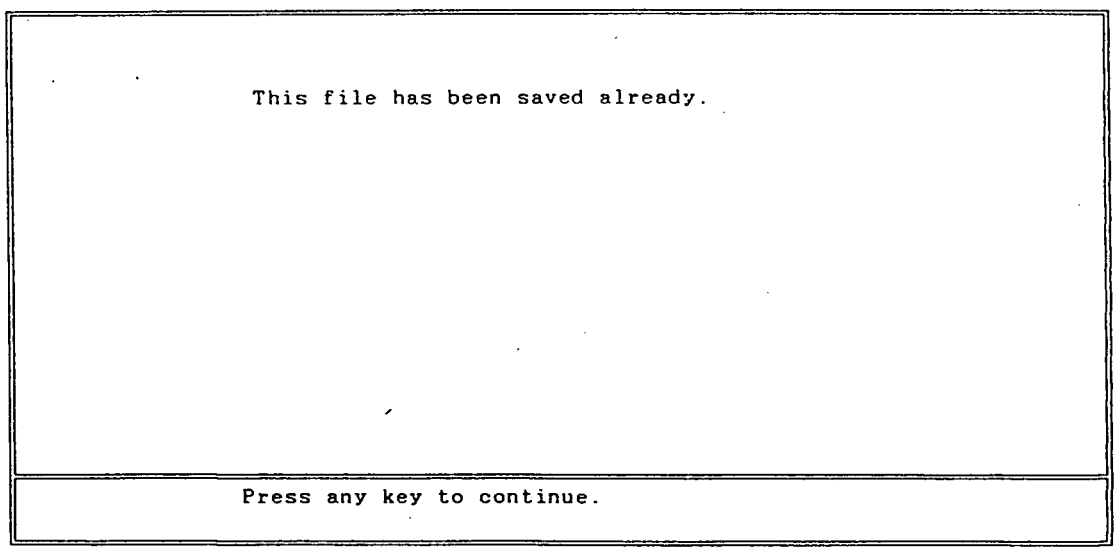
รูปที่ 6.22 แสดงเมนูเลือกไฟล์ที่จะนำมาแก้ไข



รูปที่ 6.23 แสดงข้อมูลในไฟล์ที่เลือกบนจอภาพ



รูปที่ 6.24 แสดงคำถามว่าจะเก็บข้อมูลหรือไม่



รูปที่ 6.25 แสดงหลังจากการเก็บข้อมูลแล้ว

การปรึกษากับระบบผู้เชี่ยวชาญ

ในการปรึกษากับระบบผู้เชี่ยวชาญ ผู้ใช้จะต้องทำการเลือกระบบหรือฐานความรู้ในเรื่องที่จะทำการศึกษาก่อน หรือไม่ก็ในหน่วยความจำเก่าของเครื่องมีการเลือกระบบหรือฐานความรู้มาแล้ว แล้วจึงค่อยทำการปรึกษากับระบบ ซึ่งขั้นตอนการปรึกษากับระบบผู้เชี่ยวชาญจะมีดังต่อไปนี้

1. เริ่มจากเมนูหลัก ให้ทำการเลือกเมนูไปที่ A. Select Knowledge Base เพื่อเลือกฐานความรู้ ระบบก็จะอ่านข้อมูลจาก DRIVE ปัจจุบันว่ามีอุปกรณ์เครื่องกลอะไรบ้างมาแสดงเป็นเมนูให้เลือกดังตัวอย่างในรูปที่ 6.15 (ถ้าไม่มีก็จะบอกว่าไม่มีข้อมูลในแผ่นดิสก์) ทำการเลือกโดยใช้ลูกศร แล้วกด ENTER และเมนูระบบก็จะแสดงระบบที่มีอยู่มาให้เลือกเป็นเมนูอีก ดังตัวอย่างรูปที่ 6.21 เมื่อทำการเลือกแล้วก็จะปรากฏดังรูปที่ 6.26 แล้วกดคีย์ใด ๆ ไปเมนูหลัก

ในกรณีที่มีการเลือกฐานข้อมูลมาก่อน เมื่อเลือกกด A จากเมนูหลักก็จะปรากฏชื่ออุปกรณ์และระบบเก่า แล้วระบบจะถามว่าต้องการเปลี่ยนฐานความรู้หรือไม่ ถ้าต้องการกด 'y' แล้วจึงทำการเลือกเหมือนกับข้อ 1.

2. หลังจากเลือกฐานความรู้เรียบร้อยแล้ว ก็จะเริ่มทำการปรึกษาโดยจากเมนูหลักให้ทำการเลือกไปที่ B. Start Consultation จอภาพก็จะปรากฏดังรูปที่ 6.27 ซึ่งจะถามว่าต้องการปรึกษากับระบบนี้หรือไม่ ถ้าไม่ต้องการกด 'n' ระบบก็จะกลับไปสู่เมนูหลัก ถ้าต้องการกด 'y' จอภาพก็จะปรากฏดังรูปที่ 6.28 เพื่อทำการปรึกษา ระบบจะถามข้อมูล และจะมีคำตอบให้เลือกเป็นเมนูด้านข้าง ในการเลือกเมนูด้านข้าง จะมีหลักดังนี้

2.1 หากข้อมูลนั้นถูกต้อง ให้ผู้ใช้เลือกตอบว่า 'Yes' ก็จะถามข้อมูลต่อไปจนกระทั่งหาคำตอบได้ (ในกรณีที่หาคำตอบได้ จะปรากฏคำตอบดังรูปที่ 6.29 และจะถามต่อว่าจะปรึกษาต่อหรือไม่ ดังรูปที่ 6.30)หรือหมดข้อมูล (ในกรณีที่ข้อมูลของระบบหมด จะปรากฏดังรูปที่ 6.31)

2.2 หากข้อมูลนั้นไม่ทราบ หรือไม่ถูกต้อง ให้ผู้ใช้เลือกตอบว่า 'No' ก็จะถามข้อมูลต่อไปหรือหมดข้อมูล

2.3 หากผู้ใช้ต้องการทราบเหตุผลของถามนี้ ให้ผู้ใช้เลือก 'Why' ระบบก็จะแสดงเหตุผลทางจอภาพ ดังรูปที่ 6.32 และกด ESC ก็จะกลับมาสู่คำถามเดิม

2.4 หากผู้ใช้ต้องการทราบผลลัพธ์พร้อมค่าความแน่นอน (CERTAINTY FACTOR, CF %) หลังจากตอบคำถามไปสักพัก ก็จะสามารถจะทำได้ โดยการเลือก 'Show Result' จอภาพก็จะแสดงดังรูปที่ 6.33 โดยบอกสาเหตุ ค่าความแน่นอน อยู่ในไฟล์ไหน และกฎที่เท่าไร อีกทั้งยังสามารถที่จะเรียกดู Recommendation ของผลลัพธ์แต่ละตัวได้ ซึ่งผลของ Recommendation จะแสดงดังรูปที่ 6.34 หลังจากดูเรียบร้อยแล้วก็จะกลับมาสู่คำถามเดิม

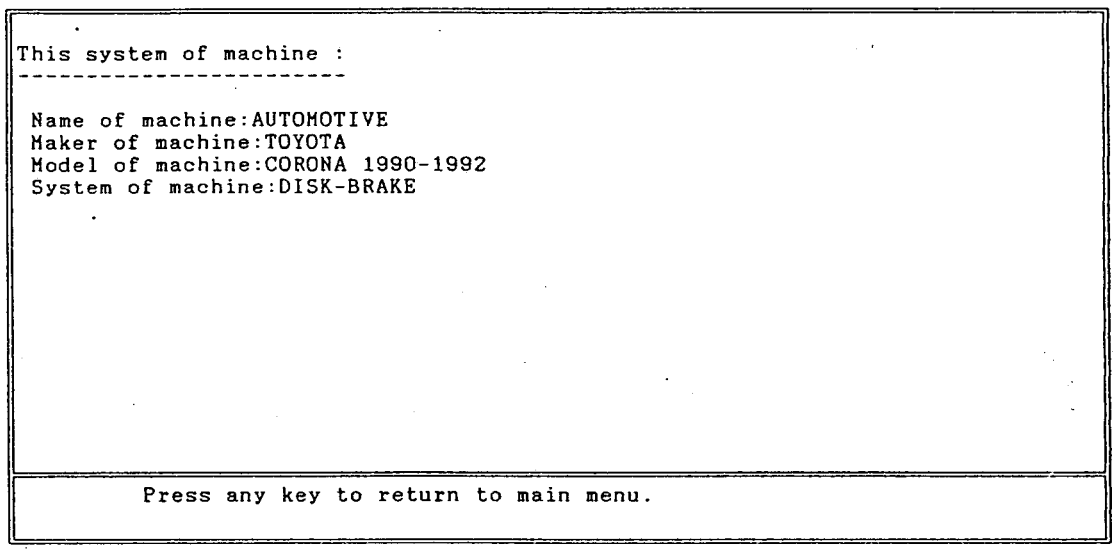
2.5 หากผู้ใช้ตอบคำถามแล้วไม่ได้คำตอบ เกิดต้องการที่จะออกจากการปรึกษาก็สามารถทำได้เลือก E. To main menu ระบบก็จะไปสู่เมนูหลัก

ถ้ากรณีที่ปรึกษาแล้วออกจากการปรึกษามาสู่เมนูหลัก เกิดอยากที่จะเข้าไปทำการปรึกษาเกี่ยวกับระบบเดิมอยู่ ก็สามารถที่จะทำได้ โดยการที่กด B จากเมนูหลัก จอภาพก็จะปรากฏรูปที่ 6.27 แล้วให้ตอบ 'y' จอภาพก็จะปรากฏคำถามว่าจะลบข้อมูลที่ผู้ใช้ตอบครั้งก่อนหรือไม่ และจะถามว่าจะลบผลลัพธ์จากการปรึกษาครั้งก่อนหรือไม่เป็นลำดับ

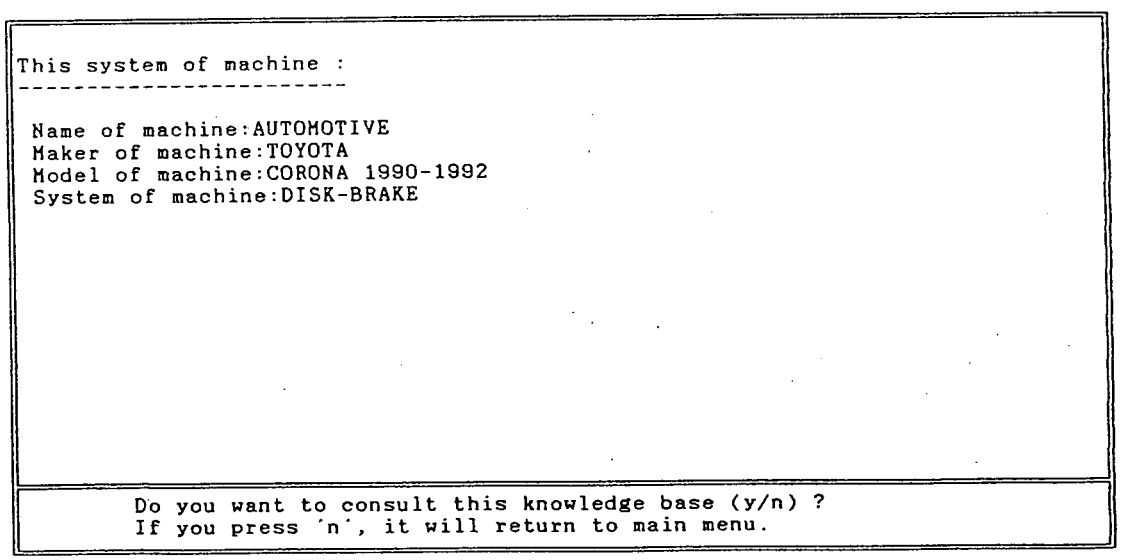
เมื่อทำการปรึกษาเรียบร้อยแล้ว เกิดต้องการที่จะดูหรือพิมพ์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้ ก็ให้ไปเมนูหลัก ทำการเลือกกด D จอภาพก็จะปรากฏเมนูดังรูปที่ 6.35 ทำการเลือกเมนูที่ต้องการ ระบบก็จะแสดงคำตอบของผู้ใช้หรือผลลัพธ์ออกมา ดังรูปที่ 6.33, 6.36, 6.37 และจะถามผู้ใช้ว่าต้องการพิมพ์ผลที่ได้หรือไม่ ถ้าต้องการก็จะพิมพ์ออกมาดังรูปที่ 6.38, 6.39

ส่วนในการลบหน่วยความจำในเครื่องนั้น ก็สามารถที่จะทำได้ โดยการกด F ที่เมนูหลัก ระบบก็จะทำการลบข้อมูลที่มีอยู่หน่วยความจำออกหมด

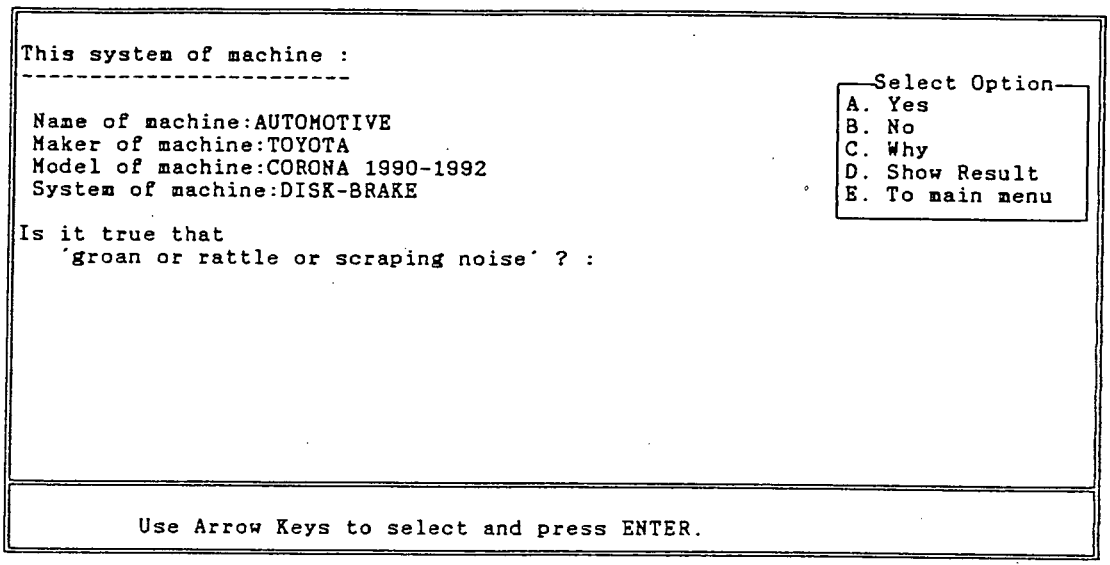
ถ้าต้องการตรวจดูกฎต่าง ๆ พร้อมด้วยสาเหตุ อาการ และเงื่อนไข ก็สามารถที่จะขอดูได้ โดยการเลือกกด 'C' จากเมนูหลัก แล้วเลือกอุปกรณ์และระบบที่ต้องการ ก็จะปรากฏไฟล์ให้เลือกที่จะดูข้อมูลนั้น ๆ ดังรูปที่ 6.40 เมื่อเลือกเสร็จก็จะปรากฏข้อมูลขึ้นมา แต่ไม่สามารถที่จะแก้ไขได้ เมื่อต้องการยกเลิกก็กด 'ESC' ก็จะกลับมาเมนูหลัก



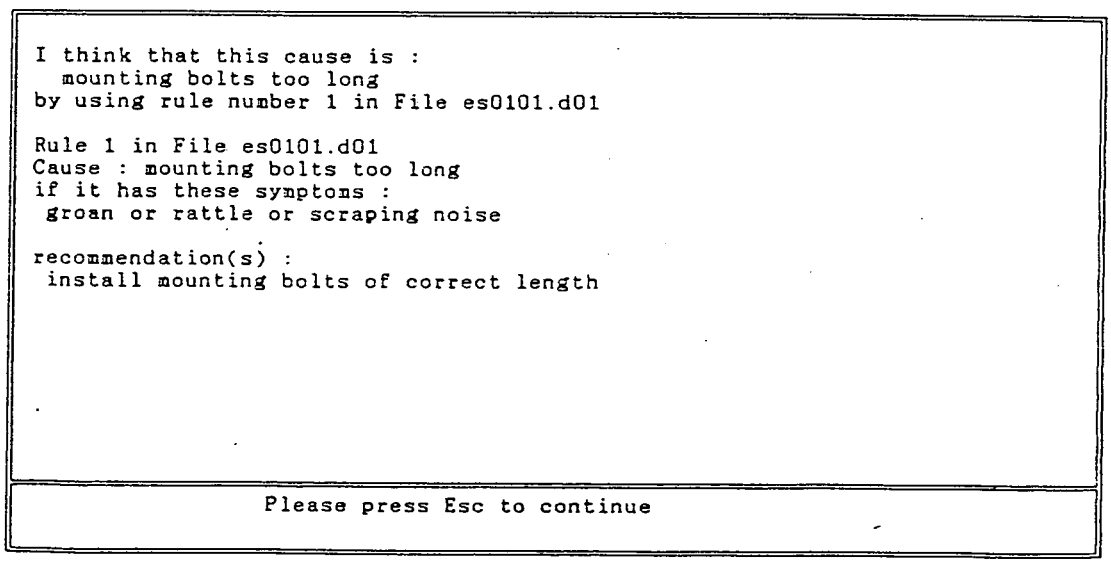
รูปที่ 6.26 แสดงการเลือกอุปกรณ์และระบบแล้ว



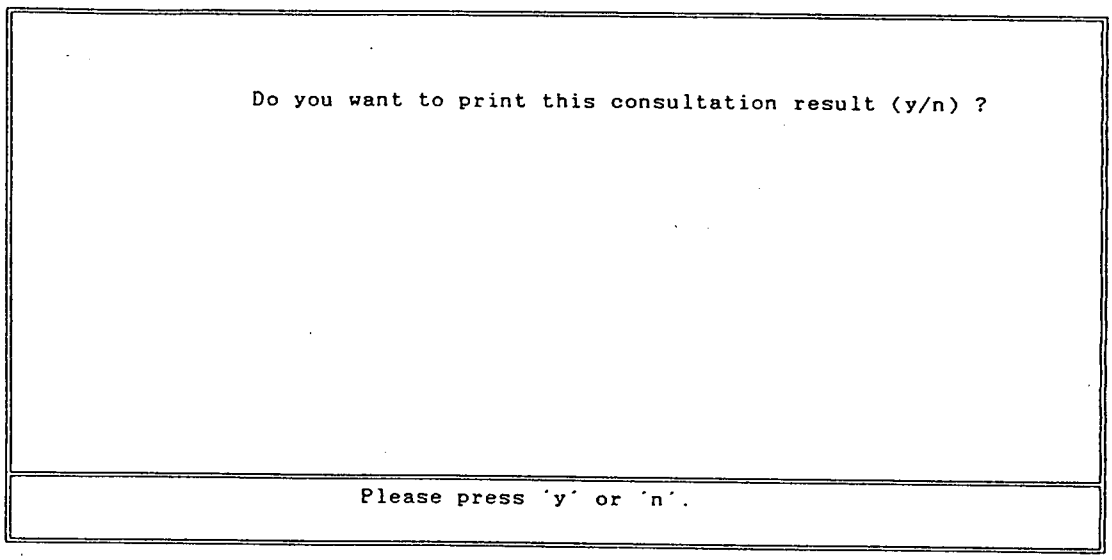
รูปที่ 6.27 แสดงการจะเข้าสู่การปรึกษาปัญหา



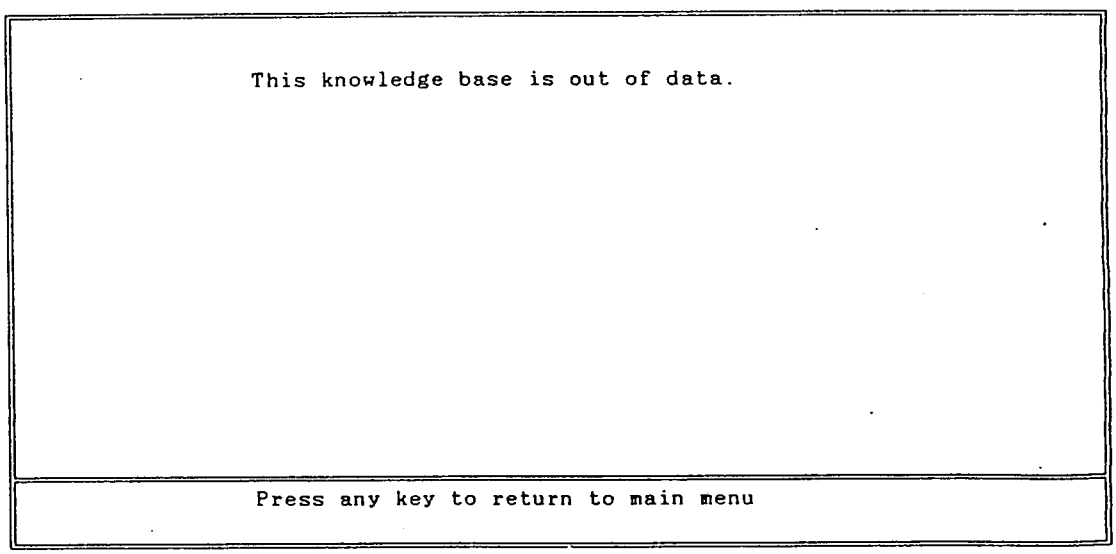
รูปที่ 6.28 แสดงการเริ่มปัญหาของระบบ



รูปที่ 6.29 แสดงคำตอบที่ค่าความแน่นอนเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 6.30 แสดงคำถามว่าจะปรึกษาต่อหรือไม่



รูปที่ 6.31 แสดงว่าข้อมูลของระบบที่กำลังปรึกษาหมด

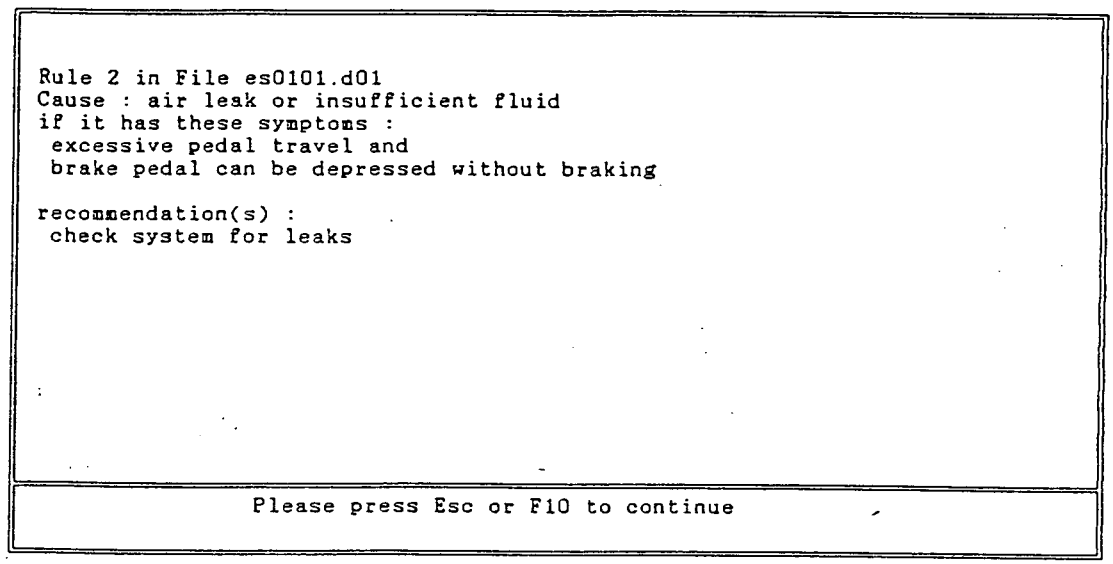
```
Because I try to show that the cause is
  'air leak or insufficient fluid'
by using rule number 2 in File es0101.d01

Rule 2 in File es0101.d01
Cause : air leak or insufficient fluid
if it has these symptoms :
 excessive pedal travel and
 brake pedal can be depressed without braking

recommendation(s) :
 check system for leaks

                Please press Esc to continue
```

รูปที่ 6.32 แสดงเหตุผลของคำถามเมื่อผู้ใช้กด 'why'

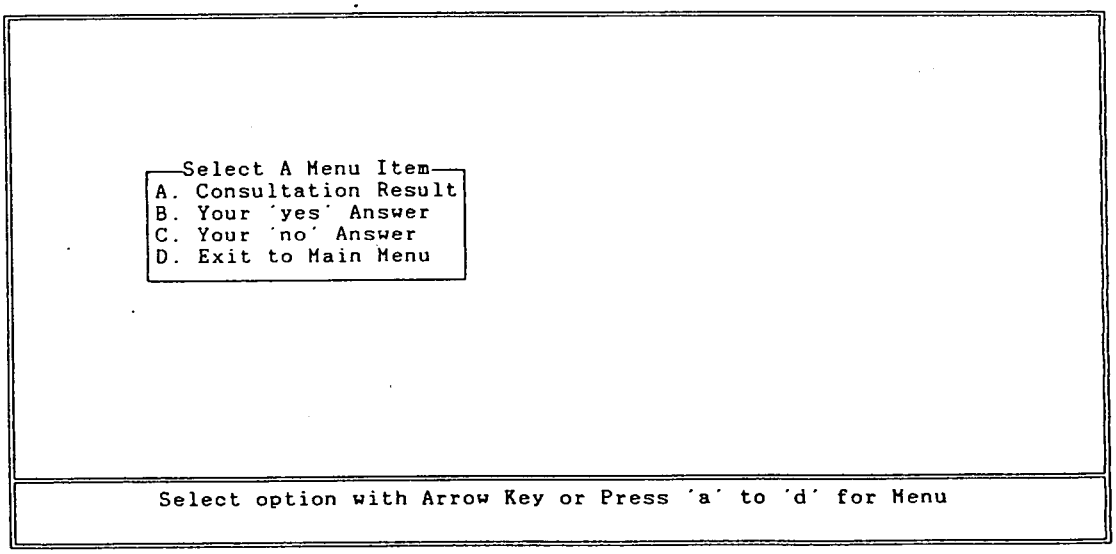
CAUSE	CF.%	File.	Rule No.
mounting bolts too long	100	es0101.d01	12
air leak or insufficient fluid	70	es0101.d01	7
loose wheel bearing adjustment	70	es0101.d01	2
excessive disk run-out	60	es0101.d01	6
damaged piston seal	50	es0101.d01	3
frozen or seized pistons	45	es0101.d01	4
improper brake fluid (boil)	40	es0101.d01	8
disk rubbing housing	40	es0101.d01	16
power brake malfunction	35	es0101.d01	1
warped or tapered shoe	25	es0101.d01	15

Do you want to see the recommendation of each cause (y/n)?

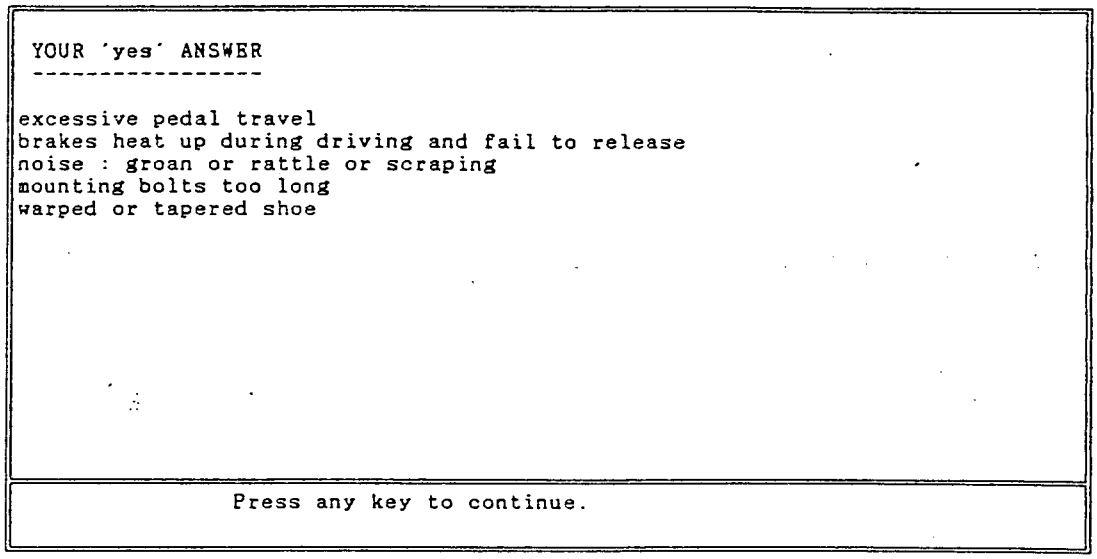
รูปที่ 6.33 แสดงผลที่ได้จากการปรึกษา เมื่อผู้ใช้กด 'Show Result'



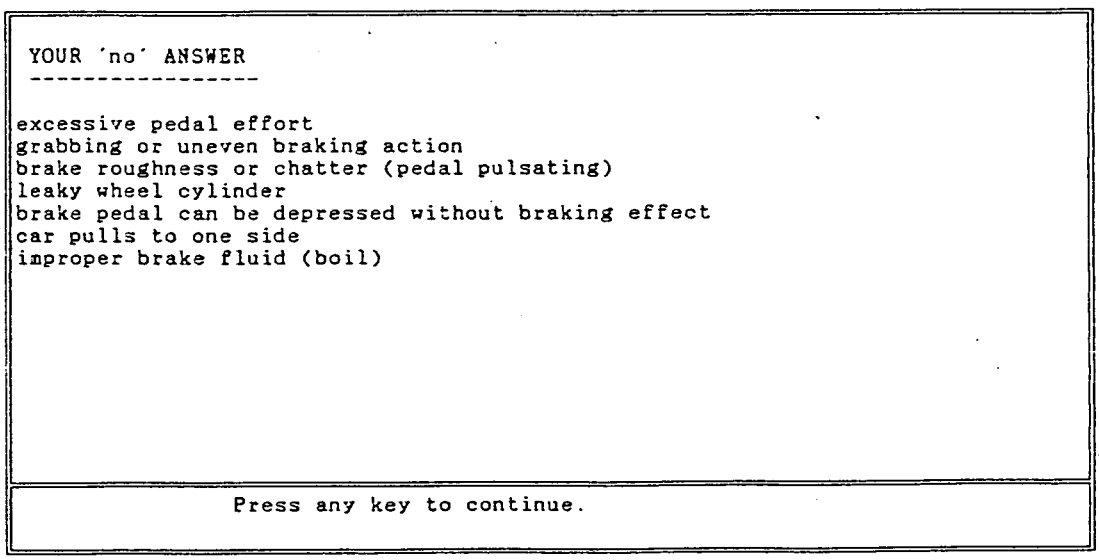
รูปที่ 6.34 แสดง Recommendation ที่ผู้ใช้เลือก



รูปที่ 6.35 แสดงเมนูการขอดูผลและต้องการพิมพ์



รูปที่ 6.36 แสดงคำถามที่ผู้ใช้ตอบ 'yes'



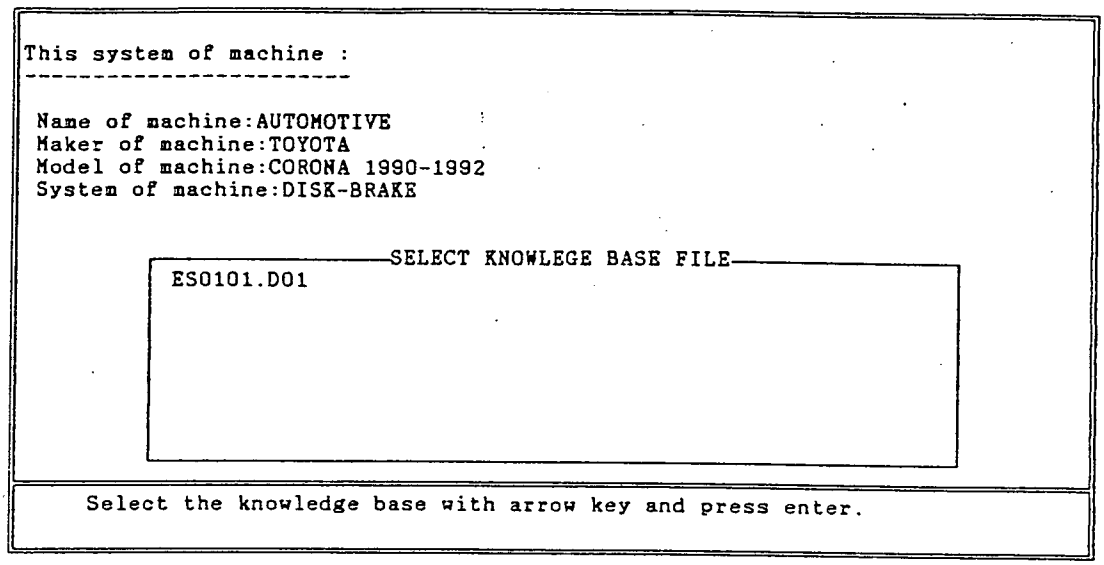
รูปที่ 6.37 แสดงคำถามที่ผู้ใช้ตอบ 'no'

CAUSE	CF. %	File.	Rule No.
mounting bolts too long	100	es0101.d01	12
warped or tapered shoe	100	es0101.d01	15
air leak or insufficient fluid	70	es0101.d01	7
loose wheel bearing adjustment	70	es0101.d01	2
excessive disk run-out	60	es0101.d01	6
damaged piston seal	50	es0101.d01	3
frozen or seized pistons	45	es0101.d01	4
improper brake fluid (boil)	40	es0101.d01	8
disk rubbing housing	40	es0101.d01	16
power brake malfunction	35	es0101.d01	1

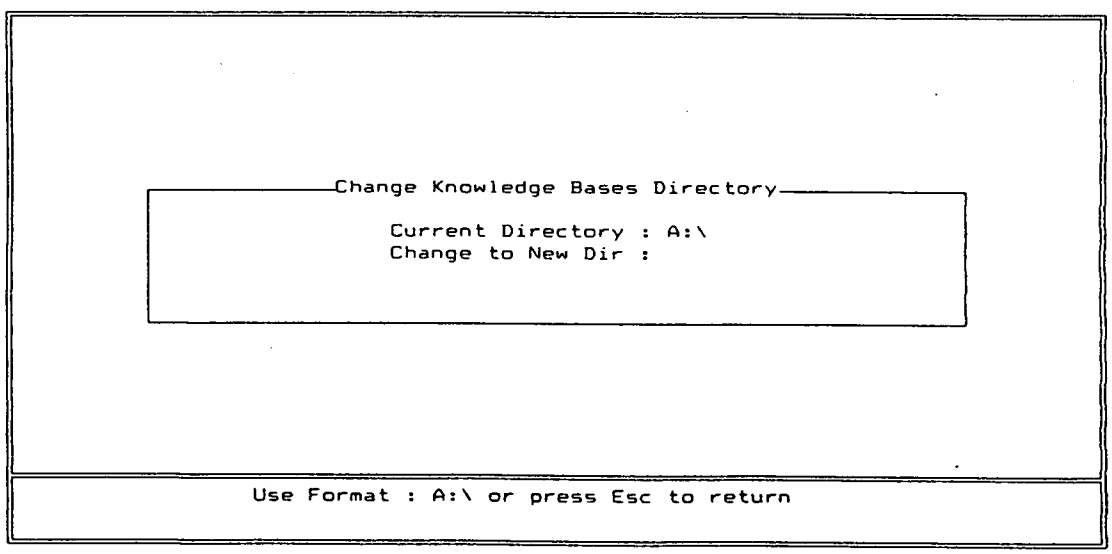
รูปที่ 6.38 แสดงผลของการปรึกษาทางเครื่องพิมพ์

```
 YOUR 'yes' ANSWER
 -----------------

excessive pedal travel
brakes heat up during driving and fail to release
noise : groan or rattle or scraping
mounting bolts too long
warped or tapered shoe
                      ------------------------------


 YOUR 'no' ANSWER
 ----------------

excessive pedal effort
grabbing or uneven braking action
brake roughness or chatter (pedal pulsating)
leaky wheel cylinder
brake pedal can be depressed without braking effect
car pulls to one side
improper brake fluid (boil)
                      ------------------------------
```

รูปที่ 6.39 แสดงคำถามที่ผู้ใช้ตอบ 'yes' กับ 'no' ทางเครื่องพิมพ์



รูปที่ 6.40 แสดงเมนูไฟล์ให้เลือกในการตรวจขอดูข้อมูล



รูปที่ 6.41 แสดงหน้าจอเมื่อต้องการเปลี่ยน Directory

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ
วินิจฉัยข้อขัดข้องของระบบเครื่องปรับอากาศ

จากภาคผนวก ข ได้แสดงให้เห็นตัวอย่างการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยข้อขัดข้องของระบบรถยนต์ ส่วนในภาคผนวก ค นี้จะแสดงตัวอย่างการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยข้อข้องของของระบบเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

<u>การจัดฐานความรู้ใหม่</u>

ในการจัดฐานความรู้ จะต้องจัดเตรียมข้อมูลความรู้นั้น ๆ ให้อยู่ในรูปกฎเกณฑ์ก่อนที่จะทำการสร้าง ซึ่งแสดงตัวอย่างดังต่อไปนี้

ตัวอย่างความรู้เกี่ยวกับข้อขัดข้องของอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ

ชื่ออุปกรณ์เครื่องกล : 'AIR CONDITIONING'
ชื่อผู้ผลิต : 'CARRIER'
รุ่น : 'TYPE V-191'
ระบบ : 'GENERAL'

กฎที่ 1 General problem is the 'thermostat not demanding'.
If it has the 'unit will not run',
this problem has '33' percent of certainty factor.
Recommendation : 'turn on thermostat and set it'.

กฎที่ 2 General problem is the 'compressor overload open'.
If it has the 'outdoor fan will not start', this problem has
'30' percent of certainty factor.

If 'compressor will not start', this problem has '40' percent of certainty factor.

If it has the 'outdoor fan will not start', and 'compressor will not start', this problem has '45' percent of certainty factor.

Recommendation : 'determine overload and correct'.

จากตัวอย่างความรู้นี้ จะต้องมาจัดให้อยู่ในรูปของโปรแกรมได้ดังตัวอย่างดังนี้

Name of machine : AIR CONDITIONING

Maker of machine : CARRIER

Model of machine : TYPE V-191

System of machine : GENERAL

rule 1

Cause : thermostat not demanding

Symptom : unit will not run [1]

Certainty factor : [1] = 33 %

Recommendation : turn on thermostat and set it

rule 2

Cause : compressor overload open

Symptom : out fan will not start [2]

Symptom : compressor will not start [3]

Certainty factor : [2] = 30 %

Certainty factor : [3] = 40 %

Certainty factor : [2,3] = 45 %

Recommendation : determine overload and correct

หมายเหตุ ตัวเลขใน [] เป็นตัวเลขบอกลำดับของอาการที่เกิดขึ้น

การสร้างฐานความรู้ใหม่

ขั้นตอนในการสร้างฐานความรู้ใหม่ให้แก่ระบบ จะเริ่มตั้งแต่เมนูหลักของโปรแกรม คือ

1. กด E (E. Create Update or Edit Knowledge Base) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ E แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง และแก้ไขขึ้น ดังรูปที่ 6.3

2. กด A (A. New Create Knoewledge Base File) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ A แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏดังรูปที่ 7.1

3. ทำการพิมพ์ AIR CONDITIONING แล้วกด ENTER

พิมพ์ CARRIER แล้วกด ENTER

พิมพ์ TYPE V-191 แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.2

พิมพ์ GENERAL แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.3

พิมพ์ thermostat not demanding แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.4

พิมพ์ unit will not run แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.5 ในกรณีนี้ข้อมูลมีอาการของสาเหตุเพียงอาการเดียว ก็จะกด ENTER เพื่อทำงานต่อไป โดยจอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.6 ถ้ามีอาการของสาเหตุหลายอาการก็จะพิมพ์แต่ละอาการพร้อมทั้งกด ENTER ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหมดอาการของสาเหตุ จึงค่อยกด ENTER อีกครั้งเพื่อทำงานต่อไป

พิมพ์ 50 แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.7

พิมพ์ turn on thermostat and set it แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.8 ในที่นี้มี Recommendation ของสาเหตุอย่างเดียว จึงกด ENTER อีกครั้งเพื่อทำงานต่อไป จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 6.13 ซึ่งระบบจะถามว่าจะป้อนข้อมูลกฎต่อไปหรือไม่ ถ้าต้องการก็กด 'y' แล้วทำการป้อนข้อมูลกฎที่สองต่อไป จอภาพจะปรากฏรูปที่ 7.3 โดยไปเริ่มที่การพิมพ์สาเหตุต่อไป ถ้าไม่ต้องการก็กด 'n' ก็จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 6.14 ระบบจะถามต้องการเก็บข้อมูลหรือไม่ ถ้าไม่ต้องการกด 'n' ก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง แก้ไขขึ้น แต่ถ้าต้องการเก็บข้อมูลกด 'y' ระบบก็จะทำการเก็บข้อมูลให้ เมื่อทำงานเก็บข้อมูลเสร็จ หน้าจอก็จะแสดงว่าได้ทำการเก็บข้อมูลเสร็จแล้ว เมื่อกดคีย์ใด ๆ

ก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง แก้ไข ดังรูปที่ 6.3

ขั้นตอนการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูล

ในการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูลในระบบสามารถทำได้ดังนี้ คือ

1. กด E (E. Create Update or Edit Knowledge Base) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ E แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง และแก้ไขขึ้น ดังรูปที่ 6.3

2. กด B (B. Update Knoewledge Base File) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ B แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏเมนูของชื่ออุปกรณ์เครื่องกลให้เลือกดังรูปที่ 6.15 เลือกโดยใช้ลูกศรไปที่ AIR CONDITIONING*CARRIER*TYPE V-191 เสร็จก็กด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏเมนูของระบบอุปกรณ์เครื่องกลนั้น ๆ มาให้เลือกอีก จอภาพก็จะปรากฏดังรูปที่ 7.9 ใช้ลูกศรเลื่อนไปที่ระบบที่เราต้องการ ในที่นี้คือระบบ GENERAL แล้วกด ENTER ก็จะะปรากฏรูปที่ 7.3 บนจอภาพ ทำการใส่กฎที่ต้องการเข้าไป สมมุติว่าเป็นกฎข้อที่ 2 ก็จะทำดังนี้

พิมพ์ compressor overload open แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.10

พิมพ์ out door fan will not start แล้วกด ENTER

พิมพ์ compressor will not start แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.11 กด ENTER อีกครั้ง จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.12

พิมพ์ 45 แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.13

พิมพ์ 30 แล้วกด ENTER

พิมพ์ 40 แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 7.14

พิมพ์ determine overload and correct แล้วกด ENTER กด ENTER อีกครั้ง จอภาพจะปรากฏดังรูปที่ 6.13 ซึ่งระบบจะถามว่าจะป้อนข้อมูลกฎต่อไปหรือไม่ ถ้าต้องการก็กด 'y' แล้วทำการป้อนข้อมูลกฎต่อไป ถ้าไม่ต้องการก็กด 'n' ก็จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 6.14 ระบบจะถามต้องการเก็บข้อมูลหรือไม่ ถ้าไม่ต้องการกด 'n' ก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง แก้ไขขึ้น แต่ถ้าต้องการเก็บข้อมูลกด 'y' ระบบก็จะทำการเก็บข้อมูล

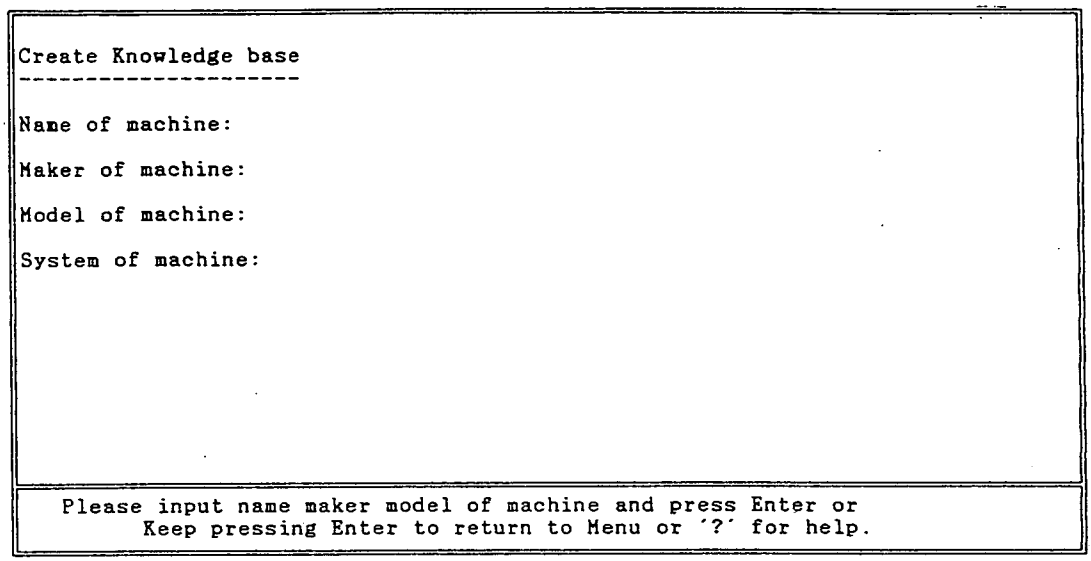
ในกรณีที่มีข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องกล รุ่น และแบบเก่าอยู่ แต่ต้องการที่จะเพิ่มข้อมูลของระบบใหม่เข้าไป ก็ทำเหมือนกับข้างต้น แต่ในการเลือกระบบในเมนูให้เลือก A NEW SYSTEM แล้วจอภาพจะแสดงดังรูปที่ 7.2 ให้พิมพ์ระบบใหม่เข้าไปเท่านั้น เช่น ถ้าต้องการระบบใหม่เป็น COMPRESSOR เมื่อจอภาพแสดงรูปที่ 7.2 ให้พิมพ์คำว่า 'COMPRESSOR' ลงไป แล้วก็กด ENTER จอภาพจะปรากฏดังรูป 7.15 ที่ส่วนการป้อนข้อมูลอื่น ๆ ก็จะเหมือนเดิม

<u>ขั้นตอนการแก้ไขข้อมูล</u>

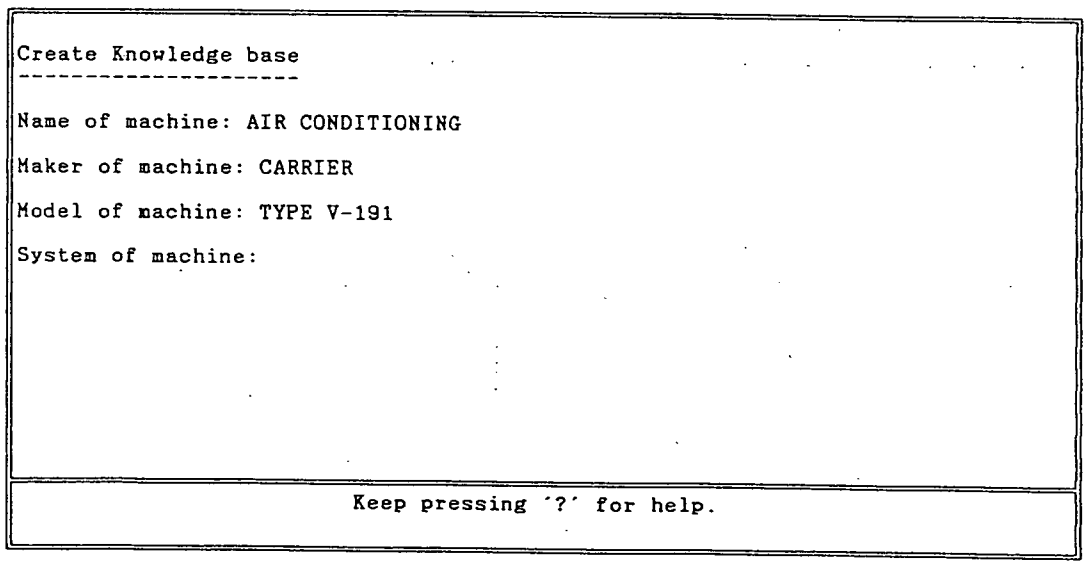
ในการแก้ไขข้อมูลสามารถทำได้ดังนี้

1. กด E (E. Create Update or Edit Knowledge Base) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ E แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏเมนูการสร้าง ปรับปรุง และแก้ไขขึ้น ดังรูปที่ 6.3

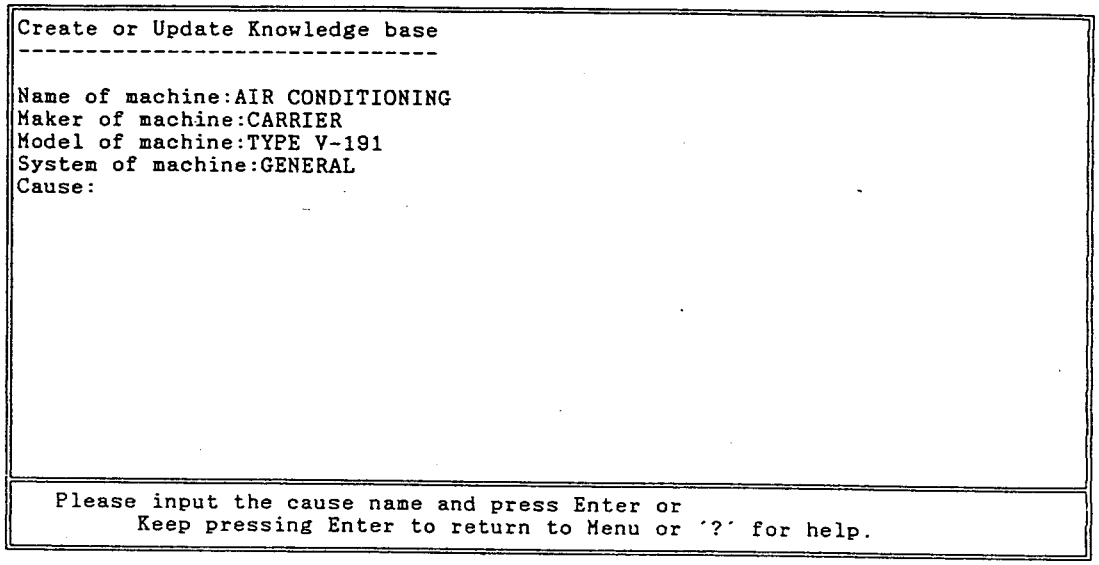
2. กด C (C. Edit Knoewledge Base File) หรือใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนแถบสว่างไปที่ C แล้วกด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏดังรูปที่ 6.20 ถ้าต้องการให้แสดงทุกไฟล์ในแผ่นดิสก์ก็ให้กด 'n' ถ้ากด 'y' หน้าจอก็จะปรากฏเมนูของชื่ออุปกรณ์เครื่องกลดังรูปที่ 6.15 เมื่อทำการเลือกแล้ว กด ENTER หน้าจอก็จะปรากฏระบบมาให้เลือกดังรูปที่ 7.16 ทำการเลือกระบบโดยการใช้ลูกศรแล้วกด ENTER ก็จะปรากฏรูปที่ 7.17 บนจอภาพ ซึ่งเป็นไฟล์ต่าง ๆ ในระบบข้อมูลที่เลือก เลื่อนลูกศรไปที่ไฟล์ต้องการแก้ไขแล้วกด ENTER ก็ปรากฏข้อมูลของไฟล์นั้นออกมา เช่น เลือกไฟล์ ES0201.D01 ก็จะปรากฏรูปที่ 7.18 วิธีการแก้ไขข้อมูลก็จะเหมือนกับการใช้โปรแกรมพวก WORDSTAR เมื่อทำการแก้ไขเรียบร้อยก็กด F10 หน้าจอก็จะปรากฏข้อความว่าจะเก็บข้อมูลใหม่หรือไม่ ดังรูปที่ 6.24 ถ้าต้องการเก็บข้อมูลก็กด 'y' เมื่อทำการเสร็จจอภาพก็จะปรากฏดังรูปที่ 6.25 และเมื่อกดคีย์ใด ๆ ก็จะกลับไปสู่เมนูของการสร้าง ปรับปรุง หรือแก้ไขข้อมูล ถ้าไม่ต้องการเก็บข้อมูลที่แก้ไขก็กด 'n' ก็จะกลับไปสู่เมนูของการสร้าง ปรับปรุง หรือแก้ไขข้อมูล



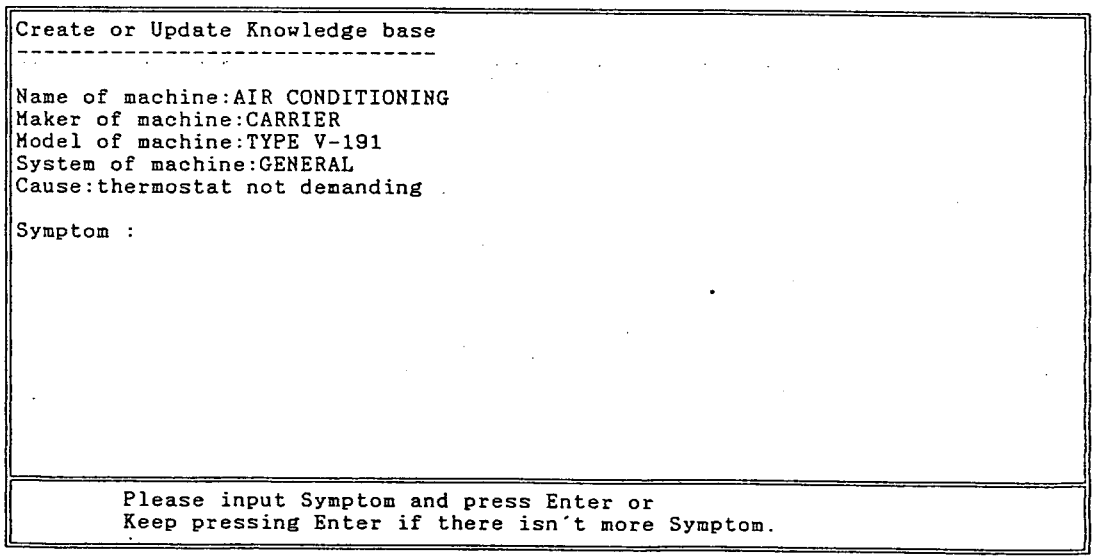
รูปที่ 7.1 แสดงจอภาพสำหรับใส่ชื่ออุปกรณ์ ผู้ผลิต และรุ่น



รูปที่ 7.2 แสดงการใส่ชื่ออุปกรณ์ ผู้ผลิต และรุ่นแล้ว



รูปที่ 7.3 แสดงจอภาพเพื่อที่จะรับสาเหตุของอุปกรณ์นั้น



รูปที่ 7.4 แสดงจอภาพเพื่อที่จะรับข้อมูลด้านอาการของสาเหตุ

```
Create or Update Knowledge base
-------------------------------

Name of machine:AIR CONDITIONING
Maker of machine:CARRIER
Model of machine:TYPE V-191
System of machine:GENERAL
Cause:thermostat not demanding

Symptom :unit will not run

Symptom :
```

```
        Please input Symptom and press Enter or
        Keep pressing Enter if there isn't more Symptom.
```

รูปที่ 7.5 แสดงจอภาพเพื่อที่จะรับอาการอื่น ๆ

```
                Symptom [Number of Symptom]

 unit will not run = [1]
```

```
SYMPTOM = [1]
Certainty factor (% INTEGER) =
```

```
        Please input certainty factor ( 0-100 %) and press Enter
```

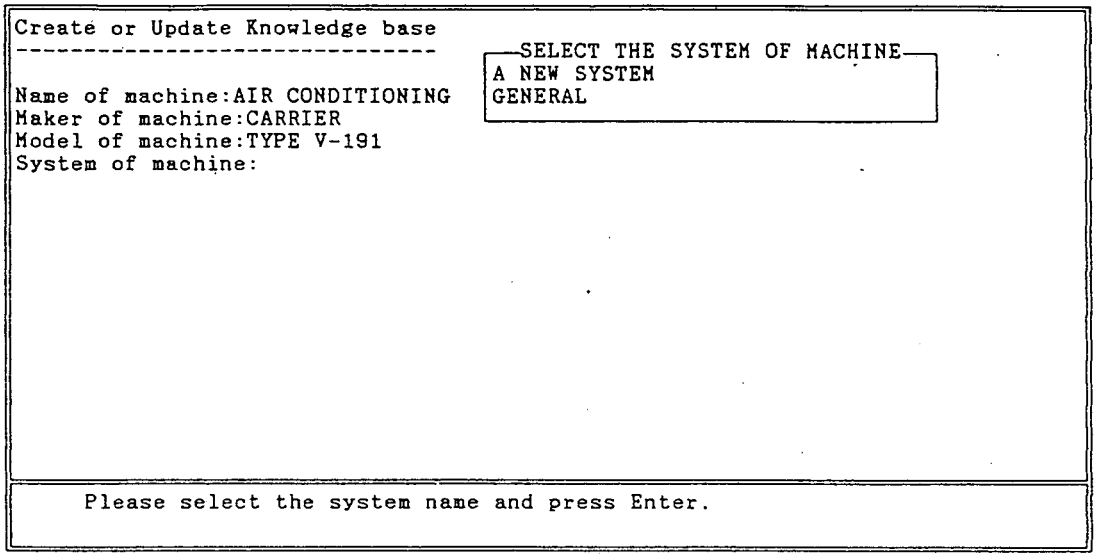
รูปที่ 7.6 แสดงจอภาพเพื่อจะพิมพ์ค่าความแน่นอน

```
Create or Update Knowledge base
-------------------------------

Name of machine:AIR CONDITIONING
Maker of machine:CARRIER
Model of machine:TYPE V-191
System of machine:GENERAL
Cause:thermostat not demanding

Symptom :unit will not run

recommendation :

        Please input recommendation and press Enter or
        Keep pressing Enter if there isn't more recommendation.
```

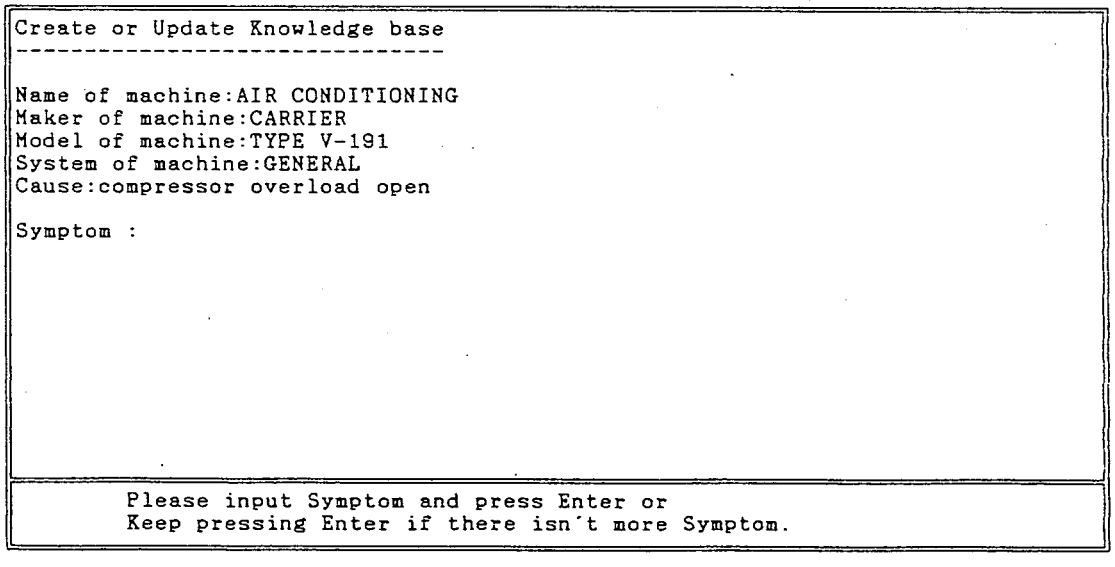
รูปที่ 7.7 แสดงจอภาพเพื่อจะพิมพ์ Recommendation

```
Create or Update Knowledge base
-------------------------------

Name of machine:AIR CONDITIONING
Maker of machine:CARRIER
Model of machine:TYPE V-191
System of machine:GENERAL
Cause:thermostat not demanding

Symptom :unit will not run

recommendation :turn on thermostat and set it

recommendation :

        Please input recommendation and press Enter or
        Keep pressing Enter if there isn't more recommendation.
```

รูปที่ 7.8 แสดงจอภาพเพื่อรับ Recommendation ตัวต่อไป



รูปที่ 7.9 แสดงการเลือกระบบในการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูล



รูปที่ 7.10 แสดงจอภาพเมื่อป้อนสาเหตุให้แล้ว

```
Create or Update Knowledge base
-------------------------------

Name of machine:AIR CONDITIONING
Maker of machine:CARRIER
Model of machine:TYPE V-191
System of machine:GENERAL
Cause:compressor overload open

Symptom :outdoor fan will not start

Symptom :compressor will not start

Symptom :
```

```
Please input Symptom and press Enter or
Keep pressing Enter if there isn't more Symptom.
```

รูปที่ 7.11 แสดงจอภาพเมื่อป้อนอาการให้

```
                Symptom [Number of Symptom]

  outdoor fan will not start = [2]
  compressor will not start = [3]
```

```
SYMPTOM = [2,3]
Certainty factor (% INTEGER) =
```

```
Please input certainty factor ( 0-100 %) and press Enter
```

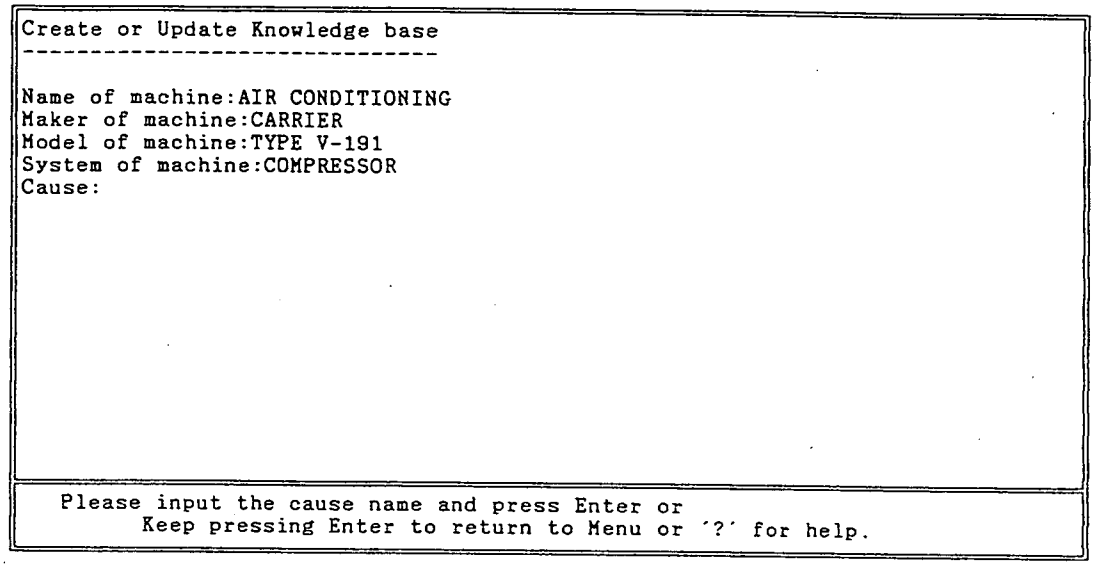
รูปที่ 7.12 แสดงจอภาพการเพื่อจะพิมพ์ค่าความแน่นอนครั้งที่หนึ่ง

```
                Symptom [Number of Symptom]

  outdoor fan will not start = [2]
  compressor will not start = [3]

SYMPTOM = [2]
Certainty factor (% INTEGER) =

        Please input certainty factor ( 0-100 %) and press Enter
```

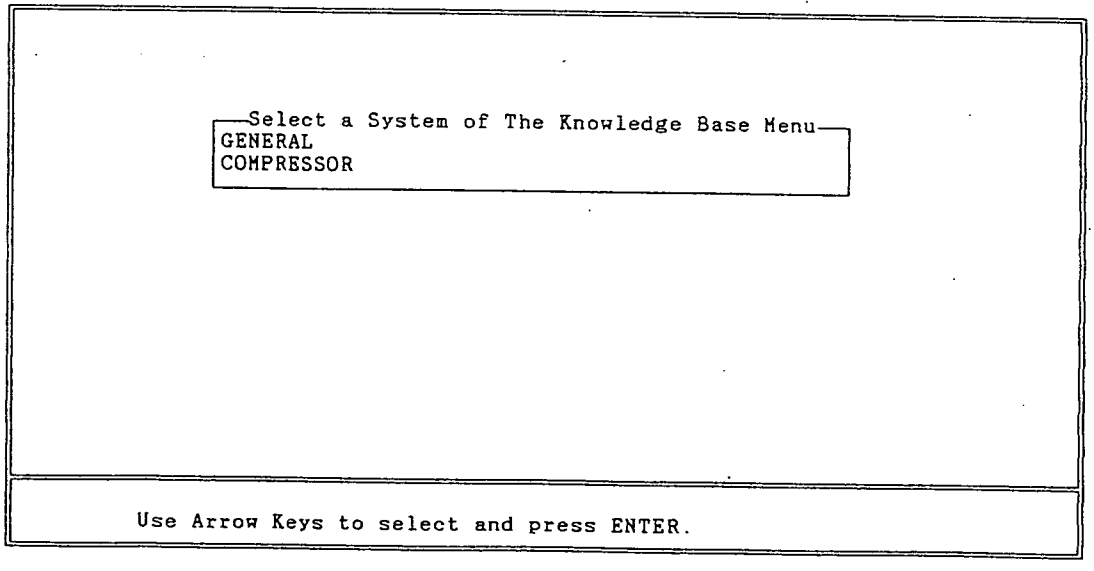
รูปที่ 7.13 แสดงจอภาพการเพื่อจะพิมพ์ค่าความแน่นอนครั้งที่สอง

```
Create or Update Knowledge base
-------------------------------

Name of machine:AIR CONDITIONING
Maker of machine:CARRIER
Model of machine:TYPE V-191
System of machine:GENERAL
Cause:compressor overload open

Symptom :outdoor fan will not start

Symptom :compressor will not start

recommendation :

:

        Please input recommendation and press Enter or
        Keep pressing Enter if there isn't more recommendation.
```

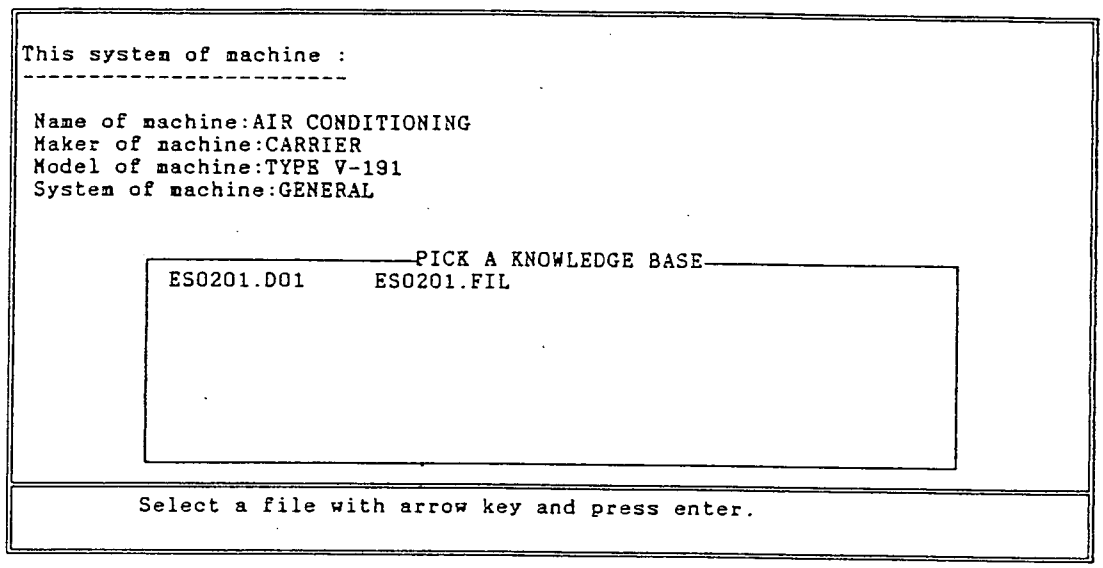
รูปที่ 7.14 แสดงจอภาพเพื่อจะพิมพ์คำแนะนำของกฎข้อที่สอง



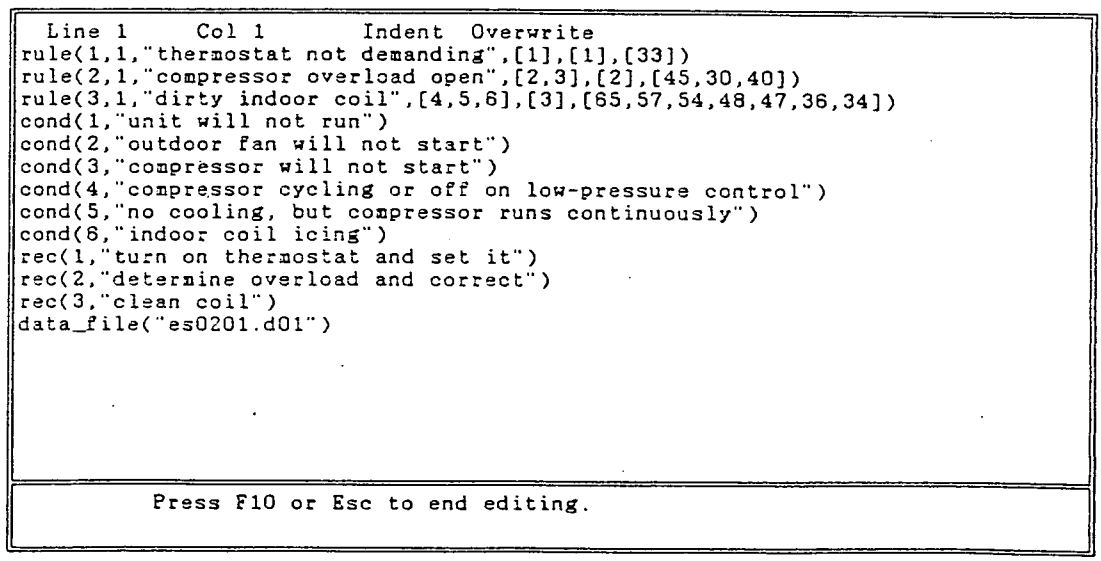
รูปที่ 7.15 แสดงจอภาพเมื่อพิมพ์ระบบใหม่เรียบร้อย



รูปที่ 7.16 แสดงเมนูเลือกระบบ



รูปที่ 7.17 แสดงเมนูเลือกไฟล์ที่จะนำมาแก้ไข



รูปที่ 7.18 แสดงข้อมูลในไฟล์ที่เลือกบนจอภาพ

การปรึกษากับระบบผู้เชี่ยวชาญ

ในการปรึกษากับระบบผู้เชี่ยวชาญ ผู้ใช้จะต้องทำการเลือกระบบหรือฐานความรู้ในเรื่องที่จะทำการศึกษาก่อน หรือไม่ก็ในหน่วยความจำเก่าของเครื่องมีการเลือกระบบหรือฐานความรู้มาแล้ว แล้วจึงค่อยทำการปรึกษากับระบบ ซึ่งขั้นตอนการปรึกษากับระบบผู้เชี่ยวชาญจะมีดังต่อไปนี้

1. เริ่มจากเมนูหลัก ให้ทำการเลือกเมนูไปที่ A. Select Knowledge Base เพื่อเลือกฐานความรู้ ระบบก็จะอ่านข้อมูลจาก DRIVE ปัจจุบันว่ามีอุปกรณ์เครื่องกลอะไรบ้างมาแสดงเป็นเมนูให้เลือกดังตัวอย่างในรูปที่ 6.15 (ถ้าไม่มีก็จะบอกว่าไม่มีข้อมูลในแผ่นดิสก์) ทำการเลือกโดยใช้ลูกศร แล้วกด ENTER และเมนูระบบก็จะแสดงระบบที่มีอยู่มาให้เลือกเป็นเมนูอีก ดังตัวอย่างรูปที่ 7.18 เมื่อทำการเลือกแล้วก็จะปรากฏดังรูปที่ 7.19 แล้วกดคีย์ใด ๆ ไปเมนูหลัก

ในกรณีที่มีการเลือกฐานข้อมูลมาก่อน เมื่อเลือกกด A จากเมนูหลักก็จะปรากฏชื่ออุปกรณ์และระบบเก่า แล้วระบบจะถามว่าต้องการเปลี่ยนฐานความรู้หรือไม่ ถ้าต้องการกด 'y' แล้วจึงทำการเลือกเหมือนกับข้อ 1.

2. หลังจากเลือกฐานความรู้เรียบร้อยแล้ว ก็จะเริ่มทำการปรึกษาโดยจากเมนูหลักให้ทำการเลือกไปที่ B. Start Consultation จอภาพก็จะปรากฏดังรูปที่ 7.20 ซึ่งจะถามว่าต้องการปรึกษากับระบบนี้หรือไม่ ถ้าไม่ต้องการกด 'n' ระบบก็จะกลับไปสู่เมนูหลัก ถ้าต้องการกด 'y' จอภาพก็จะปรากฏดังรูปที่ 7.21 เพื่อทำการปรึกษา ระบบจะถามข้อมูล และจะมีคำตอบให้เลือกเป็นเมนูด้านข้าง ในการเลือกเมนูด้านข้าง จะมีหลักดังนี้

2.1 หากข้อมูลนั้นถูกต้อง ให้ผู้ใช้เลือกตอบว่า 'Yes' ก็จะถามข้อมูลต่อไปจนกระทั่งหาคำตอบได้ (ในกรณีที่หาคำตอบได้ จะปรากฏคำตอบดังรูปที่ 7.22 และจะถามต่อว่าจะปรึกษาต่อหรือไม่ ดังรูปที่ 6.30)หรือหมดข้อมูล (ในกรณีที่ข้อมูลของระบบหมด จะปรากฏดังรูปที่ 6.31)

2.2 หากข้อมูลนั้นไม่ทราบ หรือไม่ถูกต้อง ให้ผู้ใช้เลือกตอบว่า 'No' ก็จะถามข้อมูลต่อไปหรือหมดข้อมูล

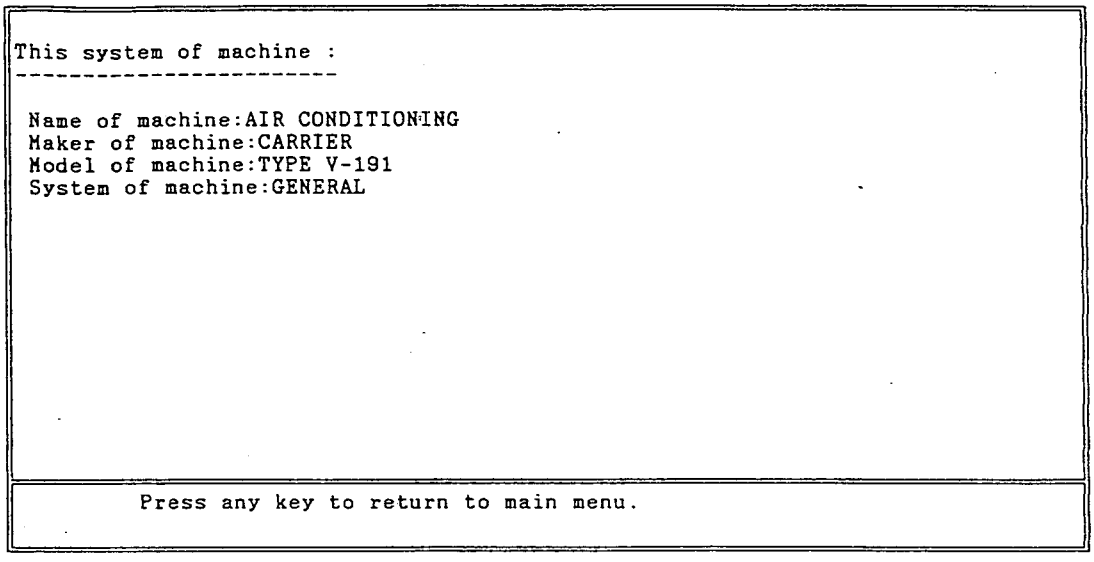
2.3 หากผู้ใช้ต้องการทราบเหตุผลของถามนี้ ให้ผู้ใช้เลือก 'Why' ระบบก็จะแสดงเหตุผลทางจอภาพ ดังรูปที่ 7.23 และกด ESC ก็จะกลับมาสู่คำถามเดิม

2.4 หากผู้ใช้ต้องการทราบผลลัพธ์พร้อมค่าความแน่นอน (CERTAINTY FACTOR, CF %) หลังจากตอบคำถามไปสักพัก ก็จะสามารถจะทำได้ โดยการเลือก 'Show Result' จอภาพก็จะแสดงดังรูปที่ 7.24 โดยบอกสาเหตุ ค่าความแน่นอน อยู่ในไฟล์ไหน และกฎที่เท่าไร อีกทั้งยังสามารถที่จะเรียกดู Recommendation ของผลลัพธ์แต่ละตัวได้ ซึ่งผลของ Recommendation จะแสดงดังรูปที่ 7.25 หลังจากดูเรียบร้อยแล้วก็จะกลับมาสู่คำถามเดิม

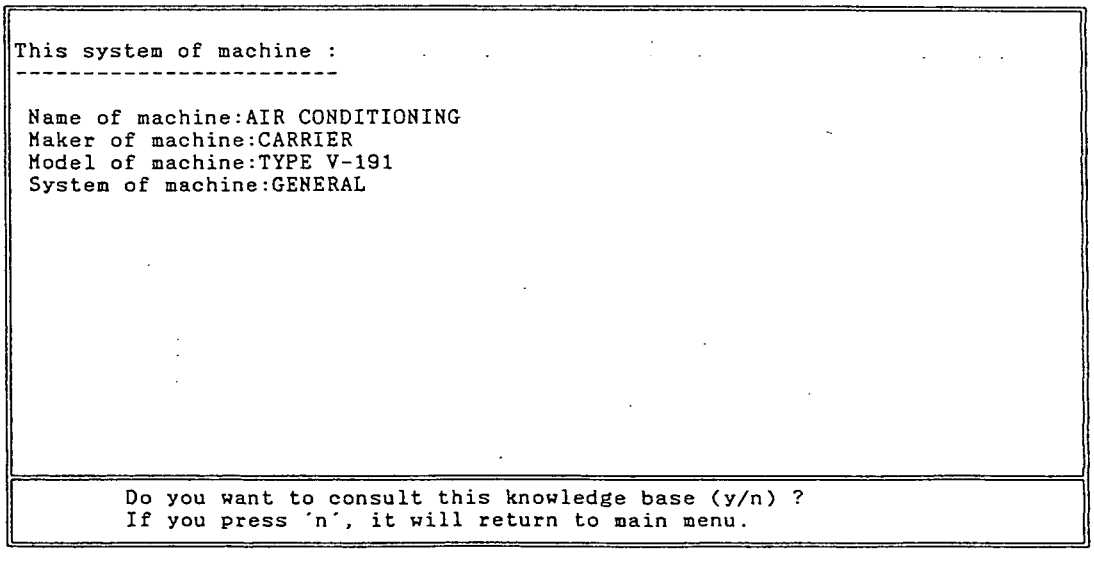
2.5 หากผู้ใช้ตอบคำถามแล้วไม่ได้คำตอบ เกิดต้องการที่จะออกจากการปรึกษาก็สามรถทำได้เลือก E. To main menu ระบบก็จะไปสู่เมนูหลัก

เมื่อทำการปรึกษาเรียบร้อยแล้ว เกิดต้องการที่จะดูหรือพิมพ์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้ ก็ให้ไปเมนูหลัก ทำการเลือกกด D จอภาพก็จะปรากฏเมนูดังรูปที่ 6.35 ทำการเลือกเมนูที่ต้องการ ระบบก็จะแสดงคำตอบของผู้ใช้หรือผลลัพธ์ออกมา ดังรูปที่ 7.24, 7.26, 7.27 และจะถามผู้ใช้ว่าต้องการพิมพ์ผลที่ได้หรือไม่ ถ้าต้องการก็จะพิมพ์ออกมาดังรูปที่ 7.28, 7.29

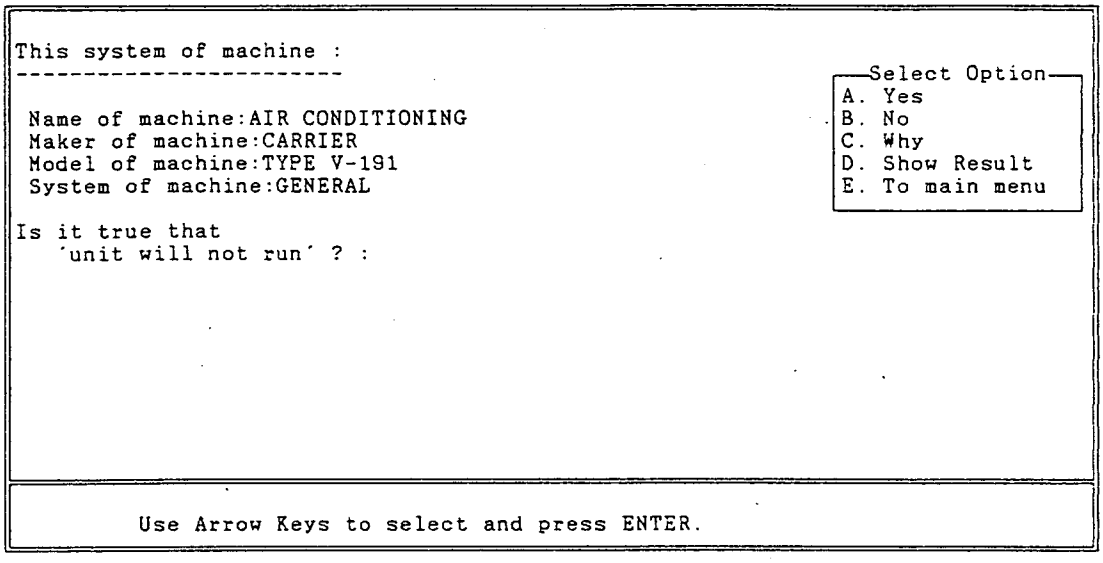
ส่วนในการลบหน่วยความจำในเครื่องนั้น ก็สามารถที่จะทำได้ โดยการกด F ที่เมนูหลัก ระบบก็จะทำการลบข้อมูลที่มีอยู่หน่วยความจำออกหมด



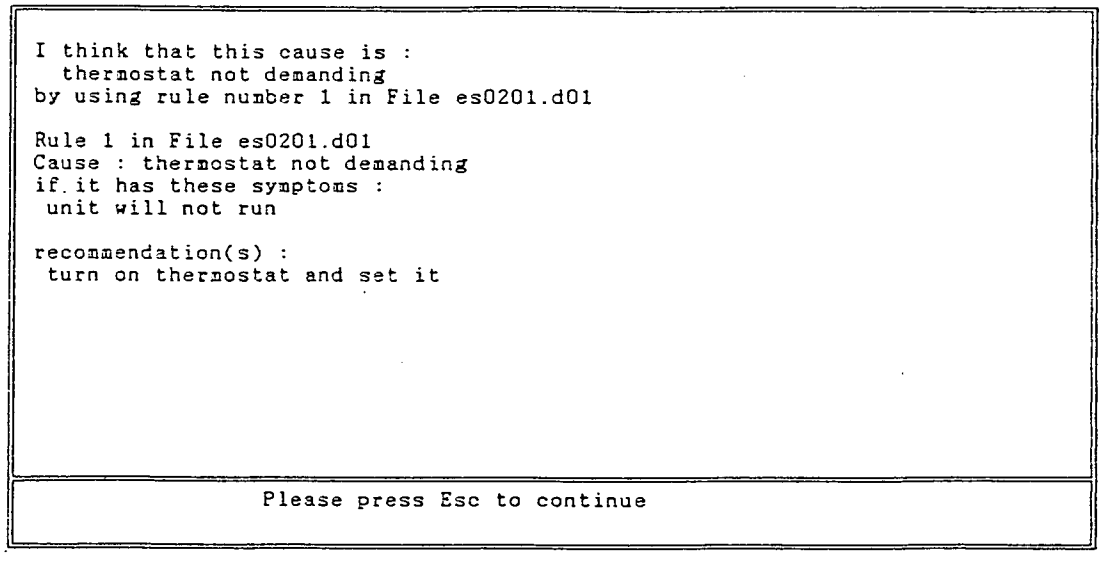
รูปที่ 7.19 แสดงการเลือกอุปกรณ์และระบบแล้ว



รูปที่ 7.20 แสดงการจะเข้าสู่การปรึกษาปัญหา



รูปที่ 7.21 แสดงการเริ่มปัญหาของระบบ



รูปที่ 7.22 แสดงคำตอบที่มีแค่าความแน่นอนเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

```
Because I try to show that the cause is
  'compressor overload open'
by using rule number 2 in File es0201.d01

Rule 2 in File es0201.d01
Cause : compressor overload open
if it has these symptoms :
 outdoor fan will not start and
 compressor will not start

recommendation(s) :
 determine overload and correct
```

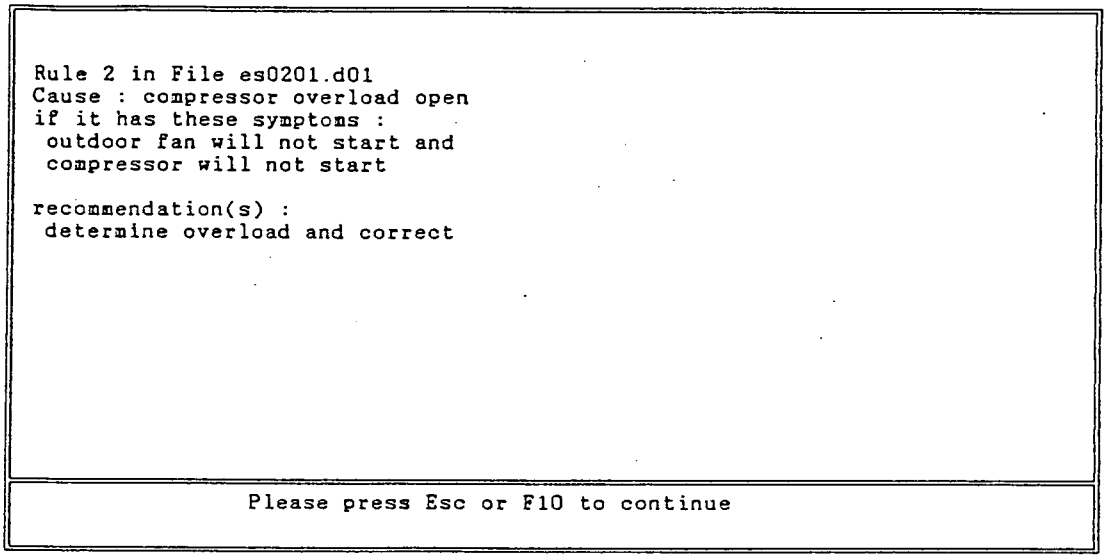
Please press Esc to continue

รูปที่ 7.23 แสดงเหตุผลของคำถามเมื่อผู้ใช้กด 'why'

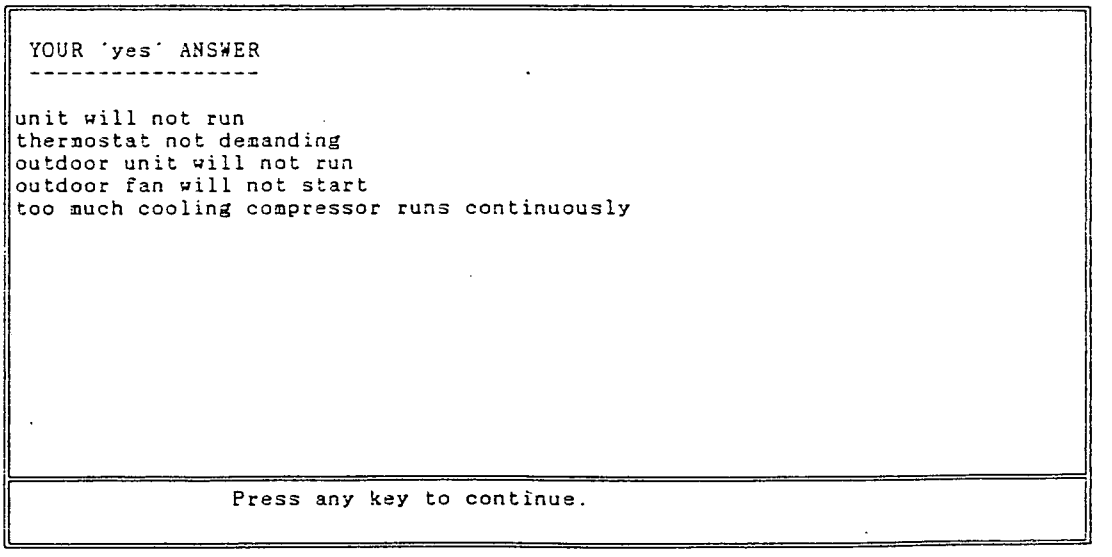
CAUSE	CF.%	File.	Rule No.
thermostat not demanding	100	es0202.d01	2
faulty wiring or loose connections	45	es0202.d01	5
burned out contactor coil	38	es0202.d01	8
bad fan motor bearings	38	es0202.d03	20
burned out transformer	36	es0202.d01	4
blown fuse to outdoor unit	36	es0202.d01	6
thermostat set too high	36	es0202.d01	7
burned contactor contact	36	es0202.d02	9
burned out fan motor	36	es0202.d03	19
off on high pressure control	35	es0202.d02	11
off on low pressure control	35	es0202.d02	12
blown out transformer	33	es0202.d01	3
blown power fuse	32	es0202.d01	1
compressor overload open	30	es0202.d02	10

Do you want to see the recommendation of each cause (y/n)?

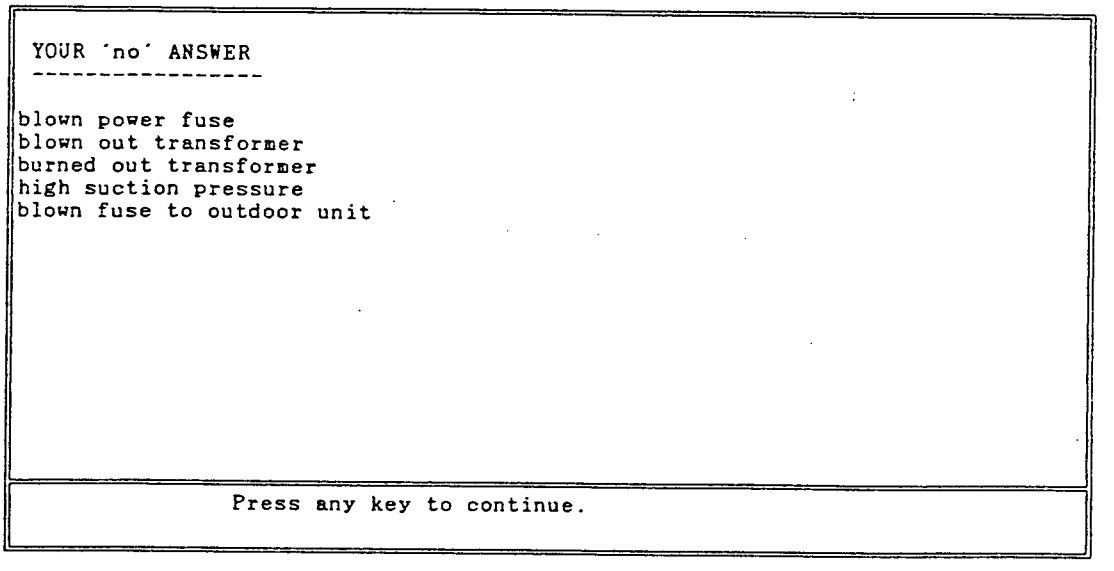
รูปที่ 7.24 แสดงผลที่ได้จากการปรึกษา เมื่อผู้ใช้กด 'Show Result'



รูปที่ 7.25 แสดง Recommendation ที่ผู้ใช้เลือก



รูปที่ 7.26 แสดงคำถามที่ผู้ใช้ตอบ 'yes'



รูปที่ 7.27 แสดงคำถามที่ผู้ใช้ตอบ 'no'

CAUSE	CF. %	File.	Rule No.
thermostat not demanding	100	es0202.d01	2
faulty wiring or loose connections	45	es0202.d01	5
burned out contactor coil	38	es0202.d01	8
bad fan motor bearings	38	es0202.d03	20
burned out transformer	36	es0202.d01	4
blown fuse to outdoor unit	36	es0202.d01	6
thermostat set too high	36	es0202.d01	7
burned contactor contact	36	es0202.d02	9
burned out fan motor	36	es0202.d03	19
off on high pressure control	35	es0202.d02	11
off on low pressure control	35	es0202.d02	12
blown out transformer	33	es0202.d01	3
blown power fuse	32	es0202.d01	1
compressor overload open	30	es0202.d02	10

รูปที่ 7.28 แสดงผลของการปริกษาทางเครื่องพิมพ์

```
 YOUR 'yes' ANSWER
 -----------------

unit will not run
thermostat not demanding
outdoor unit will not run
outdoor fan will not start
too much cooling compressor runs continuously
                    ------------------------------


 YOUR 'no' ANSWER
 ----------------

blown power fuse
blown out transformer
burned out transformer
high suction pressure
blown fuse to outdoor unit
                    --------------------------
```

รูปที่ 7.29 แสดงคำถามที่ผู้ใช้ตอบ 'yes' กับ 'no' ทางเครื่องพิมพ์

ภาคผนวก ง

โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล

การที่จะทำการแก้ไขข้อมูลของฐานความรู้นั้น จำเป็นที่จะต้องรู้จักโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล เพื่อที่จะทำให้การแก้ไขข้อมูลเป็นไปตามรูปแบบของโปรแกรม ในที่นี้การเก็บโครงสร้างของข้อมูลจะถูกเก็บเป็นไฟล์ ๆ ซึ่งจะมีไฟล์หลัก ๆ อยู่ 4 ไฟล์หลัก ซึ่งได้แก่

-ไฟล์เก็บชื่ออุปกรณ์เครื่องจักรกล ผู้ผลิต และรุ่นของอุปกรณ์นั้น ๆ

-ไฟล์เก็บชื่อระบบของอุปกรณ์เครื่องจักรกลแต่ละชนิด

-ไฟล์เก็บชื่อของไฟล์ข้อมูลของระบบนั้น ๆ ว่ามีไฟล์อะไรบ้าง

-ไฟล์เก็บข้อมูลปรึกษาถามตอบ

<u>ไฟล์เก็บชื่ออุปกรณ์</u>

ในการเก็บชื่ออุปกรณ์เครื่องจักรกลต่าง ๆ นั้น จะถูกเก็บในไฟล์ "NAME.DAT" ซึ่งจะทำหน้าที่เก็บชื่ออุปกรณ์ ผู้ผลิต และรุ่นของเครื่องจักรกลต่าง ๆ ในแผ่นดิสก์ที่เก็บข้อมูล เช่น ถ้าเรียกไฟล์ "NAME.DAT" ออกมาดูจะได้ว่า

```
name(1,"AUTOMOTIVE","TOYOTA","CORONA 1990-1992","es01")
name(2,"AIR CONDITIONING","CARRIER","TYPE V-191","es02")
name(3,"HEAT PUMP","FORD","C215609","es03")
```

จะอธิบายได้ดังนี้ name(A,B,C,D,E) เป็นชื่อเพรดิเคทของโปรแกรม โดยตัวเลข A แสดงลำดับชื่ออุปกรณ์เครื่องจักรกล B แสดงชื่ออุปกรณ์เครื่องจักรกล C แสดงชื่อผู้ผลิตอุปกรณ์นั้น D แสดงชื่อรุ่นของอุปกรณ์นั้น E แสดงที่จะชื่อต่อไปของเครื่องจักรกลนั้น ๆ เช่น name(1,"AUTOMOTIVE","TOYOTA","CORONA 1990-1992","es01") ตัวเลข 1 แสดงว่าเป็นชื่ออุปกรณ์ลำดับที่ 1 ในแผ่นข้อมูล "AUTOMOTIVE" คือชื่ออุปกรณ์เครื่องจักรกล "TOYOTA" คือชื่อผู้ผลิต "CORONA 1990-1992" คือชื่อรุ่น และ "es01' เป็นชื่อไฟล์ที่จะเชื่อม ซึ่งจะบอกว่าอุปกรณ์นี้มีระบบอะไรบ้างในแผ่นของข้อมูล

ไฟล์เก็บชื่อของระบบ

ในไฟล์นี้จะทำการเก็บชื่อของระบบต่าง ๆ ของเครื่องจักรกลว่ามีอะไรบ้างข้อแต่ละอุปกรณ์เครื่องจักรกล เช่นจากข้างต้นอุปกรณ์ลำดับที่ 1 มีชื่อไฟล์ es01 ถ้าทำการเรียกไฟล์ es01 ก็จะได้ดังนี้

```
type("AUTOMOTIVE","TOYOTA","CORONA 1990-1992")
part(1,"DISK-BRAKE","es0101")
part(2,"CLUTCH","es0102")
part(3,"ENGINE","es0103")
part(4,"TRANSMISSION","es0104")
part(5,"STEERING AND SUSPENSION","es0105")
part(6,"GENERAL","es0106")
```

ซึ่งเพรดิเคท type(A,B,C) เป็นการบอกว่าอยู่ในเครื่องจักรกลประเภทไหนอยู่ ส่วน เพรดิเคท part(D,E,F) โดย D จะแสดงถึงลำดับที่ของระบบในเครื่องจักรกลนั้น E แสดงถึงชื่อระบบ F แสดงถึงชื่อคำนำหน้าของไฟล์ข้อมูลในระบบนี้ ตัวอย่างเช่น part (1,"DISK-BRAKE","es0101") ตัวเลข 1 แรกแสดงว่าระบบนี้เป็นลำดับที่ 1 ของเครื่องจักรกลชนิดนี้ "DISK-BRAKE" คือชื่อของระบบ และ "es0101" เป็นชื่อนำหน้าไฟล์ที่เก็บข้อมูลของระบบ "DISK-BRAKE"

ไฟล์เก็บชื่อไฟล์ข้อมูล

ไฟล์นี้จะทำหน้าที่เก็บชื่อข้อมูลที่ใช้ในการปรึกษาหาข้อขัดข้องของระบบอุปกรณ์ที่เลือกมา ไฟล์นี้จะมีการตั้งชื่อโดยมีนามสกุลลงท้ายด้วย .FIL เช่นจากตัวอย่างข้างต้น ระบบ "DISK-BRAKE" มีชื่อนำหน้าไฟล์คือ "es0101' ไฟล์เก็บชื่อไฟล์ข้อมูลก็จะเป็น es0101.FIL ดังนั้นถ้าเรียกไฟล์นี้มาดูจะได้

```
dafile("es0101.d01")
dafile("es0101.d02")
```

จะอธิบายได้ว่า มีไฟล์ข้อมูลของระบบนี้เพื่อทำการปรึกษาอยู่ 2 ไฟล์ ซึ่งก็คือ ไฟล์ es0101.d01 และ es0101.d02 มี dafile(_) เป็นเพรดิเคทของโปรแกรม

ไฟล์เก็บข้อมูล

ไฟล์เก็บข้อมูลนี้ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของระบบที่เลือก ซึ่งจะมีนามสกุลของไฟล์ลงด้วย ".d" ตามด้วยตัวเลขลำดับ จากตัวอย่างข้างต้นจะได้ไฟล์เก็บข้อมูล คือ ไฟล์ es0101.d01 และ es0101.d02 ถ้ามีไฟล์เก็บข้อมูลต่อ ก็จะเรียงลำดับไปเรื่อย ๆ ซึ่งไฟล์เก็บข้อมูลนี้จะมีกฎในแต่ละไฟล์ไม่เกิน 30 กฎ ในไฟล์เก็บข้อมูลจะประกอบด้วยเพรดิเคทต่าง ๆ ดังตัวอย่าง ถ้าเราเรียกไฟล์ es0101.02 มาดูจะได้ดังนี้

```
rule(1,1,"damaged piston seal",[1,2,3],[11],[75,70,62,50,65,60,40])
rule(2,1,"improper brake fluid (boil)",[2],[8],[40])
rule(3,1,"restricted hose or line",[4,5],[3],[40,34,35])
rule(4,1,"front end out of alignment",[4,6],[14],[60,45,48])
cond(1,"excessive pedal travel")
cond(2,"excessive pedal effort")
cond(3,"brakes heat up during driving and fail to release")
cond(4,"grabbing or uneven braking action")
cond(5,"brake roughness or chatter (pedal pulsating)")
cond(6,"noise : groan or rattle or scraping")
rec(1,"check pistonseal or replace seal")
rec(2,"drain and install correct fluid")
rec(3,"check hoses and lines and correct as necessary")
rec(4,"check and align front end")
data_file("es0101.d01")
```

ซึ่งจะอธิบายได้ดังนี้ rule(A,B,C,D,E,F) cond(G,H) rec(I,J) และ data_file(K) เป็นเพรดิเคทของโปรแกรม โดยมี A แสดงว่าเป็นกฎเท่าไร B แสดงตัวเลขบอกว่าอยู่ระบบที่เท่าไร C แสดงสาเหตุของข้อขัดข้อง D แสดงตัวเลขลำดับของอาการที่เกิดขึ้นว่ามีอะไรบ้าง E แสดงตัวเลขลำดับของคำแนะนำว่ามีอะไรบ้าง F แสดงตัวเลขค่า

ความแน่นอนที่จะเกิดขึ้นของสาเหตุนั้น ๆ ทั้งหมด G แสดงตัวเลขลำดับของอาการ H แสดงชื่ออาการที่เกิดขึ้น I แสดงตัวเลขลำดับของคำแนะนำ J แสดงคำแนะนำ และ K แสดงชื่อไฟล์ที่เก็บข้อมูลอยู่

ประวัติผู้เขียน

นายวินัย เศรษฐโชตินันท์ เกิดเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2509 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นจาก โรงเรียนอัสสัมชัญ ศรีราชา จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนอัสสัมชัญ บางรัก จังหวัดกรุงเทพฯ และสำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2531 หลังจากนั้นได้ทำงานอยู่ที่บริษัทโตโยต้ามอเตอร์ไทยแลนด์ จำกัด และบริษัทกรุงเทพอาหารสัตว์ จำกัด แล้วจึงได้มาศึกษาต่อ.