

利用VP-EXPERT發展一套博士候選人的 審核工作及不定因子的處理方法

曹文瑜

國立勤益工商資管科

摘 要

傳統的電腦程式用來解決不同型態的問題，這些問題都有明確的演算法(Algorithm)來解決。專家系統是一種以專業知識為基礎，文字符號做推論的系統程式，由模仿人類專家們的經驗和解題的技巧，能夠解決複雜而不確定的問題。在求解過程中，它不但像專家般地提出結論說明，並且從錯誤失敗中修正既有的知識，達到學習進化的能力。在專家系統中，使用特定領域的知識(knowledge)，規則(rule)來解決問題，這些全放在知識庫(knowledge base)中，由這個知識庫和推論(inference)發展一套系統來判斷一位博士申請者是否被接受。

在建立專家系統以前，發展者或使用者必須根據所要解決問題的特性加以詳細分析，以決定該採用何種方式最能解決問題，最能增快解決速度，最能被使用者接受……等。根據問題特性外表或內部的屬性都有確定的性質，但由於人的觀察方式或科學方法的限制在事件發展階段中，對這些屬性常常不是百分之百的確定。對事物不確定的描述工具有三種：

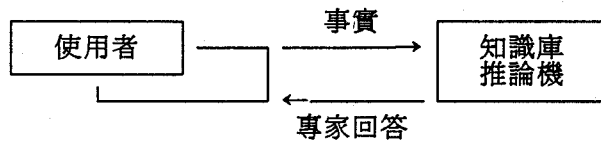
1. 標準方法：以確定因子(CF)值來表示某個敘述成立的可靠程度(reliability)，這個數值可以是0與100之間或-100與100之間的數值。
2. 模糊邏輯：以模糊理論來計算結論成立的可靠程度，再由系統處理，以量詞來顯示結果。
3. 貝斯定理：以統計或然率來判斷結果。

爲了描述自然界或分析人類社會各種不確定，在此探討能表現事物不確定性的描述工具……標準方法及利用此法先計算出各種結果的可靠數值來推判出最可能發生的結果，才可公平，快速的完成審核的工作。

關鍵字：演算法，專家系統，知識，規則，知識庫，推論，不確定性，模糊邏輯，貝斯定理

緒 論

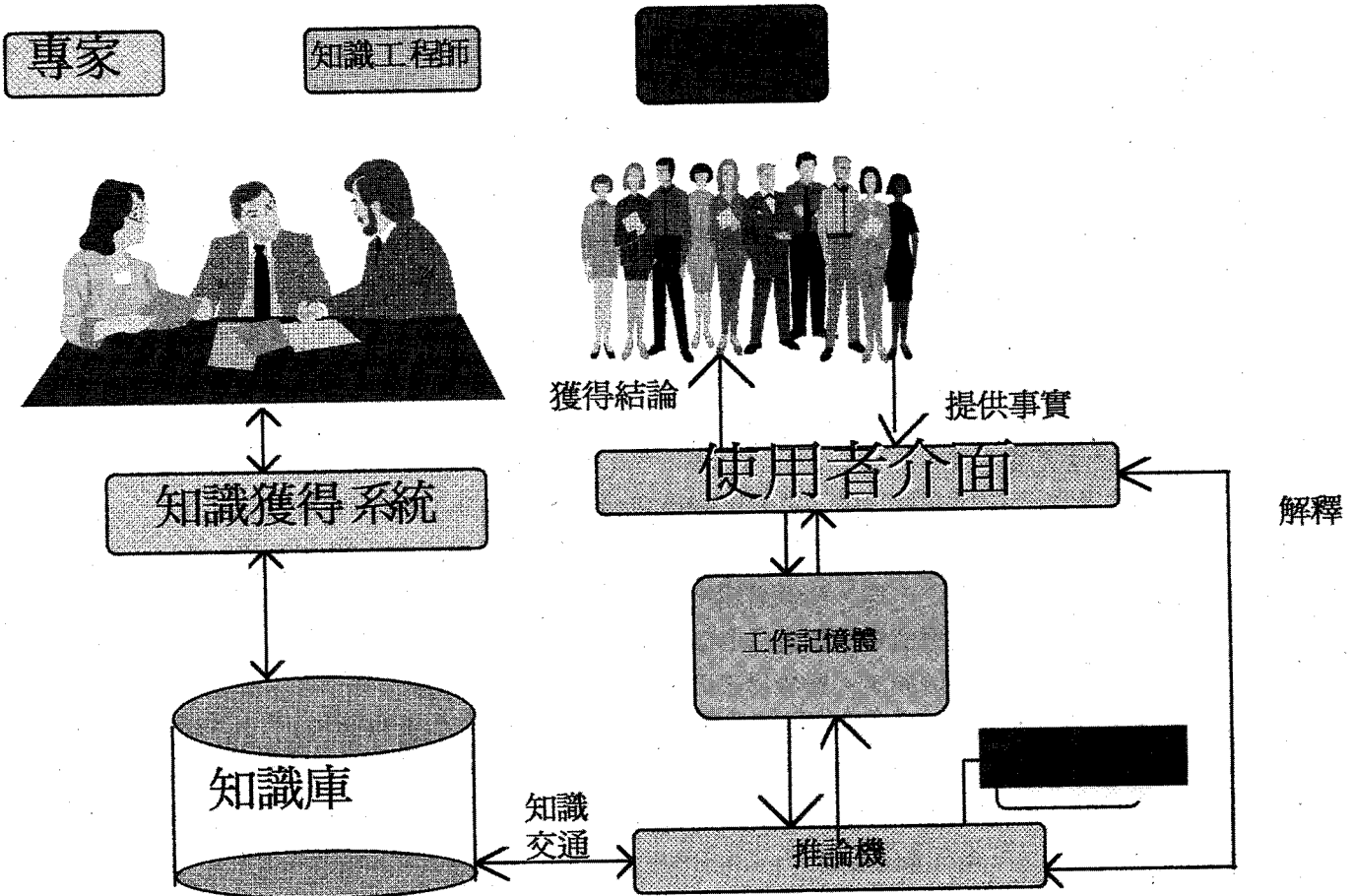
一個專家系統是以知識庫為核心，使用者將事實(facts) 或其他的資訊提供給專家系統。專家系統內包含兩個部份，一為知識庫是放知識和規則的地方，二為推論機構(inference engine)能得到結論的地方，由圖(1)表示。



圖(1) 知識庫和推論機的關係

專家系統的架構如下：

專家系統架構



如何發展一套專家系統：

不確定性是指解決問題的資料數據或推論規則，沒有百分之百的可靠。在日常生活中碰到問題，如何從評鑑標準來判斷結果？

步驟如下：

步驟 1：確定問題的定義域和目標

現在針對博士申請者考慮除了學科分數(gpa, SAT)外，還需考慮論文，推薦信……，而目標就是接受或拒絕

步驟 2：縮小範圍 [2]

步驟分為二：

一、獲得必要的知識，因各校的評鑑標準不同，一位博士申請者必須符合的條件也不同。

二根據人類專家決定出必要的因素，包括

1. 目標變數(goal status)

有接受和拒絕

2.次目標變數(subgoal status)

有獎學金資格，創造力，表達技巧，推薦

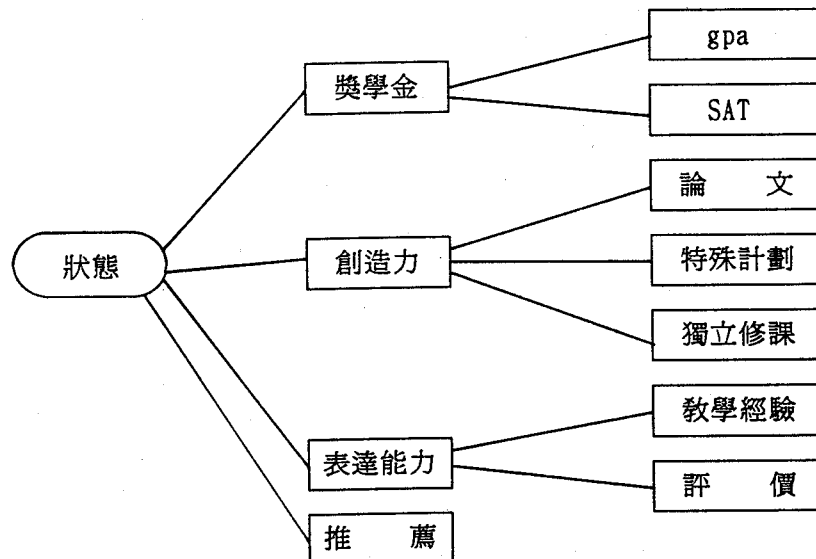
3.屬性為何？

有gpa, SAT, 論文, 特殊計劃, 獨立修課, 教學經驗, 評價

4.斷定不確定來源與信賴度值

- a.若gpa低，則獎學金資格差 信賴度 = 95
- b.若gpa高，則獎學金資格好 信賴度 = 90
- c.若gpa中等，則獎學金資格不好 信賴度 = 80
- d.若SAT高，則獎學金資格高 信賴度 = 75
- e.若SAT低，則獎學金資格差 信賴度 = 65
- f.若論文完成，則創造力高 信賴度 = 90
- g.若特殊計劃完成，則創造力高 信賴度 = 70
- h.若獨立修課，則創造力高 信賴度 = 75
- i.若有教學經驗且評價高
則表達能力好 信賴度 = 100
- j.若有獎學金且創造力高
則有研究獎學金 信賴度 = 85
- k.若有好的推薦且獎學金資格高且有好的表達能力
則有助教獎學金 信賴度 = 85
- l.若獎學金資格不好且有好的推薦
則接受申請 信賴度 = 80
- m.若獎學金資格不好且推薦不好
則拒絕申請 信賴度 = 70
- n.若獎學金資格差且推不好
則拒絕申請 信賴度 = 90

5.確定將來可能發生的問題在此建立若干圖形表格：



5-1 輸出狀態的決定圖

5-2 建立變數和信賴度的工作表
變數和信賴度的工作表

名稱：目標				
關 連		來 源		依 據
		推 論		
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	拒 絕 接 受	無	多 值	
描述：				
註解：				

* 來源來自於五方面：

1. 工作底稿
2. 資料庫
3. 諮詢
4. 推論
5. 計算

* 型態包括：1. 數值

2. 文字
3. 邏輯

* 值的種類包括：1. 單值。例：學生修的學分數

2. 多值。例：一個人所得的學位

名稱：獎學金資格				
關 連		來 源		依 據
接 受		推 論		SAT, gpa
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	好 不好 差	無	單值	不確定
描述：				
註解：				

名稱：創造力				
接 受		推 論		依 據
接 受		來 源		論 文 完 成 額 外 修 課 特 殊 計 劃
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	高 不高	無	單 值	不確定
描述：				
註解：				

名稱：表達能力				
關 連		來 源		依 據
接 受		推 論		教 學 經 驗 評 價
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	好 不好	無	單 值	確 定
描述：				
註解：				

名稱：評價				
關 連		來 源		依 據
接 受		諮 詢		
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	好 不好	無	單 值	不確定
描述：				
註解：				

名稱：gpa				
關 連		來 源		依 據
獎學金資格		諮 詢		
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	高 中 等 低	無	單 值	不確定
描述：				
註解：				

名稱：SAT				
關 連		來 源		依 據
獎學金資格		諮 詢		
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	高 低	無	單 值	不確定
描述：				
註解：				

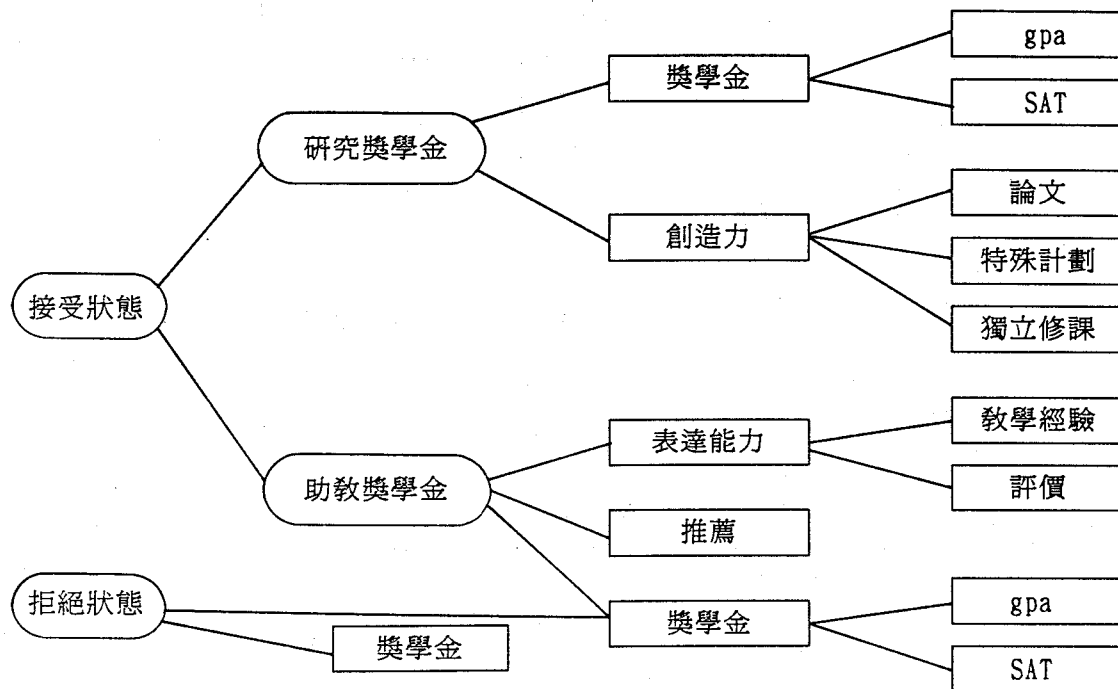
名稱：論文完成				
關 連		來 源		依 據
創造力		諮 詢		
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	有 無	無	單 值	不確定
描述：				
註解：				

名稱：特殊計劃完成				
關 連		來 源		依 據
創造力		諮 詢		
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	有 無	無	單 值	不確定
描述：				
註解：				

名稱：獨立修課				
關 連		來 源		依 據
創造力		諮 詢		
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	有 無	無	單 值	不確定
描述：				
註解：				

名稱：教學經驗				
關 連		來 源		依 據
表達技巧		諮 詢		
型態	值或範圍	單位	值的種類	信賴度
文字	有 無	無	單 值	不確定
描述：				
註解：				

2-3 根據以上兩個建立信賴度的圖表



信賴度圖

4. 建立決定表

獎學金資格：

=====

註：gpa—高(H)，中等(M)，低(L)

SAT—高(H)，低(L)

評價—好(G)，不好(W)

gpa	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
SAT	H	H	H	L	L	L	H	H	H	L	L	L
評價	G	G	G	G	G	G	W	W	W	W	W	W

好	×	×	×	×			×	×	×	×		
不好		×			×			×			×	
差			×	×	×	×			×	×	×	×

創造力：

=====

註：論文完成—有(Y)，無(N)

特殊計劃完成—有(Y)，無(N)

獨立修課—有(Y)，無(N)

論文完成		Y	N	Y	N	Y	N	Y	N			
特殊計劃完成		Y	Y	N	N	Y	Y	N	N			
獨立修課		Y	Y	Y	Y	N	N	N	N			

高		×	×	×	×	×	×	×	×			
不高												×

表達能力：

=====

註：教學經驗—有(Y)，無(N)

評 價—有(Y)，無(N)

教學經驗	Y	N	Y	N
評 價	Y	Y	N	N

好	×			
不好		×	×	×

5. 將決定表精簡化

註：—表示無論何文字均可

獎學金資格：

=====

gpa	—	H	M	L	—
SAT	H	L	—	H	L
評價	—	—	—	—	—

好	×	×			
不好			×		
差				×	×

創造力：

=====

論文完成	—	—	Y	N
特殊計劃完成	—	Y	N	N
獨立修課	Y	N	N	N

高		×	×	×	
不高					×

表達能力：

=====

教學經驗	Y	N	—
評 價	Y	Y	N

好	×		
不好		×	×

6. 寫出規格的模式

rule template

project: Evaluate an applicant of ph D. KE: _____
 goal: _____ subgoal: _____ date: _____

RULE#1	attribute	operator	value	CF
IF	gpa	=	high	
THEN	scholarship	=	good	90

BECAUSE Grade point average is a primary indicator of a scholarship °

RULE#2	attribute	operator	value	CF
IF	gpa	=	moderate	
THEN	scholarship	=	fair	80

BECAUSE A moderate grade point average indicates an average ability of academic achievement °

RULE#3	attribute	operator	value	CF
IF	gpa	=	low	
THEN	scholarship	=	poor	95

BECAUSE A low grade point average indicates a weak ability of academic achievement °

RULE#4	attribute	operator	value	CF
IF	SAT	=	high	
THEN	scholarship	=	good	75

BECAUSE A high SAT score indicates a high academic performance from the high school °

RULE#5	attribute	operator	value	CF
IF	SAT	=	low	
THEN	scholarship	=	poor	65

BECAUSE A low SAT score indicates a poor academic performance from the high school °

RULE#6	attribute	operator	value	CF
IF	masters_thesis _complete	=	yes	
THEN	creativity	=	good	90

BECAUSE A master thesis requires a lot of researches that show a good creativity °

RULE#7	attribute	operator	value	CF
IF	special_project -complete	=	yes	
THEN	creativity	=	good	70

BECAUSE A special project requires special handling that shows a good creativity

RULE#8	attribute	operator	value	CF
IF	independent_study _complete	=	yes	
THEN	creativity	=	good	75

BECAUSE An independent study is usually done with a little assistance °

RULE#9	attribute	operator	value	CF
IF	teaching_experience	=	yes	
AND	good_evaluations	=	yes	
THEN	communication_skills	=	good	100

BECAUSE Having teaching experience and a good evaluation indicate good communication skill°

RULE#10	attribute	operator	value	CF
IF	scholarship	=	good	
AND	creativity	=	good	
THEN	status	=	owned_research_fellowship	85

BECAUSE A good scholarship indicates a good academic achievement and a good creativity indicates a good performance in research°

RULE#11	attribute	operator	value	CF
IF	reference	=	good	
AND	scholarship	=	good	
AND	communication_skills	=	good	
THEN	status	=	owned_teaching_assistantship	85

BECAUSE A good scholarship indicates a good academic performance and good communications skills and references indicate that the applicant had a teaching experience°

RULE# 12	attribute	operator	value	CF
IF	scholarship	=	fair	
AND	references	=	good	
THEN	status	=	regular_admitted	80

BECAUSE A fair scholarship and good references indicate that the applicant can have a moderate performance in regular admit°

RULE# 13	attribute	operator	value	CF
IF	scholarship	=	fair	
AND	references	=	weak	
THEN	status	=	rejected	70

BECAUSE A fair scholarship and weak references indicate that applicant neither has good academic achievement nor has previous experience°

RULE# 14	attribute	operator	value	CF
IF	scholarship	=	poor	
AND	references	=	weak	
THEN	status	=	rejected	90

BECAUSE A poor scholarship indicates a very poor academic achievement°

步驟 3：公式化

將抽象的觀念轉成正式的知識表示法

知識表示法最主要的有三種：

1. 邏輯基底法(logic base)
2. 法則基底法(rule base) [4]
3. 框架基底法(frame base)

例：一輛福特車有四個輪子，用以下三種表示：

邏輯基底法：WHEELS(FORD,4):-

法則基底法：IF car is FORD
THEN has 4 wheels

框架基底法：- frame:root

```

-frame:car
parent: root
wheels: 4
doors: range 2 to 4 if_needed ask_ ask_user(doors)
engin: gas powered
fuel_consumption:if_needed get_from_user( fuel_consumption)
.
.
.

```

```

-frame : FORD
parent:car
style :sport
engin :mouse powered

```

本文使用法則基底法。

如何使用VP-EXPERT [3]

=====

VP-EXPERT是一套最便宜以法則基底法為主的套裝軟體。如何進入AVP-EXPERT？

C:> vpx

```

V P - E X P E R T
Version 2.02
Copyright(c)1988
Brian Sawyer
All Rights Reserved

```

Editor Portion Copyright(c) 1984, 1985, 1987 ,Idea Ware Inc.

Educational Version

Published by Paperback Software International

```

1 Help 2 Induce 3 Edit 4 Consult 5 Tree 6 FileName 7 Path 8 Quit
1 Help 2 Go 3 Whatif 4 Variable 5 Rule 7 Set 8 Quit

```

步驟4：完成

1. 建立初步的協定
2. 使用loop
 - 測試，評論，有效
 - 精細化
 - until評論成立
3. 改進使用者介面
 - 如何計算CF信賴值：
 - 關於CF值：

$$\text{組合: } CF(H; E_1, E_2) = CF(H; E_1) + CF(H; E_2) - [H; E_1] * \frac{CF(H; E_2)}{100}$$

$$\text{連續: } CF(H; E') = CF(H; E) * \frac{CF(E)}{100}$$

$$\text{否定: } CF(\sim E) = 100 - CF(E)$$

a. 一條法則:

IF E THEN H WITH CF(H; E)

使用 CF(H; E)

b. 多條互相不獨立的法則:

IF E1 THEN H WITH CF(H; E1)

IF E2 THEN H WITH CF(H; E2)

使用CF值的組合

c. 多條互相不獨立的法則:

C1. 連結 $E = E_1 \wedge E_2 \wedge E_3 \wedge \dots \wedge E_n$

$$CF(E) = \min \{CF(E_1), CF(E_2), \dots, CF(E_n)\}$$

C2. 不連結 $E = E_1 \vee E_2 \vee E_3 \vee \dots \vee E_n$

$$CF(E) = \max \{CF(E_1), CF(E_2), \dots, CF(E_n)\}$$

程式和結果: [4]

```
!The knowledge base for admitting to a ph. D program
!*****
!
!           CS 834
!           EXPERT SYSTEM
!           Dr. R. FORSSTROM
! PROJECT 2          SID: 900-50-2810
! Nov. 25, 1991     NAME: WEN-YU TSAO
!*****
RUNTIME;
!ENDOFF;
```

```
!----- ACTION BLOCK -----
ACTIONS
  CLS
  DISPLAY "CS 834 EXPERT SYSTEMS"
  DISPLAY "PROFESSOR: Dr. R. Forsstrom"
  DISPLAY "Sid: 900-50-2810 Name: WEN-YU TSAO"
  DISPLAY "Start date Nov. 25, 1991"
  DISPLAY "-----"
  DISPLAY "There are four goals: reject, admit, teaching assistantship"
  DISPLAY "and research fellowship"
  TRUTHTHRESH = 40
  FIND status
  SORT status
  DISPLAY " The person has been {status}";
```

```
!----- KNOWLEDGE BASE -----
RULE 1
IF      gpa = high
THEN    scholarship = good CNF 90
BECAUSE "Grade point average is a primary indicator of a scholarship.";

RULE 2
IF      gpa = moderate
THEN    scholarship = fair CNF 80
BECAUSE "A moderate grade point average indicates an average ability of
        academic achievement.";

RULE 3
IF      gpa = low
THEN    scholarship = poor CNF 95
BECAUSE "A low grade point average indicates a weak ability of academic
        achievement.";

RULE 4
IF      SAT = high
THEN    scholarship = good CNF 75
BECAUSE "A high SAT score indicates a high academic performance from
        the high school.";

RULE 5
IF      SAT = low
THEN    scholarship = poor CNF 65
BECAUSE "A low SAT score indicates a poor academic performance from
        the high school.";
```


RULE 6

IF masters_thesis_complete = yes
 THEN creativity = good CNF 90
 BECAUSE "A master thesis requires a lot of researches that show a good creativity.";

RULE 7

IF special_project_complete = yes
 THEN creativity = good CNF 70
 BECAUSE "A special project requires special handling that shows a good creativity.";

RULE 8

IF independent_study_complete = yes
 THEN creativity = good CNF 75
 BECAUSE "An independent study is usually done with a little assistance.";

RULE 9

IF teaching_experience = yes
 AND good_evaluations = yes
 THEN communication_skills = good CNF 90
 BECAUSE "Having teaching experience and a good evaluation indicate good communication skill.";

RULE 10

IF scholarship = good
 AND creativity = good
 THEN status = owned_research_fellowship CNF 85
 BECAUSE "A good scholarship indicates a good academic achievement and a good creativity indicates a good performance in research.";

RULE 11

IF reference = good
 AND scholarship = good
 AND communication_skills = good
 THEN status = owned_teaching_assistantship CNF 85
 BECAUSE "A good scholarship indicates a good academic performance and good communications skills and references indicate that the applicant had a teaching experience.";

RULE 12

IF scholarship = fair
 AND references = good
 THEN status = regular_admitted CNF 80
 BECAUSE "A fair scholarship and good references indicate that the applicant can have a moderate performance in regular admit.";

RULE 13

IF scholarship = fair
 AND references = weak
 THEN status = rejected CNF 70
 BECAUSE "A fair scholarship and weak references indicate that the applicant neither has good academic achievement nor has previous experience.";

RULE 14

```

IF      scholarship = poor
AND     references = weak
THEN    status = rejectted CNF 90
BECAUSE "A poor scholarship indicates a very poor academic achievement.";

```

RULE 15

```

IF      status <> rejectted
AND     status <> regular_admitted
AND     status <> owned_teaching_assistantship
AND     status <> owned_research_fellowship
THEN    status = unknown
BECAUSE "There are four goals, if none of them then the status will be
        unknown.";

```

!-----USER INPUT-----

```

ASK gpa: "Is the applicant's gpa high?";
CHOICES gpa: high , moderate , low;

```

```

ASK SAT: "Is the applicant's SAT high?";
CHOICES SAT: high , low;

```

```

ASK masters_thesis_complete : "Did the applicant complete a master thesis?";
CHOICES masters_thesis_complete: yes , no;

```

```

ASK special_project_complete: "Did the applicant complete a special project
CHOICES special_project_complete : yes , no;

```

```

ASK indepedent_study_complete: "Did the applicant complete an independent st
CHOICES independent_study_complete: yes , no;

```

```

ASK references: "What type of references does the applicant have?";
CHOICES references : good , weak;

```

```

ASK teaching_experience: "Did the applicant have teaching experience?";
CHOICES teaching_experience: yes , no;

```

```

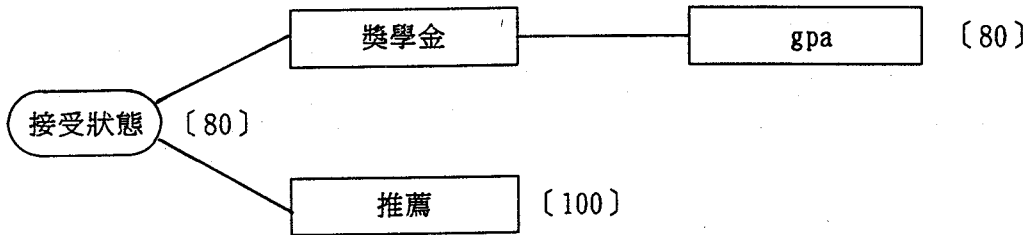
ASK good_evaluations: "Did the applicant have good evaluations?";
CHOICES good_evaluations: yes , no;

```

```

PLURAL : scholarship,creativity,communication_skills,status;

```



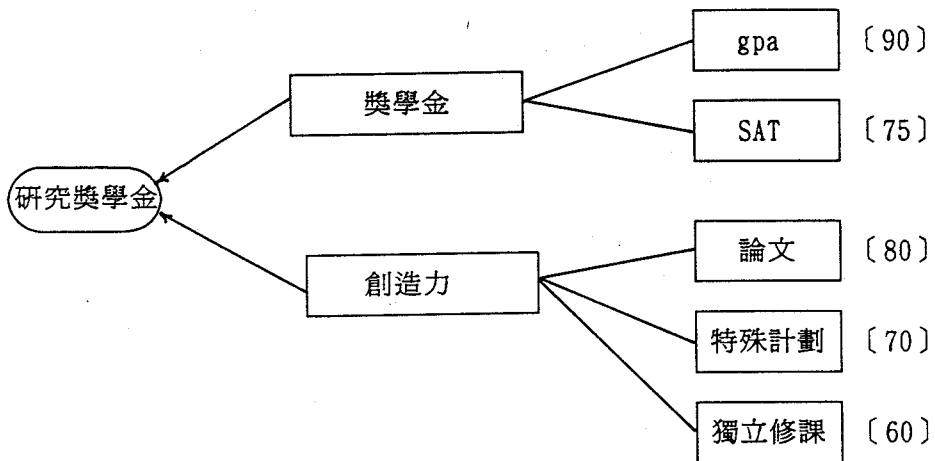
手算結果：

$$CF[\text{接受}] = \min\left(80 \times \frac{80}{100}, 80 \times \frac{100}{100}\right) = 64$$

電腦列印結果：

```

Testing TEST1.kbs
(= yes CNF 0 )
!   status
!   !   Testing 10
!   !   !   scholarship
!   !   !   Testing 1
!   !   !   !   gpa
!   !   !   !   !   (= moderate CNF 100 )
!   !   !   !   Testing 2
!   !   !   !   (= fair CNF 80 )
!   !   !   !   Testing 3
!   !   !   !   Testing 4
!   !   !   !   SAT
!   !   !   !   !   (= low CNF 100 )
!   !   !   !   Testing 5
!   !   !   !   (= poor CNF 65 )
!   !   Testing 11
!   !   !   reference
!   !   Testing 12
!   !   !   references
!   !   !   !   (= good CNF 100 )
!   !   (= regular_admitted CNF 64 )
!   !   Testing 13
!   !   Testing 14
!   !   Testing 15
  
```



手算結果：

$$\begin{aligned}
 CF \text{ [獎學金]} &= 90 + 75 - 90 \times \frac{75}{100} \\
 &= 165 - 67.5 \\
 &= 97.5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF \text{ [創造力]} &= 94 + 60 - 94 \times \frac{60}{100} \\
 &= 154 - 56.4 \\
 &= 97.6
 \end{aligned}$$

其中94計算如下：

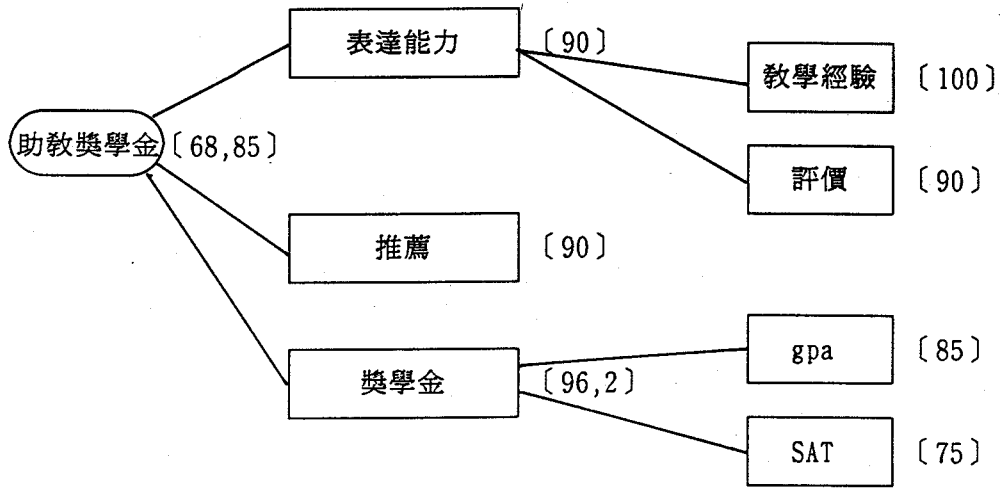
$$80 + 70 - 80 \times \frac{70}{100}$$

$$\begin{aligned}
 CF \text{ [研究獎學金]} &= \min \left(85 \times \frac{97.5}{100}, 85 \times \frac{97.6}{100} \right) \\
 &= \min(82.875, 82.960) \\
 &= 82.875
 \end{aligned}$$

電腦列印結果：

```

Testing TEST1.kbs
(= yes CNF 0 )
!
!   status
!
!   Testing 10
!       scholarship
!           Testing 1
!               gpa
!                   !   (= high CNF 100 )
!                   (= good CNF 90 )
!           Testing 2
!           Testing 3
!           Testing 4
!               SAT
!                   !   (= high CNF 100 )
!                   (= good CNF 75 )
!           Testing 5
!       creativity
!           Testing 6
!               masters_thesis_complete
!                   !   (= yes CNF 100 )
!                   (= good CNF 90 )
!           Testing 7
!               special_project_complete
!                   !   (= yes CNF 100 )
!                   (= good CNF 70 )
!           Testing 8
!               independent_study_complete
!                   (= owned_research_fellowship CNF 82 )
!       Testing 11
!           reference
!       Testing 12
!       Testing 13
!       Testing 14
!       Testing 15
    
```



手算結果：

$$CF \text{ [表達能力]} = \min\left(90 \times \frac{100}{100}, 90 \times \frac{90}{100}\right)$$

$$= 81$$

$$CF \text{ [獎學金]} = 85 + 75 - 85 \times \frac{75}{100}$$

$$= 96.2$$

$$CF \text{ [助教獎學金]} = \min\left(90 \times \frac{85}{100}, 81 \times \frac{85}{100}, 96.2 \times \frac{85}{100}\right)$$

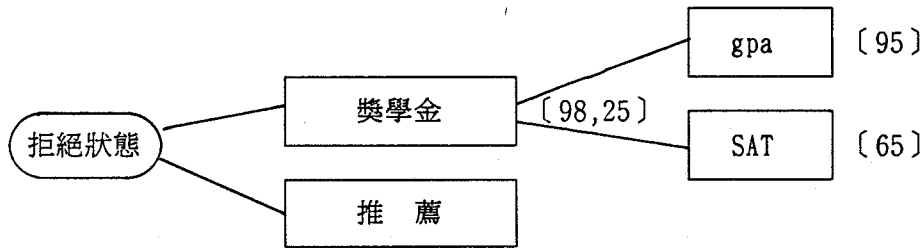
$$= 68.85$$

電腦列印結果：

```

Testing TEST1.kb:
(= yes CNF 0 )
! status
! ! Testing 10
! ! ! scholarship
! ! ! ! Testing 1
! ! ! ! ! gpa
! ! ! ! ! ! (= high CNF 95 )
! ! ! ! ! (= good CNF 85 )
! ! ! ! ! testing 2
! ! ! ! ! Testing 3
! ! ! ! ! Testing 4
! ! ! ! ! ! SAT
! ! ! ! ! ! ! (= high CNF 100 )
! ! ! ! ! ! (= good CNF 75 )
! ! ! ! ! Testing 5
! ! ! ! creativity
! ! ! ! ! testing 6
! ! ! ! ! ! masters_thesis_complete
! ! ! ! ! ! ! (= yes CNF 90 )
! ! ! ! ! ! (= good CNF 81 )
! ! ! ! ! ! testing 7
! ! ! ! ! ! ! special_project_complete
! ! ! ! ! ! ! ! (= no CNF 100 )
! ! ! ! ! ! Testing 8
! ! ! ! ! ! ! independent_study_complete
! ! ! ! ! ! ! ! (= yes CNF 60 )
! ! ! ! ! ! ! (= good CNF 45 )
! ! ! ! ! (= owned_research_fellowship CNF 75 )
! ! ! Testing 11
! ! ! ! references
! ! ! ! ! (= good CNF 90 )
! ! ! ! ! communication_skills
! ! ! ! ! ! Testing 9
! ! ! ! ! ! ! teaching_experience
! ! ! ! ! ! ! ! (= yes CNF 100 )
! ! ! ! ! ! ! ! good_evaluations
! ! ! ! ! ! ! ! ! (= yes CNF 90 )
! ! ! ! ! ! ! ! ! (= good CNF 81 )
! ! ! ! ! ! (= owned_teaching_assistantship CNF 68 )
! ! ! Testing 12
! ! ! testing 13
! ! ! Testing 14
! ! ! Testing 15

```



手算結果：

$$CF \{ \text{獎學金} \} = 95 + 65 - 95 \times \frac{65}{100}$$

$$= 98.25$$

$$CF \{ \text{拒絕} \} = CF \left(\min \left(70 \times \frac{98.3}{100}, 70 \times \frac{100}{100} \right), \min \left(70 \times \frac{100}{100}, 70 \times \frac{80}{100} \right) \right)$$

$$= CF \{ 68.81, 56 \}$$

$$= 68.8 + 56 - 68.8 \times \frac{56}{100}$$

$$= 86.3$$

電腦列印結果：

```

Testing TEST1.kbs
(= yes CNF 0 )
! status
! ! Testing 10
! ! ! scholarship
! ! ! ! Testing 1
! ! ! ! ! gpa
! ! ! ! ! (= low CNF 95 )
! ! ! ! Testing 2
! ! ! ! Testing 3
! ! ! ! (= poor CNF 90 )
! ! ! ! Testing 4
! ! ! ! ! SAT
! ! ! ! ! (= low CNF 65 )
! ! ! ! Testing 5
! ! ! ! (= poor CNF 42 )
! ! Testing 11
! ! ! reference
! ! Testing 12
! ! Testing 13
! ! Testing 14
! ! ! references
! ! ! ! (= weak CNF 100 )
! ! (= rejected CNF 84 )
! ! Testing 15
    
```


步驟 5：評論

1. 證明：是否建立了正確的系統？
2. 正確：對單一法則而言是否正確？
3. 相容性：對法則的相互作用做檢查
 - a. 刪除重複
 - b. 刪除衝突
 - c. 包含法則
 - d. 消去不必要的前題子句

例：R12: IF e1 & ~e2 THEN c1

R50: IF e1 & e2 THEN c1

=> IF e1 THEN c1

4. 完整性：檢查以下幾點

- a. 刪除未參考到的輸入值

例：輸入gpa值有高，中等，低三種

但法則中沒有IF gpa=中等 THEN……

- b. 刪除不合理的法則

例：輸入gpa值有高，中等，

低三種但法則中沒有IF gpa=超級好 THEN……

- c. 刪除不可能參考到的前題

前題的來源來自於使用者輸入或次目標但前題的來源不來自於使用者輸入或次目標

- d. 不可能得到的次目標

- e. 不可能得到的目標

5. 有效性：檢查是否建立一個正確的系統

步驟 6：技術轉移

1. 將專家系統和現有系統整合
2. 訓練使用者

步驟 7：維修

1. 正確的維修
2. 加强的維修

討 論

由以上的數據得知，數據愈接近100，則表示結果愈可能發生；反之則表示結果愈不可能發生，根據申請者的各種情況，輸入吾所發展的系統，就可找出最佳的結果，由上的例子，此人被拒絕的可能值比接受的可能值大，所以此人多半被拒絕了。

結 論

未來的專家系統可以說是各行各業的必需品，不僅能提供技術上的資訊並且能作經驗的累

積甚至傳授給需要的人。〔1〕

一個專家系統具有高的效能和高的可靠性，能提供高層次問題滿意的解答，對於某些不確定的問題或沒辦法用演算法單純的解決，可藉某個既定的推理方式給與某些程度的預估，提供決策者作決定的參考，它也提供了經驗的轉移。專家系統中的知識是清楚而且專門，就像真正的專家們一起完成一件艱巨的工作一樣，將大量的知識庫累積起來，都可供需要者廣泛的使用。

參考書籍

1. 專家系統應用與發展工具—CLIPS
—王偉產，諸逸之，范護釋 編著 全華科技圖書股份有限公司
2. PRINCIPLES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE & EXPERT SYSTEMS DEVELOPMENT
—David W. Rolston McGraw-Hill book company, 1988
3. EXPERT SYSTEMS DESIGN & USING VP—EXPERT
—Friederich & Gargano, John Wiley & Sons, 1989
4. RULED-BASED EXPERT SYSTEMS
The MYCIN Experiments of the Standford Heuristic
Rrogramming Project Bruce Buchanan & Edward Shortliffe Adduseon_Wesley Publis-
ing Company, 1985
5. 機率與統計應用
—原著者：P.L. MEYER 譯著者：詹世煌 P48
6. INTRODUCTION TO THE THEORY OF STATICS 3th edition
—AKEXANDER M. MOOD; FRANKLIN A. GRAYBILL; DUANE C. BOES p36
7. A FIRST COURSE IN PROBABILITY 2nd edition
—SHELDON Ross p68~p69
8. 人工智慧導論
—林明政 全華科技圖書股份有限公司 p46~p47