

整合 AHP 與 Fuzzy 方法於可調式多屬性之排名分析 -應用於患者選擇轉診醫院之研究

李金鳳
朝陽科技大學
資訊管理學系副教授
lcf@cyut.edu.tw

陳曉婷
朝陽科技大學
資訊管理學系學生
s9354616@cyut.edu.tw

摘要

本研究目的主要在探討醫師或是醫院門診病患的轉診醫院之選擇。藉由影響目前轉診制度中病患轉診意願的相關因素，並以中部區域醫院做為選擇轉診醫院之考量，本文提出一個整合 AHP 與 Fuzzy 方法於可調式多屬性之排名分析 (Fuzzy AHP Ranking Analysis)，應用於對轉診院所選擇之研究。結合客觀的模糊評估指標和主觀導向的模糊層級分析法，提供醫師或是病患轉介至適當醫療院所之決策參考方案。本文中我們以一個簡單的案例說明決策的運作流程，來示範其有效性與可行性。

關鍵詞：層級分析法、模糊集合理論、模糊層級分析法、醫院轉診

Abstract

The objective of this paper aims to study the selection of inter-hospital transfer. This study will help patient referral to obtain better medical service quality without abusing medical resources. Thought the relevant influential factors that determine where to refer patients, this paper combines fuzzy theory and Analytic Hierarchy Process (AHP) technique to deal with the adaptive ranking of multi-attribute decisions to the selection of inter-hospital transfer among hospitals located in the middle of Taiwan. We present the operation procedure of decision with a simple case in the paper, to demonstrate the validity and feasibility of methodology.

Keywords: AHP, Fuzzy Sets, Fuzzy AHP, inter-hospital transfer

1. 前言

為確保病患可以獲得最適當的醫療照護，並且讓醫院之間的專業得以分工，各司其

職，以發揮最有效的醫療資源，於是轉診制度運用而生。因此，轉診制度之成效在於適時地將病患轉介至合適之醫療院所就醫，而轉診病患亦同時具有轉診行為之決定權，使轉診病患能及早接受適當之醫療照顧，以獲取最佳的醫療服務。

目前的轉診相關規定和方式為保險對象到特約醫院或診所就醫，由於特約醫院或診所限於設備和專長，無法確定保險對象的病因，或無法提供完整的治療或所需要的檢查時，應該填具病歷摘要和轉診單，交給保險對象轉診。但病情危急時，應該先作適當的急救處置，才可轉診；如情況需要，應該通知接受轉診的醫院預先準備。

因此，本研究乃透過相關研究之結果找出對目前轉診制度的瞭解與滿意度及影響其轉診意願的相關因素，篩選出重要的評估準則(張嘉莉、陳楚杰、林恆慶, 2006)。此外，由於模糊理論具有降低問題模糊性以及解決問題主觀性的特性(Zadeh, 1965)，本研究結合模糊理論應用及層級分析法(AHP)來構建一個讓醫師及病患可共同決定是否轉介至適當醫療院所的決策支援系統，提供醫師或病患挑選出最合適的決策參考方案。

註：

- 1.轉診作業無論醫院對診所、診所對醫院或同層級之轉出、轉入，均屬轉診。
- 2.健保特約醫院或診所均可開轉診單，病患持轉診單可以到指定的任何層級醫院就醫，不必一層一層轉診。

2. 文獻探討

2.1 層級分析法(Analytic Hierarchy Process)

AHP 是由 Saaty 在 1971 年所發展出的多目標決策方法，主要是用於不確定(Uncertainty)情況及具有多個評估準則之決策問題。處理複雜問題時，我們的想法必須藉由創造一個具結構性並提供觀察值、測量值及候選結果的一個模型，這個模型裡需要包含嚴

格分析後的各種影響結果的相關因素。因此，有很多關於不確定因素方面的研究，這些研究使用機率的概念來做分析。而此方法將複雜決策問題建構成層級式的圖表後，決策者再依據各層級的評估準則進行兩兩成對比較建立比較矩陣，以求得各準則之間的相對權重，最後再計算各選擇方案的評比或權重以作為決策時的參考 (Saaty, 1990)。

此法的目的在將複雜的問題系統化，使的複雜的問題能夠容易評比，透過量化的方式加以評估，加上集體決策特性可以將個別學者意見，進行層次分明的層級系統整合分析，增加評估的有效性與可靠性，提供決策者適合的選擇方案，進而降低決策風險；層級分析法與一般決策方法不同，無絕對的數值，透過準則間彼此相對的權重，避免因為決策時分數評比差異影響決策的正確性。

2.2 模糊集合理論(Fuzzy Sets Theory)

Zadeh(1965)教授所提出模糊集合的概念，它是一種定量表達工具，用來表現某些無法明確定義的模糊性概念。假設 X 代表字集合(universal set)，是由元素 x 所組成，而 A 為一個模糊集合，則對於每個 X 中的元素 x ，其屬於 A 的程度為 $\mu_A(x)$ ，此 $\mu_A(x)$ 稱之為隸屬函數(membership function)，其值介於0和1之間，其數學表示式如下：

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1], \quad (1)$$

假設模糊集合被定義在實數軸上，且具有凸的及正規化的特性，則其可被稱為模糊數。模糊集合 A 可表示為

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle, x \in X \} \quad (2)$$

最常見的模糊數為三角模糊數，假設 $\tilde{A}=(a_1, b_1, c_1)$ 和 $\tilde{B}=(a_2, b_2, c_2)$ 為兩個正三角模糊數，則其數學運算表示如下(Kaufmann and Gupta, 1985)：

$$\begin{aligned} \tilde{A}(+) \tilde{B} &= (a_1, b_1, c_1)(+)(a_2, b_2, c_2) = (a_1+a_2, b_1+b_2, c_1+c_2), \quad (3) \\ \tilde{A}(-) \tilde{B} &= (a_1, b_1, c_1)(-)(a_2, b_2, c_2) = (a_1-c_2, b_1-b_2, c_1-a_2), \quad (4) \\ \tilde{A}(\times) \tilde{B} &= (a_1, b_1, c_1)(\times)(a_2, b_2, c_2) = (a_1a_2, b_1b_2, c_1c_2), \quad (5) \\ \tilde{A}(\div) \tilde{B} &= (a_1, b_1, c_1)(\div)(a_2, b_2, c_2) = (a_1/c_2, b_1/b_2, c_1/a_2), \quad (6) \end{aligned}$$

$$\tilde{A}(\div) \tilde{B} = (a_1/c_2, b_1/b_2, c_1/a_2), \quad (6)$$

Zadeh(1975)指出，要應用傳統的量化方

法對模糊情境作適當的陳述是相當複雜且難以定義的，所以語意變數是以自然語言中的語詞為值，讓使用者可以選擇各自覺得合適語意變數的來表達個人對感受。例如可以用詞組：「非常滿意、很滿意、普通、不滿、非常不滿」來表達評估者對於醫護服務品質好壞程度的感受，再將這些語意變數用模糊數來表達。

將經過模糊推論之後產生的模糊數，轉換為一明確數值以方便排序的過程，我們稱之為去模糊化(Defuzzification)。一般較常用的去模糊化的方法是重心法(Center of Gravity Method) (Chen & Hwang, 1992)，其數學式表示如公式(7)：

$$COG(A) = \frac{\sum_x \mu_A(x) \times x}{\sum_x \mu_A(x)}, \quad (7)$$

$COG(A)$ 即模糊集合 A 去模糊化後的值。Chen & Cheng (2005)文獻中提出一個利用模糊數的距離排序方法(metric distance method)，可以用來排序選擇方案之間的優先順序。假設有一梯型模糊函數為 $\tilde{A}=[a, b, c, d; 1]$ 且具有線性關係，則其所對應之隸屬函數 $f_{\tilde{A}}$ 可表示如公式(8)：

$$f_{\tilde{A}} = \begin{cases} f_{\tilde{A}}^L(x), & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ f_{\tilde{A}}^R(x), & c \leq x \leq d \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

計算此模糊數的 μ (mean)和 σ (standard deviation)為公式(9)：

$$\begin{cases} \sigma = \frac{2(d-a)+c-b}{4} \\ \mu = \frac{a+b+c+d}{4} \end{cases} \quad (9)$$

假設當 $b=c$ 時，則 $\tilde{A}$ 為三角模糊數可得到此模糊數的值為：

$$\begin{cases} \sigma = \frac{(d-a)}{2} \\ \mu = \frac{a+2b+d}{4} \end{cases} \quad (10)$$

3. 主要研究方法

本研究提出一個整合AHP與Fuzzy方法於可調式多屬性之排名分析 (Fuzzy AHP)

Ranking Analysis)的決策支援系統，幫助使用者能篩選出適合自己的方案、準則，以協助使用者解決問題。以下是進行決策方案評選的步驟說明如下：

(一) 建立層級結構

決策者針對候選方案，進行決策分析時需建立層級結構，並先行設定滿足條件之門檻及重要性，以計算各方案之模糊評估指標值。

(二) 建立模糊正倒值矩陣

決策者依據各層級的評估準則進行兩兩成對之相對重要性比較，以建立模糊正倒值矩陣，所建立模糊正倒值矩陣如下：

$$\tilde{\Delta} = [\tilde{\Delta}_{ij}] ,$$

其中 $\tilde{\Delta}$ ：模糊正倒值矩陣， $\tilde{\Delta}_{ij}$ ：第 i 個方案(準則)相對於第 j 個方案(準則)的重要性之比較值， $\tilde{\Delta}_{ij} = \tilde{\Delta}_{ji}^{-1}$ (等強)， $\forall i, j$ ，

$$\tilde{\Delta}_{ij} = \frac{1}{\tilde{\Delta}_{ji}} , \forall i, j = 1, 2, \dots, n .$$

這些模糊的語意變數可利用表1來陳述相對重要性的評估尺度。

表 1 相對重要性評估尺度

語意變數	正三角模糊數	正倒值模糊數
絕強	(9, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/9)
介於兩者之間	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
極強	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
介於兩者之間	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
頗強	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
介於兩者之間	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
稍強	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
介於兩者之間	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)
等強	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

(三) 計算模糊權重值

我們利用 α -cut 與 Lambda-Max 方法(汪仲祥, 2003)計算模糊正倒值矩陣所對應的模糊權重向量，並可進行一致性檢定。 α -cut 是將模糊集合轉為明確集合的方法(Chen & Hwang, 1992)。令三角模糊數 $\Delta = (a, b, c)$ ，當模糊隸屬度為 α 時， Δ 所包含的區間集合為 $\Delta^\alpha = [a + (b - a)\alpha, c - (c - b)\alpha]$ ，

其中， $0 \leq \alpha \leq 1$ ，如圖 1 所示。

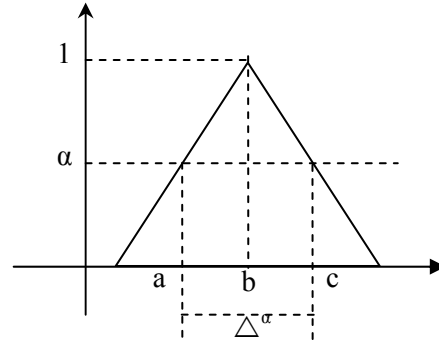


圖 1 正三角模糊數 Δ 的 α -cut

因此模糊正倒值矩陣所對應的模糊權重向量之計算步驟如下：

- 令 $\alpha=1$ ，利用 α -cut 可求得明確正倒值矩陣 $\Delta_b = [\Delta_{ib}]_{n \times n}$ 。利用傳統層級分析法計算權重的方式 (Saaty, 1980)，求取 Δ_b 對應的權重向量： $W_b = [w_{ib}]$ ， $i = 1, 2, \dots, n$ 。
- 令 $\alpha=0$ ，利用 α -cut 可分別求得下限正倒值矩陣與上限正倒值矩陣， $\Delta_a = [\Delta_{ia}]_{n \times n}$ 與 $\Delta_c = [\Delta_{ic}]_{n \times n}$ 。利用傳統層級分析法計算權重的方式，分別求取 Δ_a 和 Δ_c 對應的的權重向量： $W_a = [w_{ia}]$ 與 $W_c = [w_{ic}]$ ， $i = 1, 2, \dots, n$ 。
- 為了確保最後計算所得的權重值為模糊數，乃利用公式(12)求取調整係數：

$$Q_a = \min \left\{ \frac{w_{ib}}{w_{ia}} \mid 1 \leq i \leq n \right\} ,$$

$$Q_c = \max \left\{ \frac{w_{ib}}{w_{ic}} \mid 1 \leq i \leq n \right\} \quad (12)$$

之後，使用調整係數，修改權重的上下限值為

$$w_{ia}^* = Q_a w_{ia}$$

$$w_{ic}^* = Q_c w_{ic} \quad (13)$$

因此，我們可以得到：

$$W_a^* = [w_{ia}^*], i = 1, 2, \dots, n$$

$$W_c^* = [w_{ic}^*], i = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

- 結合 W_a^* 、 W_b 、與 W_c^* ，可得出模糊正倒

值矩陣 $\tilde{\Delta}$ 的正三角模糊數權重向量

$$\tilde{W} = \left[\tilde{w}_i \right], i = 1, 2, \dots, n, \text{ 其中}$$

$\tilde{w}_i = (w_{ia}^*, w_{ib}, w_{ic}^*)$ 即為第 i 個方案(或準則)

的模糊權重值。

(四) 去模糊化

利用 Chen(1992)所提出的去模糊化公式,求得模糊權重值 $\tilde{w}_i = (w_{ia}, w_{ib}, w_{ic})$ 的去模糊化值:

$$r_{\tilde{w}_i} = \frac{d(\tilde{w}_i, 0)}{d(\tilde{w}_i, 0) + d(\tilde{w}_i, 1)}, i = 1, 2, \dots, n, \quad (15)$$

$0 \leq r_{\tilde{w}_i} \leq 1$, 其中

$$d(\tilde{w}_i, 0) = \sqrt{\frac{1}{3}[(w_{ia} - 0)^2 + (w_{ib} - 0)^2 + (w_{ic} - 0)^2]}$$

$$d(\tilde{w}_i, 1) = \sqrt{\frac{1}{3}[(w_{ia} - 1)^2 + (w_{ib} - 1)^2 + (w_{ic} - 1)^2]}$$

$r_{\tilde{w}_i}$ 表方案 i 的排序值, 當 $r_{\tilde{w}_i}$ 愈大時, 表示方案 i 的排序愈優先。

(五) 層級間的串連, 並依整體權重值之大小進行決策方案之排行

當各層級的評估因素皆具一致性, 且已計算出每一因素的權重值後, 就可進行層級的串連。將最下面一層方案 i 的權重乘以上一層相關準則之權重, 逐一乘至第一層目標, 然後再加總, 所得之數值即是此一方案 i 之整體權重值。方案之整體權重值越高者, 其排名越前面。整體權重值最高者, 表示此推薦方案為第一順位, 其餘依此類推。

4. 應用於患者選擇轉診醫院之研究

假設有一個病患今天要轉介至較適合之醫療院所就醫, 並以中部區域級以上醫院做為選擇轉診時的考量時, 負責該病患之醫生及病患或病患家屬如何決定考慮較適合轉診的醫院, 以得到較佳的醫療照護呢? 本論文依據決策目標來挑選決策準則之條件項目, 並設定須滿足條件之門檻及重要性, 導入模糊理論, 先行計算各層級間相對權重值, 解模糊化之後再進行排序, 以計算各方案(在本例即為醫療院所)之模糊評估指標之優先順序, 作為挑選、過濾出最適合轉診醫院之流程圖如圖 2。

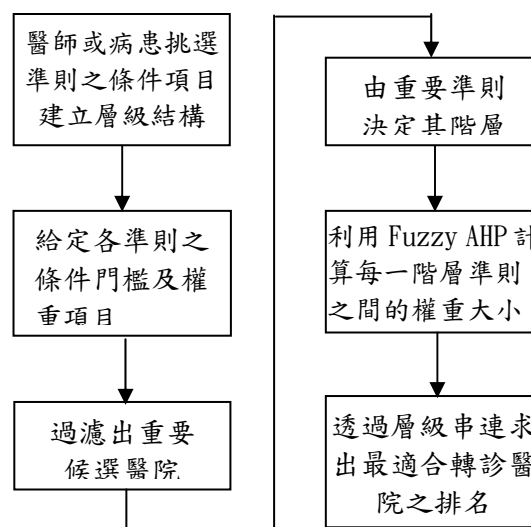


圖2 挑選、過濾出最適合轉診醫院之流程圖

步驟一：醫師或病患挑選決策準則之條件項目, 建立層級結構。

本研究乃依據張嘉莉、陳楚杰、林恆慶(2006)之相關研究結果, 找出對目前轉診制度的瞭解與滿意度及影響其轉診意願的相關因素, 篩選出「醫護服務因素」、「環境因素」、「政策因素」這三項作為病患轉診時必須考量的重要的評估準則。

步驟二：設定各準則之條件門檻及權重項目

依設定須滿足條件之門檻及重要性, 以計算各醫院之模糊評估指標。在本研究中, 決策者須設定條件項目至少要滿足的程度, 做為條件門檻; 針對「滿意程度」之語意變數, 可用的模糊值及其對應之三角模糊數如表 2 所示。另外, 決策者也必須給定每個條件項目準則的重要性, 來表示決策者在選擇方案時對該項目的重視程度。在「重視程度」之語意變數, 其可用的模糊值及其對應之三角模糊數如表 3 所示。

表 2 「滿意程度」之三角模糊數

滿意程度	三角模糊數
非常滿意	(0.8, 1.0, 1.0)
很滿意	(0.6, 0.8, 1.0)
滿意	(0.4, 0.6, 0.8)
不滿意	(0.2, 0.4, 0.6)
非常不滿意	(0.0, 0.2, 0.4)

表 3 「重視程度」之三角模糊數

重視程度	三角模糊數
非常重視	(0.8, 1.0, 1.0)
很重視	(0.6, 0.8, 1.0)
一般	(0.4, 0.6, 0.8)
不重視	(0.2, 0.4, 0.6)
非常不重視	(0.0, 0.2, 0.4)

接著，我們針對「醫護服務因素、環境因素、政策因素」等三個準則項目之初步評選的門檻條件設定為〔(很滿意,滿意,滿意)〕=〔(0.6, 0.8, 1), (0.4, 0.6, 0.8), (0.4, 0.6, 0.8)〕。而針對這三個準則項目的相對重視程度設定為〔(非常重視,重視,一般)〕=〔(0.8, 1, 1), (0.6, 0.8, 1.0), (0.4, 0.6, 0.8)〕。

步驟三：過濾出重要候選醫院

根據給定之準則的門檻條件及重視程度，我們提出一個計算各方案之模糊評估指標的方法。假設決策者共選擇 n 個條件項目作為準則之評選。令 S_i 為方案 i 的各個準則「滿意程度」之模糊數向量， T 為各準則須滿足之條件門檻的模糊數向量， W 為各準則之「重視程度」的模糊數向量，分別表示如下：

$$S_i = (s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{ij}, \dots, s_{in})$$

$$T = (t_1, t_2, \dots, t_j, \dots, t_n)$$

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n)$$

因此，方案 i 的模糊評估指標值之計算如公式(16)：

$$I_i(S_i, T, W)$$

$$= \sum_{j=1}^n I_{ij}(s_{ij}, t_j, w_j)$$

$$= \sum_{j=1}^n (s_{ij} - t_j) \times w_j \quad (16)$$

其中，(-)和($\times$)分別表示三角模糊數的減法和乘法運算，如公式(4)和(5)所示。當 s_{ij} 和 t_j 相減為正數時，代表該項目的滿意度超過門檻條件，值愈大，代表超過愈多，當乘上「重視程度」後會調整其正向差別。反之，若 s_{ij} 和 t_j 相減為負數時，代表該項目的滿意度低於門檻條件，負的值愈大，代表愈不滿意，當乘上「重視程度」後會相對的調整其負向差別。

為了簡化起見，醫生所給予的模糊評估值會與病患本人或病患家屬的評估值進行平均，以得到各方案的模糊評估值，如表 4 所示。

表 4. 醫生與病患的評分後的平均模糊數

醫院代號	醫護服務因素	環境因素	政策因素
A	(0.6, 0.8, 0.9)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.6, 0.8, 0.9)
B	(0.6, 0.8, 0.9)	(0.6, 0.8, 0.9)	(0.4, 0.6, 0.8)
C	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.3, 0.5, 0.7)
D	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.4, 0.6, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)
E	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.5, 0.7, 0.9)
F	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.1, 0.3, 0.5)
G	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.0, 0.2, 0.4)	(0.5, 0.7, 0.9)
H	(0.6, 0.8, 1)	(0.4, 0.6, 0.7)	(0.2, 0.4, 0.6)
I	(0.7, 0.9, 1)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.4, 0.6, 0.8)
J	(0.6, 0.8, 1)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.2, 0.4, 0.6)

我們以公式(16)計算各醫院的模糊評估值。並利用公式(10)計算距離排序模糊數結果如表 5 所示。

表 5. 各醫院綜合評分後的模糊數排序

醫院代號	知識評估指標值	距離排序方法		
		μ	σ	μ/σ
A	(-0.64, 0.12, 1.28)	0.22	0.96	0.229
B	(-0.64, 0.12, 1.18)	0.195	0.91	0.214
C	(-1.14, -0.56, 0.46)	-0.45	0.8	-0.563
D	(-1.2, -0.62, 0.36)	-0.52	0.78	-0.667
E	(-0.38, 0.46, 1.48)	0.505	0.93	0.543 ①
F	(-0.44, 0.38, 1.48)	0.45	0.96	0.469 ②
G	(-0.6, 0.16, 1.32)	0.26	0.96	0.271 ③
H	(-0.86, -0.2, 0.86)	-0.1	0.86	-0.116
I	(-0.76, -0.06, 0.92)	0.01	0.84	0.012
J	(-0.92, -0.28, 0.76)	-0.18	0.84	-0.214

以醫院 A 為例，其模糊評估指標值
 $S_A = [(0.6, 0.8, 0.9)(-)(0.6, 0.8, 1)](\times)(0.8, 1, 1)$
 $(+)[(0.1, 0.3, 0.5)(-)(0.4, 0.6, 0.8)](\times)(0.6, 0.8, 1)$
 $(+)[(0.6, 0.8, 0.9)(-)(0.4, 0.6, 0.8)](\times)(0.4, 0.6, 0.8)$
 $= (-0.64, 0.12, 1.28)$

而 S_A 的 $\mu = (-0.64 + 0.24 + 1.28) / 4 = 0.22$ ，
 $\sigma = (1.28 - (-0.64)) / 2 = 0.96$ ，

正規化之後的平均數為 $\mu/\sigma = 0.229$ 。

最後，過濾出最佳的候選醫院，由表 5 得知，E、F、G 三所醫院分別是綜合評分後的前三名。因此，我們將以這三所醫院當做主要醫院之候選方案，繼續進行下一步驟之模糊層級分析法的排名分析。

步驟四：由重要準則決定其階層

此步驟會根據問題目標建立層級架構。我們仍然以上述相同的準則為例，再準則之上加入「醫護服務因素」與「環境因素」兩個構面來進行選擇最適合「轉診醫院」之目標決策。結果如圖 3 所示。

步驟五：利用 Fuzzy AHP 計算每一階層準則之間的權重。

決策者利用知識地圖的資訊，配合本身的主觀經驗判斷，表達兩兩因素之間的相對重要性（衡量尺度如表 1 所示），以建立模糊正倒值矩陣，而求得各層級之權重值。

(1) 以「目標」對「構面」而言：

(a) 假如決策者認為「醫護服務因素」較「環境因素」之重要性稍強，經參考表 1 之相對重要性評估尺度後，則其對應之模糊正倒值矩陣如表 6 所示。

表 6. 目標-構面之模糊正倒值矩陣

轉診醫院	醫護服務因素	環境因素
醫護服務因素	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)
環境因素	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)

(b) 利用傳統層級分析法計算模糊正倒值矩陣所對應的模糊權重向量。令 $\alpha=1$ ，利用 α -cut 可求得 Δ_b 對應的權重向量 W_b 如下：

$$W_b = \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{matrix} 1 \times 3 = 3 \\ \frac{1}{3} \times 1 = \frac{1}{3} \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} \sqrt[2]{3} = 1.73 \\ \sqrt[2]{\frac{1}{3}} = 0.53 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} 1.73 / (1.73 + 0.53) = 0.75 \\ 0.53 / (1.73 + 0.53) = 0.25 \end{matrix}$$

所以， $W_b = [0.75, 0.25]$ 。

令 $\alpha=0$ ，利用 α -cut 分別求取 Δ_a 和 Δ_c 對應的權重向量 $W_a = [0.74, 0.26]$ 和 $W_c = [0.74, 0.26]$ 。

利用公式(12)求得調整係數：

$$Q_a = \min \left\{ \frac{w_{ib}}{w_{ia}} \right\} = \min \left\{ \frac{0.75}{0.74}, \frac{0.25}{0.26} \right\} = 0.962$$

$$Q_c = \max \left\{ \frac{w_{ib}}{w_{ic}} \right\} = \max \left\{ \frac{0.75}{0.74}, \frac{0.25}{0.26} \right\} = 1.014$$

再利用公式(13)來修改權重的上下限值

$$w_{ia}^* = Q_a w_{ia} = 0.962 \times 0.74 = 0.712$$

$$w_{ic}^* = Q_c w_{ic} = 0.962 \times 0.26 = 0.25$$

$$w_{ic}^* = Q_c w_{ic} = 1.014 \times 0.74 = 0.75$$

$$w_{ic}^* = Q_c w_{ic} = 1.014 \times 0.26 = 0.264$$

可得到「醫護服務因素」與「環境因素」之模糊權重各為 (0.712, 0.75, 0.75) 以及 (0.25, 0.25, 0.264)。

(c) 依據公式(15)解模糊化

$$r_{w_i} = \frac{d(\tilde{w}_i, 0)}{d(\tilde{w}_i, 0) + d(\tilde{w}_i, 1)} = \frac{0.738}{0.738 + 0.263} = 0.737$$

$$r_{w_i} = \frac{d(\tilde{w}_i, 0)}{d(\tilde{w}_i, 0) + d(\tilde{w}_i, 1)} = \frac{0.255}{0.255 + 0.745} = 0.255$$

可計算出「醫護服務因素」之權重值為 0.737，而「環境因素」之權重值為 0.255。

(2) 以構面-準則而言：

(a) 以「醫護服務因素」對「醫師的醫術」與「醫院的設備」為例，令其對應之模糊正倒值矩陣如表 7 所示。

表 7. 構面-準則之模糊正倒值矩陣

醫護服務因素	醫師的醫術	醫院的設備
醫師的醫術	(1, 1, 1)	(4, 5, 6)
醫院的設備	(1/6, 1/5, 1/4)	(1, 1, 1)

(b) 計算模糊正倒值矩陣所對應的模糊權重向量，「醫師的醫術」與「醫院的設備」之模糊權重分別為 (0.821, 0.833, 0.82) 以及 (0.169, 0.167, 0.17)。

(c) 解模糊化之後，可得「醫師的醫術」之權重值為 0.825，而「醫院的設備」之權重值為 0.169。

(3) 以準則-方案而言：

令「醫師的醫術」、「醫院的設備」、「看診交通便利性」對「醫院 E」、「醫院 F」、「醫院 G」，相對應之準則-方案模糊正倒值矩陣分別如表 8、表 9、和表 10。

表 8. 準則-方案之模糊正倒值矩陣

醫師的醫術	醫院 E	醫院 F	醫院 G
醫院 E	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(4, 5, 6)
醫院 F	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)	(4, 5, 6)
醫院 G	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/6, 1/5, 1/4)	(1, 1, 1)

表 9 準則-方案之之模糊正倒值矩陣

醫院的設備	醫院 E	醫院 F	醫院 G
醫院 E	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)
醫院 F	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)
醫院 G	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)

表 10 準則-方案之之模糊正倒值矩陣

看診交通便利性	醫院 E	醫院 F	醫院 G
醫院 E	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(1, 2, 3)
醫院 F	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)
醫院 G	(1/3, 1/2, 1)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)

依照前述的算法，可得到相對應的各層級因素的權重值，如圖 3 所示。

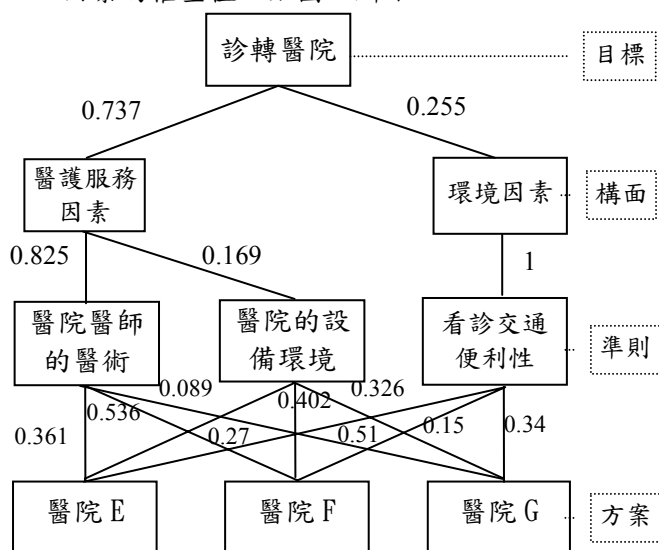


圖 3 各層級因素之權重值之層級架構圖

步驟六：將層級串連並求出最適合轉診醫院透過層級權重串連，可求出各候選方案整體權重值，可得到最適合的轉診醫院排名，計算方式如下：

$$E = (0.361 \times 0.825 \times 0.737) + (0.27 \times 0.169 \times 0.737) + (0.51 \times 1 \times 0.255) = 0.383$$

$$F = (0.536 \times 0.825 \times 0.737) + (0.402 \times 0.169 \times 0.737) + (0.15 \times 1 \times 0.255) = 0.414$$

$$G = (0.089 \times 0.825 \times 0.737) + (0.326 \times 0.169 \times 0.737) + (0.34 \times 1 \times 0.255) = 0.181$$

方案之整體權重值越高者，其排名會在越前面。因此，醫院 F 為第一名之候選醫院。經由上述計算後可知，經過步驟一至步驟三的模糊排序後之順序的醫院分別為 $E > F > G$ ；然而，利用步驟四至步驟六的模糊層級分析法進一步分析之後，醫院的排序順序會轉變為 $F >$

$E > G$ 。

5. 結論

為落實轉診制度，實施整合性健康服務系統，可以有效率的應用各種資源，提高民眾就醫品質及滿意度，增加病患的生活品質，促進民眾的健康，減少不必要的醫療。另外，還可以提高民眾就醫可近性和醫療利用率，減少鄉外就醫比率，杜絕醫療浪費與不當醫療所造成的健保負擔，提升醫療照護效率，合理控制醫療費用。落實轉診制度是整合性醫療照護的前提。轉診之好處可以：

- (1) 充分運用醫療資源，大病看大醫院，小病看小醫院，以減少資源浪費。
- (2) 方便病患就醫，提升醫療品質。

本研究目前只有雛型系統，未來將以更完整的實作與評估、更友善的介面，滿足轉診的決策問題的需要。在開發技術上，將採用 WebBase 之使用者介面，並考量到醫院內，不論是診間、門診單位、急診單位或是轉診中心，都是使用獨立的工作平台（個人電腦），因此開發 WebBase 的使用者介面，可以免除使用者自行安裝轉診應用系統的麻煩，只需要利用瀏覽器，就能夠操作使用轉診的功能。

另外，亦可結合更多的醫療應用系統：例如，針對特定疾病像是肝炎或者糖尿病患者提供選擇適當醫療機構，以提高更佳之醫護品質。可望此類型的功能上，扮演重要的角色。

參考文獻

- [1] 王香蘋，(2002)，「影響我國分級轉診制度發展因素的探討」，弘光學報，第四十卷，頁 45-51。
- [2] 汪仲祥 (2003)，「模糊層級分析法應用於 IC 產業政策選取之研究」，碩士論文，2003，國立中山大學公共事務管理研究所。
- [3] 張嘉莉、陳楚杰、林恆慶，(2006)，「探討醫院門診病人之轉診意願及其相關因素」，台灣家庭醫學雜誌，16 卷 3 期，155-166。
- [4] 孫培然，(2001)，「轉診醫療資訊管理系統之研究-以 HL7 及 XML 為基礎」，2001，雲林科技大學資訊管理研究所碩士論文。
- [5] 劉建財，「整合電子病歷與轉診系統之研究」，台北醫學院計劃編號：DOH89-TD-1092，行政院衛生署八十八年

下半年及八十九年度科技研究發展計劃。

- [6]Chen, L. S. & Cheng, C. H. (2005),
“Selecting IS personnel use fuzzy GDSS
based on metric distance method”, *European
Journal of Operational Research*, 160,
803-820
- [7]Chen, S. J. & Hwang, C. L. (1992), ” Fuzzy
multiple attribute decision making method
and application: A state-of-the-art survey”,
New York: Spring-Verlag.
- [8]Cengiz Kahramana,Ufuk Cebeci, Da Ruan,
(2004) , ”Multi-attribute comparison of
catering service companies using fuzzy AHP:
The case of Turkey”, *International Journal of
Production Economics*, 87 , pp.171–184
- [9]Kaufmann, A. and Gupta, M. M., (1985),
“Introduction to fuzzy arithmetic : Theory
and application”, *Van Nostrand Reinhold*,
New York.
- [10] Saaty, T. L. (1980),”The Analytic
Hierarchy Process”, *New York: McGraw-Hill*,
Inc.
- [11] Saaty, Thomas L., ”How to make a
decision: The Analytic Hierarchy Process” ,
European Journal of Operation Research,
Vol. 48, No. 1, 1990, pp.9-26.
- [12] Zadeh, L. A., (1965), ”Fuzzy sets,
Information Control”, Vol.8, pp.338-353.
- [13] Zadeh, L. A., (1975), “The concept of a
linguistic variable and its application to
approximate reasoning”, *Information
Sciences*, Vol.8, pp.199-249, pp.301-357.