

模糊偏好順序評價法選購筆記型電腦

*李淑媚(SHU-MEI LEE)

中國科技大學室內設計研究所

摘要

本文採用模糊偏好順序評價法(Fuzzy TOPSIS)選購筆記型電腦。模糊德菲法(FDM)可快速確認選購筆電之螢幕尺寸、電池續航力、記憶體及價格合理性等四項準則。以模糊偏好順序評價法，利用各筆電之接近係數來進行擇優排序，可提供室內裝修業者選購筆電之參考。

關鍵詞：模糊德菲法，模糊偏好順序評價法

FUZZY TOPSIS TO BUY A LAPTOP

Abstract

This study aims to evaluate the fuzzy technique for order preference by similarity to ideal solution (Fuzzy TOPSIS) to buy a laptop. Using the Fuzzy Delphi method (FDM), criteria of laptop of screen size, battery life, memory, price were quickly confirmed. The rankings of laptops could be determined with the closeness coefficient by the Fuzzy TOPSIS. The results of this study may be referenced by the interior decoration industry to buy laptop.

Keywords : Fuzzy Delphi Method (FDM); Fuzzy technique for order preference by similarity to ideal solution (Fuzzy TOPSIS).

一、前言

值此消費者導向時代，各服務業常需藉助於個人桌上型電腦、筆記型電腦、平板電腦及智慧型手機等高科技產品，以便快速回應客戶之需求。對於室內裝修業者而言，常需向客戶簡報、雙向溝通並經多次修改後才能定案執行，故而對於室內裝修業者而言，可攜帶的筆記型電腦(以下簡稱筆電)較能滿足其業務需要。

室內裝修業者選購筆電，可先初步擬定一些選購筆電準則，再將這些準則對各室內裝修業者(以下簡稱受訪者)進行模糊德菲法(fuzzy delphi method, FDM) [1,2]問卷調查，此模糊德菲法必要時須重覆進行，並將未取得共識的準則刪除，而只保留已取得共識的準則。求得各準則之模糊權重後，最後再由參與評分之受

訪者根據已求得權重的各項準則，對不同筆電分別進行逐項評分，再以模糊偏好順序評價法(Fuzzy TOPSIS) 對三台筆電進行擇優排序。

二、研究方法

2.1 模糊德菲法(FDM)

Zadeh[3]將0和1兩個值之特徵函數，擴展成0到1之連續函數，此函數稱為隸屬函數如圖1所示，設 $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ 為三角模糊數，則三角模糊數 \tilde{a} 之隸屬函數 $\mu_{\tilde{a}}(x)$ 可定義如下：

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & \text{if } a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & \text{if } a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & , \text{ otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

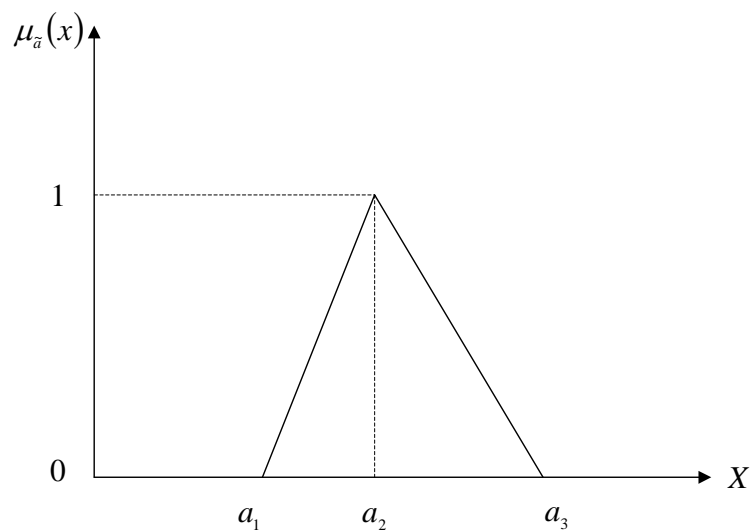


圖 1 三角模糊數

本研究第一階段針對室內裝修業者包括設計師、學生及教師等89位受訪者，針對與選購筆電有關之螢幕尺寸、電池續航力、記憶體及價格合理性等四項準則進行模糊德菲法(FDM)問卷調查，第一階段調查時先向受訪者表明，若某一準則重要性評分低於7，則該準則將予以刪除。本研究模糊德菲法(FDM)中三角模糊數之定義如表1所示。

表 1 FDM中三角模糊數之定義

準則之重要性	三角模糊數
絕對低	$\tilde{1} = (1, 1, 2)$
極低	$\tilde{2} = (1, 2, 3)$
很低	$\tilde{3} = (2, 3, 4)$
低	$\tilde{4} = (3, 4, 5)$
普通低	$\tilde{5} = (4, 5, 6)$
普通高	$\tilde{6} = (5, 6, 7)$
高	$\tilde{7} = (6, 7, 8)$
很高	$\tilde{8} = (7, 8, 9)$
極高	$\tilde{9} = (8, 9, 10)$
絕對高	$\tilde{10} = (9, 10, 10)$

根據Hsu等人[1]及Liu[2]之研究，FDM分析步驟如下：

A. 根據表1之定義，將各受訪者對各準則重要性之評估數字轉換成三角模糊數：

$$\tilde{w}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

其中， \tilde{w}_{ij} 為第 i 個受訪者對第 j 個準則之重要性評估值。而FDM中整合各受訪者所得之第 j 個準則重要性之三角模糊數 \tilde{D}_j 則可計算如下：

$$\tilde{D}_j = (l_j, m_j, u_j), \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

$$l_j = \min_i \{l_{ij}\}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

$$m_j = \left(\prod_{i=1}^n m_{ij} \right)^{\left(\frac{1}{n}\right)}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$$u_j = \max_i \{u_{ij}\}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

其中， n 為總受訪人數， m 為總準則數。

B. 採用重心法進行解模糊，將各準則重要性之三角模糊數轉換成明確值：

$$S_j = \frac{l_j + m_j + u_j}{3} \quad (7)$$

其中， S_j 為第 j 個準則重要性之明確值。

本文各準則之篩選門檻取為7，亦即若 $S_j \geq 7$ ，則第 j 個準則可做為選購筆電之準則。反之，若 $S_j < 7$ ，則代表第 j 個準則應刪除。表2中，89位受訪者之模糊德菲法計算結果顯示，本研究選購筆電四個準則之 S_j 皆大於7，故而 w_1 螢幕尺寸、 w_2 電池續航力、 w_3 記憶體及 w_4 價格合理性等四個準則皆已取得89位受訪者之共識。

表 2 86位受訪者之模糊德菲法計算結果

準則	l_j	m_j	u_j	S_j
w_1 螢幕尺寸	4	7.40	10	7.13
w_2 電池續航力	5	8.17	10	7.72
w_3 記憶體	5	8.56	10	7.85
w_4 價格合理性	5	8.03	10	7.68

2.2 模糊偏好順序評價法(Fuzzy TOPSIS)

針對第1階段中配合意願較高之30名受訪者，進行第二階段之問卷調查，請30名受訪者按選購筆電各準則重要性之高低，自由地填寫重要性評分(1到10之整數)於表3中。

表 3 選購筆電各準則之重要性調查

準則		重要性評分
w_1	螢幕尺寸	
w_2	電池續航力	
w_3	記憶體	
w_4	價格合理性	

考慮到受訪者對於各準則重要性評分之不確定性與模糊性，根據表1之定義，將表3所得之重要性評分轉換為三角模糊數，再以式(2)-(6)整合30位受訪者之結果，模糊權重 \tilde{w}_j 取為

$$\tilde{w}_j = (l_j, m_j, u_j), j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

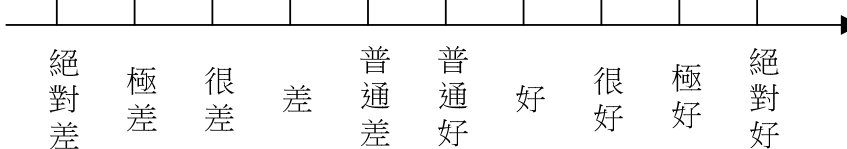
第二階段之問卷調查，也請30名受訪者對本研究表4所列3台筆電進行評分(表5)。

表 4 筆電之規格

規格 筆電	螢幕尺寸	電池續航力	記憶體	價格(元)
1	15.6 吋	5 小時	8G	23900
2	15.6 吋	8.7 小時	4G	21600
3	13.3 吋	9 小時	4G	29900

表 5 本文 3 台筆電之評分問卷調查表

筆電	準則			
	w_1	w_2	w_3	w_4
1				
2				
3				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									

本文評分之語意變數及其三角模糊數定義如表6所示，第 k 個受訪者，根據第 j 個準則，對第 i 台筆電評分之模糊評量為

$$\tilde{x}_{ij}^k = (a_{ij}^k, b_{ij}^k, c_{ij}^k) \tag{9}$$

全部受訪者($n = 30$)之整合模糊評量為

$$\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) \tag{10}$$

其中，

$$a_{ij} = \min_k \{a_{ij}^k\} \tag{11}$$

$$b_{ij} = \left(\prod_{k=1}^n b_{ij}^k \right)^{\left(\frac{1}{n} \right)} \tag{12}$$

$$c_{ij} = \max_k \{c_{ij}^k\} \quad (13)$$

整合模糊評量矩陣 \tilde{X} 為

$$\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{3 \times 4} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \tilde{x}_{13} & \tilde{x}_{14} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \tilde{x}_{23} & \tilde{x}_{24} \\ \tilde{x}_{31} & \tilde{x}_{32} & \tilde{x}_{33} & \tilde{x}_{34} \end{bmatrix} \quad (14)$$

正規化模糊評量矩陣 \tilde{R} 為

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{3 \times 4} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11} & \tilde{r}_{12} & \tilde{r}_{13} & \tilde{r}_{14} \\ \tilde{r}_{21} & \tilde{r}_{22} & \tilde{r}_{23} & \tilde{r}_{24} \\ \tilde{r}_{31} & \tilde{r}_{32} & \tilde{r}_{33} & \tilde{r}_{34} \end{bmatrix} \quad (15)$$

其中，

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right) \text{ for } j \in B \quad (16)$$

$$c_j^+ = \max_i \{c_{ij}\} \quad (17)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \text{ for } j \in C \quad (18)$$

$$a_j^- = \min_i \{a_{ij}\} \quad (19)$$

其中， B 及 C 分別為效益準則及成本準則所成之集合。

加權模糊評量矩陣 \tilde{V} 為

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{3 \times 4} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11}\tilde{w}_1 & \tilde{r}_{12}\tilde{w}_2 & \tilde{r}_{13}\tilde{w}_3 & \tilde{r}_{14}\tilde{w}_4 \\ \tilde{r}_{21}\tilde{w}_1 & \tilde{r}_{22}\tilde{w}_2 & \tilde{r}_{23}\tilde{w}_3 & \tilde{r}_{24}\tilde{w}_4 \\ \tilde{r}_{31}\tilde{w}_1 & \tilde{r}_{32}\tilde{w}_2 & \tilde{r}_{33}\tilde{w}_3 & \tilde{r}_{34}\tilde{w}_4 \end{bmatrix} \quad (20)$$

其中，

$$\tilde{v}_{ij} = (v_{ij1}, v_{ij2}, v_{ij3}) \quad (21)$$

模糊理想解 A^+ 可定義如下

$$A^+ = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \tilde{v}_3^+, \tilde{v}_4^+) \quad (22)$$

其中，

$$\tilde{v}_j^+ = \left(\max_i \{v_{ij3}\}, \max_i \{v_{ij3}\}, \max_i \{v_{ij3}\} \right) \quad (23)$$

模糊負理想解 A^- 可定義如下

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \tilde{v}_3^-, \tilde{v}_4^-) \quad (24)$$

其中，

$$\tilde{v}_j^- = \left(\min_i \{v_{ij1}\}, \min_i \{v_{ij1}\}, \min_i \{v_{ij1}\} \right) \quad (25)$$

2000年Chen[4]採用頂點法(Vertex method)來計算兩三角模糊數之距離，設 $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ 及 $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ 為兩任意三角模糊數，則其距離 $d(\tilde{m}, \tilde{n})$ 可根據下式計算：

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (26)$$

第 i 台筆電與模糊理想解之距離 d_i^+ 為

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^4 d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+), i=1,2,3 \quad (27)$$

第 i 台筆電與模糊負理想解之距離 d_i^- 為

$$d_i^- = \sum_{j=1}^4 d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i=1,2,3 \quad (28)$$

第 i 台筆電之接近係數 CC_i 為

$$CC_i = \frac{d_i^-}{(d_i^- + d_i^+)} \quad (29)$$

表 6 評分之語意變數及其三角模糊數

語意變數	明確值	三角模糊數
絕對差	1	$\tilde{1} = (1, 1, 2)$
極差	2	$\tilde{2} = (1, 2, 3)$
很差	3	$\tilde{3} = (2, 3, 4)$
差	4	$\tilde{4} = (3, 4, 5)$
普通差	5	$\tilde{5} = (4, 5, 6)$
普通好	6	$\tilde{6} = (5, 6, 7)$
好	7	$\tilde{7} = (6, 7, 8)$
很好	8	$\tilde{8} = (7, 8, 9)$
極好	9	$\tilde{9} = (8, 9, 10)$
絕對好	10	$\tilde{10} = (9, 10, 10)$

三、結果與討論

表七為整合30名受訪者對選購筆電四項準則所得之模糊權重，由表7可見，四項準則若按重要性排序，則依次為記憶體、電池續航力、價格合理性及螢幕尺寸。30名受訪者對本文3台筆電所得之整合模糊評量，如表8所示。正規化模糊評量如表九所示。將表7之模糊權重乘以表9之正規化模糊評量即得加權模糊評量(表10)。根據式(22)與(23)求得模糊理想解，根據式(24)與(25)求得模糊負理想解，各台筆電與模糊理想解之距離可根據式(27)算得，而各台筆電與模糊負理想解之距離則可根據式(28)算得(表11)。根據式(29)計算各台筆電之接近係數，表11中，筆電1經模糊偏好順序評價法算得之接近係數最高，排名第1，筆電2之接近係數次高，排名第2，筆電3之接近係數最低，排名第3。

表 7 模糊權重

準則 重要性	螢幕尺寸	電池續航力	記憶體	價格合理性
模糊權重	(1,3.385,7)	(4,7.625,10)	(6,8.851,10)	(3,7.387,10)

表 8 整合模糊評量

準則 替代方案	螢幕尺寸	電池續航力	記憶體	價格合理性
筆電 1	(3,7.812,10)	(2,6.187,10)	(5,8.433,10)	(4,7.345,10)
筆電 2	(3,7.778,10)	(4,7.512,10)	(2,6.324,10)	(3,7.944,10)
筆電 3	(1,6.280,10)	(5,8.485,10)	(2,6.337,10)	(1,6.333,10)

表 9 正規化模糊評量

準則 替代方案	螢幕尺寸	電池續航力	記憶體	價格合理性
筆電 1	(0.3,0.781,1)	(0.2,0.619,1)	(0.5,0.843,1)	(0.4,0.735,1)
筆電 2	(0.3,0.778,1)	(0.4,0.751,1)	(0.2,0.632,1)	(0.3,0.794,1)
筆電 3	(0.1,0.628,1)	(0.5,0.849,1)	(0.2,0.634,1)	(0.1,0.633,1)

表 10 加權模糊評量

準則 替代方案	螢幕尺寸	電池續航力	記憶體	價格合理性
筆電 1	(0.3,2.644,7)	(0.8,4.718,10)	(3,7.464,10)	(1.2,5.426,10)
筆電 2	(0.3,2.633,7)	(1.6,5.728,10)	(1.2,5.597,10)	(0.9,5.868,10)
筆電 3	(0.1,2.126,7)	(2,6.470,10)	(1.2,5.608,10)	(0.3,4.678,10)
模糊理想解	(7,7,7)	(10,10,10)	(10,10,10)	(10,10,10)
模糊負理想解	(0.1,0.1,0.1)	(0.8,0.8,0.8)	(1.2,1.2,1.2)	(0.3,0.3,0.3)

表 11 排名

	d_i^+	d_i^-	CC_i	名次
筆電 1	20.763	22.698	0.522	1
筆電 2	21.510	22.435	0.511	2
筆電 3	21.992	22.256	0.503	3

由表4可見，筆電3之價格29900元明顯高於其他兩台筆電，雖然其電池持續航力可達9小時，但其螢幕尺寸最小，故筆電3排名最後(表11)應無疑義。表4中，螢幕尺寸同為15.6吋之筆電1與筆電2，其電池續航力、記憶體及價格皆不相同，而由表11算得筆電1之接近係數為0.577略高於筆電2之接近係數0.511，裝修業者自可考量其記憶體或預算之需求，選購筆電1(記憶體8G)或筆電2(價格最便宜)。

四、結論

本研究選定三台筆電為研究對象，第一階段之問卷調查及分析工作係針對89位受訪者先採用模糊德菲法(FDM)確認選購筆電之準則。第二階段之問卷調查，係調查30位受訪者對各準則之重要性評分及各台筆電之優劣評分，再以模糊偏好順序評價法(Fuzzy TOPSIS)對三台筆電進行擇優排序。研究結果顯示，FDM確實可快速確認選購筆電之準則。以模糊偏好順序評價法，利用各筆電之接近係數

來進行擇優排序，確可提供室內裝修業者選購筆電之參考，例如本文之案例中，裝修業者就可衡量其記憶體或預算之需求，選購筆電1或筆電2。

參考文獻

1. Y. L. Hsu, C. H. Lee & V. B. Kreng, “The application of fuzzy Delphi method and fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection,” *Expert System with Application*, vol. 37, pp. 419-425, 2010.
2. W. K. Liu, “Application of the fuzzy Delphi method and the fuzzy analytic hierarchy process for the managerial competence of multinational corporation executives,” *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and, e-Learning*, vol. 3, no. 4, pp. 313-317, 2013.
3. L. A. Zadeh, “Fuzzy sets,” *Fuzzy Sets and Systems, Information and Control*, vol. 8, pp. 338-353, 1965.
4. C. T. Chen, “Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment,” *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 114, pp. 1-9, 2000.