一、灰關聯分析法

進行灰關聯分析法時，是以局部性分析求算各個案之評估結果。溫坤禮 (1999) 提出一修飾後更廣義之定量化的灰關聯度：

$$\Gamma_{0i} = \Gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \Delta_{\max}}{\Delta + \Delta_{\max}} \tag{2.36}$$

其中 $i = 1, \cdots, m;\ k = 1, \cdots, n$。

x_0 為參考數列，x_i 為一特定之比較數列。

$$\Delta' = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}(\Delta_{oi})$$

$$\Delta_{0i} = |x_0(k) - x_i(k)|$$

$$\Delta_{\min} = \min_{\forall j \in i} \times \min_{\forall k} \times \Delta_{0i}(k)$$

$$\Delta_{\max} = \max_{\forall j \in i} \times \max_{\forall k} \times \Delta_{0i}(k)$$

溫坤禮 (1999) 所提出之定量化的灰關聯度，由於其定義 (2.36) 式中 $\Delta' = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}(\Delta_{oi})$，故將只能針對屬性等權重時進行分析，對於屬性不等權重時，則 (2.36) 式將不適用，為使其也能適用於屬性不等權重之情境，將 (2.36) 式修飾如下：

$$\Gamma_{0i} = \Gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \Delta_{\max}}{\Delta' + \Delta_{\max}} \tag{2.37}$$

其中 $i = 1, \cdots, m;\ k = 1, \cdots, n$。

x_0 為參考數列，x_i 為一特定之比較數列。

$\Delta' = \sum_{k=1}^{n} w_k(\Delta_{0i}),\ \sum_{k=1}^{n} w_k = 1$，$w_k$ 之 k 表第 k 個屬性之權重值。

$$\Delta_{0i} = |x_0(k) - x_i(k)|$$

$$\Delta_{\min} = \min_{\forall j \in i} \times \min_{\forall k} \times \Delta_{0i}(k)$$

$$\Delta_{\max} = \max_{\forall j \in i} \times \max_{\forall k} \times \Delta_{0i}(k)$$

(2.37)式即為本研究根據溫坤禮(1999)所提出之定量化的灰關聯度修飾而得之的灰關聯度計算式。

進行灰關聯分析法時，是以局部性分析求算各個案之評估結果，其評估值正規化的求算步驟為Wu和Chen (1999)所提出，如(2.2)式至(2.4)式所述，各方案的灰關聯度，則根據溫坤禮(1999)所提出之定量化的灰關聯度修飾而得(2.37)式進行求算，並依各方案之灰關聯度求得最後之評估結果。

二、TOPSIS法

利用Yoon和Hwang (1995)所提出之TOPSIS法進行步驟求算各個案之評估結果，其進行步驟如下：(1)計算正規化評估值，如(2.12)式，(2)計算加權後正規化評估值，如(2.13)式，(3)決定理想解與負理想解，如(2.14)式及(2.15)式，(4)計算各替選方案的理想解與負理想解的歐氏距離，如(2.16)式及(2.17)式，(5)計算各替選方案對理想解的相對近似度，如(2.18)式，(6)按照各替選方案之相對近似度大小排定方案之優劣順序。

三、簡單加權法

簡單加權法求算步驟，是依照曾國雄、王丘明(1993)所提之進行步驟求算各個案之評估結果，其進行步驟如下：(1)計算正規化評估值，如(2.19)式及(2.20)式，(2)計算各替選方案之得點分數，並按照其值之大小進行方案之優劣排序，如(2.21)式。

四、層級加權法

層級加權法求算步驟，是依照Hwang和Yoon (1981)所提之進行步驟求算各個案之評估結果，其進行之計算步驟如下所述：(1) 假設決策者指派屬性的權重為 $W = (W_1, W_2, W_3, \cdots, W_n)$。

(2) X_{ij} 為 i 方案 j 屬性之評估值，當屬性為效益時，其尺度為

$$K_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} X_{ij}} \qquad j = 1, 2, \cdots, n \tag{2.38}$$

當屬性為成本或費用時，其尺度為

$$K_{ij} = \frac{\frac{1}{X_{ij}}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{X_{ij}}} \qquad j = 1, 2, \cdots, n \tag{2.39}$$

(3) 計算各替選方案之得點分數

$$A_i = \sum_{j=1}^{n} W_j K_{ij} \tag{2.40}$$

(4) 依各替選方案之得點分數高低，排序各方案之優劣。

五、ELECTRE 法

ELECTRE 法求算步驟，主要是依照 Yoon 和 Hwang (1995) 所提出之進行步驟，其進行之計算公式如 (2.24) 式至 (2.31) 式所述。然而，依照 Yoon 和 Hwang (1995) 對 ELECTRE 法所提出之進行步驟，雖使決策者可依此求出各方案間之優勢關係，但卻無一可直接計算出各方案排序之算式，故本文依 van Delft 和 Nijkamp 對 ELECTRE 法發展出淨滿意指標和淨不滿意指標之意涵，另補充一可求得各方案最後優劣排序之排序指標 R_p (rank index)，其計算方式如下：

$$R_p = \frac{C_p + [(-1) \times D_p]}{2} \tag{2.41}$$

ELECTRE 法求算步驟，為 Yoon 和 Hwang (1995) 所提出之進行步驟，其進行之計算公式如下：(1) 計算正規化評估值，如 (2.24) 式，(2) 計算加權後正規化評估值，如 (2.25) 式，(3) 滿意和

不滿意集合，如 (2.26) 式及 (2.27) 式， (4) 滿意和不滿意指標，如 (2.28) 式及 (2.29) 式， (5) 淨滿意指標和淨不滿意指標，如 (2.30) 式及 (2.31) 式，而在最後進行方案優劣排序時，則應用 (2.41) 式進行排序，以得到最後之評估結果。

2.3.2 屬性權重的求算方式

在每一個案分析中，分別採用主觀權重與客觀權重評估屬性權重值，以分析比較不同的權重決定方式對同一方法評估結果之影響。

在個案中，可能每個個案決策者求取屬性主觀權重的方式會有所不同，但其都摻有人為的主觀因素，故直接引用各個案決策者所決定的主觀權重為個案分析進行之屬性主觀權重值，不細究其各個案所求算之屬性主觀權重方式是否一致。

各個案之屬性客觀權重，以 Hwang 和 Yoon (1981) 所提之熵權重法求算屬性之客觀權重，其求算步驟如下： (1) 計算各評估值的發生機率 P_{ij}，如 (2.32) 式， (2) 計算各屬性之熵值 E_j，如 (2.33) 式， (3) 計算各屬性的分散程度 d_j，如 (2.34) 式， (4) 計算各屬性的相對權重值，如 (2.35) 式。以各個案中各方案在各評估屬性下之評估值，求算其個案之屬性熵權重值是為該個案之客觀熵權重值。

2.4 案例研討

本節選取五個個案說明五種方法之分析比較與應用，各個案之資料來源，如表 2.1 所示。其管理個案分析資料的取得，來自於相關研究的次級資料，以進行各管理決策個案之分析評估。

表 2.1 應用個案及其資料來源

個案別	作者(年代)	引用之研究	替選方案個數	評估屬性個數
國產1600cc汽車銷售量評估	劉穆昌等(1997)	應用灰關聯分析於國產1600cc汽車銷售量之評估	8	9
飲用水品質評估	游美利等(1997)	應用修正後之灰關聯生成於飲用水品質評估之研究	4	8
選擇最適物流業者	李宗儒等(1999)	選擇最適物流業者以提高企業經營管理績效之決策模式	5	10
旅遊風險評估	王國欽(1995)	旅遊風險評估模式建立之研究——模糊多準則決策方法之應用	6	16
國內各航空公司服務品質評估	徐村和、蔡佳靜(1997)	灰色理論應用於服務品質評估之研究	6	11

2.4.1 國產1600cc汽車銷售量評估

本個案為劉穆昌等(1997)以國內銷售的1600cc汽車為評估對象，並利用各項汽車配備及性能為評估屬性，嘗試作為預測汽車銷售量排名之應用個案，此八家評估對象之各項汽車配備及性能相關資料如表2.2。其各評估屬性和主觀權重，以及利用各廠牌汽車在各屬性下之評估值，所計算得到之各屬性客觀熵權重值，其整理如表2.3所示。劉穆昌等(1997)進行此研究時以各評估屬性等權重的情形下進行灰關聯分析評估，故各評估屬性主觀權重值都為 $1/9 = 0.1111$，而在此個案中，由於各評估屬性之主觀權重值都相等，以致於各屬性之客觀熵權重值是完全相同的。在客觀熵權重中有最大權重值之屬性都為汽車是否有配備ABS。

表 2.2 國產 1600cc 汽車銷售量評估

屬性 / 廠牌	排氣量 (cc)	馬力	最大扭力	壓縮比	ABS	氣囊個數	CD 音響個數	喇叭個數	建議售價 (萬元)
國產	1.598	1.724	4.058	9.8	0	0	0	4	54.40
中華	1.597	1.917	2.860	10	2	0	1	4	54.25
本田	1.590	1.894	2.673	9.6	0	0	0	4	52.35
太子	1.590	1.857	3.375	9.5	0	0	0	4	55.15
豐田	1.597	1.724	4.059	9.8	1	1	0	4	56.20
日產	1.597	1.700	3.475	9.9	1	1	1	6	53.35
馬自達	1.598	1.917	4.143	9.0	0	0	0	4	53.30
福特	1.598	1.917	4.143	9.0	0	0	0	4	50.45

表 2.3 國產 1600cc 汽車銷售量評估之各屬性及權重值

權重值 / 屬性	主觀權重值	熵權重值
排氣量 (cc)	0.1111	0.0001
馬力	0.1111	0.0003
最大扭力	0.1111	0.0032
壓縮比	0.1111	0.0002
ABS	0.1111	0.2709
氣囊個數	0.1111	0.3612
CD 音響個數	0.1111	0.3612
喇叭個數	0.1111	0.0028
建議售價 (萬元)	0.1111	0.0001

五種多屬性決策方法在此個案中，使用不同屬性權重方式之評估結果，整理如表 2.4 所示。在主觀與客觀皆顯示所評估的最佳汽車都為日產汽車，中華汽車次之而豐田汽車第三。此外由表 2.4 亦可看出五種不同決策方法所評估的最佳汽車亦為日產

表 2.4 國產 1600cc 汽車銷售量評估在不同權重下各方法之分析結果

權重	方法 / 廠牌	灰關聯分析		TOPSIS		簡單加權		層級加權		ELECTRE	
		Γ_{0i}	排序	C_i^*	排序	分數	排序	分數	排序	R_p	排序
主觀權重	國產	0.6067	6	0.0960	6	0.6059	6	0.0836	6	−1.6103	6
	中華	0.7110	2	0.5948	2	0.8096	2	0.1919	2	2.9728	2
	本田	0.5683	7	0.0370	8	0.5798	8	0.0797	8	−3.4911	7
	太子	0.5585	8	0.0559	7	0.5900	7	0.0813	7	−3.6489	8
	豐田	0.6535	3	0.4980	3	0.7692	3	0.1665	3	1.7757	3
	日產	0.7703	1	0.7249	1	0.9067	1	0.2270	1	4.0454	1
	馬自達	0.6209	5	0.1033	5	0.6126	5	0.0845	5	−0.7177	5
	福特	0.6429	4	0.1055	4	0.6185	4	0.0853	4	0.6741	4
客觀熵權重	國產	0.5008	6	0.0010	6	0.0057	4	0.0009	4	−2.4262	6
	中華	0.7316	2	0.5695	2	0.6369	2	0.3168	2	4.0500	2
	本田	0.5001	8	0.0000	8	0.0046	8	0.0007	8	−4.5744	8
	太子	0.5005	7	0.0005	7	0.0051	7	0.0008	7	−3.5925	7
	豐田	0.6666	3	0.5000	3	0.5023	3	0.2492	3	3.1786	3
	日產	0.8793	1	0.7735	1	0.8640	1	0.4299	1	5.9132	1
	馬自達	0.5009	4	0.0011	4	0.0057	4	0.0009	4	−1.7782	5
	福特	0.5009	4	0.0011	4	0.0057	4	0.0009	4	−0.7706	4

95.11.7 三打