

結合灰關聯與 Entropy 分析筆記型電腦代工廠商經營績效

Combining Grey Relationship with Entropy for Evaluating Notebook ODM Companies' Performance

孫嘉祈¹ 林亭汝²

(Received: Oct. 25, 2007 ; First Revision: Dec. 21, 2007 ; Accepted: Dec. 28, 2007)

摘要

根據統計臺灣筆記型電腦產業近年來的佔有率為全球第一，然而其毛利率卻持續下降。本研究欲透過灰關聯分析，找出電腦廠商之灰關聯係數，同時使用 Entropy 計算其經營績效評估準則之權重。經由客觀的數據分析，提供管理結論作為業界在維持經營績效及提高競爭優勢時之參考。本研究標的原為全球前五大筆記型電腦代工廠商廣達、仁寶、緯創、英業達與華碩，以期完整反應出本文之研究目的。然其中華碩因其品牌電腦，因此予以刪除，是以研究期間為 2002 年~2006 年，以探討廣達、仁寶、緯創與英業達之總經營效率趨勢表現，並深究其經營績效變動因素。研究結論發現在 2002 年~2006 年期間內，緯創經營績效表現相對較好，而英業達相對較差。本研究建議未來筆記型電腦代工廠商應以多角化經營發展為未來策略方針，積極創新與研發，逐漸減少筆記型電腦產品線佔總營收之比例，且應以更有效率方式生產流程，以減少其營業成本，以維持其毛利率，並提升其競爭優勢。

關鍵字：灰關聯分析、Entropy、筆記型電腦產業

Abstract

Taiwan is the leader in manufacturing notebooks for the global market. Based on Digitime Research's data, Taiwan's global market share of notebook industry will increase from 87% in 2005 to 90% in 2006. The above background led to this paper, analyzing market trends to predict where the notebook industry will be in the future. The research encompasses all public financial data from the notebook manufacturers in Taiwan, from 2002 to 2006. This research applies technique of the grey relational analysis (GRA) and Entropy to assess notebook original design manufacturer (ODM) industry performance. The purpose of this research is to build a performance evaluation model to evaluate notebook ODM industry performance and provide suggestions for helping the notebook ODM industry solidify their gains in the market. So as to react to new market, they might understand the market's tendency. Moreover, they also need to emphasize the R&D ability. Finally, they can use the

¹國立交通大學科技管理研究所博士候選人

²國立交通大學科技管理研究所 助理教授

limited resources to create good performance. This research also suggests that notebook ODM companies should move toward diversification engagement in the future in order to sustain their margins and competitive advantage.

Keyword: Grey relationship, Entropy, Notebook industr

1. 緒論

臺灣筆記型電腦代工品質與技術在全球已獲舉足輕重地位，尤其筆記型電腦代工製造數量已高佔世界第一。根據 Digitime Research 統計與估計，2006 年全球筆記型電腦市場規模約 7254.8 萬台，其年成長率約為 25%，而臺灣筆記型電腦出貨量即有 6547.1 萬台，且年成長率為 29%，故臺灣筆記型電腦產業的全球佔有率已從 2005 年的 87% 上升至 90% (Digitime Research, 2006)。

過去對於績效衡量或效率評估有許多方法，例如資料包絡分析、TOPSIS、目標規劃法與灰關聯分析(Grey Relational Analysis, GRA)等。以資料包絡分析法而言，Chen (2003)利用 Malmquist 指數探討大陸主要產業之經營效率；Chen 與 Iqbal Ali (2004)則應用 Malmquist 指數來探討全球電腦產業之經營效率；Yörük 與 Zaim (2005)應用 Malmquist 指數探討 OECD 國家之間之生產效率；以目標規劃法而言，Chiu, Chen, Shyu, 與 Tzeng (2006)以目標規劃法探討新產品上市策略；在過去研究中亦有許多學者利用灰關聯分析，來探討各產業之經營績效表現，例如張啟良與蕭世文 (2001) 運用灰關聯運算推論出包裝適合之材質，以節省產品包裝材質選用所消耗之時間，並方便包裝設計之進行；馮正民 (2001)則以灰關聯分析，來探討航空運輸業營運與財務績效代表性指標之擷取；顏榮祥與張子明 (2002) 整合灰關聯分析法與層級分析法，建立較客觀的供應商評選模式並進行實例應用分析，以提供企業組織進行供應商評選時之參考。余尚武(2002)結合灰色關聯分析與類神經網路，分析企業經營績效；王榮祖、林文恭與朱銀鈴 (2005)應用灰色關聯分析法將高關聯度的指標劃為一群，並從中擷取具代表性指標，研究結果顯示，從 74 個初選評估指標中擷取 36 個代表性指標共同建構貨櫃航運業之績效評估指標架構，其中 20 個屬於營運面績效指標，16 個屬於財務面績效指標。林士彥與黃宗成 (2005) 以多評準決策之灰關聯分析法，針對七家軟體廠商的聲望調查進行相關的評量，研究結果顯示趨勢科技佔有其領導地位。劉中平(2004)藉由灰關聯分析探討臺灣地區國際商港海事事故天然致因；陳銘崑(2002)應用灰關聯分析探討人力資源網站服務品質；林士彥(2004)以灰關聯分析法針對七家資訊服務廠商的聲望調查進行相關的評量，以期能得到一個適合投資人、求職者或業者進行決策時的選擇依據，其研究顯示台灣 IBM 與摩托羅拉於台灣資訊市場中屬於領導地位。林士彥與鄭建雄(2004)應用灰關聯分析評估生態旅遊地點；洪維宗(2004)則以灰關聯分析整合田口方法多重品質特性最佳化，探討食品工業製程；湯玲郎與范俊輝(1999)採用灰色關聯法建構海外投資環境之評估架構，同時依據分析層級程序法(AHP)之評量方法，建立七個構面包括 31 項衡量指標之環境評估架構，研究結果指出最佳的海外投資地區依次為美國、香港、新加坡、日本與馬來西亞等。

如前所述，臺灣筆記型電腦產業近年來的佔有率雖為全球第一，然而其毛利率卻持續下降。本研究為首度嘗試採用灰關聯分析與 Entropy 分析，針對全球前五大筆記型電腦代工廠商進行分析，探討其經營績效之趨勢與變化並整理歸納出管理結論，以提供其他業者在面對競爭激烈的環境而能提昇自身經營效率之參考。

綜上，本研究之研究目的如下：

(1) 探討全球前五大筆記型電腦代工廠商在 2002 到 2006 年間經營績效的變化與趨

勢。

- (2)探討影響其經營績效變動之因素。
- (3)分析高經營績效廠商經營效率優異之因素。
- (4)提供低經營績效廠商改善其經營效率之方法與建議。

本文之編排架構，除了本章外，第貳章進一步介紹筆記型電腦產業之現況，第參章說明本研究之研究方法與研究結果，第肆章進行實證分析與討論，第伍章則為研究結論。

2. 全球筆記型電腦產業分析

根據Digitime research統計與估計，2006年全球筆記型電腦市場規模約7254.8萬台，其年成長率約為25%，其中，臺灣筆記型電腦出貨量為6547.1萬台，年成長率為29%，其筆記型電腦產業的全球佔有率將從2005年的87%上升至90%。而之後2007與2008年全球筆記型電腦市場規模將還會以年成長率23%與20%的成長率持續成長(吳龍鎧，2006)。在筆記型電腦產業出貨量逐年成長，以及新硬體設備研發快速的影響下，筆記型電腦與DT的價格逐年拉近。根據IDC統計，2005年DT與筆記型電腦之溢價幅度約為56.8%，而2006年溢價幅度已經降為54%，預估2010年溢價幅度將會降至46.5%。而筆記型電腦在攜帶方便性而言遠勝於DT，故未來筆記型電腦滲透率將會逐年提高。

筆記型電腦相對於桌上型電腦而言，最大的優勢在於可攜帶性，2003年Intel大力推行Centrino平台後，無線上網成為筆記型電腦一項重要的功能，消費者可以在更多的場所中上網，符合市場的主流需求，且全球WiFi Hotspots建置持續增加，也增加了消費者對筆記型電腦的購買誘因，使得筆記型電腦滲透率逐漸提高，由下圖1可瞭解筆記型電腦與DT所佔比重趨勢，筆記型電腦在個人電腦市場所佔比重由2001年之19.6%，上升至2005年31.5%，其中，2001至2005年筆記型電腦之成長率由5.40%成長至28.9%。(蔡宜璋，2006)。

筆記型電腦滲透率之提升，主要來自價格所誘發的筆記型電腦替代DT效果，由下圖2可瞭解2002年~2009年筆記型電腦與DT之間價格差距，其中筆記型電腦與DT之平均單價將同步下降，由圖2瞭解筆記型電腦之平均售價單價與DT之平均售價單價之差距，將由2002年之623美元，下降至2009年之334美元，隨著筆記型電腦與DT價格差距降低，使筆記型電腦滲透率提升，從圖2中瞭解筆記型電腦滲透率將由2002年之22.2%上升至2009年之39.6%。然而，進一步瞭解全球各地區筆記型電腦滲透率之概況，可由表1得知全球筆記型電腦滲透率最高地區為日本，其筆記型電腦滲透率在2005年為49.54%，其次為西歐與美國地區，最後為在亞太地區，其筆記型電腦滲透率為21.78%。

隨著筆記型電腦與DT價個差距漸漸縮小，使得筆記型電腦滲透率漸漸提高，也帶動整體筆記型電腦市場，由下圖3可得知2003年~2010年之全球筆記型電腦之市場預測，由下圖3瞭解隨著市場飽和之後，筆記型電腦市場之成長率將漸漸下降，筆記型電腦市場成長率由2003年之26.10%上升至2005年28.80%為最高，之後因市場飽和，使得成率下降，其成長率將由2006年之22.0%下降至2010年之15.5%。

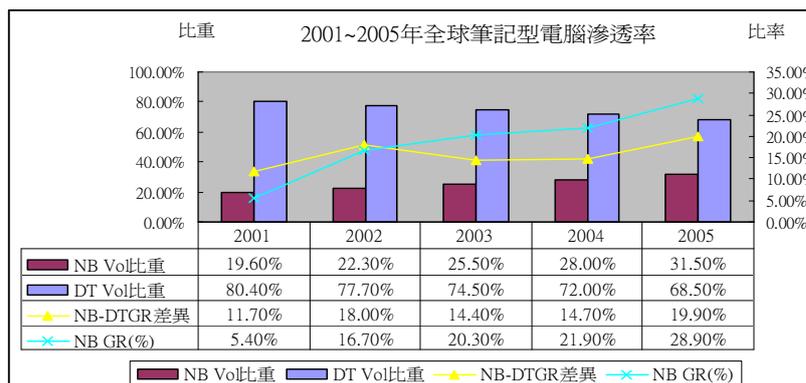


圖1 2001年~2005年全球筆記型電腦滲透率

資料來源: 資策會MIC經濟部IT IS計畫, 2006年4月

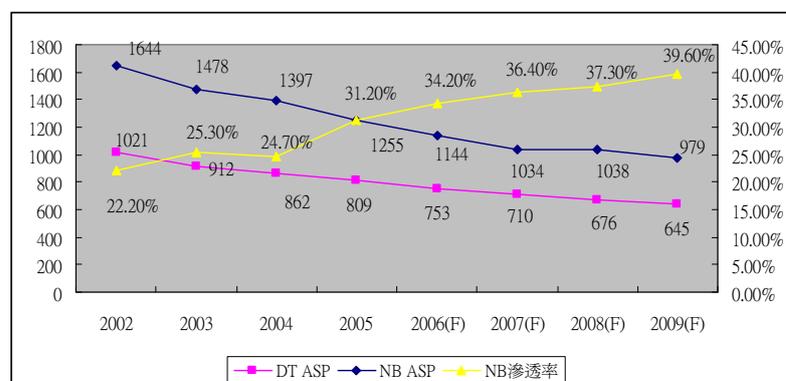


圖2 筆記型電腦、DT 平均單價與筆記型電腦滲透率

資料來源: 蔡宜璋, 2006

表1 全球各地區筆記型電腦滲透率

	2002	2003	2004	2005
美國	22.89%	26.20%	28.52%	33.53%
西歐	26.30%	32.37%	36.30%	40.23%
日本	49.35%	48.81%	48.84%	49.54%
亞太	12.85%	15.89%	17.60%	21.78%
其他	9.89%	12.02%	14.62%	19.01%

資料來源: 蔡宜璋, 2006



圖3 2003~2010年全球筆記型電腦市場規模預測

資料來源: 資策會MIC經濟部IT IS計畫, 2006年4月

國際品牌大廠紛紛推出低價筆記型電腦機種，隨即帶動低價風潮，筆記型電腦品牌廠商為確保利潤，紛紛擴大委外代工的比例及數量，臺灣筆記型電腦代工廠商便成為國際品牌大廠代工訂單釋出的最大受益者。臺灣筆記型電腦代工產業 2001 年至 2005 年之全球排名變化，臺灣筆記型電腦代工產業佔有率由 2001 年之 55% 上升至 2005 年之 82.5%。

臺灣主要筆記型電腦代工廠商包含廣達、仁寶、緯創、英業達與華碩，各代工廠商均為多家品牌廠商代工筆記型電腦，其中，廣達電腦之代工家數最多。在筆記型電腦供應鏈方面，除少數國際 EMS 廠外，全球筆記型電腦製造廠商主要為台、日、韓三國廠商。但因筆記型電腦終端市場價格不斷下滑，品牌廠商必須尋求更具價格競爭力之產品，因此產業供應鏈出現挪移態勢，而臺灣筆記型電腦產業除具備生產成本低、產業供應鏈完整之優勢外，產品設計能力亦從單純 OEM 代工，提昇至具備完善 ODM 設計能力，因此不斷獲得國際品牌廠商新增訂單，產品出貨數量屢創新高。國際級大廠為因應低價化影響，持續的向國內 OEM 及 ODM 廠追加訂單形成臺灣廠商之機會，而臺灣在競爭力的培養上具備了量產規模及高度應變能力之彈性生產方式；在其他服務能力方面，人員素質佳，研發設計能力強，同時代替客戶直接去滿足所有訂單要求，而獲致客戶滿意之優勢。

國際品牌大廠除考量成本之外，由於臺灣廠商可提供從研發、產品設計、生產、組裝、到全球銷貨、售後服務等各層次完整性之服務，使得國際品牌大廠可降低營運成本，讓資源能更有效率配置，亦可縮短研發時程，加速產品上市時間之優勢，亦是國際品牌廠商持續提昇委托台生產製造比重的重要考量因素。臺灣業者由於產品製造及設計能力優越且具備全球運籌管理能力，全球前十大電腦大廠幾乎已成為臺灣業者的代工客戶。

隨著臺灣筆記型電腦代工處於世界第一角色，其出貨量也隨之提升，由圖 4 中瞭解 2002 年~2006 年臺灣筆記型電腦出貨量之變化，其出貨量由 2002 之 18601 上升至 2006 年之 66960，其出貨成長率為 2002 年之 27% 上升至 2006 年之 32%。

根據資策會市場情報中心統計指出，1998 年臺灣筆記型電腦產量為 608.8 萬台，約佔

全球市場的39.2%，已超越先前全球最大生產國的日本；1999年在低價風潮的吹襲下，筆記型電腦出貨量比1998年增加59.5%，產量共計971萬台，佔全球產量的比重更進一步達到48.7%；2000年臺灣產量高達1,270萬台，總產值為135億4800萬美元，較1999年分別成長30.9%及22.2%，此時臺灣生產量已超越全球產量的半數，達到52.5%，至2001年臺灣生產出貨已達1400萬台。

另外，臺灣筆記型電腦出貨量於全球市場佔有率而言，由下圖5可瞭解其佔有率由2004年5.5%至2008年90.9%，由此資訊可瞭解未來全球超過九成之筆記型電腦均為臺灣廠所製造，其中臺灣主要筆記型電腦代工廠商分別為廣達、仁寶、緯創、英業達與華碩。

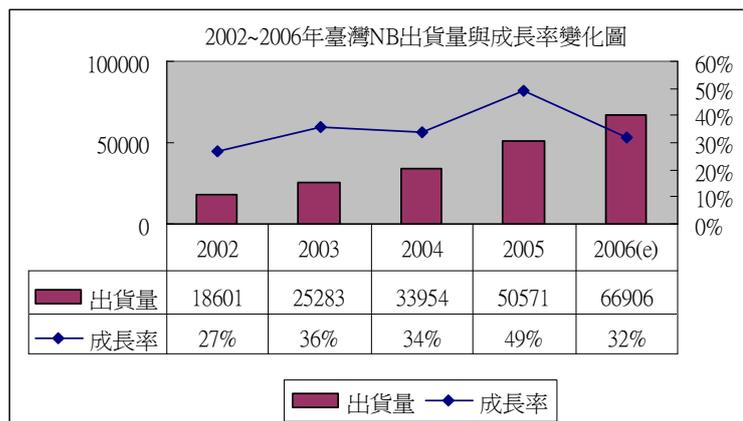


圖 4 2002~2006 台灣筆記型電腦出貨量變化圖

資料來源: 資策會 MIC 經濟部 IT IS 計畫，2006 年 4 月

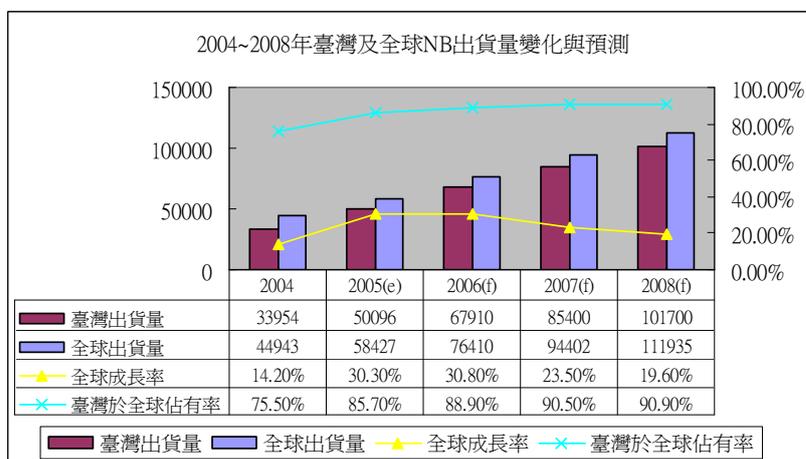


圖 5 2004~2008 臺灣及全球筆記型電腦出貨量變化預測

資料來源: 金頂投顧/吳龍鎧，2006

3. 研究方法

本研究結合灰關聯分析與 Entropy 探討筆記型電腦代工產業之績效表現，以下將個別探討灰關聯分析與 Entropy 分析。

3.1 灰關聯分析

灰關聯分析是灰色系統理論中分析離散序列間相關程度的一種測度方法，其原理與方法說明如下(吳漢雄、張偉哲、溫坤禮與張廷政，2000)：

3.1.1 因子空間(Factor Space)

假設 $\{P(X)\}$ 為一主題， Q 為一關係，如果在 $\{P(X); Q\}$ 的情形組合下，具有下列特性：

- (1) 關鍵因子的存在性：例如籃球選手之關鍵因素為身高、彈跳力等。
- (2) 內涵因子的可數性：例如籃球選手關鍵因素為身高與彈跳力等。
- (3) 因子的可擴充性：例如藍球員關鍵因素除身高與彈跳力外，亦可加入罰球率等。
- (4) 因子的獨立性：每一個因子對整體而言均為相互獨立的。

假設灰關聯空間中存在一序列：

以上稱為 $\{P(X); Q\}$ 為一個因子空間(factor space)。

3.1.2 序列之可比性(Comparison)

假設有依序列為 $x_i = (x_1(k), \dots, x_i(k)) \in X$

其中： $k = 1, 2, 3, \dots, n \in N$ ； $i = 0, 1, 2, \dots, m \in I$ ， X 為全集合。

如果序列滿足下列三個條件：

- (1) 無因次性(non-dimension)：不論因子 $x_i(k)$ 的測量單位為何種型態，必須經過處理成無因次的型態。
- (2) 同等級性(scaling)：各序列 x_i 中之值 $x_i(k)$ 均屬於同等級或等級相差不可大於 2。
- (3) 同極性(polarization)：序列中的因子描述狀態必須為同方向。

則稱此此一序列 x_i 具有可比性。

3.1.3 灰關聯測度的四項公理(Axiom)

- (1) 規範性

$$0 \leq \gamma(x_i, x_j) \leq 1 \quad \forall i, \forall j$$

$\gamma(x_i, x_j) = 1$ 時稱為完全相關； $\gamma(x_i, x_j) = 0$ 為完全不相關。

- (2) 偶對稱性：當序列只有兩組時。

$$\gamma(x_i, x_j) = \gamma(x_j, x_i)$$

- (3) 整體性：當序列大於三組(含三組)時

$$\gamma(x_i, x_j) \stackrel{\text{often}}{\neq} \gamma(x_j, x_i)$$

- (4) 接近性

$|x_i(k) - x_j(k)|$ 為整個 $\gamma(x_i(k), x_j(k))$ 的主控項，亦即灰關聯度的大小必須與此項有關。

如果在灰關聯空間中可以找到一個函數 $\gamma(x_i, x_j) \in \Gamma$ 滿足以上四項公理，則稱 $\gamma(x_i, x_j)$ 為灰關聯空間的灰關聯度

3.1.4 灰關聯分析步驟

(1) 找出參考數列與比較數列

從原始矩陣 D 中找出參考數列 A_0 和比較數列 A_1 ，參考數列為各影響因子之理想目標值所組成之集合，比較數列為各方案之績效值。

(2) 將原始矩陣 D 之數值標準化

灰關聯分析之標準化有三種方法，分別為望大法、望小法與望目法。

(a) 望大法：希望目標值越大越好。

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (1)$$

其中 $\max_i x_{ij}$ 為項目 j 中最大數值； $\min_i x_{ij}$ 為項目 j 中最小數值。

(b) 望小法：希望目標值越小越好。

$$X_{ij}^* = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (2)$$

(c) 望目法：希望目標值介於最大值或最小值間之某特定值，此特定值以 x_{obj} 表示之。

$$X_{ij}^* = \frac{|x_{ij} - x_{obj}|}{\max_i x_{ij} - x_{obj}} \quad (3)$$

其中 $\max_i x_{ij} \geq x_{ij} \geq \min_i x_{ij}$ 。

(3) 計算灰關聯距離 Δ_{oj} 。

Δ_{oj} 為衡量每個標準化後之數值與標準化後參考數值之間差距。

$$\Delta_{oj} = |x_{oj}^* - x_{ij}^*| \quad (4)$$

X_{ij}^* 代表正規化後之參考數值， X_{oj}^* 代表正規化後之數值。

(4) 計算灰關聯係數 (Grey Relationship Coefficient) γ_{oj} 。

$$\gamma_{oj} = \frac{\Delta \min + \zeta \Delta \max}{\Delta_{oj} + \zeta \Delta \max} \quad (5)$$

其中 $\Delta \max = \max_i \max_j \Delta_{oj}$, $\Delta \min = \min_i \min_j \Delta_{oj}$, $\zeta \in [0,1]$

ζ 為辨識係數，目的在控制灰關聯係數大小以利判斷，一般以 0.5 為基準(Deng, 1989)。

(5) 計算灰關聯度(Grey Relational Grade) Γ_{oi} 。

針對每方案，將灰關聯係數呈上各評估準則之權重，所得之加權平均和為灰關聯度，可視為每一方案所得之分數，若分數愈高，表示愈重要或績效表現愈好。

$$\Gamma_{oi} = \sum_{j=1}^n w_j \times \gamma_{oj} \quad \text{其中 } w_j \text{ 為權重，且權重標準化處理後，則 } \sum_{j=1}^n w_j = 1$$

本研究將利用 Entropy 求出夠評估準則之標準化權重。

(6) 灰關聯排序

根據灰關聯度選出重要方案，其決策過程依照所算出來之灰關聯度 Γ_{oi} 值作比較，當 Γ_{oi} 值愈大，其重要程度愈高或其績效表現愈好。

3.2 以 Entropy 計算權重

熵(Entropy)原指物理的現象，此法是由Shannon(1948)所提出的觀念，通常用於不確定性的數學度量，亦即熵值愈大，表示數據的隨機亂度愈大。熵應用在屬性權重衡量上，則是某屬性的量測值愈亂及差距愈大表示屬性愈具有參考性，此屬性的權重就愈大。近年來，熵的觀念廣泛運用於熱力學、影像傳輸、經濟學等領域，屬於客觀權重法，其計算步驟如下(顏榮祥與王少安，2005)：

3.2.1 構建原始資料評估矩陣

以 n 個評估準則來評比 m 個評估樣本，建構所欲評估之原始矩陣。

$$D = [X_{ij}]_{m \times n} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \left[\begin{matrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{matrix} \right] \\ A_m & & & & \end{matrix} \quad (6)$$

$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$

3.2.2 正規化原始矩陣

原始資料中評估屬性可能採用不同的單位，經由評估矩陣的正規化，可求取各比率間單位的一致性與可比較性(顏榮祥與王少安，2005)。使各評估準則之間能有客觀比較

基準，需將原矩陣正規化， $R = [r_{ij}]$ 為正規化後之矩陣。

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

3.2.3 計算各評估準則 C_1, C_2, \dots, C_n 之 Entropy 權重值。

e_j 表示第 j 個準則之 Entropy 值，其中 $1/\ln m$ 為一常數，用以確保 e_j 值介於 0 到 1 之間。

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln r_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

3.2.4 計算各評估準則之權重 w_j 。

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

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n 1 - e_j}$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

4. 實證結果

4.1 研究樣本與變數選取

本研究之產業對象係以筆記型電腦廠商為目標，且為全球主要代工廠商為研究標的，因此，選取廠商標的為筆記型電腦廠商，包括廣達、仁寶、緯創、英業達與華碩，其中，華碩擁有自有品牌之筆記型電腦，而本研究欲探討純粹NB代工廠商之經營效率表現，因此，本研究樣本就華碩予以刪除，研究期間方面，由於本研究係以廠商上市上櫃所公開發表之財務報表或年報作為主要資料來源，為求資料一致性，故期間選取以2002年至2006年共五年資料，本研究資料來源為臺灣經濟新報資料庫(TEJ)。選定本研究之研究標的為全球前五大筆記型電腦代工廠商，接續要針對其產業特性，選取適合變數，以探討其經營效率。

筆記型電腦代工產業集中化趨勢也越來越明顯，代工廠商占全球出貨比重越來越高，且筆記型電腦代工產業隸屬於高科技產業，筆記型電腦產業因產量增加，各家廠商積極擴充產能，導致產能過剩，又面臨低價電腦和品牌大廠砍價，獲利能力下滑，競爭激烈，生產規模成為筆記型電腦代工產業重要競爭優勢之一，且筆記型電腦代工產業屬於資本密集與技術密集產業，因此，在生產過程中需投入大量營業成本，此不僅增加生產效率，降低單位生產費用，同時，投入較高研發費用，研發出更有效率生產效率。因

此，另外，本研究也蒐集過去對於廠商績效評估之文獻，以瞭解過去研究應用哪些指標來衡量廠商績效，洪明暉(2001)以銷貨成本、管銷費用與員工人數等來分析專業電子代工服務廠之經營效率與購併分析；馮秀鳳(2002)以銷貨成本、銷貨費用、研發費用、員工人數等來評估台灣半導體代工廠商之績效表現；林錫祥(2002)以固定資產、員工人數、營業成本與營業費用等來衡量台灣 IC 上市上櫃公司之經營績效，游聲裕(2000)則應用營業成本、營業費用、員工人數與固定資產等變數來評估台灣電腦周邊產業之經營績效；洪淑娟(2004)則應用每人平均研發費用與每人平均固定資產來探討筆記型電腦代工廠商之經營績效表現，本研究則根據筆記型電腦代工產業之特性與過去文獻之蒐集，本研究由營業成本與研發費用來衡量筆記型電腦代工廠商之經營績效。

另一方面，由過去研究中瞭解營業利益率、營業收入淨額以及營業毛利率等能來衡量筆記型電腦代工產業之績效表現，其中營業毛利一直是筆記型電腦代工產業所關切的選項，國外品牌大廠筆記型電腦委外代工訂單不斷增加，臺灣筆記型電腦代工廠為了爭取更多的營收及獲利，持續擴充產能與量產效率，期以更低的代工價格，爭取更多 OEM、ODM 訂單。但臺灣筆記型電腦代工廠搶訂單填充產能，殺價競爭而破壞價格的做法，已使毛利率持續下降，因此，筆記型電腦代工廠商紛紛移至大陸與越南生產，以降低單位生產成本，提高本身毛利，也維持筆記型電腦代工場在國際之競爭優勢；其次，從營業收入淨額可以了解到個別公司的市場佔有率，從中了解個別公司在其產業中的地位表現；最後，營業利益率為公司每創造一元的營收所能得到的獲利，與毛利率的差別在於毛利率只考慮直接因為生產產品所需要的成本，而營業利益則是考慮了在取得收入的過程中所耗用的一切成本。營業利益率為反映一家公司本業獲利能力的指標。由於營業利益的計算已將過程中所耗用的一切成本均列入考量，因此在關注本業的獲利能力時，營業利益率便為重要指標，當營業利益率發生變化時，通常代表著公司體質發生轉變，例如新產品效益出現、規模經濟量顯現或是管理能力的提升等等，這些公司體質轉佳的效益都會顯現在營業利益率數字中，以上為根據筆記型電腦代工產業之特性，擷取出評估指標，另外，本研究也蒐集過去針對筆記型電腦產業經營之分析，歸納整理出過去之評估指標，游聲裕(2004)將稅前淨利、營業收入淨額與市場資本視為產出指標，來評估台灣電腦周邊產業之經營績效表現，顏旭良(1998)則以營業利益率與營業收入淨額，來探討台灣高科技產業之資源配置績效；吳昱璟(2002)，營業收入毛額與稅前淨利來探討資訊科技投資對企業生產力變動、生產效率與財務績效。本研究根據筆記型電腦代工廠商之產業特性與過去研究，擷取營業毛利率、營業利益率與營業收入淨額來評估筆記型電腦代工廠商之經營績效評估指標。

本研究根據以上產業特性分析與過去文獻之蒐集，最後，本研究經由訪談產官學界之專家，瞭解欲衡量筆記型電腦代工廠商之評估準則，最後得出本研究用來衡量筆記型電腦產業之指標包含營業成本、研發費用、營業毛利率、營業利益率與營業收入淨額。本研究應用不同指標來探討筆記型電腦代工廠商之經營績效，灰關聯將指標加以正規化，使其值均為於 0~1 之間，其資料並不會因其單位不同而失真，再加以正規化後，均把各評估變數消除。

4.2 灰關聯分析

本研究接續將針對跟年度，筆記型電腦代工廠商金行灰關聯分析，首先，必須將原始資料加以標準化，而灰關聯分析中，資料標準化分別有望大法、望小法與望目法，在本研究中，營業成本數據以望小法加以標準化，而研究發展費用、營業毛利率、營業利益率與營業收入淨額以望大法方式，將數據標準化。

本研究利用(4)的公式計算出灰關聯距離，列出各項指標之最大與最小值後，再以公式(5)求得步驟四的灰關聯係數，因為辨識係數 ζ (Distinguishing coefficient)的功用在作參考值與受測物間的對比，所以決策者可依個人偏好來選擇不同的 ζ 值進行計算。辨識係數介於0與1之間，但通常會設定為0.5，在此我們先以 $\zeta=0.5$ 來計算灰關聯係數，並分別計算2002年至2006年之灰關聯係數，分別整理後如表2。

表 2 灰關聯分析彙整表

	營業成本	研究發展費用	營業毛利率	營業利益率	營業收入淨額
2006 緯創	1.0000	0.4545	1.0000	1.0000	0.3333
灰關 英業達	0.8571	0.3333	0.4013	0.3824	0.3502
聯係 仁寶	0.5830	0.4410	0.3501	0.8182	0.4342
數值 廣達	0.3333	1.0000	0.3333	0.3333	1.0000
2005 緯創	1.0000	0.4737	0.9034	0.5009	0.3333
灰關 英業達	0.9271	0.3333	0.3333	0.3333	0.3403
聯係 仁寶	0.6537	0.5328	1.0000	1.0000	0.4051
數值 廣達	0.3333	1.0000	0.8452	0.6166	1.0000
2004 緯創	1.0000	0.5045	0.3333	0.3333	0.3333
灰關 英業達	0.8781	0.3333	0.4063	0.3761	0.3499
聯係 仁寶	0.5287	0.5184	1.0000	1.0000	0.4790
數值 廣達	0.3333	1.0000	0.3537	0.4799	1.0000
2003 緯創	1.0000	0.4752	0.4207	0.3333	0.3333
灰關 英業達	0.9687	0.3333	0.4935	0.3419	0.3374
聯係 仁寶	0.5700	0.5883	1.0000	1.0000	0.4520
數值 廣達	0.3333	1.0000	0.3333	0.5459	1.0000
2002 緯創	0.7983	1.0000	0.3333	0.3333	0.3606
灰關 英業達	1.0000	0.3333	0.6574	0.3959	0.3333
聯係 仁寶	0.4340	0.5060	0.8659	1.0000	0.5891
數值 廣達	0.3333	0.7194	1.0000	0.8157	1.0000

4.3 Entropy 權重值

本文分別算出 2002~2006 之 Entropy 權重值，為了同使考量到五年內趨勢表現，並考慮需在同一基礎下比較，因此，將 Entropy 權重直加以平均，進而與灰關聯係數進行加權平均，以獲得更為客觀結論。接續算出 2002~2006 年五年內，算出營業成本、研究發展費用、營業毛利率、營業利益率與營業收入淨額之權重值，而總彙整如表 3，由表 3 瞭解營業成本權重值為 0.2645 研究發展費用權重值為 0.1178、營業毛利率權重值為 0.0219、營業利益率權重值為 0.3327、營業收入淨額權重值為 0.2632，本研究將以灰關聯係數值為基準，結合 Entropy 之權重值，計算廣達、仁寶、緯創與英業達於 2002 年~2006 年之績效表現趨勢。

表 3 2002~2006 Entropy 彙總表

	營業成本	研究發展費用	營業毛利率	營業利益率	營業收入淨額
2006 年	0.3152	0.1426	0.0599	0.1780	0.3044
2005 年	0.2744	0.1157	0.0170	0.3156	0.2774
2004 年	0.2509	0.0955	0.0081	0.3946	0.2508
2003 年	0.2823	0.0475	0.0134	0.3790	0.2779
2002 年	0.1998	0.1877	0.0111	0.3962	0.2052
平均值	0.2645	0.1178	0.0219	0.3327	0.2632

4.4 筆記型電腦廠商經營績效表現趨勢

本研究根據灰關聯係數與 Entropy 平均權重值來評估 2002 年~2006 年筆記型電腦廠商之績效表現趨勢，其值由灰關聯係數值與 Entropy 權重平均值相乘，算出 2002 年至 2006 年，廣達、仁寶、緯創與英業達之績效表現值，結果如下表 4 與下圖 6 中可瞭解此四家廠商之趨勢變化，以廣達而言，其經營績效由 2002 年之 0.7293 下降至 2006 年之 0.5873，呈現下降趨勢，且下降幅度為最大；而仁寶之經營績效也由 2002 年之 0.6810 下降至 2006 年之 0.6002；英業達而言，其經營績效為此四家筆記型電腦代工表現較差，其經營績效為 2002 年之 0.5375，下降至 2006 年之 0.4941；最後，緯創之經營績效表現呈現快速成長趨勢，其績效值由 2002 年之 0.5420，上升至 2006 年之 0.7603，由此研究結果瞭解廣達、仁寶與英業達其績效表現由 2002 年至 2006 年呈現下降趨勢，唯有緯創之績效表現呈現大幅成長趨勢表現，本研究將探討個別筆記型電腦代工廠商之績效變化之因素。

表 4 2002 年~2006 年筆記型電腦廠商績效表現

	2002	2003	2004	2005	2006
緯創	0.5420	0.5282	0.5298	0.5944	0.7603
英業達	0.5375	0.5087	0.4976	0.4922	0.4941
仁寶	0.6810	0.6935	0.6815	0.6968	0.6002
廣達	0.7293	0.6580	0.6365	0.6927	0.5873

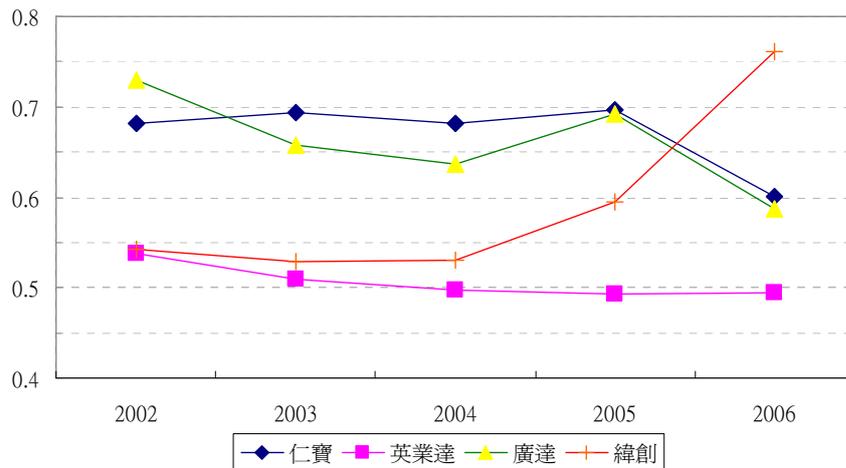


圖 6 2002 年~2006 年筆記型電腦廠商績效表現趨勢圖

全球對於筆記型電腦的需求日益減緩，產業的成長步入成熟期；世界前十大的國際大廠囊括全球八成以上的市佔率，使得此一產業呈現高度集中化；加上低價化潮流，國際大廠為降低成本，提高利潤，目前正逐步調整經營模式，將其業務重心置於高附加價值且具競爭力的行銷策略上，並將製造、設計及採購等代工業務紛紛釋出，此舉對於一向善長代工業務的台灣筆記型電腦廠商而言，是一項商機。但是，面對像國際大廠這類具強而有力的議價能力客戶而言，台灣廠商應如何降低成本，以爭取生存空間。

4.4.1 廣達

由研究結果瞭解廣達於 2002~2006 年期間，其經營績效呈現下降趨勢，廣達電腦目前為全球最大筆記型電腦代工廠商，其規模均大於其餘四家筆記型電腦代工廠商，其生產將會相對較無效率，必須重新檢視公司內部之營業成本，讓公司內部成本能最適規劃，另外，並需重新規劃其研發費用，需先瞭解市場需求為何，再進行研發，求得最佳研發效率，日前，廣達推出自製手機，並且跨足無線通訊市場，卻未達預期績效表現，廣達的手機 ODM 不如預期，可能來自三方面因素，首先，手機部門未能明確分割的策略失當、產品研發能量具有創意；其次，實際量產到市場的時間太長、與切入手機自有品牌的失敗。最後，代工產業中最重要速度、彈性與專注力，廣達在筆記型電腦代工上的過於成功，反而延緩了對於手機代工發展的關鍵，廣達除繼續保有筆記型電腦代工優勢外，應積極研發下一代的主流產品，例如，數位客廳發展，廣達擁有的廣明 DVD 光碟機等以數位客廳的核心，將是未來廣達突破目前成長趨緩之現象，且需積極研發與創新，以增加本身競爭力。

4.4.2 仁寶

仁寶電腦目前為全球第二筆記型電腦代工廠商，仁寶達電腦要改善其整體生產，除了積極與國際品牌大廠接觸外，如何規劃最佳生產規模，使其營業成本達到最佳規模，

為仁寶所必須正視問題。

仁寶與偉創力的結盟，仁寶在上游關鍵零組件上，便可藉由偉創力的全球運籌能量進一步掌握，在組裝完成的全球出貨上，仁寶以EMS全球布局的產能持續擴散，仁寶之策略規劃需以客戶角度為考量，提供顧客彈性快速之服務，進一步提升本身競爭優勢。

4.4.3 緯創

廣達、仁寶已佔NB代工的45%，國際品牌大廠積極培植第三大代工廠使得緯創為受惠最大的廠商。主要客戶包括IBM、戴爾、惠普、宏碁，2005與2006兩年主要成長動力來自於戴爾、惠普與宏碁，2005年出貨量為575萬台，2006年則成長至1000萬台，成長74%。在Xbox 360方面，緯創是微軟遊戲機兩大代工廠之一，至2006年中微軟目標累計銷售800萬台，2006緯創出貨量約高達450萬台，另外在，PDA業務上，2005年出貨量30萬台，目前歐洲GPS PDA熱賣，且出貨量將大幅成長，GPS PDA代工毛利率約11%，GPS PDA出貨成長也有助於緯創整體毛利率的維持。

緯創擁有惠普、戴爾與宏碁等大廠 ODM 訂單最多比重，加上液晶電視已出貨給SONY，遊戲機操控桿代工從 XBOX360 轉向 WII，因此將緯創列為筆記型電腦 ODM 族群首選。遊戲機組裝主要為微軟緯創遊戲機組裝以 X-BOX360 為主，2006年出貨成長較大，並且掌握微軟 X-BOX 360 超過 50%以上訂單。緯受惠於微軟領先 Sony、Nintendo 推出新產品 X-BOX 360，在 2005 年、2006 年緯創獲得許多遊戲機市佔率，2006 年在 Sony 的 PS3 Nintendo 的 Wii 未推出前 X-BOX 360 產出近 900 萬台，創 2006 年遊戲機代工訂單達 550 萬台，年增率為 120%，帶動遊戲機營收比重由 2005 年 8.2%成長至 2006 年 13.3%。

緯創於2004年將不具生產效率的菲律賓二廠關閉後，產出效能提高，高毛利率產品是發展重心，為了不加入殺價戰場，2006年緯創開始積極轉型，希望能朝向高毛利率產品發展，其中Handheld產品毛率都在10%以上，遠比NB不到5%毛利率出甚多，是緯創未來發展的重心(魏建華，2004)。

4.4.4 英業達

英業達則發展出以筆記型電腦相關產品、伺服器相關產品、軟體事業群三個事業部門，然而，從研究結果發現其績效表現居四家筆記型電腦代工居末，且有下降趨勢，英業達如何發掘利基市場，進行多角化經營，必須建置企業資源規劃系統、供應鏈管理系統、研發管理系統、知識管理系統，才能在競爭激烈之電子資訊業，並擁有具彈性的接单生產，在地化之顧客化生產，可信賴之全球運籌和服務，全力支援國際品牌客戶，達成客戶期望之獲利目標，並提升本身競爭優勢，為英業達目前所需重視課題。

5. 結論與建議

本研究應用灰關聯分析並結合 Entropy，來探討筆記型電腦廠商之績效表現，而本研究之研究期間為 2002~2006 年，由本研究結果中得知緯創於此期間中，其績效表現呈現明顯成長之趨勢，而全球前兩大筆記型電腦代工廠廣達與仁寶在此期間中，其績效表現有稍微下降之現象，最後，英業達公司則為於此四家公司排名之末。

國際筆記型電腦品牌大廠包括戴爾、惠普與宏碁等積極投入新型機種研發與創新，筆記型電腦入門機種已出現 499 美元的價位，造成消費者直接略過桌上型電腦，因此筆記型電腦取代桌上型電腦趨勢日益明朗，北美市場出現筆記型電腦出貨量超越桌上電腦出貨量，加上新興市場成長的需求，全球對筆記型電腦需求呈現持續成長趨勢(田裕斌，2005)。

筆記型電腦市場未來主要成長動力為 2007 年微軟推出新作業平台 Window Vista，而為了應對新平台上市，CPU 也將邁入 64 位元雙核心的時代。另外，英特爾也於 2006 年推出兩款 64 位元雙核心 CPU。以價格而言，新推出雙核心機種與傳統機種相差不多，但卻更加省電、效能提升、體積縮小，由此可知軟硬體即將邁入新世代，在價格不漲但功能提升的情況下，能刺激消費者汰舊換新帶來換機需求。另外，DRAM 價格低落，有助縮減筆記型電腦代工成本(林士豪，2007)。在微利時代，誰能有效掌握經營效率的廠商，即能保有其競爭優勢。筆記型電腦代工產業進入高產量且低獲利時代，筆記型電腦代工廠商在面對國外品牌商的競價壓力之下，筆記型電腦的利潤及價格亦隨之下降，此時唯有有效掌握經營之效率，才能因應全球性之競爭環境。

雖然筆記型電腦市場持續成長，但筆記型電腦代工廠在筆記型電腦外的產品佈局需積極進行，將本身代工產品多角化，新增產品佈局除了可以增加營收來源外，找尋利基商品，更可以有助於整體毛利率的提升，如過去廣達、英業達在伺服器上的努力，以及近來廣達跨入 GPS 產業，都是屬於高毛利率的產業。

全球重要的代工大廠已意識到，代工產業的利基已越來越為薄弱，需要加入更多元素，讓製造產業可以走得更長遠。首先創新研發自是讓產品增加附加價值與差異化的最重要元素，任何大企業無不將研發視為企業最重要的工作。此外，鴻海的 CMMS 模式，也是筆記型電腦廠在多角化布局同時需要學習的，除了多樣產品的水平整合外，垂直整合更是決定筆記型電腦代工廠跨入其他產品時競爭力的關鍵。

另外，研發人才養成也格外重要，臺灣筆記型電腦廠商以代工起家，近年積極切入研發，雖然政府獎勵企業於臺灣設立研發總部，不過不能僅止於建立研發總部，卻無其他配套措施，企業核心能力不應專注於製造，企業策略的發展和能力的建立之思維，從 OEM 到 ODM 再到 OBM。當企業已具有製造核心能力，但在品牌能力只有一定基礎，則需採取品牌兼代工雙策略，企業策略的發展和能力的建立是從原代工為主，轉為專注於品牌為主，若是企業核心能力在品牌，企業策略的發展和能力的建立也可往代工方向移動。企業在運用策略組合或發展時，須優先以提供產業附加價值鏈最具效益的方向來思考。故在產業價值鏈中，不論設計、製造或行銷，若發現其中某部份不具效益，則企業的策略發展可往此方向移動，並建立競爭優勢，配合產業發展，不斷檢視企業的策略，

在產業價值鏈中是否最具效益，來改變品牌或代工策略組合和發展途徑，如發現品牌兼代工策略在產業價值鏈已不具效益，則必須將品牌和代工切割(黃揚期，2005)。

規模大代工廠商，必須提高品牌大廠轉單的成本或是更好的服務策略，若能在同功能的產品，在品質和價格和其它競爭代工廠商相比，擁有相對優勢，則品牌大廠若要轉單則必須付出相當的成本，代工廠商除了服務品牌廠商外，不要疏於對整個產業的生命週期和市場加以分析和評估，並不斷評估未來明星產品，以做為公司的代工產品(黃揚期，2005)。

最後，必須加強供應鏈管理，企業要提升生產效率，光靠本身的力量是不夠的，必須倚靠整條供應鏈才會有競爭力，從上游至下游供應鏈的主要參與者必須加以整合，才能提升競爭力。筆記型電腦代工廠商處在競爭日益激烈的環境裡，面對品牌大廠壓力，如何提升本身競爭優勢，提高生產效率，必須建立在有效之爭體供應鏈管理上，一個有效率的供應鏈結構必須具備兩個要件，筆記型電腦代工廠商需善用資訊科技系統，將客戶需求與原物料加以整合與分析，並且，運用本身之全球採購能力，降低生產零組件之成本與運輸成本。

本研究以經營績效觀點，來衡量筆記型電腦代工廠商的經營效率，在未來研究可將經濟效率一併納入考量，如 EVA 與 ROIC 等指標，與灰關聯模式一同評估衡量，瞭解代工廠商在經營效率與經濟效率之結果是否一致性，另外，未來研究裡，將筆記型電腦整體供應鏈加以分析，除了瞭解 ODM 端之外，也進一步瞭解品牌端與設計端之效率，以提供未來代工廠商策略之規劃與決策，最後，未來研究也可進一步探討筆記型電腦整體供應鏈，如何達到最佳配置，如廠區設置與存貨管理，使整體供應鏈更具效率，以減少廠商額外存貨成本與備料成本等，進一步提升競爭優勢。

參考文獻

1. 2006資訊工業年鑑，MIC。
2. 王榮祖、林文恭與朱銀鈴(2005)，「應用灰色關聯分析於貨櫃航運業營運與財務績效代表性指標之擷取」，航運季刊，第一卷第一期，63~85頁。
3. 田裕斌，「低價化引爆需求 NB產業明年續旺」，
<http://www.epochtimes.com/b5/5/12/12/n1151539.htm>。
4. 余尚武(2002)，「企業經營績效排名之預測--灰色關聯分析與類神經網路之應用」，管理研究學報，第二卷第一期，21~53頁。
5. 吳昱璟(2002)，「資訊科技投資對企業生產力變動、生產效率與財務績效影響之研究」，國立政治大學會計系碩士論文。
6. 吳漢雄、張偉哲、溫坤禮、張廷政(2000)，「灰關聯模型方法與應用」，台北：高立圖書。
7. 吳龍鎧，「筆記型電腦產業展望」，
<http://www.tisc.com.tw/new/newreport/industry/upload/industry20061020-2.pdf>。
8. 沈瑞棋、施東河(1998)，「應用灰關連分析於旅遊風險評估模式之研究」，高雄餐旅學報，第一期，93~106頁。
9. 林士彥(2004)，「應用灰關聯分析評價資訊服務業的企業聲望」，Journal of Information, Technology and Society，第二卷，79~95頁。
10. 林士彥、黃宗成(2005)，「應用灰關聯分析軟體業聲望評價之研究」，管理科學研究，第二卷第一期，17-33頁。
11. 林士彥與鄭建雄(2004)，「生態旅遊地點選取之灰關聯分析評估」，旅遊管理研究，第四卷第二期，177~194頁。
12. 林士豪，「高盛證：台股下半年選股不選市 首選鴻海、聯發科5檔電子股」，
<http://news.yam.com/cnyes/fn/200705/20070515265816.html>。
13. 林錫祥(2002)，「我國上市上櫃IC設計公司效率評估」，國立高雄第一科技大學金融營運所碩士論文。
14. 洪明暉(2001)，「專業電子代工服務廠之經營效率與購併分析-DEA之應用」，國立台灣大學國際企業研究所碩士論文。
15. 洪淑娟(2004)，「筆記型電腦產業之經營效率 - 以資料包絡法分析」，世新大學經濟系碩士論文。
16. 洪維宗(2004)，「灰色關聯分析於整合田口方法多重品質特性最佳化--在食品工業製程實證」，東海學報，第四十五卷，69~88頁。
17. 張啟良、蕭世文(2001)，「運用灰關聯於產品包裝材質之篩選」，中國工業工程學會九十年年度年會暨學術研討會。
18. 陳銘崑(2002)，「灰色關聯度應用於人力資源網站服務品質屬性之研究」，台北科技大學學報，第三十五卷第二期，219~239頁。
19. 彭克仲(2001)，「應用模糊理論與灰關聯分析評估台灣鮮食鳳梨品質之研究」，商管科技季刊，第二卷第四期，345~358頁。

20. 游聲裕(2000), 「我國電腦及週邊產業企業經營績效剖析」, 國立成功大學企管系碩士論文。
21. 湯玲郎、范俊輝(1999), 「灰色關聯分析法在海外投資環境評估之應用研究」, 中華管理評論, 第二卷第七期, 1~14頁。
22. 馮正民(2001), 「應用灰色關聯分析於航空運輸業營運與財務績效代表性指標之擷取」, 民航季刊, 第三卷第一期, 107~125頁。
23. 馮秀鳳(2002), 「半導體產業經營效率之研究—資料包絡分析法之應用」, 中原大學會計系碩士論文。
24. 黃揚期(2005), 「品牌與代工的經營策略研究-以台灣筆記型電腦為案例」, 逢甲大學企業管理學系碩士論文。
25. 劉中平(2004), 「應用灰關聯分析於臺灣地區國際商港海事事故天然致因之研究」, 航運季刊, 第十三卷第三期, 95~114頁。
26. 蔡宜璋, 「產業報告2006 年PC產業展望」, <http://www.tisc.com.tw/new/newreport/monthly/upload/monthly20060103-8.pdf>。
27. 顏旭良(1998), 「台灣高科技產業經營績效評估與其資源配置特性之關係研究 - 以新竹科學工業園區為例」, 國立成功大學企業管理研究所碩士論文。
28. 顏榮祥、王少安(2005), 「國內金融控股公司經營績效評估：熵理論與灰關聯分析之應用研究」, 2005年第三屆管理思維與實務學術研討會。
29. 顏榮祥、張子明(2002), 「整合灰關聯分析與層級分析法在供應商評選之應用研究」, 運籌研究集刊, 第一期, 15~42頁。
30. 魏建華, 「緯創報告」, 元大研究中心, 2004。
31. Chen, Mei-Fang and Gwo-Hshiung Tzeng (2004), "Combining Grey Relation and TOPSIS Concepts for Selecting an Expatriate Host Country," *Mathematical and Computer Modeling*, 40, pp.1473-1490.
32. Chen, Yao (2003), "A non-radial Malmquist productivity index with an illustrative application to Chinese major industries," *International Journal of Production Economics*, 83(1), pp.27-35.
33. Chen, Yao and Iqbal Ali, Agha (2004), "DEA Malmquist productivity measure: New insights with an application to computer industry," *European Journal of Operational Research*, 59(1), pp.239-249.
34. Chiu, Yi-Chia , Benson Chen, Joseph Z. Shyu and Gwo-Hshiung Tzeng (2006), "An evaluation model of new product launch strategy," *Technovation*, 26, pp.1244-1252.
35. Olson, David L. and Desheng Wu (2006), "Simulation of fuzzy multiattribute models for grey relationships," *European Journal of Operational Research*, 175, pp.111-120.
36. Wang, Shi, Hong-tao Zhang and Hai Dong (2006), "Grey relationship analysis and grey forecasting modeling on thermal stability of synthetic single diamond," *Journal of Harbin Institute of Technology*, 13(1), pp.73-78.
37. Yörük, Bars K. and Osman Zaim (2005), "Productivity growth in OECD countries: A

comparison with Malmquist indices,” *Journal of Comparative Economics*, 33 (2), pp.401-420.