

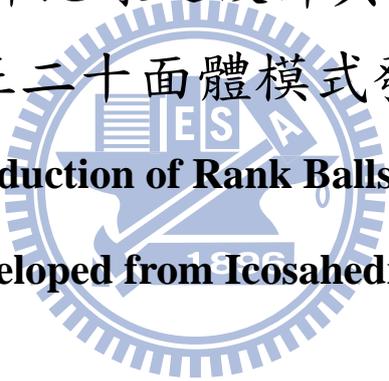
國立交通大學

資訊管理研究所

碩士論文

企業評比球之設計與製作－
以正二十面體模式發展

**A Design and Production of Rank Balls for Enterprises –
Developed from Icosahedrons**



研究生：王琳

指導教授：黎漢林 博士

中華民國 九十九 年 六 月

企業評比球之設計與製作—
以正二十面體模式發展

**A Design and Production of Rank Balls for Enterprises –
Developed from icosahedrons**

研究生：王琳
指導教授：黎漢林

Student: Ling Wang
Advisor: Dr. Han-Lin Li

國立交通大學

資訊管理研究所



Submitted to Institute of Information Management

College of Management

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science in Information Management

June 2010

Hsinchu, Taiwan, the Republic of China

中華民國 九十九 年 六 月

企業評比球之設計與製作— 以正二十面體模式發展

研究生：王琳

指導教授：黎漢林

國立交通大學資訊管理研究所



近年來企業間（如公司、大學、國家）的績效評比甚為熱絡，但目前評比的呈現方式多為按分數高低以條列式呈現評比結果，分不出受評者間的群組關係。本研究運用最佳化方法提出一評比球，按受評者間的差異性將評比結果展示在近似球面的正二十面體上。受評者檢視面體上分佈狀況可知其所屬群組，由之界定其楷模者、競爭者、或可能協同者。本研究亦將此評比球製作出；使用者可自選評比系統模擬後，即可並列印結果摺疊出由正二十面體組成之評比球。

關鍵字：企業、正二十面體、評比球

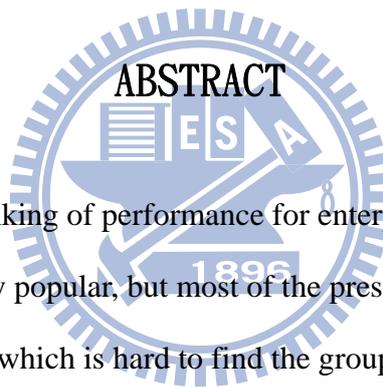
A Design and Production of Rank Balls for Enterprises – Developed from icosahedrons

Student : Lin Wang

Advisor: Han-Lin Li

Institute of Information Management

National Chiao Tung University



In recent years, the ranking of performance for enterprises (such as companies, universities, nations) is very popular, but most of the presentation of ranking results are showed by scores only, which is hard to find the group relationship among enterprises. This paper proposes a rank ball to display these enterprises, from the basis of differences among enterprises, on the surface of an icosahedron. By examining the ball, a user can find the clusters of enterprises conveniently. A system is designed to allow user to retrieve various rating results on icosahedrons, and to print the icosahedrons out to fold as a rank ball.

Keywords: enterprises, icosahedron, rank ball

致謝

口試結束，也該是寫致謝的時候了。沒想到我在交大資管所的日子一眨眼就要結束了，代表著我的學生生涯也即將結束，想到就有點感傷。

首先，要謝謝我的指導教授黎漢林老師。這兩年跟著黎老師真的學到很多東西，不光是學問，還有許多待人處事的道理，黎老師也讓我真正曉得，何謂真正用心的做研究，他每天都一大早來到實驗室，待到晚上才肯離開，就連假日也常常出現，讓我們也受他影響常常待在實驗室，而最重要的一點是讓我了解要有出色的研究真的必須要非常非常的努力，真的非常非常感謝黎老師的教導。另外，也要感謝三位口委老師，陳安斌老師、張錦特老師與何天華老師，在口試時的建議與指教。

再來，要感謝我的父母，雖然我從來沒有說出口過，但你們一直是最愛的人，從小給我最好的保護，讓我在生活中無憂無慮，可以專心於學業上，現在我即將從交大畢業，相信你們也以我為傲。而畢業後我也會繼續努力，不會辜負你們的期望。

謝謝 OR Lab 的所有人：謝謝耀暉學長，你是我們所有人的依靠，不管在學業、玩樂、掃地上，都有你相伴，祝你早日畢業。謝謝毓堂常常在系統方面給我的幫助，你才是有系統分析的才能，還有常常吃你帶來的冰，祝你早日實現你的夢想，念 PHD。謝謝耀翔，無法想像碩一時沒有你，我跟毓堂要怎麼處理好實驗室的工作，祝你早日找到另一半。謝謝碩一的所有學弟妹，小畢業那麼精心策劃，非常感動，Lab 有你們的加入熱鬧不少，明天你們畢業我在好好報答。祝小悶不要再悶，下巴的下巴變短，史迪奇可以常出現在實驗室，凱茵要多吃飯，千慧可以跟耀翔合唱，郁芬的詩歌畫可以順利。當然還要謝謝振國學長與婉瑜學姊。

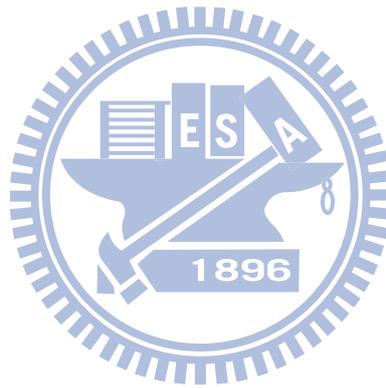
最後謝謝柯婷瑱這兩年的陪伴，以及資管所棒球隊的大家！祝福資管所的大家未來一切順利，謝謝你們！

目錄

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
致謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
第 1 章 緒論.....	1
1.1 研究動機與目的.....	1
1.2 評比資料來源.....	2
1.3 研究架構.....	7
1.4 相關文獻.....	9
第 2 章 正二十面體模式.....	15
2.1 正二十面體之頂點與面.....	15
2.2 計算十頂點之球座標.....	18
2.3 計算正二十面體頂點之評比屬性值.....	21
2.4 受評者所屬的面.....	24
2.5 計算受評者的球面座標.....	27
2.6 球面座標轉正二十面體平面座標.....	29
第 3 章 系統設計與實作.....	32
3.1 系統架構.....	32
3.2 系統實作.....	33
第 4 章 結論與未來展望.....	46
4.1 結論.....	46
4.2 繼續研究方向.....	47
參考文獻.....	49
附錄.....	50
附錄表一 2009 台灣科技 100 強.....	50
附錄表二 亞洲大學排名#10-#60.....	53
附錄表三 IMD2009.....	57
附錄表四 IMD2008.....	59

表目錄

表 1-1 公司評比說明表	3
表 1-2 台灣高等教育評鑑中心屬性權重值	4
表 1-3 世界競爭力之各項原則	6
表 1-4 正多面體資料表	10
表 1-5 MCI-WCY 24 種屬性.....	14
表 2-1 正二十面體立體平面對照表	17
表 2-2 十二球頂點相鄰表(0 表相鄰，X 表不相鄰).....	18
表 2-3 十二頂点球座標值	20
表 2-4 十二頂點四項屬性值	23
表 4-1 未來可發展項目	48



圖目錄

圖 1-1 研究架構圖	7
圖 1-2 論文章節圖	8
圖 1-3 正多面體	10
圖 2-1 正二十面體立體圖	15
圖 2-3 球面投射到平面想像圖	30
圖 3-1 系統架構圖	32
圖 3-2 企業評比呈現系統首頁	33
圖 3-3 公司評比首頁	34
圖 3-4 執行系統圖	35
圖 3-5 台灣高科技企業之正二十面體平面圖	35
圖 3-6 台灣高科技企業之正二十面體實體圖	36
圖 3-7 企業指標值	36
圖 3-8 系統執行圖	37
圖 3-9 台灣高科技企業之正二十面體平面圖	37
圖 3-10 台灣高科技企業之正二十面體實體圖	38
圖 3-11 大學排名首頁	39
圖 3-12 執行系統圖	40
圖 3-13 亞洲大學排名之正二十面體平面圖	40
圖 3-14 亞洲大學排名之正二十面體實面圖 (上中半部)	41
圖 3-15 亞洲大學排名之正二十面體實面圖 (中下半部)	41
圖 3-16 國家競爭力排名首頁	42
圖 3-17 系統執行圖	43
圖 3-18 國家競爭力排名之正二十面體平面圖	44
圖 3-19 國家競爭力排名之正二十面體實體圖	44
圖 3-20 國家競爭力排名之正二十面體平面圖	45
圖 3-21 國家競爭力排名之正二十面體實體圖	45
圖 4-1 性向球	47

第1章 緒論

1.1 研究動機與目的

企業評比行之有年，常見的有公司評比（如：數位時代的台灣科技 100 強）、大學學術排名（如：財團法人高等教育評鑑中心基金會的亞洲大學排名）、國家競爭力排名（如：洛桑國家競爭力分析）…等。但評比的結果大多是由排名高低以條列的方式呈現，受評者除了得知排名高低，就不易知道自己歸屬在何群組，也不易找到自己以後想成為的楷模者，同一群的競爭者或可能的合作者為何。

本研究運用最佳化技術提出一評比結果的新呈現方式，此方式為將評比結果呈現在最接近球體的正立體，也就是正二十面體上。排名愈高的企業在正二十面體上所處的位置也愈高，同時也會形成群的概念，使指標愈近的受評者愈放在相近位置上，而形成一群一群的結構，同時可以了解與楷模對象、競爭對象或合作對象的相對位置，藉以思考未來發展與策略。

本研究另設計有系統，使用者可模擬評比後將結果產生在正二十面體上，以製作出一實體球，方便觀想。

基於以上種種原因，使本研究目的在設計一系統以呈現評比結果於近似球體的正二十面體上，此系統的特色為：

- (i) 可看出受評對象間的相對位置，及群組分佈。
- (ii) 可將評比結果列印後摺為實體球觀想之。

1.2 評比資料來源

本研究會使用以下三種不同評比對象來當範例，其相關描述如下：

(1) 公司評比[1]：

公司評比所用的評比屬性主要從天下雜誌、數位時代雜誌、遠見雜誌綜合而來，以下將簡單描述這三種公司評比所使用的方法。

天下雜誌評比的項目有服務業、金融業、製造業…等，而評比所用的屬性有包括：營業收入、股東權益報酬率、稅後純益、資產報酬率、獲利率、負債比率、員工人數，至於評比的標準是用營業收入由高至低來決定。

數位時代雜誌主要評比是針對科技業，例如台灣科技 100 強、中國科技 100 強、世界科技 100 強，而評比的屬性有營業收入、營收成長率、股東權益報酬率、投資報酬率、稅後純益…等，評比的標準是以營業收入為依據，企業營業收入必須大於一個數字，例如：10 億，接著再加上營收成長率、股東權益報酬率、投資報酬率這四種屬性當評比的準則。

遠見雜誌評比所用的標準比較單純，用股東權益報酬率的高低來評比台灣 100 企業。

以上三種評比方式詳細說明如表 1-1。

而本研究綜合以上三種企業評比的屬性，並從中挑選七項屬性，有：營業收入、營業收入成長率、股東權益報酬率、稅後純益、資產報酬率、投資報酬率、負債比率來當作本研究所使用的評比屬性。

最後本研究針對企業評比的研究對象，是以 2009 台灣科技企業 100 強為例。

表 1-1 公司評比說明表

評比雜誌	評比對象	屬性	評比標準
I 天下雜誌	1000 大製造業 500 大服務業 100 大金融業	A(營業收入)、C(股東權益報酬率)、F(稅後純益)、G(資產報酬率)、H(獲利率)、I(負債比率)、J(員工人數)	以 A 為標準 進行排序
II 數位時代	台灣科技 100 強	A(營業收入)、B(營收成長率)、C(股東權益報酬率)、D(投資報酬率)、F(稅後純益)	$A*1.5+B+C+D$
III 遠見雜誌	100 大 A+榜	C(股東權益報酬率)、F(稅後純益)、I(負債比率)、K(淨現金股本比)	以 C 為標準 進行排序 (分 10 年期及 5 年期兩種)

(2) 大學學術排名 [7] :

本研究的大學學術排名採用的是財團法人高等教育評鑑中心基金會 (HEEACT) 的世界大學科研論文質量評比分析，以學術生產力、學術影響力、學術卓越性三大構面作為世界大學不分領域科研論文質量表現之評比，其評比的八項指標，分別為近十一年論文數、當年論文數、近十一年論文被引次數、近二年論文被引次數、近十一年論文平均被引次數、近二年 H 指數、高被引文章數及高影響期刊論文數等。上述八項指標評鑑學校整體在學術品質及數量上於近期與長期累積的科研論文成果，並考量學校規模及優質研究進行綜合評比。指標說明和權重列於下表 1-2：

表 1-2 台灣高等教育評鑑中心屬性權重值

構面	2010(不)分領域屬性
I 學術生產力	(領域)近十一年論文數(1999-2009)
	(領域)當年論文數(2009)
II 學術影響力	(領域)近十一年論文被引次數(1999-2009)
	(領域)近二年論文被引次數(2008-2009)
	(領域)近十一年論文平均被引次數(1999-2009)
III 學術卓越性	(領域)近二年 h 指數(2008-2009)
	(領域)高被引文章數(1999-2009)
	(領域)高影響期刊論文數(2009)

(3) 世界競爭力排名[5]：

本研究採用當今世界上最富盛名的洛桑國際管理學院的《世界競爭力年報》(World Competitiveness Yearbook, WCY)[5]的資料庫為例。

洛桑國際管理學院自 1989 年開始每年出版《世界競爭力年報》，是世界上最有關國家競爭力最著名及最具廣博性的年度報告，此年報根據一個國家的環境如何創造及維持企業競爭力，加以評等及分析。這份報告涵蓋 60 個國家及地區性經濟，使用 323 個評估標準，組合在四個競爭力因素之中，對國家競爭力提供多面向的觀點。

《世界競爭力年報》備受各界重視，企業界使用《世界競爭力年報》評估國家環境—在一個開放而且全球化的世界中，地點的選擇對企業非常的重要；企業使用《世界競爭力年報》來決定投資計畫及對投資地點進行評估。政府使用《世界競爭力年報》標示其政策的成功，並比較其他國家如何表現。學術界使用《世界競爭力年報》來瞭解及分析各國如何在世界市場上競爭。

國際管理學院《世界競爭力年報》探討一個國家的國家環境(國家對此可

扮演關鍵角色)與財富創造過程(由企業與個人所扮演)二者之間的關係。《世界競爭力年報》將研究重點置於四項競爭力因素互動的結果，這四項因素大體界定了一個國家的國家環境。這些因素是：

1. 經濟績效(Economic Performance)
2. 政府效率(Government Efficiency)
3. 企業效率(Business Efficiency)
4. 基礎建設(Infrastructure)

以這四項因素為基礎，每項因素又有其五個次項因素，每項次項因素裡又各自有其評比，一共有 320 以上的標準，《世界競爭力年報》假設：在這些面向健康的表現，會創造一個維繫世界競爭力的國家環境。另一方面，各國根據四個基本因素管理他們的環境：這四項面向塑造該國的競爭力環境。他們通常是傳統、歷史或價值體系的產物，而且深植於一個國家的「實作方法」中。

表 1-3 是世界競爭力的主要原則：

表 1-3 世界競爭力之各項原則

I 經濟績效

- ◇ 一個國家的繁榮程度，反映的是其過去的經濟績效。
- ◇ 由市場力量所決定的競爭力，可以改善一個國家的經濟績效。國內經濟越具有競爭力，國內廠商到了國外也越有競爭力。
- ◇ 一個國家在國際貿易上的成功，反映的是其國內公司的競爭力（前提是沒有貿易障礙）。
- ◇ 對國際經濟活動開放，可增進一個國家的經濟績效。
- ◇ 國際投資可以使全世界經濟資源配置得更有效率。
- ◇ 輸出導向的競爭力常與國內經濟的成長取向有關連。

II 政府效率

- ◇ 除了為企業創造競爭條件的作為，國家應對企業的介入降低到最小程度。
- ◇ 然而，政府應提供可預測的總體經濟及社會情境，將經濟企業的外部風險降至最小程度。
- ◇ 政府在因應變遷的國際環境而調整其經濟政策時，必須要有彈性。
- ◇ 政府應提供一個可以促進公平、平等及正義的社會結構，同時確保人民的安全。

III 企業效率

- ◇ 在競爭環境中適應變遷的能力，是企業競爭力的關鍵性管理特質。
- ◇ 財務能力有助於增加價值活動。
- ◇ 國家內部的健全發展、國際整合的財務部門，可以支持其國際競爭力。
- ◇ 維持一個高品質的生活水準，有賴於與國際經濟的整合。
- ◇ 企業家精神對經濟活動的起飛階段極屬重要。
- ◇ 一支有技能的勞動力可增進一個國家的競爭力。
- ◇ 生產力反映的是價值增加。
- ◇ 勞動力的態度會影響一個國家的競爭力。

IV 基礎建設

- ◇ 一個健全發展、包含有效率之企業體系在內的基礎建設，可以支持經濟活動。
- ◇ 一個健全發展的基礎建設同時也包含資訊科技與有效保護環境。
- ◇ 競爭優勢可以建基在現有科技的有效率而創新的應用上。
- ◇ 在基本研究及可創造新知識的創新活動上投資，對一個處於經濟發展較為成熟階段的國家極屬重要。
- ◇ 在研究發展上的長期投資很可能增加企業的競爭力。
- ◇ 生活品質是國家吸引力的一部分。
- ◇ 適當且可以取得的教育資源有助於發展知識驅動的經濟。

1.3 研究架構

本研究接著會介紹相關文獻的探討，包括正多面體的介紹、企業評比研究相關介紹、大學學術排名研究相關介紹與洛桑國家競爭力研究相關介紹。

基於研究目的而設計的正二十面體模式主要可分成五個算式：

1. 算式一為計算十二個頂點之球面座標。
2. 算式二為計算十二頂點的評比屬性。
3. 算式三為計算出受評者屬於正二十面體的哪一面。
4. 算式四為計算受評者的球面座標。
5. 算式五為把受評者的球面座標轉換至正二十面體平面圖上。

而根據研究方法設計成一系統，並以數位時代的台灣科技100、財團法人高等教育評鑑中心基金會的亞洲大學排名與洛桑國家競爭力分析這三種評比研究來分別模擬之，最後再做出正二十面體的實體球。

其研究架構圖如圖1-1，第一步是評比資料整理，第二步在進行正二十面體模式，最後則是產生評比球。



圖 1-1 研究架構圖

以下將簡介每一章的內容：第二章將介紹相關文獻探討，第三章將講解方法的詳細過程，而第四章則描述整個系統設計的概念，並實作之。最後第五章總結結論，並提出未來可改進與後續發展之方向，其論文章節圖如圖1-2。

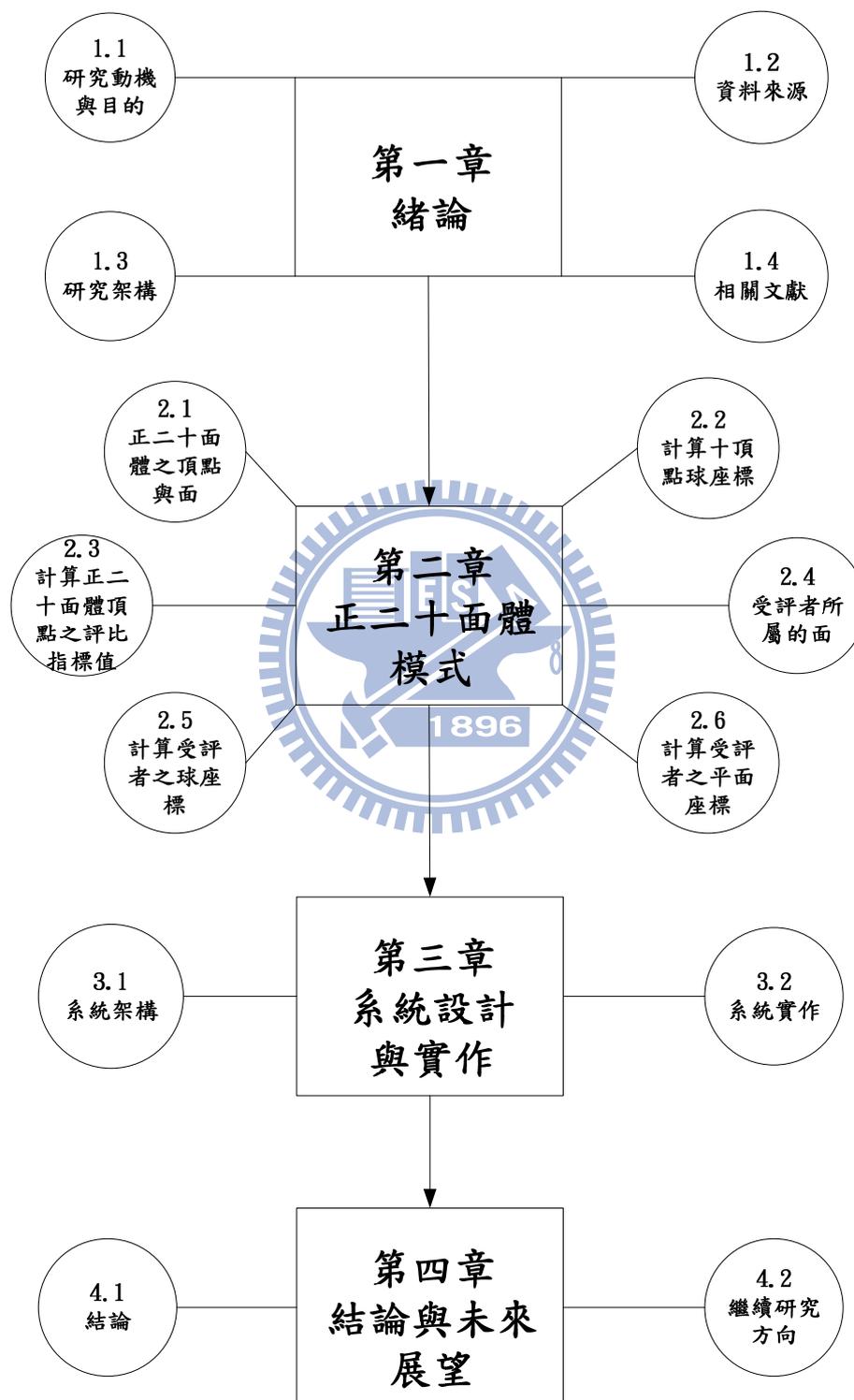


圖 1-2 論文章節圖

1.4 相關文獻

本小節擬對研究中所使用的相關文獻進行探討。第一部份為正多面體相關文獻；第二部分為公司評比相關文獻；第三部分為大學評比相關文獻；第四部分為國家評比相關文獻。

(1) 正多面體

正多面體又稱「柏拉圖多面體」(圖 1-3)，因為希臘哲學家柏拉圖發現，在三維空間中，最多就只有五種正多面體：正四面體、正六面體、正八面體、正十二面體與正二十面體，利用尤拉公式可證之[4]，如下：

假設每一個頂點恰有 m 個正 n 邊形相鄰， F 個面、 V 個頂點、 E 條稜邊，則

$$(i) m*(n-2)*180/n < 360$$

$$(ii) nF=mV=2E$$

$$\text{By (i) } mn-2m-2n < 0 \rightarrow 0 < (n-2)(m-2) < 4$$

$$\text{By (ii) } \rightarrow F=2E/n, V=2E/m$$

By Euler Formula ($V - E + F = 2$)[4] and by (ii), we have

$$\textcircled{1} V=4n/(2m+2n-mn)$$

$$\textcircled{2} E=2mn/(2m+2n-mn)$$

$$\textcircled{3} F=4m/(2m+2n-mn)$$

由(i) 知， (n,m) 所有可能為 $(3, 3), (4, 3), (3, 4), (5, 3), (3, 5)$ ：

For $n=3, m=3$ ，to have $F=4*3/(2*3+2*3-3*3)=4 \rightarrow$ 正四面體

For $n=4, m=3$ ，to have $F=6 \rightarrow$ 正六面體

For $n=3, m=4$ ，to have $F=8 \rightarrow$ 正八面體

For $n=5, m=3$ ，to have $F=12 \rightarrow$ 正十二面體

For $n=3, m=5$ ，to have $F=20 \rightarrow$ 正二十面體

上述這五個正多面體的詳細頂點、稜邊、面資料，請見表 1-4

表 1-4 正多面體資料表

正多面體	面(F)	頂點(V)	稜邊(E)
正四面體	4	4	6
正六面體	6	8	12
正八面體	8	6	12
正十二面體	12	20	30
正二十面體	20	12	30

由此可知，最接近球體的正多面體為正二十面體，因此本研究就把正二十面體做為研究標的。

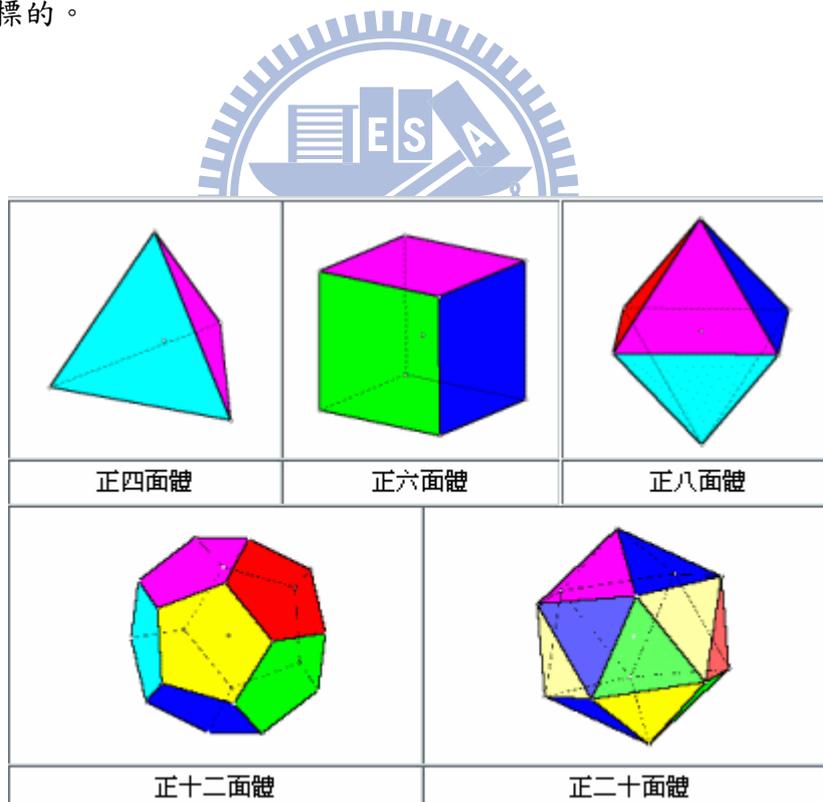


圖 1-3 正多面體

(2) 企業評比

企業的經營成果通常可反應於財務報表上，使用財務性績效指標來進行公司的營運績效評估是很常見的作法。過去使用財務性指標進行經營績效評估時，大多先選取數個代表性指標並提出假說，再利用統計分析方法進行驗證。或是將數個選定指標利用權重的加總計算再進行排序，依照排序結果評定企業的營運績效表現。

陳盈羽(2008)[1] 選取短期償債能力、獲利能力作為評估電子產業廠商經營績效之代表構面，且選取流動比率、短期週轉能力、銷貨成長率作為短期償債能力構面之代表指標，以及選擇銷售報酬率、總資產報酬率、以及股東權益報酬率為代表指標。

但評比的結果一樣以條列式來呈現，也無群組的概念，故本研究希望能延續此研究，加上群組的概念，並將其評比結果呈現在正二十面體上，以方便使用者觀想之。



(3)大學評比

侯永琪(2009)[7]提到關於大學排名的理論基礎主要有三點：

高等教育市場化與大學排名：

隨著高等教育市場化、市場機制引入高等教育機構，商業邏輯的思考也逐漸被移入大學之中。大學開始變得像企業組織一樣，被期待必須對校內外相關成員交代其運作的成效與成果，也就是負起所謂的「績效責任」，其包含了下列五項要素：1.合法並正確地使用分配的資源，以達到有效的目的；2.不斷累積能實現目的所需之證據；3.驗證相關證據以確認其目標已達成；4.檢視實現目標所需花費的成本；5.持續改善教育過程，以發現更有效的教育方式。

因此，再教育商品化與績效責任的雙重影響下，透過比較、排名方式，可使大學證明自己提供的產品與服務是有品質且值得投資的，其主要目的是希望做為學生選擇大學的資訊與線索，並幫助社會大眾了解、比較大學學術表現，而這也是大學排名產生的重要推手。

大學學術聲譽內涵：

一間學校的學術地位是由許多主觀與客觀的面向所決定的。一所學術聲譽高的大學須具備幾項要素：1.延聘一流教師，給與一流待遇、提供優良工作環境與工作保障；2.傑出研究成果；3.充分學術自由與大學自主；4.先進研究教學設備。

某大學被評定為比其他學校的學術聲望與地位排名高，很可能是他們擁有較多預算資源運用與控制，學生入學申請較難，或是教授品質優秀等。

綜合上述，對學術聲譽高大學的描述，雖然是一個模糊的概念，且評價指標相當多元，但若深入分析，仍可發現一些共同的特徵與因素，其包含了：

1.可以量化評比的指標，如：學術研究成果、人才培養；2.質化性比較分析

的指標，如：辦學理念、校園文化等。

另一方面，雖然學術聲譽仍是一個綜合以上主、客觀面向的模糊概念，但由學界與大眾的心理層面來看，它卻具體地塑造了高等教育階層化體系，並使用彼此流動呈現某些僵化性的現象。而這些學校也擁有比其他學校更多的學術聲譽；卓越與聲譽兩者也自然地被社會大眾畫下等號。

大學聲譽調查原理：

大學排名或大學排行榜是指將大學某些相關特質相關指標，其中可能包含學術聲譽調查，以量化的方式，次序地將大學依優至劣排列的一項活動。

Boulding(1993)[8]所提出的「知覺性的服務品質模式」，挑選專業的受訪者回答問卷，並將結果量化排名，使得學校品質的好壞呈現數字化與簡單化。受訪者會依先前的經驗判斷發生的期待與應該發生的期待，也就是受訪者先前對產品的預期認知，來決定其未來對此產品的期待。

現今，許多採用聲譽調查的大學排名即是運用此一理論模式，如美國新聞與世界報導的全美最好大學之同僚聲調調查即屬此類。

而本研究即是利用財團法人高等教育評鑑中心基金會的亞洲大學排名來當範例資料，並一樣將其結果呈現在正二十面體上。

(4) 國家競爭力

柯宇謙(2009)[6]指出，國家競爭力對形成政府策略與經濟發展日益重要。國家競爭力的規則推導與呈現，可做為經濟政策的制定與驗證的輔助。基於當時 MCI-WCY 提出最佳化的模型，在 14 種屬性中推導競爭力的層級規則，提供使用者觀察國家在競爭力的分佈，而本研究將原本的 14 種屬性，增加至現今 MCI-WCY 提出的 24 種屬性(如表 1-5 所示)。

表 1-5 MCI-WCY 24 種屬性

Attributes	Attributes
GDP PER CAPITA	central government total debt
Real Gdp Growth	overall productivity
Private Final Consumption Expenditure	labor productivity
gross domestic investment	Compensation levels
gross domestic savings	computer per capita
current account balance	internet users
exports of goods	credibility of managers
direct investment flows abroad	corporate boards
direct investment flows inward	entrepreneurship
unemployment rate	social responsibility
consumer price inflation	image abroad
government budget surplus/deficit	flexibility and adaptability

第2章 正二十面體模式

2.1 正二十面體之頂點與面

本章節將說明本研究是如何把評比屬性所計算的結果呈現於正二十面體上。設想正二十面體被一球體包覆在內，且正二十面體之球十二個頂點都在球面上（如圖 2-1 所示，頂點編號由上到下，編號為 1, 2, ..., 11, 12）。假設球的半徑為 1，中心為(0, 1, 0)、球頂點 1 為(0, 2, 0)、球頂點 12 為(0, 0, 0)。

正二十面體的主要特性有三：

- (i) 正二十面體是正多面體中面數最多的正多面體(見第二章)。
- (ii) 正二十面體是由二十個相等的正三角形所組成的。
- (iii) 由於正二十面體的面為相等的正三角形，故相鄰的頂點其距離都一樣。

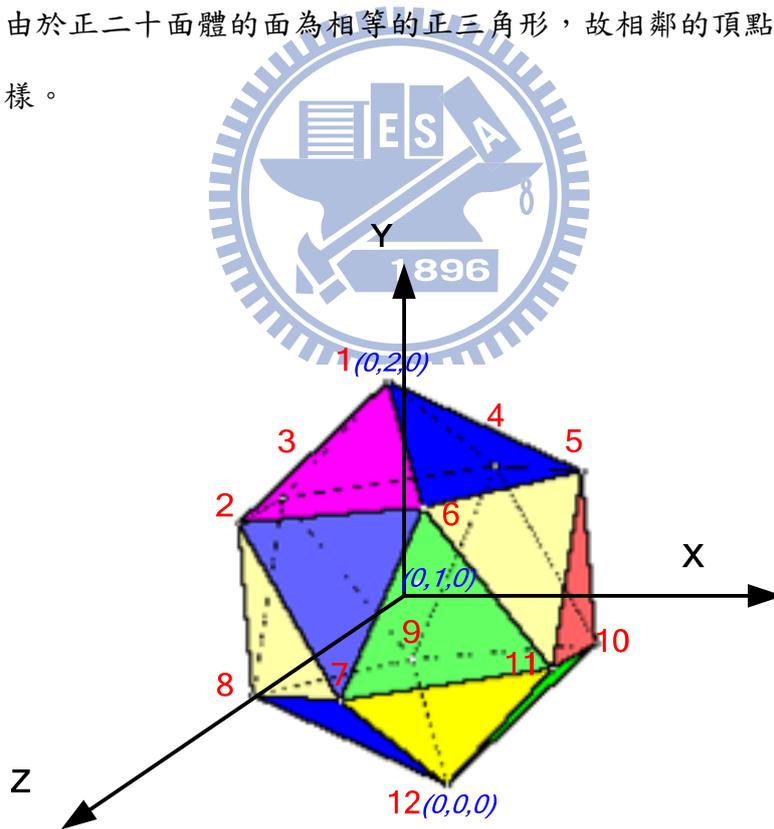


圖 2-1 正二十面體立體圖

為求使用者可自行在網路上列印此正二十面體，並摺為評比球，我們需把它展開成平面圖。

此正二十面體展成平面圖（圖 2-2）時，頂點會由十二個變成二十二個，故要對每一平面頂點做編號。假設其中正三角形的邊長為 D ，則三角形的高為 $\frac{\sqrt{3}}{2}D$ ，令座標從左下方 $(0, 0)$ 開始，平面圖所處的平面座標如圖 2-2。

正二十面體的每一面以編號做區分，由上到下分別為 $(F_1, F_2, \dots, F_{20})$ ，在圖 3-2 中， $1a, 1b, 1c, 1d, 1e$ 為球頂點 1； $3a, 3b$ 為球頂點 3； $8a, 8b$ 為球頂點 8； $12a, 12b, 12c, 12d, 12e$ 為球頂點 12。

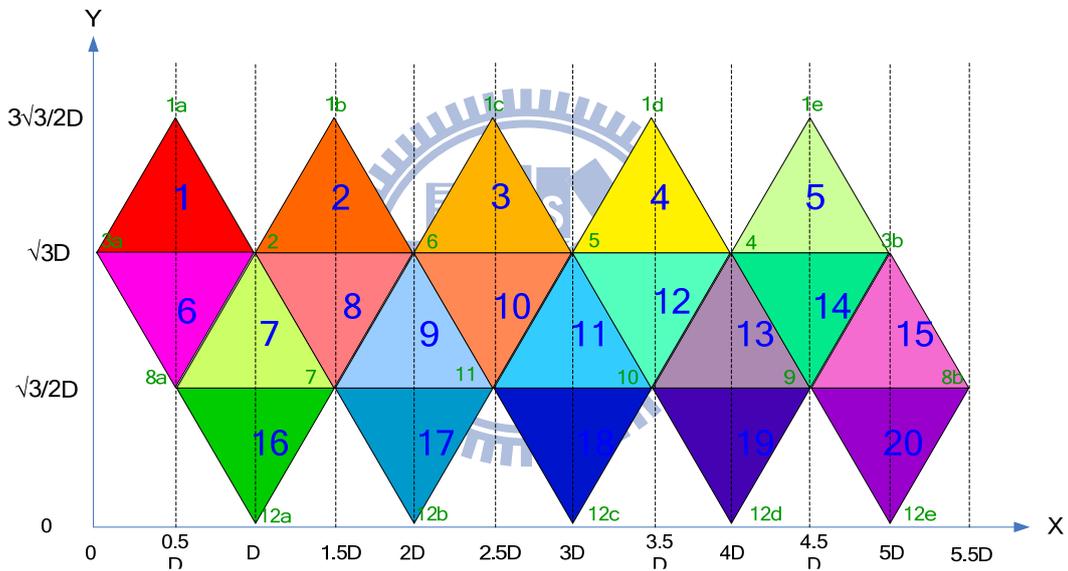


圖 2-2 正二十面體平面圖

正二十面體每一面之頂點座標有些可直接由圖 2-1 及圖 2-2 算出，列示如表 2-1。

表 2-1 正二十面體立體平面對照表

Facet 20 面	球頂點	球頂點座標 (x, y, z)	平面頂點	平面頂點座標 (x, y)
1	1	(0, 2, 0)	1a	(0.5D, 3√3/2D)
	2	待求	2	(D, √3D)
	3	待求	3a	(0, √3D)
2	1	(0, 2, 0)	1b	(1.5D, 3√3/2D)
	2	待求	2	(D, √3D)
	6	待求	6	(2D, √3D)
3	1	(0, 2, 0)	1c	(2.5D, 3√3/2D)
	5	待求	5	(3D, √3D)
	6	待求	6	(2D, √3D)
4	1	(0, 2, 0)	1d	(3.5D, 3√3/2D)
	4	待求	4	(4D, √3D)
	5	待求	5	(3D, √3D)
5	1	(0, 2, 0)	1e	(4.5D, 3√3/2D)
	3	待求	3b	(5D, √3D)
	4	待求	4	(4D, √3D)
6	2	待求	2	(D, √3D)
	3	待求	3a	(0, √3D)
	8	待求	8a	(0.5D, √3/2D)
7	2	待求	2	(D, √3D)
	7	待求	7	(1.5D, √3/2D)
	8	待求	8a	(0.5D, √3/2D)
8	2	待求	2	(D, √3D)
	6	待求	6	(2D, √3D)
	7	待求	7	(1.5D, √3/2D)
9	6	待求	6	(2D, √3D)
	7	待求	7	(1.5D, √3/2D)
	11	待求	11	(2.5D, √3/2D)
10	5	待求	5	(3D, √3D)
	6	待求	6	(2D, √3D)
	11	待求	11	(2.5D, √3/2D)
11	5	待求	5	(3D, √3D)
	10	待求	10	(3.5D, √3/2D)
	11	待求	11	(2.5D, √3/2D)
12	4	待求	4	(4D, √3D)
	5	待求	5	(3D, √3D)
	10	待求	10	(3.5D, √3/2D)
13	4	待求	4	(4D, √3D)
	9	待求	9	(4.5D, √3/2D)
	10	待求	10	(3.5D, √3/2D)
14	3	待求	3b	(5D, √3D)
	4	待求	4	(4D, √3D)
	9	待求	9	(4.5D, √3/2D)
15	3	待求	3b	(5D, √3D)
	8	待求	8b	(5.5D, √3/2D)
	9	待求	9	(4.5D, √3/2D)
16	7	待求	7	(1.5D, √3/2D)
	8	待求	8a	(0.5D, √3/2D)
	12	(0, 0, 0)	12a	(D, 0)
17	7	待求	7	(1.5D, √3/2D)
	11	待求	11	(2.5D, √3/2D)
	12	(0, 0, 0)	12b	(2D, 0)
18	10	待求	10	(3.5D, √3/2D)
	11	待求	11	(2.5D, √3/2D)
	12	(0, 0, 0)	12c	(3D, 0)
19	9	待求	9	(4.5D, √3/2D)
	10	待求	10	(3.5D, √3/2D)
	12	(0, 0, 0)	12d	(4D, 0)
20	8	待求	8b	(5.5D, √3/2D)
	9	待求	9	(4.5D, √3/2D)
	12	(0, 0, 0)	12e	(5D, 0)

2.2 計算十頂點之球座標

因球半徑為 1，故十二球頂點都在半徑為 1，中心點為(0, 1, 0)的球面上，且球頂點 1 的座標為(0, 2, 0)，球頂點 12 的座標為(0, 0, 0)，則計算十頂點的數學式如下：

令 N 為正二十面體相鄰之球頂點的集合，則

$N = \{(1, 2), (1, 3), (1, 4), (1, 5), (1, 6), (2, 3), (2, 6), (2, 7), (2, 8), (3, 4), \dots, (11, 12)\}$ (如表 2-2)。

表 2-2 十二球頂點相鄰表(0 表相鄰，X 表不相鄰)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	X	○	○	○	○	○	X	X	X	X	X	X
2	X	X	○	X	X	○	○	○	X	X	X	X
3	X	X	X	○	X	X	X	○	○	X	X	X
4	X	X	X	X	○	X	X	X	○	○	X	X
5	X	X	X	X	X	○	X	X	X	○	○	X
6	X	X	X	X	X	X	○	X	X	X	○	X
7	X	X	X	X	X	X	X	○	X	X	○	○
8	X	X	X	X	X	X	X	X	○	X	X	○
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○	X	○
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○	○
11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○
12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

<算式一：十頂点球座標計算>

◆ 目標式：

$$\min = \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} |D - d_{i,j}| \quad \forall (i, j) \in N \quad (1)$$

◆ 限制式：

$$d_{i,j}^2 = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2 \quad \forall (i,j) \in N \quad (2)$$

$$x_i^2 + (y_i - 1)^2 + z_i^2 = 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, 12 \quad (3)$$

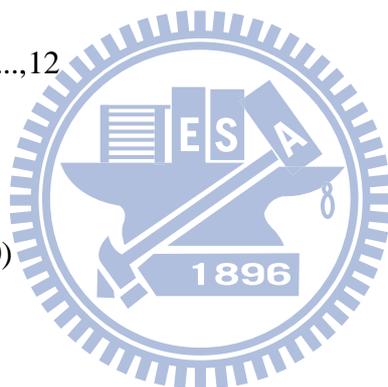
$$-1 \leq x_i \leq 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, 12 \quad (4)$$

$$0 \leq y_i \leq 2 \quad \forall i = 1, 2, \dots, 12 \quad (5)$$

$$-1 \leq z_i \leq 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, 12 \quad (6)$$

$$(x_1, y_1, z_1) = (0, 2, 0) \quad (7)$$

$$(x_{12}, y_{12}, z_{12}) = (0, 0, 0) \quad (8)$$



◆ 變數定義：

D ：代表正二十面體每一邊的長(為待求變數)。

$d_{i,j}$ ：代表相鄰頂點 i 與 j 的距離(為待求變數)。

N ：代表相鄰頂點的集合，如表 3-2。

x_i ：代表頂點 i 的 x 座標(為待求變數)。

y_i ：代表頂點 i 的 y 座標(為待求變數)。

z_i ：代表頂點 i 的 z 座標(為待求變數)。

◆ 算式一說明：

算式一目標式的目的是希望能極小化正二十面體相鄰球頂點距離的誤差，其中：

- (1) 式為：最小化正二十面體邊長與計算出的鄰邊距離誤差。
- (2) 式為： $d_{i,j}$ 的計算方式。
- (3) 式為：確保計算出的頂點 (x, y, z) 落在球面上。
- (4) 式為：計算出的座標 x 落在 $-1\sim 1$ 之間。
- (5) 式為：計算出的座標 y 落在 $0\sim 2$ 之間。
- (6) 式為：計算出的座標 z 落在 $-1\sim 1$ 之間。
- (7) 式為：假設球頂點 1 的座標為 $(0, 2, 0)$ 。
- (8) 式為：假設球頂點 12 的座標為 $(0, 0, 0)$ 。

而用Lingo跑出來的十頂點(加上假設的球頂點1、球頂點12)座標如表2-3，且D值與 $d_{i,j}$ 值均為1.0515：

表 2-3 十二頂點球座標值

球頂點	x_i	y_i	z_i
1	0.00	2.00	0.00
2	-0.78	1.45	0.43
3	-0.65	1.45	-0.61
4	0.38	1.45	-0.81
5	0.89	1.45	0.11
6	0.17	1.45	0.88
7	-0.38	0.45	0.81
8	-0.89	0.45	-0.11
9	-0.17	0.45	-0.88
10	0.78	0.45	-0.43
11	0.65	0.45	0.61
12	0.00	0.00	0.00

2.3 計算正二十面體頂點之評比屬性值

由於各種企業評比(如公司評比、亞洲大學排名、洛桑國家競爭力分析)使用的評比屬性數量都各有不同，故在此設計一方法可針對所選的評比屬性數量不同而計算出相對的十二頂點之評比屬性值，且此方法也可自由調整評比屬性的權重值。

而本研究方法區別受評者之分數所使用的是 score 值，score 值計算方式如下：

<Score 值計算模式>

$$score_l = \sum_{k=1}^n w_k * a_{lk}$$

$$0 \leq score_l \leq 1$$

◆ 變數定義：

$score_l$ ：代表第 l 個受評者的 score 值（為待求變數）。

w_k ：代表第 k 個權重值（為已知常數）。

a_{lk} ：代表第 l 個受評者的第 k 個屬性值（為已知常數）。

◆ Score 值計算模式說明：

此模式的計算方式為受評者的屬性值乘上權重之總和。

且 score 值與球面座標的 y 值成正相關，換句話說， y 值越高就代表評比對象的排名越高，其相關性如下：

$$score_l = 1 \rightarrow y_l = 2$$

$$score_l = 0.5 \rightarrow y_l = 1 \quad \therefore y_l = 2 * score_l$$

$$score_l = 0 \rightarrow y_l = 0$$

在知道 score 值的計算方式以及與 y 值的關係後，我們可以進一步的去計算出十二頂點的 n 屬性值，其數學模式如下：

<算式二：十二頂點之屬性值>

◆ 目標式：

$$\min = \sum_{i=1}^{12} | y_i - 2 \sum_{k=1}^n w_k * a_{ik} | \quad (9)$$

◆ 限制式：

$$\sum_{k=1}^n w_k * | a_{ik} - a_{jk} | = D, \forall i, j \in N \quad (10)$$

$$0 \leq a_{ik} \leq 1 \quad (11)$$

◆ 變數定義：

w_k ：代表第 k 個權重值（為已知常數）。

a_{ik} ：代表頂點 i 的第 k 個屬性值（為待求變數）。

N ：代表相鄰頂點的集合，如表 2-2。

◆ 算式二說明：

算式二目標式是以 y 值相等於 2 倍 score 值的概念去設計，其中：

(9) 式為：最小化 y 值與 2 倍 score 值的誤差。

(10) 式為：相鄰頂點之間的距離跟屬性與權重有相關性。

(11) 式為：屬性值都在 0~1 之間。



在這以洛桑國家競爭力的四項屬性：經濟績效、政府效率、企業效率與基礎建設來當範例，而計算出來的十二頂點四項屬性值結果如表 2-4。

表 2-4 十二頂點四項屬性值

	經濟績效	政府效率	企業效率	基礎建設
頂點 1	1	1	1	1
頂點 2	0.983025	0.618757	0.999571	0.168472
頂點 3	0.572196	0.615978	1	0.788917
頂點 4	0.878747	0.698278	0.232739	1
頂點 5	1	0.535421	0.79678	0.408463
頂點 6	0.784446	1	0.487458	0.579434
頂點 7	0.367586	0	0.31549	0.382883
頂點 8	0.161538	0.545254	0	0.471047
頂點 9	0.730779	0	0.79938	0.068011
頂點 10	0.056236	0.512588	0.262417	0.379126
頂點 11	0	0	0.238739	1
頂點 12	0	0	0	0

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \geq 0 \quad (14)$$

$$y_A * \lambda_1 + y_B * \lambda_2 + y_C * \lambda_3 = y_l \quad (15)$$

且因受評者 l 屬於上部，故還須經過 $\min\{F1, F2, F3, F4, F5\}$ 從上部的五面中取誤差最小的一面，該面即為受評者 l 所屬之面。

◆ 變數定義：

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ：代表受評者 l 的三個 λ 值（為待求變數）。

$a_{A1} \dots a_{An}$ ：代表組成 F 之頂點 A 的屬性值（為已知常數）。

$a_{B1} \dots a_{Bn}$ ：代表組成 F 之頂點 B 的屬性值（為已知常數）。

$a_{C1} \dots a_{Cn}$ ：代表組成 F 之頂點 C 的屬性值（為已知常數）。

y_A, y_B, y_C ：代表組成 F 的三頂點 y 值（為已知常數）。

◆ 算式三說明：

算式三是以受評者在可能所屬的面中，找出最適的面來設計的，其中：

(12)式為：目標式是希望極小化線性組合的三個 λ 值總和不為 1 的誤差。

(13)式為：屬於線性組和的概念，受評者 l 的屬性值會被組成 F 的三頂點的屬性值包覆再內。

(14)式為：三個 λ 值都大於 0。

(15)式為：制受評者 l 的 y 座標會等於所屬之面 F 的三頂點 y 座標乘 λ 值的總和。

以上說明的是當受評者 l 屬於上半部的情況，而中半部與下半部的受評者也是用相同的方法得到所屬的面。

而因受評者原始屬性值往往都不在 0~1 之間，故在此設計一正規化算式，可使受評者屬性值落於 0~1 之間，其算式如下：

<受評者屬性值正規化算式>

$$a_{lk} = \frac{a'_{lk} - \underline{a}_k}{\overline{a}_k - \underline{a}_k}$$

◆ 變數定義：

a_{lk} ：代表受評者 l 的第 k 個屬性值（為待求變數）。

a'_{lk} ：代表受評者 l 的第 k 個原始屬性值（為已知常數）。

\overline{a}_k ：代表受評者屬性 k 群的最大值（為已知常數）。

\underline{a}_k ：代表受評者屬性 k 群的最小值（為已知常數）。

◆ 屬性值正規化算式說明：

此算式的計算方式為受評者 l 的原始屬性值 k 減屬性值 k 群中的最小值再除於屬性值 k 群中的最大值減最小值，因此受評者的屬性值都會在 0~1 之間。

而在此以 IMD2009(附錄表一)的香港為例，其四項原始屬性值經濟績效、政府效率、企業效率與基礎建設分別為：38.283、52、46.75、48.5，在經過正規化後屬性值變成：0.706、0.927、0.885、0.841。

假設屬性權重都為 0.25，其 $\text{score} = 0.706 \times 0.25 + 0.927 \times 0.25 + 0.885 \times 0.25 + 0.841 \times 0.25 = 0.84$ ，則其 y 值為 $0.84 \times 2 = 1.68$ 。

而 $1.45 \leq 1.68 \leq 2 \rightarrow$ 則香港屬於上部的五面(F1, F2, F3, F4, F5)，使用算式三後，可得其結果落在 F3，且三個 λ 值分別為 0.71、0.16、0.13。

2.5 計算受評者的球面座標

由上一步已知各受評者屬於正二十面體的哪一面，接著要計算各受評者的球面座標 (x, y, z) ，且 y 已知，利用上一步所得的三個 λ 值，使用線性組合的概念，其數學模型如下：

<算式四：受評者之球面座標>

◆ 目標式：

$$\min = (x - x_l)^2 + (y - y_l)^2 + (z - z_l)^2 \quad (16)$$

◆ 限制式：

$$x_l = \lambda_1 * x_A + \lambda_2 * x_B + \lambda_3 * x_C \quad (17)$$

$$y_l = \lambda_1 * y_A + \lambda_2 * y_B + \lambda_3 * y_C \quad (18)$$

$$z_l = \lambda_1 * z_C + \lambda_2 * z_C + \lambda_3 * z_C \quad (19)$$

$$x^2 + (y-1)^2 + z^2 = 1 \quad (20)$$

$$-1 \leq x \leq 1 \quad (21)$$

$$-1 \leq z \leq 1 \quad (22)$$

◆ 變數定義：

x_l, y_l, z_l ：代表受評者 l 的 (x, y, z) （為已知常數）。

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ：代表受評者 l 的三個 λ 值（為已知常數）。

x_A, x_B, x_C ：代表受評者 l 所在面 F 的三頂點 x 座標（為已知常數）。

y_A, y_B, y_C : 代表受評者 l 所在面 F 的三頂點 y 座標 (為已知常數)。

z_A, z_B, z_C : 代表受評者 l 所在面 F 的三頂點 z 座標 (為已知常數)。

x, y, z : 代表計算出來的受評者 (x, y, z) (為待求變數)。

◆ 算式四說明：

算式四以線性組合的概念來設計，目標是希望計算出的受評者 l 球面座標 (x, y, z) 與實際座標 (x_l, y_l, z_l) 誤差越小越佳，其中

(16)式為：最小化受評者球面座標的誤差。

(17)式為：受評者 l 實際座標 x_l 計算方式為該受評者所處之面的三頂點 x 座標各自乘上配置到的 λ 值再加上即得到其 x_l 。

(18)式為：受評者 l 實際座標 y_l 計算方式為該受評者所處之面的三頂點 y 座標各自乘上配置到的 λ 值再加上即得到其 y_l 。

(19)式為：受評者 l 實際座標 z_l 計算方式為該受評者所處之面的三頂點 z 座標各自乘上配置到的 λ 值再加上即得到其 z_l 。

(20)式為：計算得到的球面座標必須處在球面上。

(21)式為：計算得到的 x 值再 $-1 \sim 1$ 之間。

(22)式為：計算得到的 z 值再 $-1 \sim 1$ 之間。

接續前面香港的例子，其處於 $F3$ 上，且三個 λ 值分別為 $0.71、0.16、0.13$ ，則使用算式四計算出來的香港球面座標 $(x, y, z) = (0.42, 1.68, 0.34)$ 。

2.6 球面座標轉正二十面體平面座標

由算式四已得所有受評者的球面座標，這此一樣要利用線性組合的概念來計算出受評者在正二十面體之平面座標。定義好的正二十面體的平面座標範圍在之前就提過（圖 3-2），而所求的受評者正二十面體平面座標值一樣由三個 λ 值來進行包覆，同時也會參考到受評者的球面座標，數學模型如下：

<算式五：受評者之平面座標>

◆ 目標式：

$$\min = m \quad (23)$$

◆ 限制式：

$$x'_A * \lambda'_1 + x'_B * \lambda'_2 + x'_C * \lambda'_3 = x'_l \quad (24)$$

$$y'_A * \lambda'_1 + y'_B * \lambda'_2 + y'_C * \lambda'_3 = y'_l \quad (25)$$

$$\left((x_A - x_l)^2 + (y_A - y_l)^2 + (z_A - z_l)^2 \right)^{0.5} = (1 - \lambda'_1) * m \quad (26)$$

$$\left((x_B - x_l)^2 + (y_B - y_l)^2 + (z_B - z_l)^2 \right)^{0.5} = (1 - \lambda'_2) * m \quad (27)$$

$$\left((x_C - x_l)^2 + (y_C - y_l)^2 + (z_C - z_l)^2 \right)^{0.5} = (1 - \lambda'_3) * m \quad (28)$$

$$\lambda'_1 + \lambda'_2 + \lambda'_3 = 1 \quad (29)$$

$$0 \leq \lambda'_1, \lambda'_2, \lambda'_3 \leq 1 \quad (30)$$

◆ 變數定義：

x'_A, x'_B, x'_C ：代表受評者所處之面 F 三頂點的平面 X 座標（為已知常數）。

y'_A, y'_B, y'_C : 代表受評者所處之面 F 三頂點的平面 y 座標 (為已知常數)。

$\lambda'_1, \lambda'_2, \lambda'_3$: 代表受評者 l 的三個 λ 值 (為待求變數)。

x_A, x_B, x_C : 代表受評者所處之面 F 三頂點的球面 x 座標 (為已知常數)。

y_A, y_B, y_C : 代表受評者所處之面 F 三頂點的球面 y 座標 (為已知常數)。

z_A, z_B, z_C : 代表受評者所處之面 F 三頂點的球面 z 座標 (為已知常數)。

x_l, y_l, z_l : 代表受評者 l 的球面座標 (x, y, z) (為已知常數)。

x'_l, y'_l : 代表計算出來的受評者 l 的正二十面體平面 (x, y) (為待求變數)。

◆ 算式五說明：

算式五是以投射的概念 (如圖 2-3)，由受評者的球面座標投射在正二十面體平面座標，且一樣使用線性組合的三個 λ 值來達到投射在正二十面體的平面座標位置與在球面座標所處的位置一致，其中：

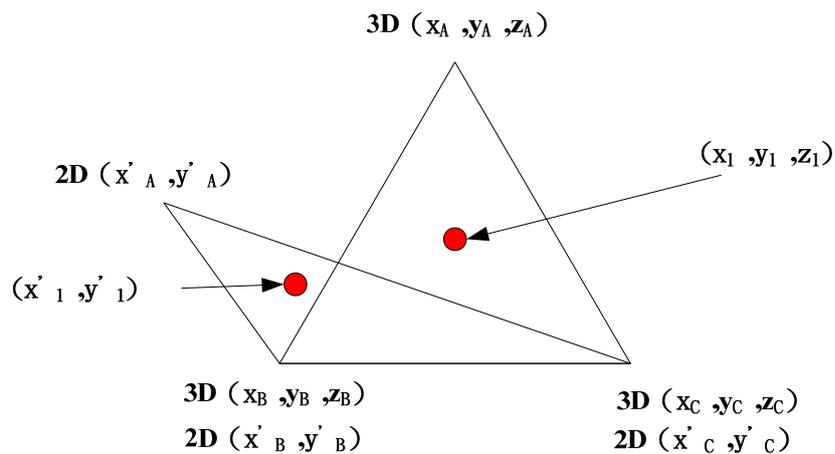


圖 2-3 球面投射到平面想像圖

(23)式為：目標式希望最小化立體三角形與平面三角形的大小差異。

(24)式為：受評者 l 的正二十面體平面座標 x'_l 的計算方式為所處面之三頂點各自的平面座標 x 乘上 λ 值在相加。

(25)式為：受評者 l 的正二十面體平面座標 y'_l 的計算方式為所處面之三頂點各自的平面座標 y 乘上 λ 值在相加。

(26)式為：把受評者 l 在正二十面體立體三角形（對於 x 座標而言）所在位置反映在平面三角上。

(27)式為：把受評者 l 在正二十面體立體三角形（對於 y 座標而言）所在位置反映在平面三角上。

(28)式為：把受評者 l 在正二十面體立體三角形（對於 z 座標而言）所在位置反映在平面三角上。

(29)式為：三個 λ 值的總和為 1。

(30)式為：各 λ 值的值域在 $0 \sim 1$ 之間。



再接續香港的例子，其球面座標 $(x, y, z) = (0.42, 1.68, 0.34)$ ，使用算式五計算香港的正二十面體平面座標 $(x', y') = (2.47, 2.17)$ 。

以上五算式為本論文的核心方法，先計算正二十面體的十二頂點座標（算式一），接著在計算十二頂點的評比屬性值（算式二），再計算出所有受評者屬於正二十面體的哪一面（算式三），再計算所有受評者的球面座標（算式四），最後再進一步求得所有受評者的平面座標（算式五），經由這五算式所組成的正二十面體模式可達到本論文研究目的：把評比指標呈現於正二十面體，而下一章節將介紹如何把此模式實做成系統，以方便使用。

第3章 系統設計與實作

本章將介紹系統是如何設計與實作的。

在系統設計方面，可分成三個部分，從資料的處理到執行正二十面體模式，最後是產生正二十面體平面圖，以方便使用者摺疊觀想之。

3.1 系統架構

系統的整體架構圖如圖 3-1 所示。

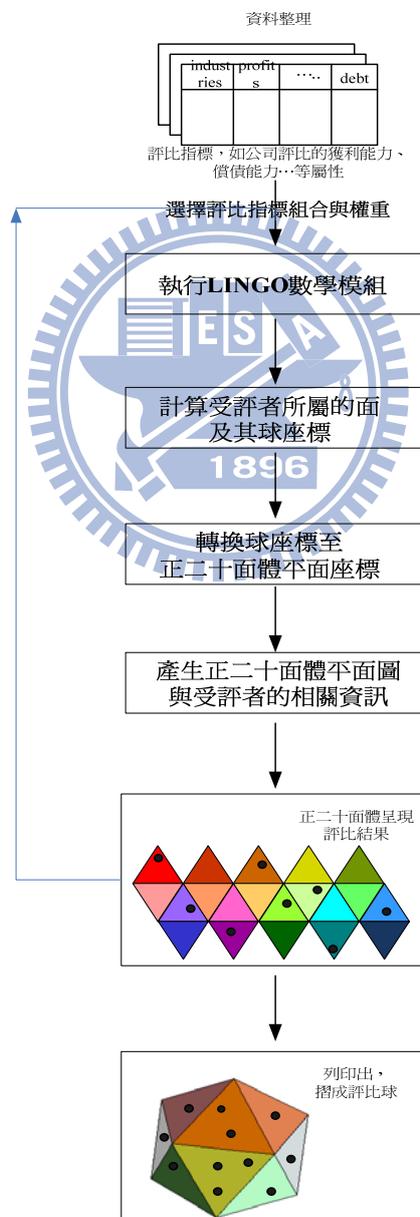


圖 3-1 系統架構圖

3.2 系統實作

本系統是以 Java 結合 lingo 的方式來實作企業評比呈現系統。

目前評比的對象主要有公司（台灣高科技產業）、大學（亞洲大學）和國家競爭力（洛桑國家競爭力）三種來做模擬，以下將分別介紹三個範例的執行結果。

圖 3-2 為「企業評比呈現系統」的系統首頁，在首頁中我們可以看到幾個項目如下：

- (1) 公司評比、亞洲大學排名、國家競爭力排名：

此三項為系統目前的評比對象，使用者可自行選擇一種進行評比。

- (2) 點擊評比的類型：

可點擊系統上方三種評比對象，會產生相對應的評比屬性，使用者可輸入相對應的權重值。

- (3) 執行：在輸入評比屬性的權重後即可開始模擬。



圖 3-2 企業評比呈現系統首頁

以下將分別說明本系統的三種評比對象：

(1) 公司評比

在點擊過公司評比會出現對應於公司評比的屬性(如圖 3-3):營業收入、營收成長率、股東權益報酬率、投資報酬率、稅後純益、資產報酬率、負債比率等七項評比屬性，其公司評比詳細資料請見附錄表一。



圖 3-3 公司評比首頁

假設對七項評比屬性的權重值分別輸入 0.334、0.222、0.222、0.222、0、0、0 (採用數位時代評比的權重，也就是只用營業收入、營收成長率、股東權益報酬率、投資報酬率)，如圖 3-4 所示。



圖 3-4 執行系統圖

假設我們幫台積電所在面上所有公司特別標上中文名稱，其執行結果如圖 3-5。

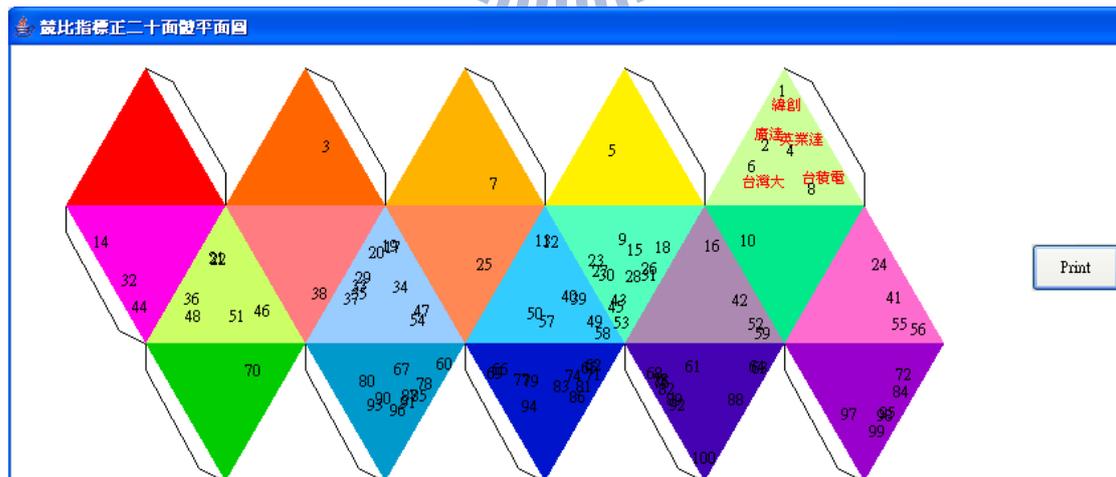


圖 3-5 台灣高科技企業之正二十面體平面圖

使用者得到台灣高科技企業之正二十面體平面圖後，即可實作出台灣高科技企業之正二十面體實體(如圖 3-6)，同時也可參照評比的資料來源(如圖 3-7)，例如：在正二十面體上編號 8 的代表企業排名 8 的台積電，可查看台積電的屬性值，即可得知為何台積電會排名第 8，同時也得知與台積電在同一面上的企業排名 1 的緯創、2 的廣達、4 的英業達、6 台灣大是屬於同一群組，也就是有可能是競爭者，也可能協同者。

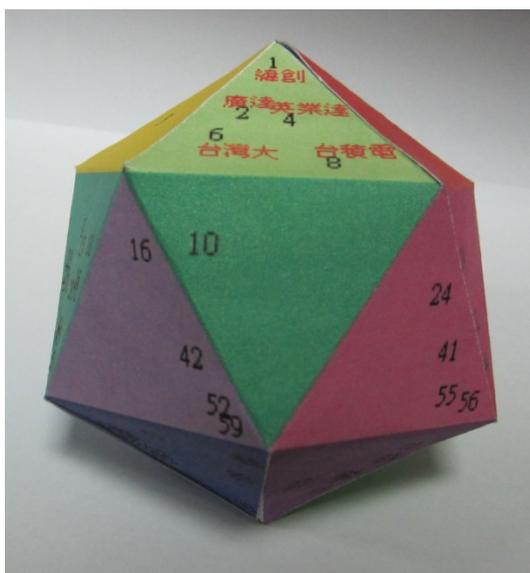


圖 3-6 台灣高科技企業之正二十面體實體圖

Corporation Data

file:///C:/Documents%20and%20Settings/airwalker/jb/project/paper/corporationdata.html

企業資訊

公司排名	公司名稱	營收排名積分(由100~1分)	營收成長排名積分(由100~1分)	股東權益報酬率排名積分(由100~1分)	投資報酬率排名積分(由100~1分)	稅後純益排名積分(由100~1分)	資產報酬率排名積分(由100~1分)	負債比率排名積分(由100~1分)
1	緯創	98	93	69	72	88	99	100
2	廣達	99	44	79	93	95	93	49
3	宏碁	96	81	46	91	91	97	32
4	英業達	94	90	43	88	82	92	98
5	宏達電	90	79	100	48	97	98	99
6	台灣大	80	48	99	83	93	81	48
7	新華	65	85	86	65	71	80	88
8	台積電	93	42	75	71	100	96	97

圖 3-7 企業指標值

當然使用者也可重新輸入其他權重組合 0.25、0.25、0.25、0.25、0、0、0
 (如圖 3-8)，以達到不同的呈現結果如圖 3-9。

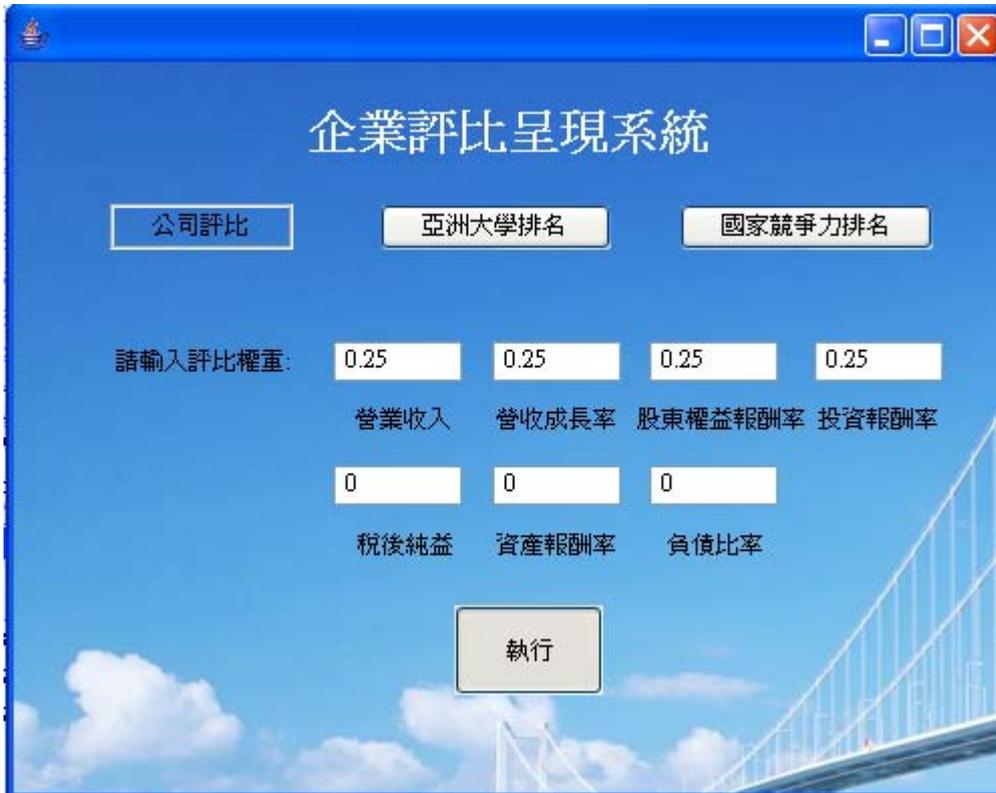


圖 3-8 系統執行圖

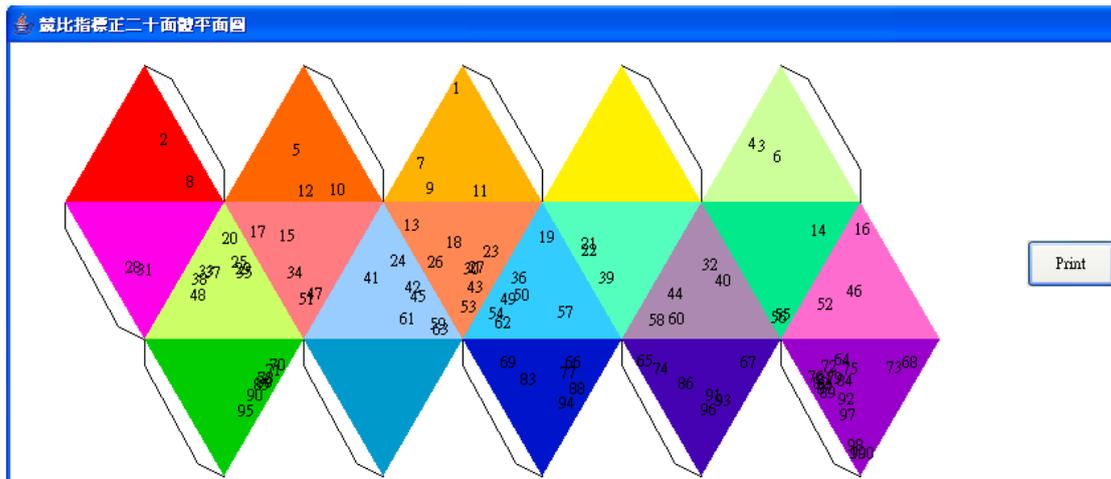


圖 3-9 台灣高科技企業之正二十面體平面圖

而在實作出調整權重後的台灣高科技企業之正二十面體實體後（如圖 3-10），使用者可以比較調整權重前與調整權重後企業在正二十面體位置上以及周圍企業有何差異，或是藉由選擇不同指標組合來觀察企業變化，企業可以從選擇指標組合與權重組合的過程中，得知企業本身如果希望在未來趕上目標企業所在的位置，該著重在哪項指標上，藉以得到企業未來的發展方向。

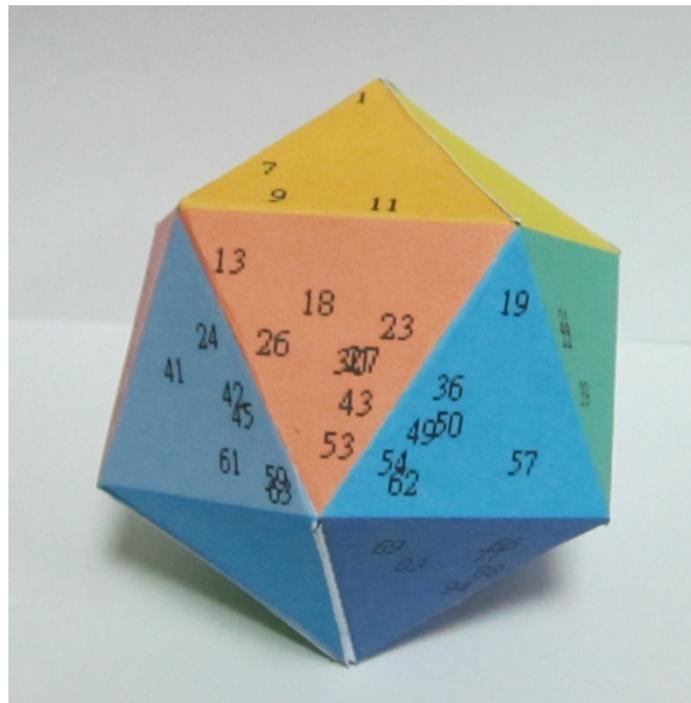


圖 3-10 台灣高科技企業之正二十面體實體圖

(2) 亞洲大學排名

接下來的評比對象為亞洲大學，資料來源為財團法人高等教育評鑑中心基金會（HEEACT）亞洲大學排名第十至六十。

在點擊過亞洲大學排名後，一樣會出現相對應的評比指標，如圖 3-11 所示，其評比指標方面，為高等教育評鑑中心評鑑亞洲大學排名的相關評鑑指標，包括：11 年論文數、當年論文數、11 年被引次數、2 年被引次數、平均被引次數、H 指標、高被引文章數、高影響期刊論文數這八項，其亞洲大學評比詳細資料請見附錄表二。

企業評比呈現系統

公司評比 亞洲大學排名 國家競爭力排名

請輸入評比權重:

11年論文數 當年論文數 11年被引次數 2年被引次數

平均被引次數 H指標 高被引文章數 高影響期刊論文數

執行

圖 3-11 大學排名首頁

假設我們現在針對 11 年論文數、當年論文數、11 年被引次數、2 年被引次數、平均被引次數、H 指標、高被引文章數與高影響期刊論文數這八項屬性，分別輸入權重值 0、0.25、0、0、0.25、0.25、0、0.25，如圖 3-12 所示：



圖 3-12 執行系統圖

如果了解台灣大學所在的位置，可針對台灣大學特別標示名稱後，呈現結果如圖 3-13。

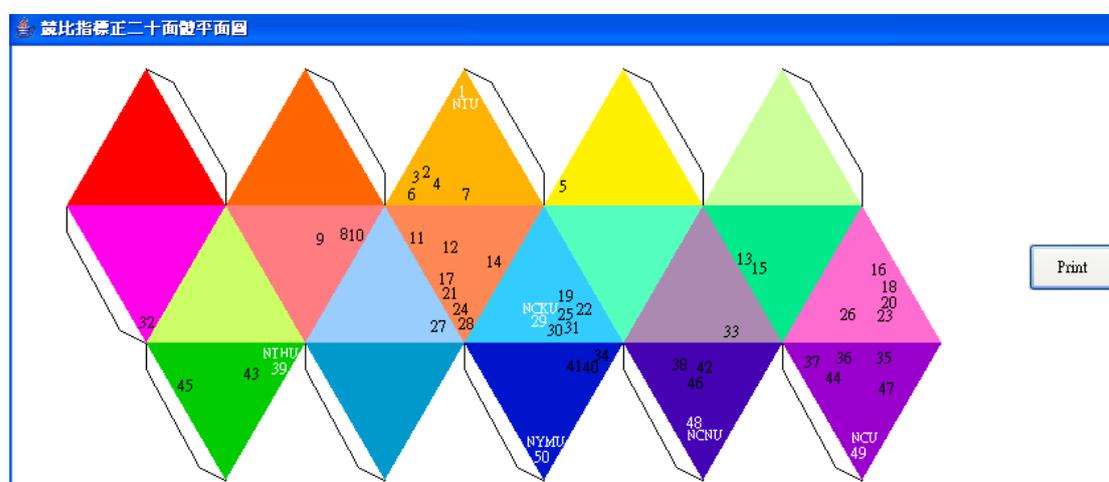


圖 3-13 亞洲大學排名之正二十面體平面圖

學校機關（例如：交通大學）在得到亞洲大學排名之正二十面體實體後（如圖 3-15、圖 3-16），可以思考為何台灣大學會處在上半部，而交通大學只處在下半部，是交通大學的哪方面不如台灣大學，進而思考策略和未來要著重的部份。

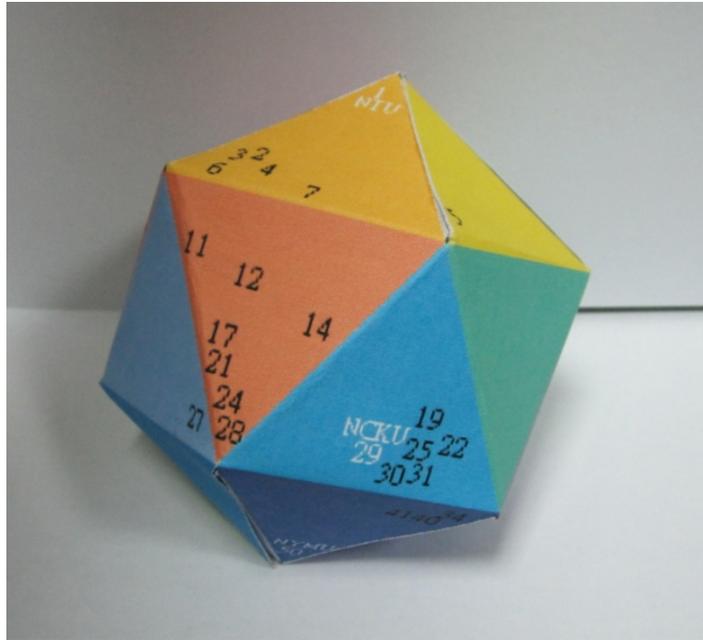


圖 3-14 亞洲大學排名之正二十面體實面圖（上中半部）

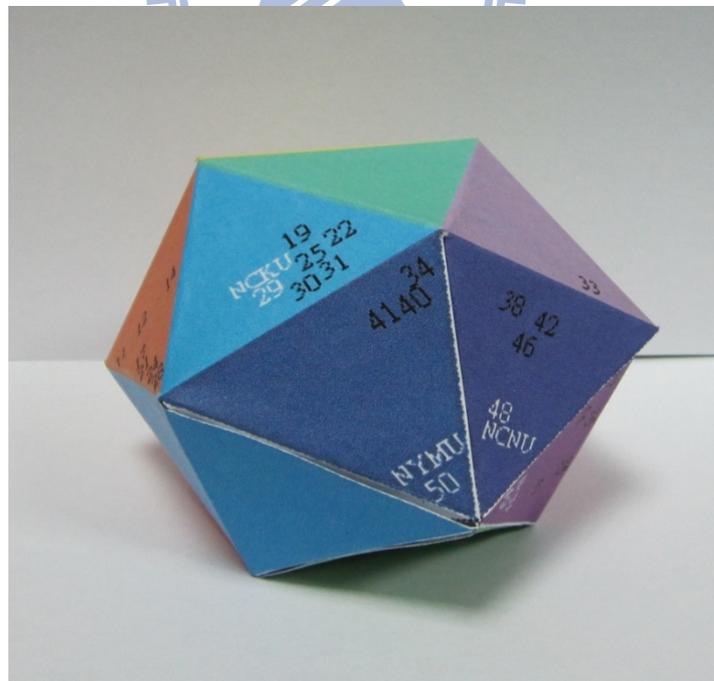


圖 3-15 亞洲大學排名之正二十面體實面圖（中下半部）

(3) 國家競爭力排名

最後要說明的評比對象為國家，資料來源為洛桑國家競爭力年報 2009 與 2008。

在點擊過國家競爭力排名後，會出現相對應的評比屬性，而洛桑評比國家競爭力主要使用四大類：經濟績效、政府效率、企業效率與基礎建設，故本系統也是設計這四項作為評比屬性(3-16)。



圖 3-16 國家競爭力排名首頁

先選擇洛桑國家競爭力年報 2009 年來進行評比，權重則是根據 WCY 二十四項指標在四大類的數量而給予的，分別為 0.5、0.05、0.1、0.35(如圖 3-17)，其洛桑國家競爭力 2009 年評比詳細資料請見附錄表三。



圖 3-17 系統執行圖

其執行結果與正二十面體實體圖如圖 3-18、圖 3-19 所示：

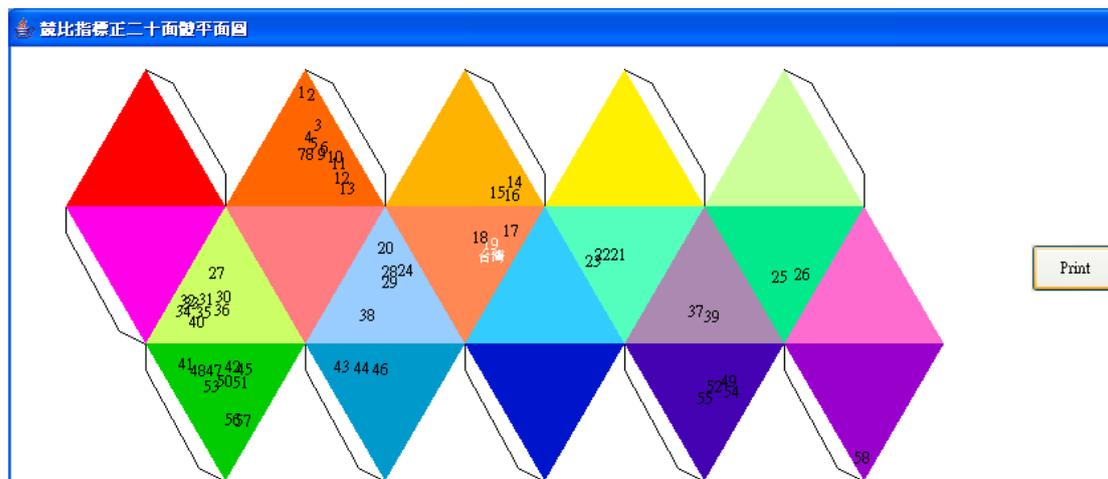


圖 3-18 國家競爭力排名之正二十面體平面圖

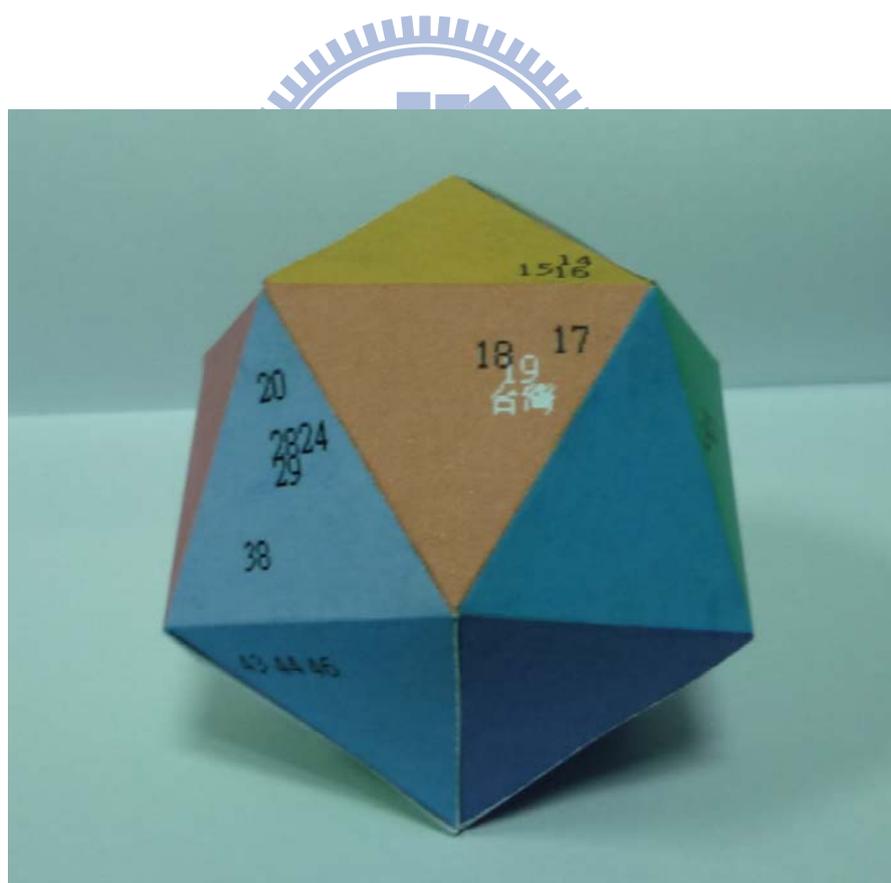


圖 3-19 國家競爭力排名之正二十面體實體圖

在選擇洛桑國家競爭力年報 2008 年來進行評比，權重一樣為 0.5、0.05、0.1、0.35，其洛桑國家競爭力 2008 年評比詳細資料請見附錄表四。

其執行結果與正二十面體實體圖如圖 3-20、圖 3-21 所示，台灣政府機關可以從 2008 年與 2009 年的結果中找出與台灣屬於同一群分別為哪些國家，例如：在 2009 年與台灣的排名 19，跟台灣在同一群的國家排名為 17、18 這兩個國家；而 2008 年台灣的排名則為 16，在同一群的國家排名 13、14、15、18 為的國家，政府可以思考是哪項指標的進步或衰退造就出此種情形，同時也可以訂定國家明年要衝刺的項目。

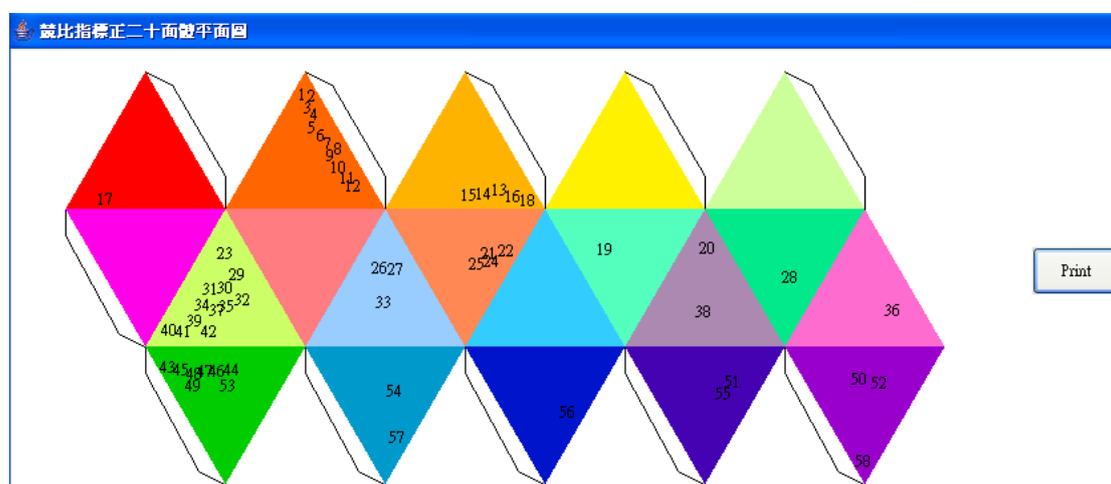


圖 3-20 國家競爭力排名之正二十面體平面圖

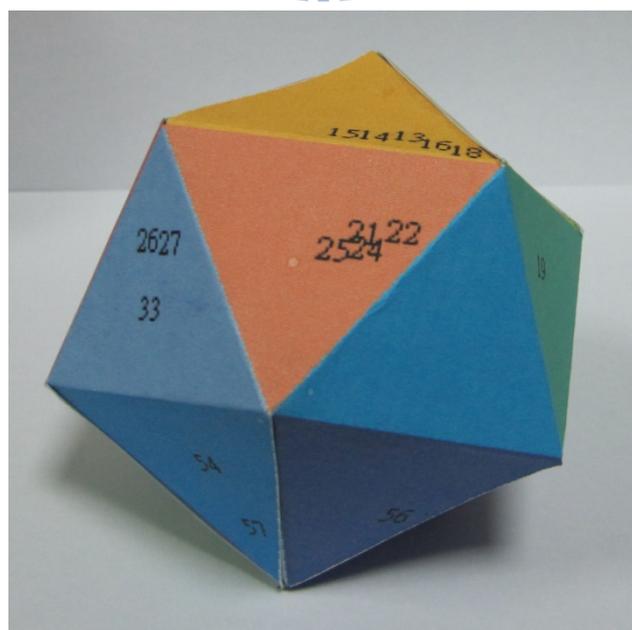


圖 3-21 國家競爭力排名之正二十面體實體圖

第4章 結論與未來展望

4.1 結論

本研究改善以往企業評比之條列式呈現，將結果呈現在近球面的正二十面體上，並可印製出來。

其優點為：

(1) 評比結果有分群之效果：

企業可以從同一群的企業中尋找合作的夥伴，或是思考競爭策略，要以增進屬性值中的哪一項屬性為目標；學校機關可以看出學校因哪些評比指標不如其他學校而造成所在的位置不如其他學校，進而思考學校未來要加強的方面；國家更可以從排名變化在造成正二十面體所在群的變化中，看出自己與其他國家的優劣。

(2) 實作方便：

最大的好處就是正二十面體非常容易實作，使用者可以利用本研究所設計的系統，自己調整權重，快速的把企業評比結果印在正二十面體上。以助於離線觀想或群體討論。

4.2 繼續研究方向

目前本系統設計上是使用四項評比指標來實作，期許未來可以設置成讓使用者自行選擇要幾項指標來進行競比，讓使用者可以更自由的配合指標組合。

而本研究目前對於正二十面體每一面的顏色配置只是使用上半部暖色系，下半部寒色系，中間則是介於兩者之間來實作，期許未來可以用更有含意的配色來表達，可以讓人一目了然顏色所代表的含意。

期許未來能跟公司、學校機關、國家機關…等合作，將此系統公開化，並將之發揚光大，造福更多想從評比排名中獲得幫助的使用者。

另外，現在正二十面體所用的紙只是普通的 A4 紙，故比較脆弱易損壞，如果可以像性向球（圖 4-1）般的打模，以較厚紙板來實作正二十面體，相信更易使用。

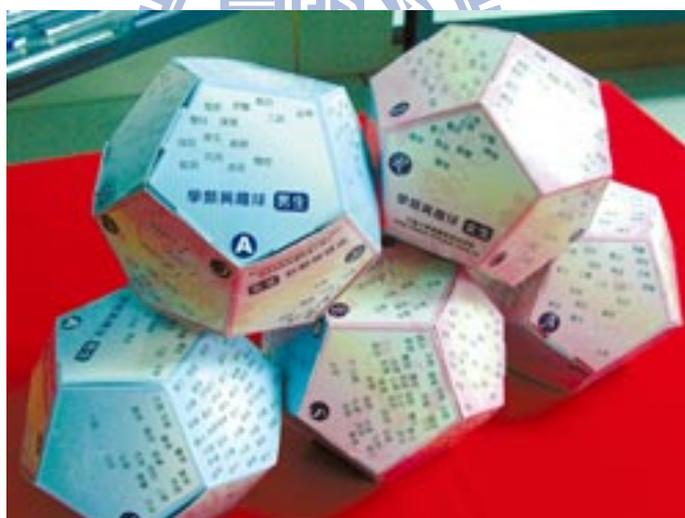


圖 4-1 性向球

最後正二十面體不僅可以使用在評比公司、學校、國家等組織，未來更可以使用在民生方面，例如：選房子，可以把列入考慮的房子依照喜歡程度排名，在把它們列在正二十面體上，以供選擇，還有許多都可以應用在正二十面體上（如表 4-1），期許自己未來能繼續發展出更多的應用。

表 4-1 未來可發展項目

正二十面體評比球	
機構	公司
	大學
	國家
人物	古人
	今人
	偶像
民生	購屋
	康健

參考文獻

- [1] 陳盈羽，台灣電子產業知識鏈之建構，國立交通大學資訊管理所，2008
- [2] 彭良禎，展開圖二三事，《科學教育》月刊第234期，2000. 11
- [3] Han-Lin Li, Li-Ching Ma, “Visualizing Preferences on Spheres for Group Decisions based on Multiplicative Preference Relations”, *European Journal of Operational Research*, 2010, 203: 176-184 (SCI-e; Impact factor:1.627) (NSC 96-2416-H-239-002.)
- [4] 陳建隆，淺談尤拉公式及其應用，中央大學數學系，
<http://www.math.ncu.edu.tw/math/link/chern/euler.pdf>
- [5] IMD (International Institute for Management Development), 2004, *World Competitiveness Yearbook*, 2004.
- [6] Han-Lin Li, Yu-Chien Ko, Induction and Displaying of Rules for Nations' Competitiveness(2009), *International Journal of Information Technology & Decision Making*, Volume 8, Number 3, September 2009, Pages 549-580.
- [7] 侯永琪，全球與各國大學排名研究，財團法人高等教育評鑑中心基金會，2009. 08
- [8] Boulding, W.A.K., Stealin, R.S., & Zeithaml, V.A. (1993). A dynamic process model of service quality: From expectation to behavioral intention. *Journal of Marketing Research*. 30(Feb.), 7-27

附錄

附錄表一 2009 台灣科技 100 強

公司名稱	營收排名積分 (由 100~1 分配)	營收成長 (由 100~1 分配)	股東權益報酬率 (由 100~1 分配)	投資報酬率 (由 100~1 分配)	稅後純益 (由 100~1 分配)	資產報酬率 (由 100~1 分配)	負債比率 (由 100~1 分配)
緯創	98	93	69	72	88	99	100
廣達	99	44	79	93	95	93	49
宏達電	90	79	100	48	97	98	99
宏碁	96	81	46	91	91	97	32
英業達	94	90	43	88	82	92	98
台灣大	80	48	99	83	93	81	48
新普	65	85	86	65	71	80	88
台積電	93	42	75	71	100	96	97
神腦	58	65	89	66	45	79	33
聯發科	85	11	77	84	94	100	96
正文	53	89	48	80	47	78	31
技嘉	76	96	7	79	48	82	95
廣明	57	88	47	75	46	77	89
智冠	19	86	82	98	42	76	34
華晶科	62	75	74	51	62	75	94
仁寶	95	21	53	76	92	91	93
力成	67	78	93	20	86	90	30
康舒	49	76	42	99	39	74	52
順達科	51	82	96	36	51	89	1
鴻海	100	71	49	17	99	94	92
華電網	12	97	95	70	12	73	35
昇陽科	10	94	71	97	15	88	90
中華電	92	36	26	77	98	72	91
群光	46	24	97	86	74	84	29
友尚	84	74	29	45	35	71	87
明泰	60	58	38	82	44	70	53
台達電	73	30	58	67	90	87	86
遠傳	79	60	39	46	89	42	36

鴻準	88	77	45	9	84	83	85
佳能	69	33	62	64	55	15	2
微星	87	55	18	55	68	43	84
網家	23	59	67	96	4	29	54
昱晶	47	99	84	1	64	29	83
創意	28	84	92	30	33	86	51
茂迪	61	91	57	4	69	44	37
方土昶	36	100	28	60	7	16	82
益通	41	98	80	2	50	45	38
綠能	27	95	98	8	58	17	79
銘異	18	80	76	58	21	85	50
全科	17	69	51	95	5	27	3
揚明光	16	26	90	100	25	18	28
創見	70	10	52	73	67	26	81
旺宏	63	25	34	85	80	67	77
鎰勝	15	45	73	90	27	25	39
矽品	81	18	21	69	85	48	27
研華	39	53	72	43	73	47	55
大立光	14	83	91	31	75	69	78
中美晶	29	87	85	3	61	46	66
藍天	45	72	37	41	37	19	80
正崴	75	41	24	40	63	49	40
立錡	22	64	94	23	54	24	76
南電	72	29	61	16	87	20	74
中光電	74	12	36	54	70	68	23
金寶	59	73	1	50	3	23	41
巨路	6	37	81	81	20	66	26
原相	9	43	88	63	57	22	72
全漢	43	39	41	62	26	37	24
致新	1	70	66	68	22	50	75
光寶科	89	2	12	56	79	21	73
可成	4	92	50	52	78	38	56
聯詠	64	1	68	32	77	7	25
華通	54	52	2	61	6	65	47
精英	86	5	3	57	13	8	71
英華達	83	3	54	12	65	41	70

大世科	2	47	64	78	9	40	22
聯強	77	13	32	28	76	64	60
智邦	44	61	8	53	17	39	61
新日興	3	46	78	59	49	9	21
友達	97	8	11	22	96	93	69
群創	91	40	5	5	81	51	68
啟碁	52	49	33	25	29	6	67
兆赫	32	23	87	24	59	1	20
松翰	5	50	83	39	32	5	6
統振	7	32	44	92	8	63	62
廣運	11	67	60	35	31	3	46
晶技	21	57	59	29	40	4	5
燦坤	66	15	16	44	23	62	7
億光	35	63	40	18	56	2	4
瑞軒	82	17	19	13	41	10	65
光洋科	56	54	27	7	34	59	19
志遠	13	35	30	87	2	11	63
加百裕	26	27	70	34	16	58	45
建興電	68	22	10	33	53	61	18
全國電	42	14	63	27	18	32	64
福懋科	33	68	31	15	43	52	8
百一	8	34	22	94	10	12	44
欣興	71	28	15	11	72	60	9
瑞儀	31	4	20	89	52	13	43
超豐	25	19	56	47	60	36	17
矽創	20	66	55	6	19	35	10
台揚	24	62	9	49	14	34	42
昆盈	30	9	65	37	36	57	58
建達	34	56	4	42	1	33	11
日月光	78	7	14	14	83	14	57
景碩	38	20	35	38	66	56	16
瑞昱	48	51	6	21	38	30	12
精技	37	6	13	74	11	54	13
華立	50	38	25	10	30	31	59
群聯	55	16	23	19	24	55	14
禾伸堂	40	31	17	26	28	53	15

附錄表二 亞洲大學排名#10-#60

校名	11 年論文數	當年論文數	11 年被引次數	2 年被引次數	平均被引次數	H 指數	高被引文章數	高影響期刊論文數
National Taiwan University	28.57	34.41	7.37	11	15.85	37.33	4.1	14.97
Nagoya University	28.68	23.28	11.3	12	24.08	36	6.38	8.48
Tel Aviv University	28.39	24.93	10.5	12	22.69	34.67	6.42	10.35
The Hebrew University of Jerusalem	21.05	20.28	10.2	9.6	29.81	34.67	6.5	11.25
Weizmann Institute of Science	11.84	9.76	8.92	8.2	46.27	38.67	7.37	7.24
Kyushu University	29.86	24.39	10.3	9.3	21.2	33.33	4.79	8.69
Monash University	19.43	23.61	7.66	11	24.22	34.67	4.14	11.42
Tsinghua University	29.21	37.59	5.34	11	11.23	28	4.51	12.28
Peking University	24.3	30.25	5.59	11	14.14	32	5.14	10.45
The University of New South Wales	20.91	22.41	8.03	9.5	23.59	32	5.61	10.22
Tokyo Institute of Technology	25.51	20.9	8.61	9	20.73	32	5.83	7.88
The Australian National University	18.78	18.55	8.49	8.9	27.76	30.67	6.5	9.72

Hokkaido University	29.12	24.14	9.3	9.4	19.6	29.33	3.31	8.5
Zhejiang University	24.25	38.82	3.65	9.9	9.23	26.67	2.68	11.36
The University of Hong Kong	19.68	19.47	6.95	9.3	21.68	29.33	5.38	8.71
Yonsei University	17.97	24.01	4.64	7.8	15.87	32	3.29	7.45
The University of Western Australia	15.99	16.77	6.23	7.4	23.93	28	4.1	7.86
Shanghai Jiao Tong University	17.94	31.2	2.54	8.1	8.7	29.33	2.82	7.56
University of Tsukuba	18.36	14.5	6.53	6.9	21.85	29.33	3.68	5.65
University of Science and Technology of China	16.46	20.4	3.88	8.3	14.46	30.67	3.9	6.38
The Chinese University of Hong Kong	16.77	16.52	5.35	6.7	19.59	28	3.43	6.92
Technion - Israel Institute of Technology	17.35	14.94	6.11	6	21.64	26.67	3.98	7.04
Korea University	13.56	20	2.99	7	13.53	32	2.7	5.86
Fudan University	15.45	21.56	3.36	7.2	13.35	26.67	2.46	7.69
The University of Auckland	11.9	12.36	4.46	5.8	23.03	28	3.19	5.04
Hiroshima	16.68	13.03	5.24	5.4	19.28	28	2.07	3.42

University								
Nanyang Technological University	16.66	22.93	2.83	6.6	10.44	24	2.52	8.21
Korea Advanced Institute of Science and Technology	16.23	16.19	3.84	5.3	14.54	26.67	2.32	7.09
Keio University	13.72	11.73	5.14	5	23.01	26.67	2.11	4.83
The University of Adelaide	13.06	13.66	4.76	5.5	22.38	25.33	2.46	5.6
Nanjing University	16.97	19.18	3.39	6	12.26	24	2.03	6.15
Chiba University	12.75	10.55	4.86	4.5	23.4	26.67	2.4	3.2
University of Otago	9.88	11.4	4.05	4.9	25.21	25.33	2.07	5.07
National Cheng Kung University	16.34	21.37	3.43	5.1	12.88	20	1.83	9.09
Sungkyunkwan University	12.33	17.91	2.72	6	13.53	26.67	1.58	4.24
Tokyo Medical and Dental University	7.98	7.26	3.79	3.8	29.16	28	1.36	3
Okayama University	13.79	11.89	4.28	4.5	19.05	24	1.77	3.68
The Hong Kong University of Science and Technology	11.01	9.83	3.69	4	20.6	24	3.07	5.24
Kobe	11.81	10.4	4.23	4	21.97	22.67	1.67	2.62

University								
Zhongshan University	8.74	15.87	1.84	5.1	12.97	24	1.77	5.04
National Tsing Hua University	10.97	11.97	2.76	4.3	15.45	22.67	1.48	6.38
Pohang University of Science and Technology	8.48	10	2.93	3.8	21.23	21.33	2.27	5.51
Juntendo University	4.48	4.5	2.44	2.3	33.47	24	1.24	1.62
Kanazawa University	9.49	7.87	3.64	3.6	23.53	22.67	1	2.53
Tata Institute of Fundamental Research	4.47	4.41	1.87	2.6	25.77	28	1.6	0.65
Ben-Gurion University of the Negev	13.09	12.63	3.43	3.7	16.09	20	1.52	4.32
Nankai University	9.71	12.92	1.69	4.2	10.7	24	1.4	4.12
National Chiao Tung University	10.95	12.35	1.73	2.9	9.71	17.33	1.04	5.8
National Central University	6.79	8.34	1.45	2.6	13.15	21.33	0.85	2.56
National Yang Ming University	7.22	8.93	2.33	2.5	19.86	16	0.49	3.07

附錄表三 IMD2009

國家	經濟績效	政府效率	企業效率	基礎建設
Switzerland	43.82	56	44.13	48
Norway	38.91	47	44.75	56
Sweden	36.73	29.5	41.75	57.5
USA	44.64	1	33.50	51
Hong Kong	38.27	52	46.75	48.5
Australia	40.55	12	46.13	50
Japan	48.36	1.5	34.38	43
Denmark	33.91	27.5	51.63	55
Canada	39.18	11	43.75	52
Netherlands	39.55	14	43.50	50.5
Singapore	37.00	31.5	45.88	49
Germany	46.73	8	28.13	42.5
Korea	39.45	25.5	29.50	42.5
Belgium	41.27	11.5	32.00	40
Austria	37.27	17	42.50	41
United Kingdom	37.55	3	28.88	45
France	42.09	4	25.50	36.5
Finland	26.64	30	47.38	48.5
Taiwan	37.36	26.5	32.88	33.5
Italy	38.82	5	21.63	33.5
Qatar	35.73	49	40.38	26
Luxembourg	21.36	46.5	39.50	46.5
New Zealand	20.09	36.5	38.75	46
Ireland	28.00	17.5	37.25	34
Iceland	12.45	27	36.50	54.5
Spain	35.82	12.5	19.25	28
China Mainland	50.36	28	13.00	6.5
Israel	25.00	18.5	34.25	38
Malaysia	30.91	18	36.75	26.5
Chile	26.73	39.5	34.88	22
Czech Republic	24.55	29	20.50	30.5
Russia	35.73	27.5	11.38	17

Poland	30.91	17	16.38	23.5
Portugal	22.73	13	17.63	32.5
Thailand	34.73	30.5	29.75	7.5
Mexico	31.73	45	18.25	13
Slovenia	16.91	36.5	23.38	33.5
Brazil	30.64	17.5	36.13	12
Estonia	13.73	50	21.13	34.5
Slovak Republic	15.55	31	31.13	30
Hungary	20.64	22.5	10.25	26.5
Peru	22.09	40.5	25.13	15
Greece	22.27	7.5	19.63	21
India	33.45	8	32.38	1
Venezuela	23.55	47	19.88	12
Turkey	23.82	16.5	36.25	11
Argentina	25.64	34.5	10.88	12.5
Indonesia	31.73	30	15.63	3
Kazakhstan	23.36	41.5	30.00	3.5
Colombia	22.09	27	25.38	8.5
South Africa	20.73	28	29.75	8.5
Croatia	14.09	34.5	11.75	21
Romania	17.55	24	9.38	18
Lithuania	9.18	37	27.50	22
Bulgaria	12.00	46	13.75	18
Philippines	19.91	23.5	24.63	2.5
Jordan	15.00	28.5	19.38	10
Ukraine	11.64	34.5	12.75	11.5

附錄表四 IMD2008

國家	經濟績效	政府效率	企業效率	基礎建設
Argentina	27.18	32	16.38	13.5
Australia	38.64	21	46.38	53
Austria	39.64	19.5	39.00	40
Belgium	36.55	10.5	35.13	41
Brazil	34.64	11.5	28.63	12
Bulgaria	15.73	39.5	12.00	18
Canada	42.91	44	44.00	48.5
Chile	22.55	47.5	35.63	22.5
China Mainland	46.45	29	12.38	5.5
Colombia	20.18	20.5	23.88	9
Croatia	15.91	30	13.13	21.5
Czech Republic	27.36	25	19.88	30.5
Denmark	32.82	42	49.13	55.5
Estonia	12.73	40.5	29.75	32
Finland	28.09	39	36.38	50.5
France	40.73	5	30.88	36
Germany	46.36	41	20.88	42.5
Greece	22.91	5.5	20.88	21
Hong Kong	36.27	43	46.50	39
Hungary	24.27	12.5	17.25	26
Iceland	15.55	22.5	49.63	55.5
India	31.73	7	29.25	1
Indonesia	28.45	29	10.25	3
Ireland	25.55	12.5	50.13	37.5
Israel	27.18	16	37.50	43.5
Italy	37.09	5	21.88	33.5
Japan	47.18	1.5	29.63	42.5
Jordan	11.09	23	30.88	9.5
Kazakhstan	22.45	46.5	32.25	3.5
Korea	36.36	39.5	27.63	42.5
Lithuania	15.00	34.5	19.13	21.5
Luxembourg	19.64	42	41.75	48.5

Malaysia	31.55	17	39.50	26.5
Mexico	33.27	36.5	13.38	13.5
Netherlands	42.00	48	39.88	51
New Zealand	18.27	38	42.88	47.5
Norway	38.45	43	42.13	55
Peru	21.45	39.5	28.50	13
Philippines	16.64	21.5	21.63	2.5
Poland	31.18	13	14.38	23
Portugal	21.27	12	18.50	35
Qatar	29.73	46.5	37.50	26
Romania	23.27	14	13.50	18
Russia	41.45	49.5	11.63	18
Singapore	32.55	21.5	45.00	44
Slovak Republic	19.00	29.5	30.13	29.5
Slovenia	20.27	34.5	24.00	34
South Africa	18.73	25	21.75	10.5
Spain	35.91	14	19.50	28
Sweden	37.82	36.5	44.00	57.5
Switzerland	41.09	46	38.00	47.5
Taiwan	34.36	23	38.75	34
Thailand	30.00	29	29.88	7.5
Turkey	24.55	16.5	29.00	12.5
Ukraine	18.09	31	8.75	9.5
United Kingdom	41.45	3	29.38	45.5
USA	43.55	1	39.13	51.5
Venezuela	25.36	41	17.13	11