

識大體 謹小疵

——期盼「頭未梳成不許看」之論文寫作態度

本期《清雲學報》計刊出論文 15 篇，未獲發表者包括一篇名為〈氫能時代的來臨——燃料電池技術與應用研究〉，係經審查委員二人均以「不予刊登」。其中原因之一為「甚至題目也有問題」。雖經作者主動願意依照審查建言再三修改，我們亦雙向匿名送請審查人一再審閱，唯經本《學報》以電話及電子郵件與審查人數度往復溝通，仍被認為「至多屬文獻蒐集，無絲毫學術味」。審查人並表示，「如果一定要登，以後不須有審稿制」。

有鑒於此，本《學報》願以「文章是寫出來的，也是不斷改出來的」共勉；最重要的就是能「識大體，謹小疵」。識大體，即要言之有物，也要言之有序；謹小疵，就是要不斷修改，改至沒有小疵、無懈可擊，才合乎理想的要求。

是故，我們邀得林明杰教授，以其研究與實務兼備之經驗，撰寫〈論文寫作與投稿的金鍼〉一文，言簡意賅予以導引。同時，值此付梓之際，提出下列三項省思與鼓勵：

壹、大學校園所重視的「教育知識化」

「重視知識」與「重視行為」有不同的社會背景，並產生不同的社會效應。進入現代經濟成長時期，科技不斷進步，人均所得持續增加，台灣教育知識化，使教育政策與學校行政在校園中之影響，至少有三：

一、現代學術學門精細化

涂爾幹 (Emile Durkheim, 1858-1917) 所著 *The Division of Labor in Society*¹，說明傳統社會與近代社會之差異；近代社會特色為：分工。實則二千餘年前，《莊子·天下篇》早已明言：

¹ 涂爾幹 (Emile Durkheim, 1858-1917) 所著 *The Division of Labor in Society*, tran. by W. D. Halls. New York: Free Press, 1984。中譯本：渠東譯《社會分工論》，台北：左岸文化，2002。

天下大亂，賢聖不明，道德不一，天下多得一察焉以自好。譬如耳目鼻口，皆有所明，不能相通。猶百家眾技也，皆有所長，時有所用。雖然，不該不遍，一曲之士也。判天地之美，析萬物之理，察古人之全，寡能備於天地之美，稱神明之容。是故內聖外王之道，闡而不明，鬱而不發，天下之人各爲其所欲焉以自爲方。悲夫！

且自古至今，中、西方均有共同論點，Charles Percy Snow (1905-1980) 以其小說家兼哲學家之背景，所著 *The Two Cultures*² 一書提出：通訊障礙處於自然科學與人文學科之間，成為解決世界問題的主要妨礙。教育的質量在世界是傾頹的；例如，許多科學家從未讀過 Charles Dickens，但文藝知識分子經常無法描述熱力學第二定律。

學術領域、學門分畫精細，於 21 世紀之今日尤然。

二、高等教育成爲社會豪紳之搖籃

大學成爲產業界之研發基地，「學術資本主義」已焉形成。³ 盱衡當前大學建築與設備，以資訊、機電工程大樓不斷興建、既現代又壯麗；所謂熱門科系，乃學生畢業後有利於產業界，而非有利於社會。台灣大學電機資訊學院正在蓋第四棟、中央大學工程館已接續落成五棟；反觀文學院，長期以來，只聞樓梯響。又高學歷者在就業市場不一定居於強勢，以台灣文、法、商畢業生為例，占了所有畢業生的 37%，但只有 9.2% 的工作機會要求須有文法商專業，若學哲學的畢業後，很少能以當哲學家為業。當學歷不等同於就業能力，期待大學不為特定之權力集團或既得利益團體服務，終將邈不可得⁴。

大學在資本主義體系中，進行知識的生產，遂被資本主義價值觀所制約，大學的理想與批判精神，將因此隱而不彰。

² *The Two Cultures*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993。

³ Sheila Slaughter and Larry L. Leslie, *Academic Capitalism: Politics, Policies, and the Entrepreneurial University*, Baltimore and London: Johns Hopkins University Press, 1997。

⁴ 參看：Jose Ortega Y Gasset, ed. and tran. By Howard Lee Nostrand, *Mission of the University*, New Brunswick and London: Transaction Publishers, January 1991, pp.47-56。

三、現代學術與教育內容脫節

外科醫生為病患進行截肢手術，是仁心仁術；殺人慣犯陳進興剝白曉燕手指，是十惡不赦的罪魁。明乎此，則知教育，唯有在脈絡（context）中，始得彰顯。當教育只論「事實」（fact），不論「價值」（value），則評量教師的有無價值，或價值高低在 SCI、SCCI 有若干篇時，殊不知「發表」不等於「研究」；數量（quantity）唯有賴本質（substance），始能定位⁵。800 餘年前，陸象山（1139-1193）與學生丘元壽之問答，即已開示吾人。

陸象山問：「……平生懷抱，欲說底話，分付與誰？」

丘元壽答：「……有時按視田園老農老圃，雖不識字，喜其真情。四時之間，與之相忘酬酢居多耳。」

陸象山說：「以邵武許多人士，而不能有以契元壽之心。契心者，乃出於農圃之人，如此是士大夫儒者視農圃間人，不能無愧矣。」⁶

又王守仁（1472-1529）在貴州龍場驛悟出致良知，並謂：「某於此良知之說，從百死千難中得來，不得已與人一口說盡，只恐學者得之容易，把作一種光景玩弄。不實落用功，負此知耳。」相較於現代學術之缺乏落實，且理、工、醫、生命科學，服從英語霸權，致使物理、化學、電機學家，欲躋身學術之林，不可能一輩子用中文發表研究成果。且終日所談者，唯：SCI 有多少篇？有無用英文發表？有無用英文授課？⁷學生參加推甄入學，也是競相比獎狀若干張？活動若干？成果是否為父母捉刀，似已無所謂。

在此情況下，要求大學教師「識大體，謹小疵。」不啻緣木求魚。

貳、「一詩千改始心安」之作者與對話人

英國貴族出身、名門之女 Jessica Mitford(1917-1996) 因所著 *The American*

⁵ 黃俊傑〈論全人教育在現代大學中的困境及其因應策略〉，中原大學：「第十五屆全國通識教育教師研習會」《會議手冊》，2005，頁 8。

⁶ 陸象山：《陸象山全集》，四部叢刊初編縮本，卷 34，頁 274。

⁷ 參看姚振黎〈台灣語文教育改革的理念與實施〉，「第十一屆大學語文研討會」，南京大學文學院、東南大學中文系聯合舉辦。2006 年 8 月 24 日開幕式專題演講。又 2004 年 9 月 25-26 日，台北國家圖書館舉辦：「反思台灣的（人文及社會）高教學術評鑑研討會」，主題為「全球化與知識生產」，可參看 <http://www.bp.ntu.edu.tw>。

Way of Death 成為暢銷書，列入名作家之林。在接受記者訪問時稱，其原稿多經先生、美籍猶太裔律師 Robert Treuhaft (1912-2001) 修飾，並謂其夫文法與造句皆較她強。Treuhaft 則說這種差事不作也罷；改文章惹得夫妻吵了好幾次架。畢竟，文章請人大力斧正，評價結果，作者能欣然面對者，幾希！「People who say be unsparing in your criticism usually don't mean it!」英文早有此說。

蓋以研究、著作均為心血結晶，乃作者字斟句酌、嘔心瀝血的結果，豈容他人隨便潤色，甚或臧否月旦。矧乎「改章難於造篇」，「善為文者，富於萬篇，貧於一字」。有鑒於此，本《學報》邀請論文與談人之原則，本諸《文心雕龍·知音》所云：「凡操千曲而後曉聲，觀千劍而後識器；故圓照之象，務先博觀。閱喬岳以形培塿，酌滄波以喻畎澮，無私於輕重，不偏於憎愛，然後能平理若衡，照辭如鏡矣」。

論文審查人，無論被稱作「論文對話人」，或「與談人」，能否在閱讀來稿後，披文以入情，沿波討源，使作者／投稿人意旨雖幽必顯，不至於如「楚人以雉為鳳」、「宋客以燕礫為寶珠」。故本《學報》邀請審查人必考量：

學術研究不輟，著有成果，且持續不懈；
具教學熱誠，與人為善，樂於與人相親；
又不藏私、願分享學習經驗與研究成果；
有耐心，於一篇論文建議修改後，繼續審閱修正稿數次仍不厭倦者。

感謝林明杰教授對後進之栽培與提攜，鄭明松老師對學術之專注與嚴謹，莊瓊嘉教授以專業研究卓然有成而願拔刀相助，李天錫老師基於對研究工作的熱誠，使一篇論文審查四次。其他如徐麗振教授、劉子鍵主任、佘志民老師、黃元豪老師，看到諸老師之審查意見表，有如寫作論文般的詳備與仔細叮嚀，在在令人感動，在此致上最高的謝忱與敬意。

我們也感謝全體作者，信任本《學報》的稿件處理，迄今從未發生任何作者與審查人間之爭議。相反的，無論是「修改後刊登」、「修改後再議」，甚至「不予採用」時，仍主動希望能有機會依照審查意見表，一再修改，

重新再送交論文對話人至「原稿照登」。

袁枚《小倉山房詩集·遣興詩》說到寫詩推敲的景況：

愛好由來落筆難，一詩千改始心安；
阿婆猶是初笄女，頭未梳成不許看。

每篇來稿均屬精心之作，恰似白髮阿婆不減少女心態，非修飾乾淨不肯見人。所以不厭修改，在求理得心安，也是對讀者的一種禮貌，故本《學報》於媒合作者與對話人之後，仍願勉勵作者：在沒有改掉小疵以前，不必急於發表。

參、竭誠歡迎技術革新、具創造力之研究成果。

李家同教授曾為文⁸「建議政府應該成立國家技術發展委員會，專門補助技職體系學校的研究計畫，這些計畫的成果應該只看技術有無進步，而不必理睬它產生了多少論文」。

令人欣慰者，以我校體育組為例，教師群策群力，能在術科教學之外，願將教學心得與學術研究結合，支持本《學報》，本期刊登三篇，與讀者分享其術科教研之成果。又感謝林教務長仲廉博士在教務擘畫繁忙之際，擔任我們審查委員並將研究成果〈以指紋分岔點特徵之指紋辨識方法〉與人分享。

同時，感謝全體作者，不厭其煩的願將論文一再潤飾；權衡損益，斟酌濃淡。畢竟，改章難於造篇，鎔裁斧藻，誠非易事。自建立審稿制迄今二年餘，從未見任何作者對論文與談人之審查意見有任何爭議。不唯如此，且有作者來信回應：

評審人都是相當專業的專家…
提出許多深入且建設性的評論意見…
我非常佩服…，深感拙作需要大幅度修改…

⁸ 見李家同《一切從基本做起》、〈我們應該重視技職教育〉，台北：圓神出版社，2004年4月，頁114。

甚至有研究生作者親來致意，「審查人真是 high class，非常瞭解我們作的，一定是自己很有研究成果、很有眼界」。我們宛若遇到知音般報以：「審查老師是在美師事多次獲諾貝爾獎提名之知名大師的入室弟子」。感謝所有投稿人對學術研究的熱愛與對本《學報》的支持。本刊竭誠歡迎技術革新、具創造力之研究成果。

結語：作者排序，務請投稿群自行解決。

值本《學報》付梓之際，再次捲入「第一作者」與「第二作者」紛爭。

由於適遇筆者上課，第二作者在電話中痛斥本《學報》之工讀生；然原為第一作者卻無奈告以此中情況。

按：兩年半內，本學報已更換二十餘位工讀生，每名工讀生最長作五月，其餘皆一、二月至三天不等，宛若吃流水席一般。此番面對原屬「第二作者」突如其來的電話痛批，年輕學子大哭一場。甚是委屈！

期待自下期（第 27 卷 1 期）始，來稿作者不只一人時，其排序務請自行處理、解決，俾免在簽〈同意刊登書〉時，再次飛來批斥。甚或如前兩期，在印妥後，至教室等待筆者下課，陳訴「委屈」，或給予「指正」。因為在接收來稿、通知審查意見、收到修正稿、繳交定稿、校稿、簽收……，若干次接觸中，最終來爭取成為「第一作者」者，在聯繫過程中從未出現。迨至送印時刻、或印刷完畢，痛批《學報》行政處理不當，或指摘我輩不明渠等之老師／學生、長官／部屬關係；「豈有作者群以學生掛帥之理」！

期待爭作者第一排序之類此情事，於本《學報》不再發生，是所至盼。

姚振黎 謹識

於清雲科大清雲館 710 室

2006 年 8 月 30 日

論文寫作與投稿的金鍼

林 明 杰

(國立中央大學企管系教授兼系所主任)

學術的工作主要是以教學、研究及服務為目的，而學術上之研究不論是碩士、博士論文、教師升等著作或文章投稿等，皆須依投稿規定寫作；本文就一般投稿應注意事項，提出心得與大家共同分享。

壹、論文寫作內容規範

一、摘要

文稿之首頁須以摘要方式，簡短的說明研究動機、目的、基本理論、研究方法、主要發現、結論和貢獻等；內容無需談論太多背景資料，但可特別強調與過去相關研究之最大不同處，文字以三百至伍佰字為原則，並在摘要之後列明文中之關鍵辭彙。

二、緒論

以緒論或導論之方式略談研究的背景，並具體敘述研究目的(why)、強調研究的重要性(why important)，概述目前已有的主要研究成果，根據過去的研究成果與現在所觀察之現象，指出不相同之處，針對這些現象提出研究問題、研究動機、研究目的及預期之研究貢獻。

三、文獻探討

文獻探討的內容盡量避免寫太多定義、理論或直接引用教科書內的文獻。假設是變項間關係暫時性之推論，假設句型最好是「有方向性」，強調其正負關係、相異之處及不同分析方法，而不是只說明 A 與 B 有關或 A 與 B 不同。在假設語句中須注意變數種類與分析方法，例如：「若 A 與 B 為正相關」或「若 A1 比 A2 高時，B 會較高」。假設的架構若不是很複雜，只有幾個變數，則可以不需在文中放入架構圖；但須特別注意 and/or 的寫法及假設和變數有關的用字遣詞，全文需一致性。

四、研究設計

研究設計應包含研究方法、變數間之關係、統計方法等。主要內容可包含：(1) 研究之架構，(2) 研究變數假設，變數間的關係是指自變數、應變數及控制變數等相互間之關係，如果有建構特別的衡量方式則必需描述及說明，(3) 研究對象之敘述，(4) 變數衡量與問卷設計，(5) 資料分析方法，採用的統計方法都必需提出報告及說明，(6) 樣本與問卷回收，包括問卷架構、採訪對象及人數、問卷設計流程，(7) 信度和效度。研究流程可參考圖一。

五、資料分析結果

將分析資料做成報告時，需說明檢定哪一個假設，並對結果做討論，討論的時候需要與文獻相結合。假設若成立，可引用過去的文獻加以探討。假設若不成立，應分析並說明其原因；若為分析過程或統計方式不適當，應找出其原因；亦可與過去文獻比較，但需推論出可能的理由；如果仍無法取得適當之解釋時，可以相關個案的方式或訪談結果增加說服力。

六、結論與管理意涵

在結論中先回顧研究目的與主要發現，以整體性的語言介紹研究發現與貢獻及其重要性，並明確寫出研究發現對消費者、企業、政府、學術界等有什麼實務意義，儘量避免以條列式描述結果或貢獻。

貳、投稿須知

一、封面格式

期刊投稿時封面須載有論文題目、作者姓名、作者服務機構及地址(中英文各一)、通訊地址、網址及聯絡電話等資料，以方便編輯者與之聯絡。投稿前須徹底檢查錯字／漏字及語句是否順暢、行文前後用詞是否一致、避免使用「見下表」或「見下圖」，而要用「參考表 X」、注意標點符號的運用及參考文獻的格式是否有一致，內文有的參考文獻也要有，內文中沒有的參考文獻，則不可隨便列入。

二、注意事項

投稿時建議附上給予總編輯之信件，表明此稿件為第一次投稿並尋求發表。若為共同發表時，信中應載明稿件通訊時之主要連絡人，投稿後應主動以 E-mail 或電話和總編輯確認以取得初步之接觸。英文稿勿再投中文稿，反之亦然。投稿後勿一稿二投，若一直沒有收到審查結果的通知，也要和主編聯繫，確認取消投稿後，才能再投它處；即使原本是在研討會發表，再次投稿時都一定要確認無版權限制，才能投稿。投稿者於投稿時，務必遵照各學刊的投稿規定事項，以避免造成編輯者的困擾，而遭退件。稿件被要求修改時，應於時間內逐條回覆，和審稿者有意見不一致時，應盡量避免使用負面之言詞回覆，建議使用舉證其它學者之研究成果來支持自己的論點。

(題目與子目為編者所加，責任由本《學報》所負。)

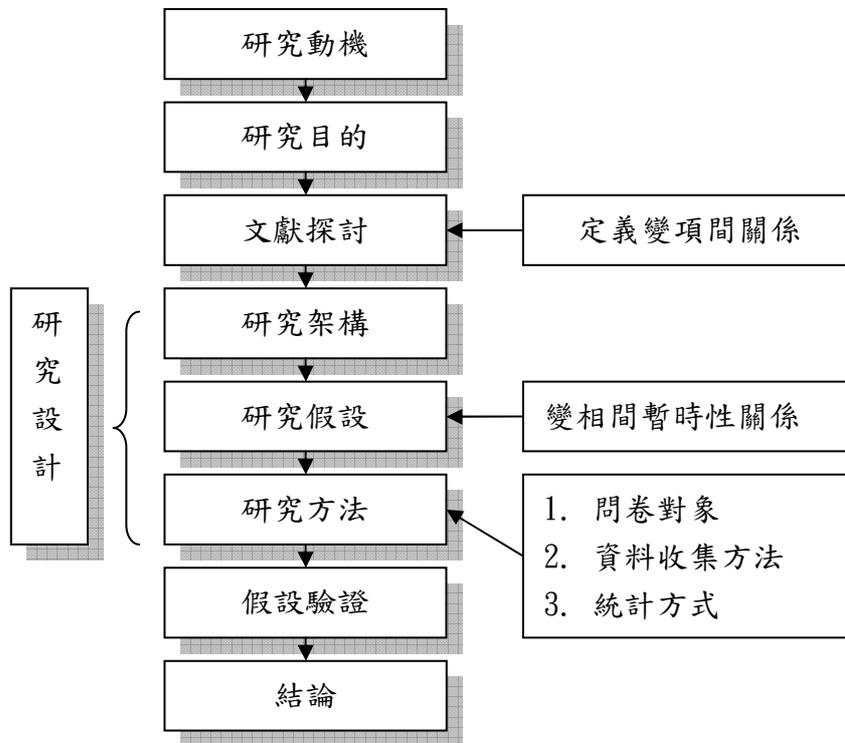


圖 1 研究流程圖

《清雲學報》第二十六卷 第二期

～～目 錄～～

以指紋分岔點特徵之指紋辨識方法 林仲廉、黃國明、張祖烈-----	1
PP/SWN 奈米複合材料之製備與熱性質研究 林朝慨、楊進義、林德光、宋上漢-----	23
類鑽薄膜對鑽石修整器表面磨耗腐蝕之研究 譚安宏、鄭穎駿、李正國-----	31
Xilinx FPGA Spartan-3 和 Spartan-3E 硬體結構分析 郭孟鑫、饒國安-----	39
Analysis of ESD Current Nonuniformity in A Multi-Finger NMOS Device 〈多指狀 N 型金氧半元件之靜電放電電流不均勻分析〉 黃至堯、曾國軒、曾仁洲-----	55
鍍金屬膜光纖探針之近場光學特性研究 趙遠鳳、孫郁興、蔡定平-----	67
漢明碼於誤差擴散式半調色影像之浮水印應用 韓維愈、林武杰、李衍博、吳匡時-----	79
Link the Objective Structure with the Decision Making Model for Selecting a SCM Project 〈供應鏈管理系統選購專案的目標架構與決策模式之連結〉 魏俊卿、李國樑-----	89
運用長期探針車時空資料評估市區道路服務水準 朱松偉、張靖志-----	105
市場導向型文化、知覺組織支持、轉換型領導 與顧客導向行爲及服務品質關係之研究 陳光榮、陳文蓉、劉菊梅、陳美良-----	127
大專特優級女子排球教練領導行爲與選手滿意度之研究 董金龍、周麗華、劉松岩、吳國輝-----	151
清雲科技大學 2004 年新生運動傷害現況調查 蔡德榮-----	163

新竹縣市公私立高中職體育教師教學態度之研究	
戴興豪、風貞豪 -----	171
The Development of Taiwanese EFL Learners' Pragmatic Competence through International Telecommunication	
〈國際網路傳輸語用教學對台灣大學生語用能力發展之影響〉	
謝怡娟、劉佳寧 -----	181
異質性合作學習教學之理念與實踐	
——以通識教育「中國經典英譯賞析」為例	
姚振黎 -----	197

以指紋分岔點特徵之指紋辨識方法

The Fingerprint Recognition Method by the Bifurcation Points

林仲廉 黃國明 張祖烈

清雲科技大學 機械工程系

jlin@cyu.edu.tw

M9321017@cyu.edu.tw

jude@cyu.edu.tw

摘要

現今鑑識科學上利用指紋特徵比對的方法有紋線特徵比對法、汗孔特徵比對法及線緣特徵比對法三種為主，因採集方式和環境的不同，汗孔影像的取得較不清晰且不容易。本論文以光學式指紋成像及利用 CCD 截取影像，圖形經過濾波、二值化、細線化處理後，可以減少資料處量，加快處理速度，且在細線化過程中，只要將演算法稍作改變，即可用來搜尋特徵點。本論文經由上述的幾個影像處理方法，不但減少資料量，且可成功的將端點和分岔點分辨並標示出來。接著是指紋影像特徵點的比對方法，爲了避開指紋影像輸入時旋轉及平移的問題，本論文以特徵點相互之間的幾何關係，利用夾角和距離之相似性，來比對是否爲同一特徵點，實驗結果確實可以找到相似的夾角和距離，且判斷爲同一特徵點。本論文提出之方法可廣泛應用在指紋辨識功能之儀器設備，實務應用潛力頗多。

關鍵字：指紋辨識、特徵點、影像處理。

Abstract

Fingerprints are the ridge and furrow patterns on the tip of the finger and are used for personal identification of people. An automatic recognition of people based on fingerprints requires that the input fingerprint be matched with a large number of fingerprints in a database. To reduce the search time and computational complexity, it is desirable to classify these fingerprints in an accurate and consistent manner such that the input fingerprint needs to be matched only with a subset of the fingerprints in the database. This paper describes the design and implementation a new algorithm for fingerprint identification systems. In order to avoid the problems of the rotation and translation for the image of fingerprint, we propose a method to deal with the geometry relationship of the characteristic points. By using the similarity principle of the orientation angle and distance, it can judge and click for the same characteristic point or not. Experimental results also verified the proposed methodology in this research. However, the proposed methods in this paper can be extensively application in fingerprint recognition equipment and it owns great potential application capability for the relationship apparatus.

Key words : fingerprint recognition, characteristics point, image processing

I. 緒論

不同類型的生物識別各有優劣，其中指紋識別技術開發最早，應用最成熟，成本也最低。指紋機體積小，可以滿足特殊的應用，如開發指紋滑鼠、指紋槍械開關等。但指紋識別產品對應用環境要求比較高，如氣溫太低導致指紋收縮、手指皮膚褪皮、乾燥、油污、磨損等，經常導致系統出現誤識和拒識。因此如何提高指紋的辨識率，降低誤識與拒識，成為指紋辨識研究的一大重點。

其實指紋的辨識依個人觀點所定義出來的題目有所不同，研究的方法也不同，在一般影像處理技術裡用來去除雜訊的中值濾波有文獻[1~2]；文獻[3]所提出的基因型模糊影像濾波器 (Genetic-based Fuzzy Image Filter, GFIF) 及多維基因型模糊影像濾波器 (Multilayer Genetic-based Fuzzy Image Filter, MGFF)，用來去雜訊及復原高污染影像。另外文獻[4~7]則利用指紋細線化演算法，來達到抽取特徵的目的，[8]利用指紋上脊和山谷的變化作單一指紋辨識，還有對曲線影像重建之研究[9]，在影像增強上[8]及[10]所採取的是 Gabor 濾波器來實現圖像的增強。文獻[5][17]則利用 Fourier Filter 提高指紋影像的方法。綜合以上方法，都是在軟體上進行的處理方法，若能在採集時要求應有的位置、角度和採集次數來建立資料庫的完整性，如此下來，比對的正確率將大大提升。

指紋辨識的方法相當多樣，包括直接關連法、紋路紋型法、特徵點法、紋路數目法、案圖吻合法等，除最早的直接關連法在大量比對時因太無效率而被捨棄外，其餘各方式都持續有業者採用並加深鑽研，以及不斷發明創新的演算法及專利技術，不過，目前最受廣泛運用的是特徵點法 (Minutia)，許多指紋辨識系統

皆是利用特徵點[7][11][12]來辨識。

因此本論文係以特徵點相互之間的幾何關係，利用夾角和距離之相似性，來比對是否為同一特徵點，實驗結果確實可以找到相似的夾角和距離，且判斷為同一特徵點。

II. 本實驗之指紋取樣方法及設備

本論文所用影像來源是以現有之光學感測式指紋機(Digital Persona U.are.U 2000)加以修改而成，原始的產品若要自行開發指紋辨識系統，必需購買一套 SDK(Software Developer's Kit)才能從中獲取資源，達到程式開發的目的。但本論文的目的只是要擷取到原始的指紋影像，並將訊號擷取到電腦中加以利用，為了方便和節省成本，直接以原有之光學系統加上網路攝影機(WebCam)，再將訊號擷取到 Visual Basic 中，之後建立一套指紋辨識的方法。

2.1 擷取系統

本論文採用 V-Gear 所生產之 Webcam 作為一影像擷取置，其規格如下：

- (1) 介面：USB 1.0/1.1 熱插拔介面。
- (2) 感測元件：1/7" CMOS，由於在成像效果上、感光度、解析度，已可達到本實驗之要求，且製造成本與耗電量又可降低成本。
- (3) 解析度：35 萬畫素。

2.2 照明系統

為了在一個平面的成像物件上得到較好的影像品質，本實驗之照明設計用平板式均勻照明裝置[13]，其作用方式是將光源打入透明壓克力板內，透明壓克力板下置反光板，此板又兼具有散光性質，透明壓克力反上置散光板，即可達到均勻照明的功能。

2.3 光學系統

在本論文中所採用的擷取裝置，並非專為指紋辨識開發的模組，而是用現有的指紋機加以修改，達到影像擷取的目的，其光學設計如下(圖 2.1)，經改良後之指紋機實體圖如圖 2.2 所示。

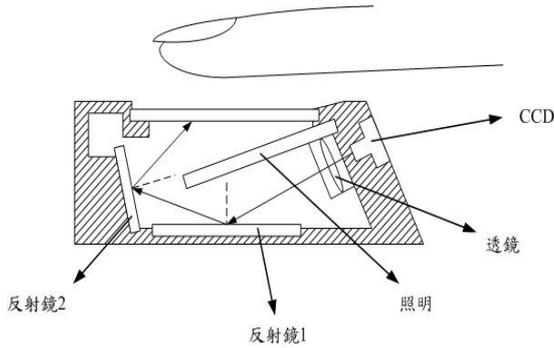


圖 2.1 指紋機(DigitalPreasona U.are.U 2000)光學系統示意圖

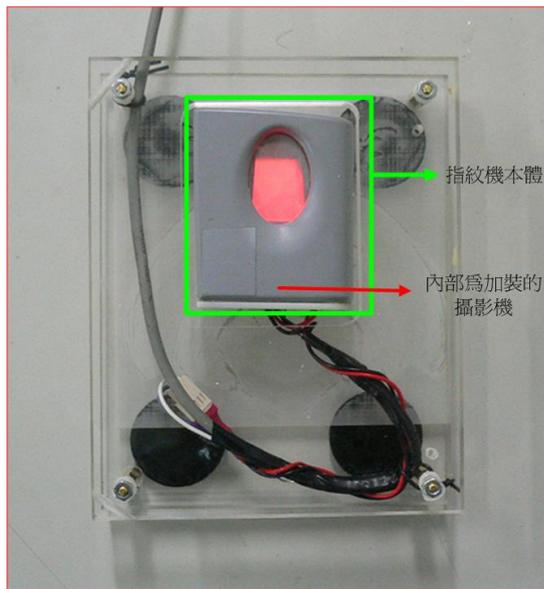


圖 2.2 改裝過的指紋機(DigitalPreasona U.are.U 2000)實體圖

2.4 電腦軟硬體設備

本實驗採用的電腦軟硬體設備如下所示：

- (1) 硬體設備：CPU：AMD 64 位元、RAM：1GB。

- (2) 軟體則是以 Microsoft Visual Basic6.0 為主，MATLAB 為輔。

III. 影像處理

影像處理[2]在空間域(Spatial Domain)上所指的是對影像平面上各個像素來做處理，一般在空間域處理可表示為

$$g(x, y) = T[f(x, y)] \quad (1)$$

其中 $f(x, y)$ 是輸入影像， $g(x, y)$ 是處理後的影像， T 是定義在 (x, y) 的某一個鄰域上作用於 f 上的一個運算子，最常用的乃是建立遮罩(Mask)，如 3×3 的遮罩，只要改變遮罩中的係數對影像做運算，即可得到不同的效果，如中值濾波、平滑化、影像強化等。

3.1 影像空間校正

本實驗用的影像擷取裝置，經過二次的反射，呈現結果是一變形的影像，為了得到較真實的影像，一般常用的方法是使用連接點來重新定位各個失真影像中的像素位置，假設有一個四邊形的幾何失真影像經校正後可得原始影像，圖 3.1，其方程式模型[2, 14]:

$$x' = r(x, y) = c_1 + c_2x + c_3y + c_4xy \quad (2)$$

和

$$y' = s(x, y) = c_5 + c_6x + c_7y + c_8xy \quad (3)$$

其中 $r(x, y)$ 和 $s(x, y)$ 是已知的，其中的 x, y 表示原始坐標， x', y' 表示校正後座標，

以矩陣型式表示為

$$[x', y'] = [1 \quad x \quad y \quad xy] \begin{bmatrix} c_1 & c_5 \\ c_2 & c_6 \\ c_3 & c_7 \\ c_4 & c_8 \end{bmatrix} \quad (4)$$

或

$$[A]=[B][C] \quad (5)$$

其中

$$[A]=[x',y'], [B]=[1 \ x \ y \ xy]$$

$$[C]=\begin{bmatrix} c_1 & c_5 \\ c_2 & c_6 \\ c_3 & c_7 \\ c_4 & c_8 \end{bmatrix}, [C]=[B]^{-1}[A]$$

如此即可求出 $c_1 \sim c_8$ 八個係數。這些係數構成了幾何失真模型，該模型用來把連接點所定義的四邊區域內的所有像素重新排列，使失真影像得以復原。

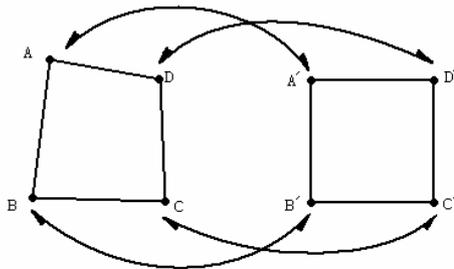


圖 3.1 空間轉換示意圖

3.2 空間濾波

影像處理的一些技巧是對於影像處理研究者所需具備，因為影像處理是一種改善影像品質的方法，透過影像處理可讓影像閱讀者取得較可靠的影像資訊，進而從影像資訊做出正確的判斷。然而影像處理的技巧其實就是一些影像演算法的形式表現，依不同的影像需要而去使用不同的演算法，常用的方法有中值濾波、平滑濾波、影像強化等。

空間濾波的方式，簡單的說就是利用一個遮罩，在影像上對每個點做運算，示意如圖 3.2

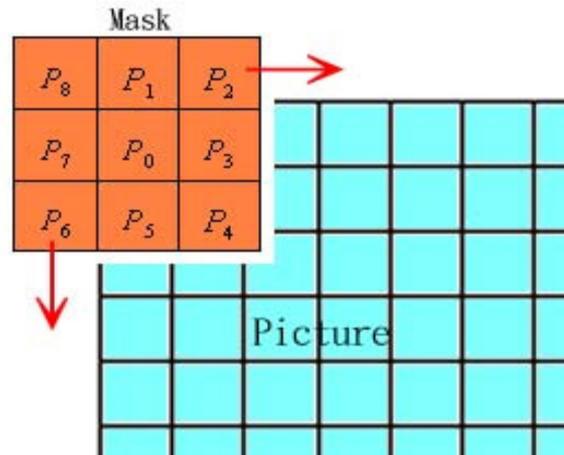


圖 3.2 空間濾波示意圖

3.2.1 中值濾波

在影像中常用的減少雜訊的方法蠻多的，愈強健的方法往往會多餘地將原始有用的資訊給消除掉，並且運算的時間也會加長。濾波可以說影像處理者常用的一種雜訊減少的方法，常用的有低通平均濾波器(Low Pass Filter)、中值濾波器(Median Value Filter)和高斯濾波器等。本實驗用的方法為常用的中值濾波器(圖 3.3)，以 $N \times N$ 的遮罩運算濾波器來說，其遮罩中心點映對於原始影像處理的像素座標，將遮罩範圍內的像素重新排序，可由大至小或由小至大的排序，並將排序過的中間灰階值來取代原始影像處理的像素灰階值，例如 3×3 中值濾波器內的像素灰階值分別為 94、79、75、85、85、110、115、114、110 這九個灰階值，重新由小至大的排列成爲 75、79、85、85、94、110、110、114、115，其中間像素灰階值爲 94，結果影像灰階值由 94 來取代，如圖 3.4。

93	93	80	76	76	78	83	107	115
93	94	79	75	74	79	83	106	115
115	114	110	85	82	75	75	95	105
118	115	110	85	81	76	74	97	96
115	119	115	91	84	70	70	91	92

圖 3.3 中值濾波

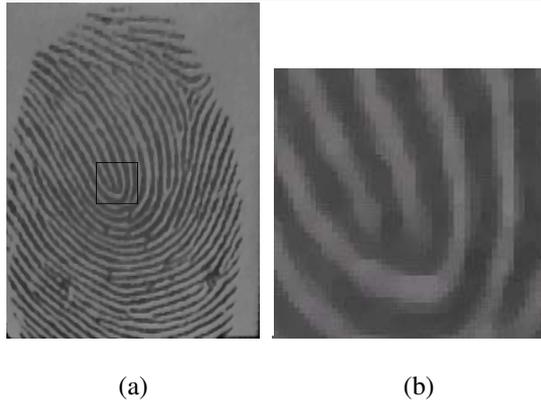


圖 3.4 對指紋影像(300 pixel×400 pixel)進行中值濾後 (a)原始圖 (b)放大圖

3.2.2 平滑濾波

平滑濾波器所用的遮罩，是將遮罩內灰階值乘以常數，再算出平均值(式 7)，取代影像每一個像素值，由於平滑濾波處理後在影像上會有一個模糊的效果，在強調影像邊緣及紋路的指紋影像上，不是一種很好的處理方法，但就是因為有這種模糊作用，可以將分岔點加以修補使得切斷紋路。可用方程式(7)表示：

$$R = \frac{1}{9} \sum_{i=0}^8 p_i \quad (7)$$

其中 R 為遮罩內的平均值， p_i 為遮罩內灰階值。

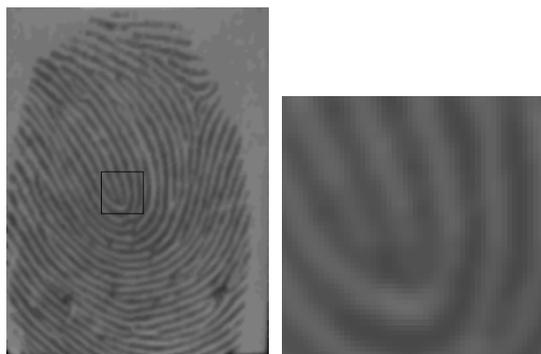


圖 3.5 對指紋影像進行平滑後

3.2.3 影像強化

一個專業的指紋識別依賴對山脊結構、細節點資訊的辨識。然而在實際情況中，由於手指本身的因素和採集條件的影響，採集到的指紋圖像會不同程度地受到各種雜訊的干擾，因

此在進行分類和細節匹配之前一般要對採集到的指紋圖像做增強處理。對於一個自動指紋識別系統來說，圖像增強演算法對系統性能的好壞有決定性的影響。

影像強化的主要目的是突顯影像中的細微部分或增強以模糊的細節，使得失焦的影像變清晰。其遮罩內的中心為正係數，其餘為負係數，如圖 3.6，影像強化結果如圖 3.7、圖 3.8。

$$\frac{1}{9} \times \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

圖 3.6 影像強化遮罩

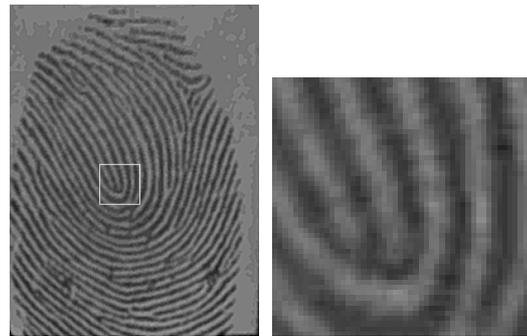


圖 3.7 指紋影一次強化

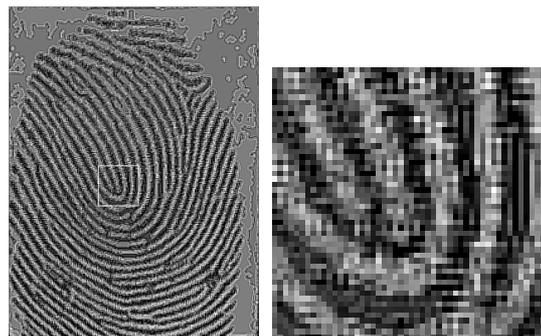


圖 3.8 指紋影二次強化

3.3 二值化

對於二值化轉換，必須先要選擇一灰階臨界值(Threshold)當作基準，用以分離背景與目標物，用以分離背景與目標物，首先計算每個灰階的像素數量，也就是統計影像的灰階直方

圖。對於一般影像，其背景幾乎都為白點，即為灰階 255 之點，故將背景白點去除，也就是計算灰階 0~255 的所有像素數量總和，取總數 50%(經驗值)當作標準。

在本系統中所取得之影像，因照度不平均，造成影像上的灰度分佈不均，使得影像在低照度時，背景的灰度較深，照明足夠的地方，背景較亮，對整張影像(圖 3.9)而言，繪出其灰階直方圖(圖 3.10)，沒有一個臨界值可以將影像做一個完整的二值化(圖 3.11)。為了達到良好的二值化影像，我們用影像處理中常用的自適性臨界值法[2]，此法是先將影像分割成數小塊(圖 3.12)，再從各小塊中，計算出臨界值，如 A、B、C 和 D 小塊所繪出的灰階直方圖(圖 3.13~3.16)，對每小塊的影像來完成二值化(圖 3.17)(圖 3.18)。



臨界值 86 取臨界值 98 的

圖 3.11 二值化影像

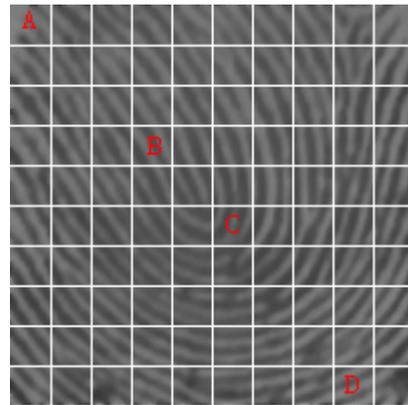


圖 3.12 切割影像

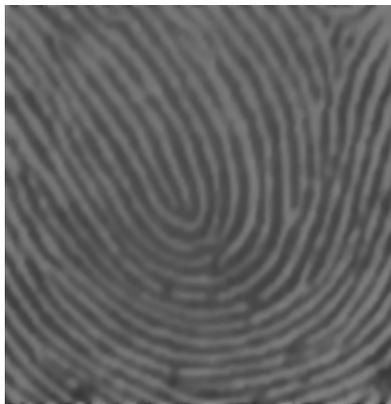


圖 3.9 原始影像(200 pixel×200 pixel)

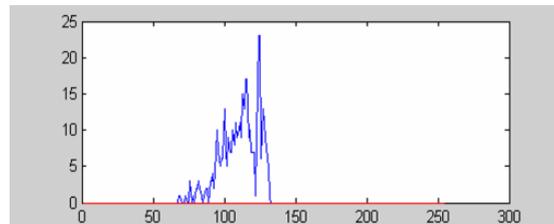


圖 3.13 A 區域的灰階直方圖

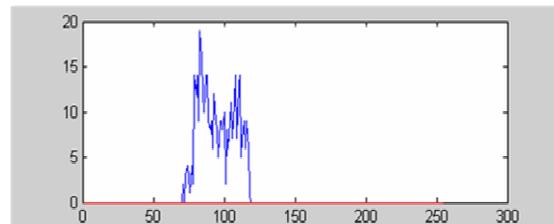


圖 3.14 B 區域的灰階直方圖

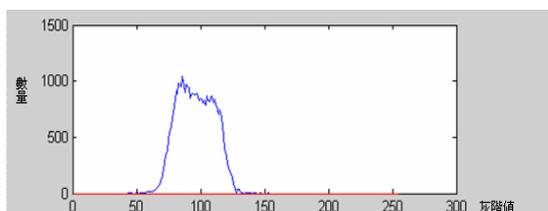


圖 3.10 灰階直方圖

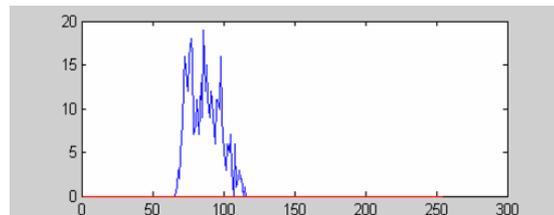


圖 3.15 C 區域的灰階直方圖

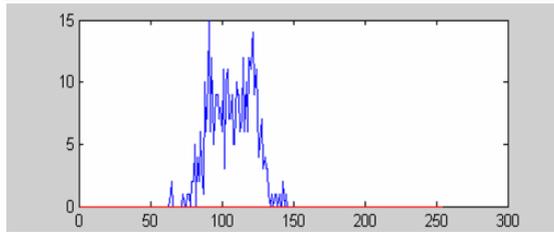


圖 3.16 D 區域的灰階直方圖



圖 3.17 自適臨界值後的二值化



圖 3.18 經過中值濾波、平滑、強化處理後之二值化結果(300 pixel×400 pixel)

3.4 細線化

細線化的應用，主要用於圖形識別的領域中，通常在前處理時相當重要，前面提到的中值濾波、平滑濾波和影像強化等處理，目的就是要讓影像有明顯的線條，讓細線化的效果更加顯著。首先定義：

$N(P)$ 值(Cross Point):即在點 P_0 之八鄰接點值之總和。其數學式為:

$$N(P) = \sum_{k=1}^8 p_k \quad (8)$$

$S(P)$ 值(Cross Number):即在點 P_0 之八鄰接點中繞行一圈(順時針或逆時針)所碰到狀態改變的次數(即從 1 變為 0 或從 0 變為 1)。其數學式為:

$$S(P) = \sum_{k=1}^8 |p_{k+1} - p_k| \quad (9)$$

其中 p_1 至 p_8 的值不是 0 就是 1，且 $p_0 = p_8$ 。

此方法是以參考點 P_0 的八鄰域點狀態依據，交替執行以下五個步驟，直到沒有像點可刪除時，即代表細線完成。

(a) $2 \leq N(P) \leq 6$

(b) $S(P) = 1$

(c) $P_1 \times P_3 \times P_7 = 0$

(d) $P_1 \times P_3 \times P_5 = 0$

(c') $P_1 \times P_5 \times P_7 = 0$

(d') $P_3 \times P_5 \times P_7 = 0$

步驟一:將影像編碼。黑色為 1，白色為 0。

步驟二:標記同時滿足條件 (a)、(b)、(c) 及 (d) 的像點。

步驟三:刪除所有標記像點。

步驟四:標記同時滿足條件 (a)、(b)、(c') 及 (d') 像點。

步驟五:刪除所有標記像點。

重複步驟一~五直到無像點可刪除。

					1				1			1	1	1
	1				1				1				1	
									1					1

$N(P) = 0$ $N(P) = 1$ $N(P) = 2$ $N(P) = 4$

$S(P) = 0$ $S(P) = 1$ $S(P) = 2$ $S(P) = 2$

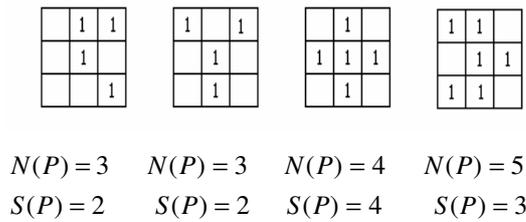


圖 3.19 $N(P)$ 及 $S(P)$ 說明

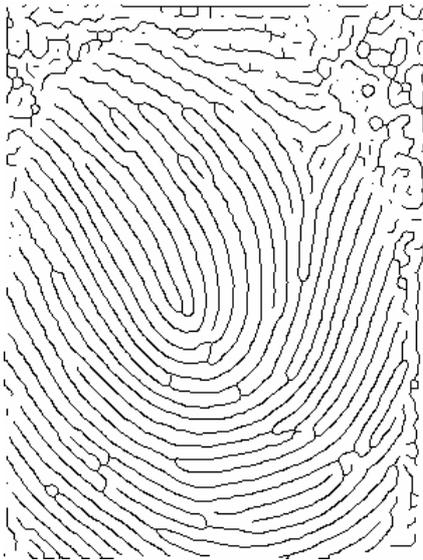


圖 3.20 對指紋影像細線化(300 pixel×400 pixel)

3.5 端點及岔點判斷

指紋影像經由平滑化、強化、二值化和細線後，圖形的雜訊和複雜度已是相當的簡潔，只要細線化演算後，指紋特徵便可容易抽取出來，由於沒有完美的前理過程，使得抽取出來的特徵點多多少少遺失或增加，所以我們希望在建立資料庫的過程中，來樹立一個較為完整的資料。可判定為端點(圖 3.21~3.22 所示)；可判定為分岔點(圖 3.23~3.24 所示)。規則如下：

- if $P_0=1$ & $P_1=1$ then P_0 為端點
- if $P_0=1$ & $P_2=1$ then P_0 為端點
- ∴
- if $P_0=1$ & $P_8=1$ then P_0 為端點
- if $P_0=1$ & $P_1=1$ & $P_2=1$ then P_0 為端點
- if $P_0=1$ & $P_2=1$ & $P_3=1$ then P_0

為端點

∴

if $P_0=1$ & $P_8=1$ & $P_1=1$ then P_0

為端點

以上 16 種組合，歸納可得

if $P_0=1$ & $S(P)=1$ 即可視為端點

同理可得

if $P_0=1$ & $S(P)=3$ 即可視為岔點

利用上式即可將細線化後影像的端點和岔點(圖 3.25)判斷出來。

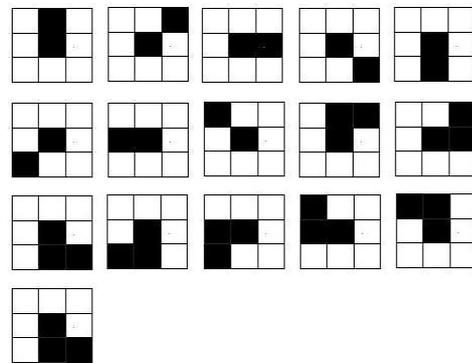


圖 3.21 視為端點的遮罩(即 $S(P)=1$)

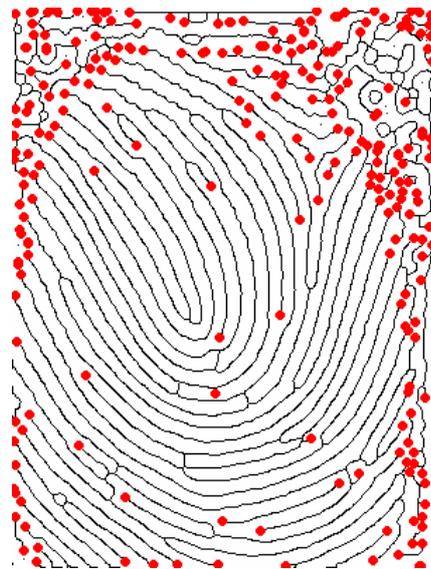


圖 3.22 抽取指紋影像之端點

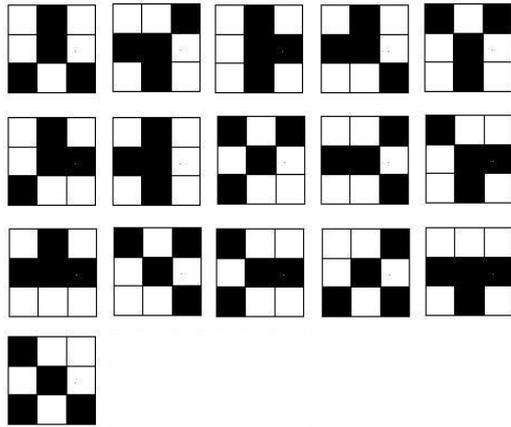


圖 3.23 部分視為分岔點的遮罩(即 $S(P)=3$)

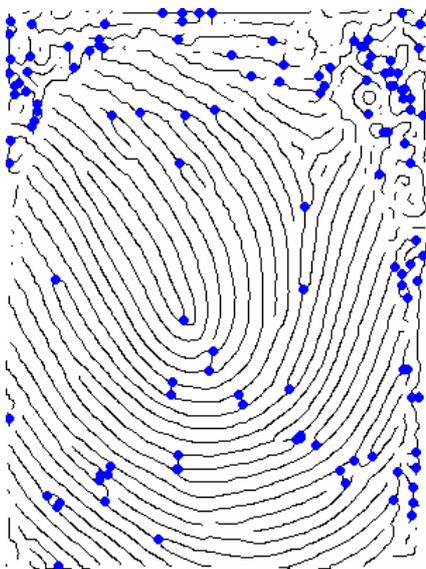


圖 3.24 抽取指紋影像之分岔點

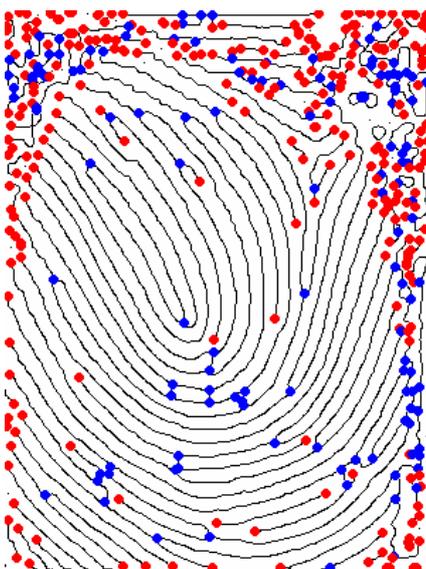


圖 3.25 抽取出的端點與岔點

IV. 指紋比對

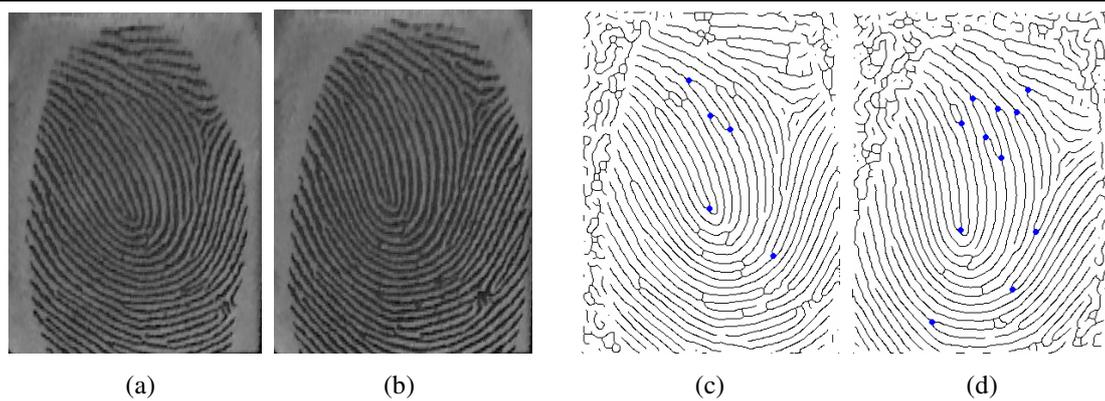
指紋辨識包括四個主要部份：(1)擷取(Capture) (2)演算(Algorithm) (3)傳送(Transmit) (4)驗證(Verify)。首先利用指紋掃描器，將指紋的圖形及其他相關特徵擷取下來，再將圖形及相關特徵，運用程式運算及統計，之後數位化的指紋特徵在電腦上運用各種方式傳送，不論其傳送方式或加解密方式，仍保留該特有的特性，最後傳送過來的數據再經程式運算和驗證，再與資料庫中的比對資料的相似程度，達到一定程度以上的統計相似度，因其差異在某種極低的機率以下，即可代表這是由使用者傳送過來的指紋數據，故只要符合上述原理，中間無任何轉換上的遺漏，而且在一定的比對值以上，均可確認是使用者的指紋。在本論文中，將試著尋找一個可行的指紋驗證新技術，藉由不同的觀點與視野，創造出一個完整的指紋辨識方法。

4.1 刪除假特徵

從上節指紋影像經過特徵抽取後，從圖 3.25 可以看出有特徵點的距離極為相近，若此距離小於一定的門檻值，即可視為不重要的特徵，並將之刪除，留下較為重要的點，作為後續指紋比對的依據。

4.1.1 分岔點之門檻值

經由影像校正後的樣本一(圖 4.1)、樣本二(圖 4.5)和樣本三(圖 4.9)，得知在不同門檻值，在 4 Pixel 時大部分的分岔點特徵點都被抽取出來，包括雜訊在內，在 20 Pixel 時只抽取出一部分的特點，在門檻值 12 Pixel 時，重要的特徵點大部分都會被抽取出來，而在影像上周圍到指紋邊界間的點幾乎都會被排除，12 Pixel 以下時，外圍的雜訊慢慢會被抽取，造成特徵點過多或錯誤現象。統計後得表 4.1、表 4.2 和表 4.3。

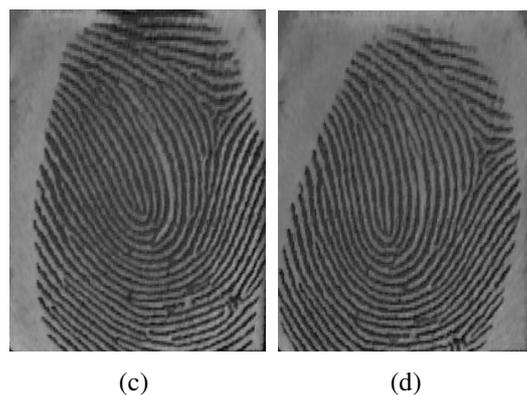


(a)

(b)

(c)

(d)



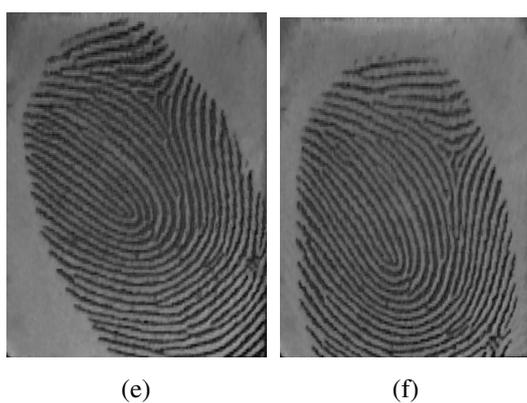
(c)

(d)

(e)

(f)

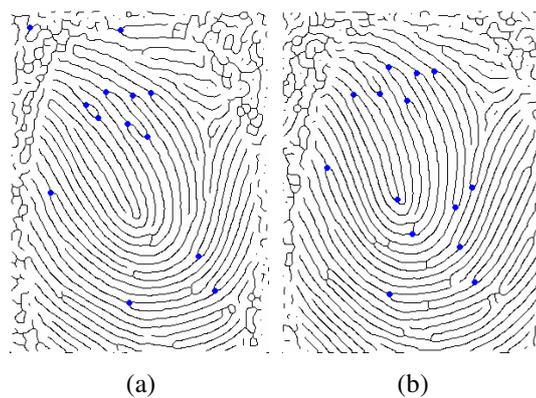
圖 4.2 去雜訊點(門檻值 20 pixel)



(e)

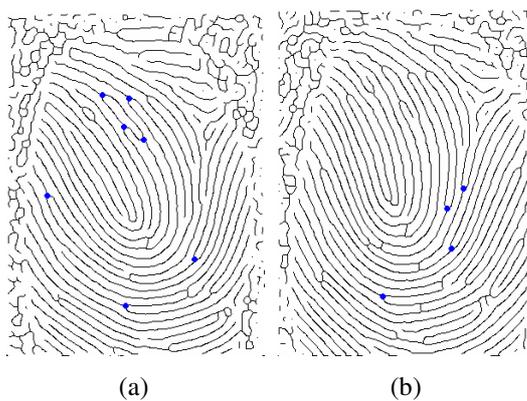
(f)

圖 4.1 空間校正後的樣本一



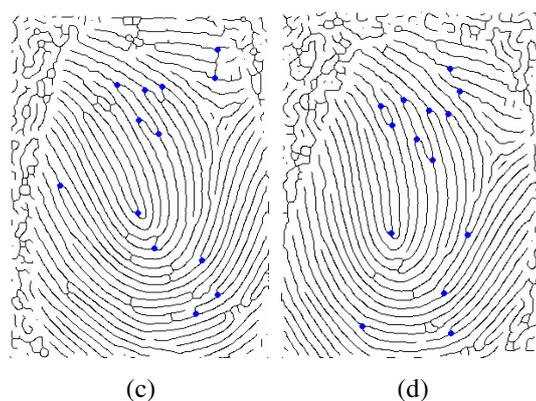
(a)

(b)



(a)

(b)



(c)

(d)

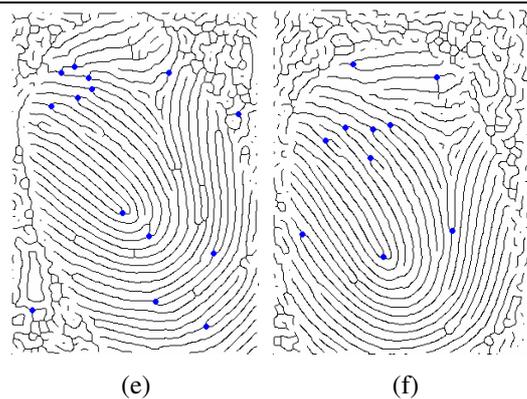


圖 4.3 去雜訊點(門檻值 12 pixel)

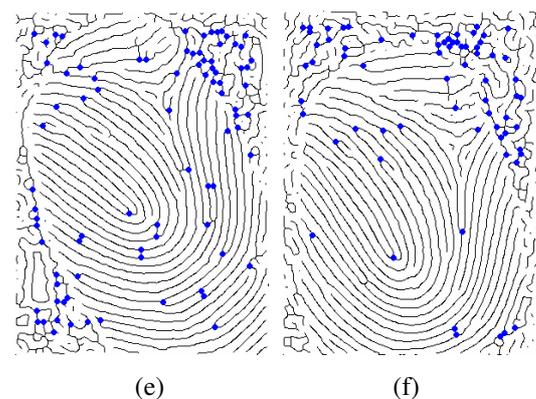
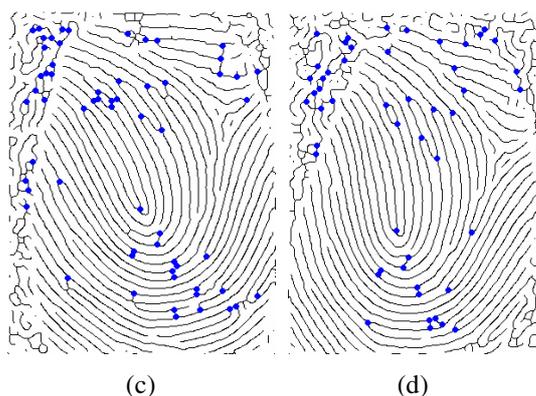
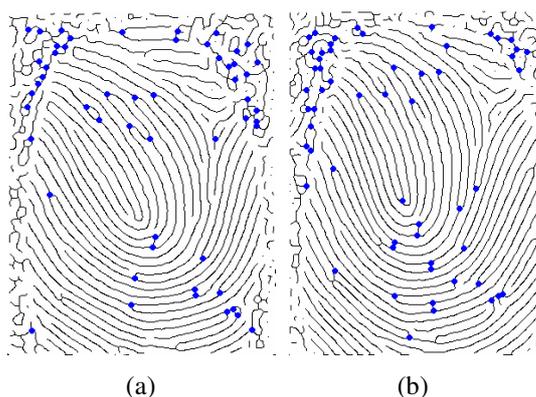


圖 4.4 去雜訊點(門檻值 4 pixel)

樣本 門檻值	a	b	c	d	e	f	誤差量 (max-min)
20(pixel)	9	4	5	11	4	3	8
18(pixel)	8	10	7	12	4	6	8
16(pixel)	9	13	9	12	7	8	5
14(pixel)	11	13	9	13	9	10	4
12(pixel)	13	14	13	14	14	10	4
10(pixel)	17	17	19	18	19	11	7
8(pixel)	26	26	24	26	31	25	7
6(pixel)	42	42	42	39	62	38	21
4(pixel)	54	57	62	50	84	69	34



(a) (b)



(c) (d)

表 4.1 樣本一在各個門檻值所抽取的分岔點數量

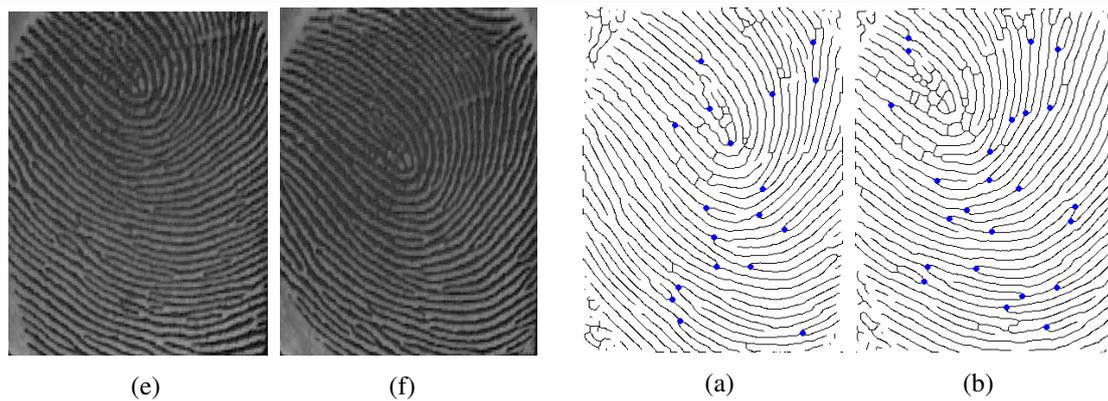


圖 4.5 空間校正後的樣本二

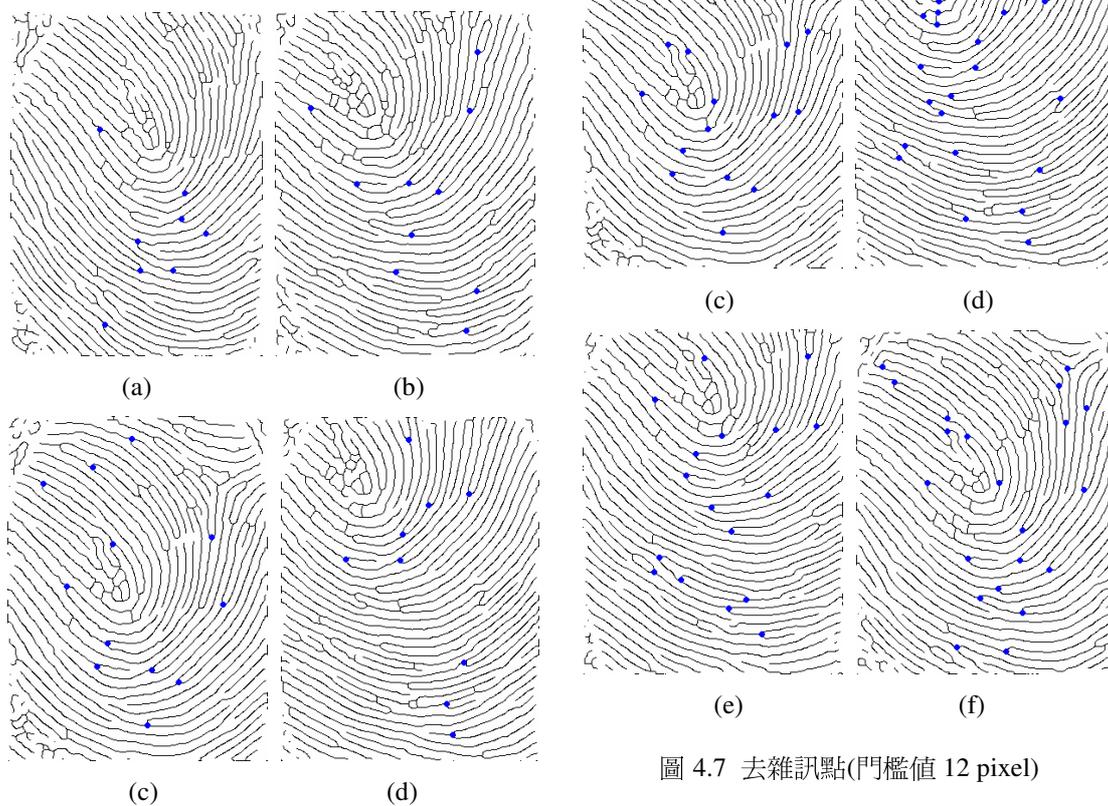


圖 4.7 去雜訊點(門檻值 12 pixel)

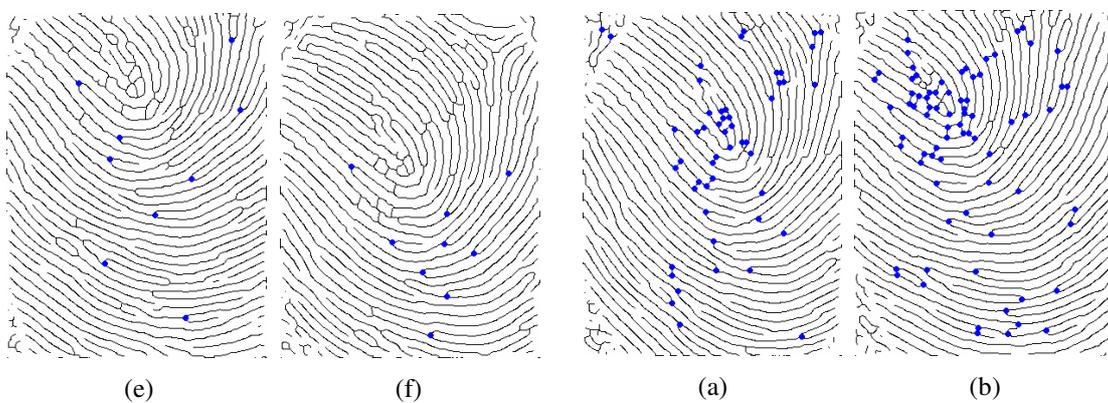


圖 4.6 去雜訊點(門檻值 20 pixel)

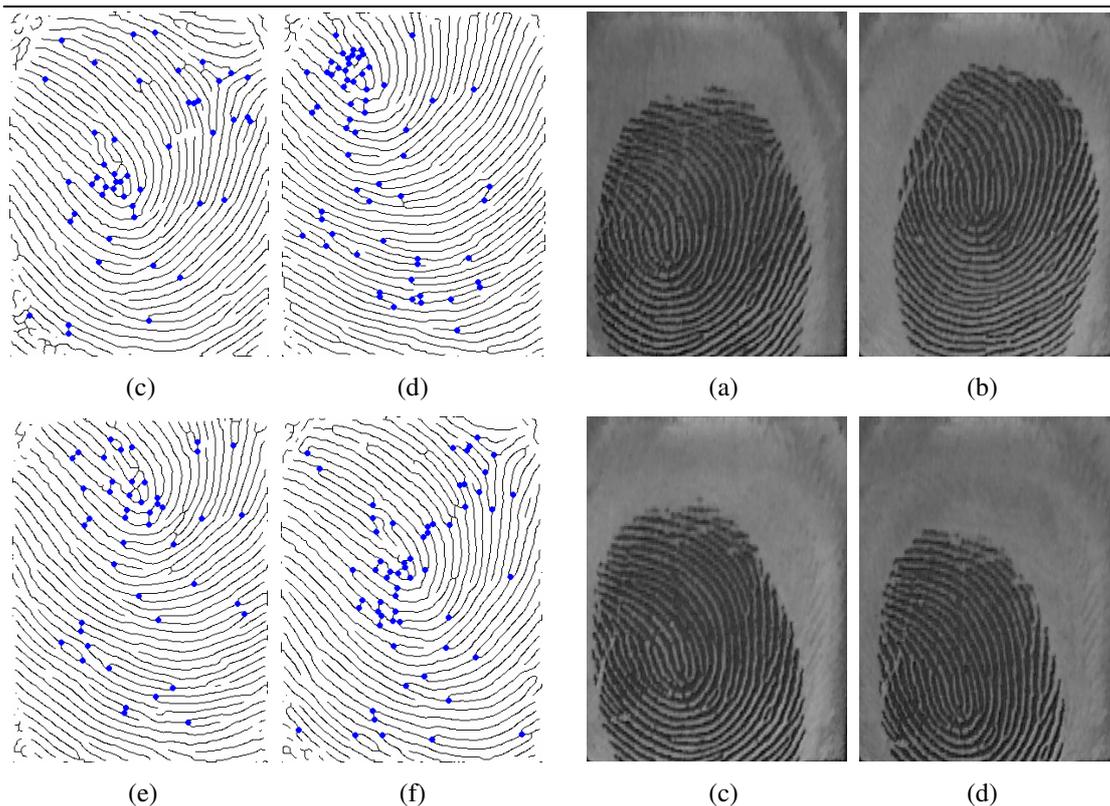


圖 4.8 去雜訊點(門檻值 4 pixel)

表 4.2 樣本二在各個門檻值所抽取的分岔點數量

樣本 門檻值	a	b	c	d	e	f	誤差量 (max-min)
20(pixel)	8	10	12	9	9	9	4
18(pixel)	10	11	14	12	12	13	4
16(pixel)	13	16	14	14	14	16	3
14(pixel)	14	23	17	16	14	20	9
12(pixel)	18	24	21	24	17	21	5
10(pixel)	18	30	26	25	24	27	12
8(pixel)	23	44	34	32	37	41	21
6(pixel)	41	58	40	46	42	48	18
4(pixel)	51	76	48	63	46	60	30

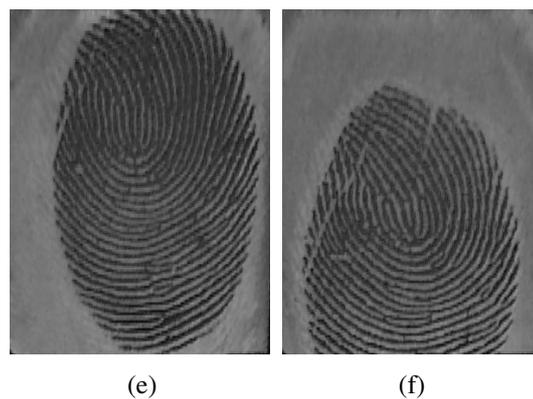
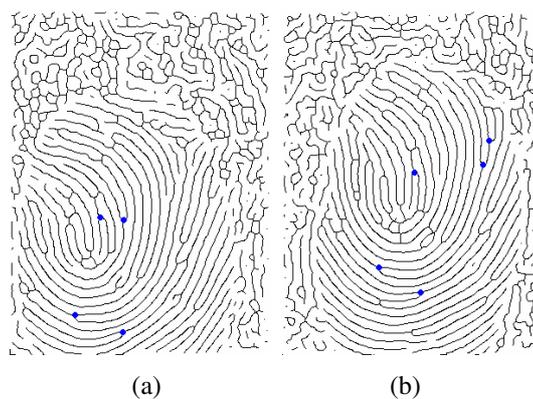


圖 4.9 空間校正後的樣本三



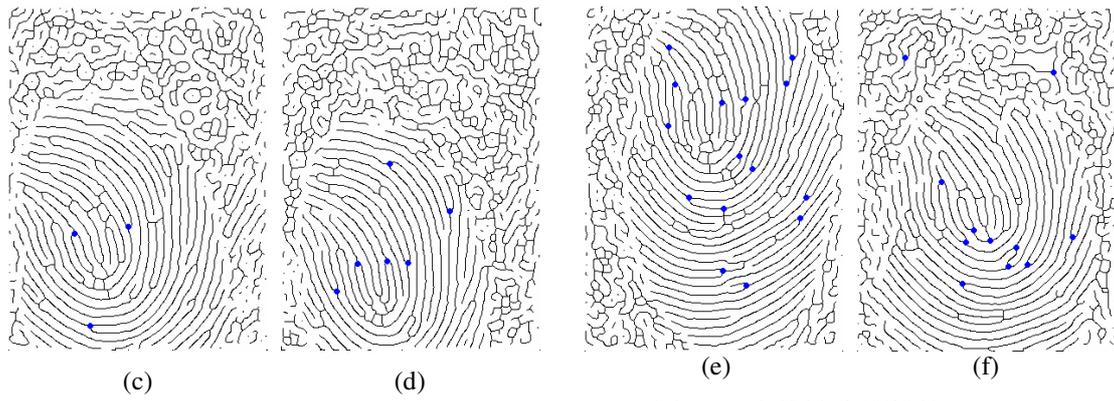


圖 4.11 去雜訊點(門檻值 12 pixel)

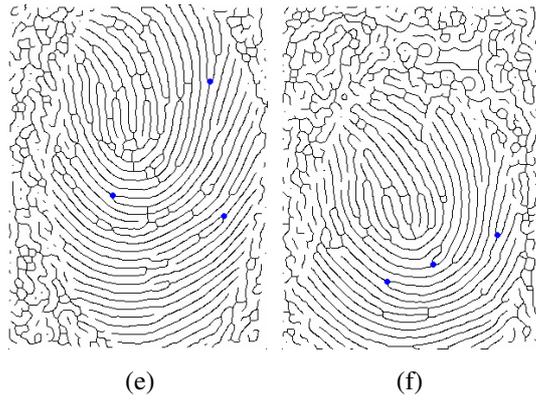


圖 4.10 去雜訊點(門檻值 20 pixel)

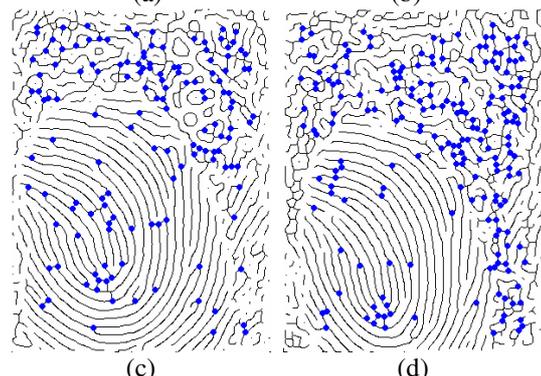
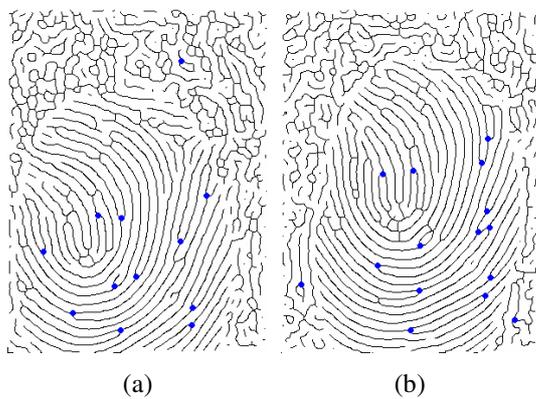
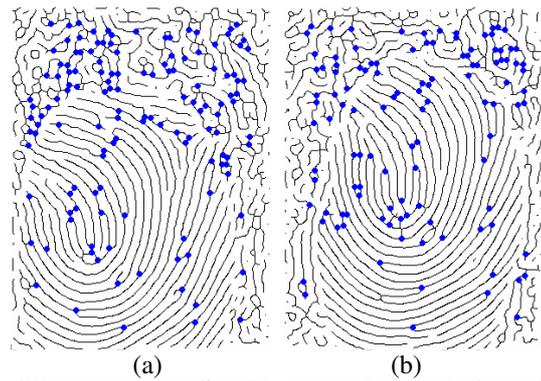


圖 4.12 去雜訊點(門檻值 4 pixel)

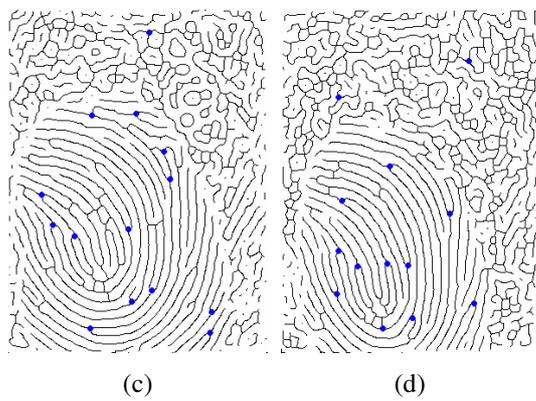


表 4.3 樣本三在各個門檻值所抽取的分岔點數量

樣本 門檻值	z	b	c	d	e	f	誤差量 (max-min)
20(pixel)	4	5	3	6	3	3	3
18(pixel)	7	6	7	7	4	6	3
16(pixel)	9	10	9	8	8	7	3
14(pixel)	9	13	10	9	12	7	6
12(pixel)	12	15	14	12	15	11	4
10(pixel)	19	20	28	23	20	21	9
8(pixel)	36	33	58	54	37	49	25
6(pixel)	81	73	108	119	78	82	46
4(pixel)	134	114	141	198	137	129	74

實驗之結果，分岔點的門檻值約 12 pixel~20 pixel，可以得到較佳的分岔特徵，而因此在建立資料時，以門檻值 16 pixel 當做標準。

4.1.2 端點之門檻值

同上一節的樣本，抽取端點之特徵，整理得表 4.4、表 4.5、表 4.6。

表 4.4 樣本一在各個門檻值所抽取的端點數量

樣本 門檻值	a	b	c	d	e	f	誤差量 (max-min)
20(pixel)	6	5	2	5	4	5	4
18(pixel)	8	5	4	6	4	5	4
16(pixel)	10	6	7	8	5	7	5
14(pixel)	14	7	9	11	9	12	7
12(pixel)	17	13	15	14	14	20	7
10(pixel)	28	17	26	22	20	29	12
8(pixel)	41	32	42	38	44	47	15

6(pixel)	74	49	71	60	64	87	38
4(pixel)	83	60	74	64	80	97	37

表 4.5 樣本二在各個門檻值所抽取的端點數量

樣本 門檻值	a	b	c	d	e	f	誤差量 (max-min)
20(pixel)	12	7	7	14	7	9	7
18(pixel)	14	10	10	15	10	10	5
16(pixel)	17	13	15	17	12	10	7
14(pixel)	19	14	17	17	15	13	6
12(pixel)	22	14	18	19	15	14	8
10(pixel)	23	15	18	19	17	16	8
8(pixel)	32	22	30	23	24	20	12
6(pixel)	38	24	30	25	30	26	14
4(pixel)	40	24	31	25	32	26	16

表 4.6 樣本三在各個門檻值所抽取的端點數量

樣本 門檻值	a	b	c	d	e	f	誤差量 (max-min)
20(pixel)	1	1	2	1	1	3	2
18(pixel)	1	2	2	2	2	4	2
16(pixel)	1	2	2	4	3	7	6
14(pixel)	4	7	3	7	4	8	4
12(pixel)	12	11	4	10	5	9	8
10(pixel)	20	26	22	22	16	18	6
8(pixel)	62	39	54	73	39	44	34
6(pixel)	98	88	109	126	82	88	27
4(pixel)	131	101	136	146	94	121	52

實驗結果發現，有些端點的產生，是因為在影像輸入時，分岔點相連的位置灰度值相差

過大，經影像平滑、強化後仍無法將其連接，可能造成原來的分岔點，誤判為端點，因此本實驗將不採用端點特徵來作判斷。

4.2 夾角與距離的關係

經過第三章一連串的影響處理，如空間校正、中值濾波、平滑化、影像強化和細線化後，由原本複雜的紋路影像簡化成寬 1 pixel 的線條，再由抽取的特徵點，利用最簡單幾何關係，將特徵點以三個為一組，可以得到相互間的夾角和距離(圖 4.13)關係，此方法可以避免影像在旋轉及平移上的問題，使影像不論在任意方向上輸入，都可以有效相同的特徵點，建檔時再以多次指紋建檔的方式，來得到良好的指紋資料庫，如同一人之指紋，第一次建檔的特徵點，和第二次建檔的特徵點，其夾角和距離小於某一門檻值，即視為同一特徵點。

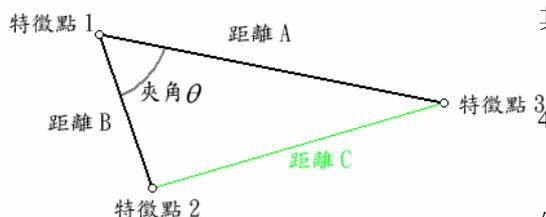


圖 4.13 特徵點關係

令特徵點 1 的坐標為 (x_1, y_1) ，特徵點 2 的坐標為 (x_2, y_2) ，特徵點 3 的坐標為 (x_3, y_3) ，可得向量 $\vec{A} = (x_3 - x_1, y_3 - y_1)$ ；向量 $\vec{B} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1)$

$$\text{距離 A} = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2} ;$$

$$\text{距離 B} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$\text{及夾角 } \theta = \cos^{-1} \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| \times |\vec{B}|}$$

所以，當特徵點的數量有 3 點時(圖 4.13)會有三種不同規則庫：

- (1) 特徵點 1 對應距離 A 與 B
- (2) 特徵點 2 對應距離 B 與 C
- (3) 特徵點 3 對應距離 C 與 A

當特徵點的數量有 4 點時(圖 4.14)會有 12 種不同規則庫。

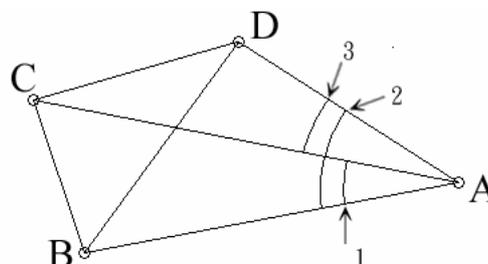


圖 4.14 4 個特徵時相對應夾角數

當特徵點的數量有 5 點時(圖 4.14)會有 30 種不同規則庫。

依此類推可得(式 10)：

$$K_n = n \times \sum_{i=1}^n i! \quad (10)$$

其中 K_n 為規則庫的數量， n 為特徵點的數量。

4.3 程式介紹

本實驗利用 Visual Basic 6.0，自行撰寫影像處理之演算法，如空間校正、中值濾波、平滑化、影像強化、二值化和細線化等，再將之整合在 VB 表單上，成為一簡單的影像處理程式，其操作畫面分為三個主要功能區塊，第 1 個區塊在程式左方，其功能將處理好的影像放置於每個不同的頁籤內，除了頁籤「CCD 影像」是即時影像多，其它都是放置處理後的圖片，第 2 個區塊主要是影像處理控制項，命令影像該做的動作，如灰階、空間校正、濾波、細線化和抽取特徵，並將處理後之結果傳給區塊 3 顯示出來，如圖 4.15。

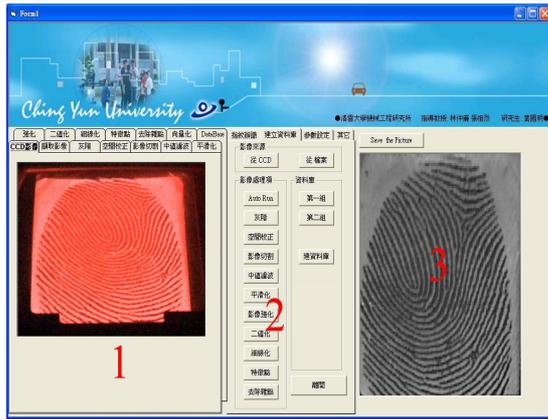


圖 4.15 程式畫面

程式運作流程圖如圖 4.16，說明如下：

從 CCD：影像來源是從手指按壓在指紋機的即時影像。

從檔案：影像來源是從資料庫中或儲存好的指紋影像。

灰階：將來源影像從原始的彩色執行為灰階。

其灰階參數的定義乃是將原始影像的三原色 R、G 和 B 乘上一係數，其三個係數相加不超過 1，係數的選用會影響到背景和紋路的對比，如圖 4.17 的原始影像取 1 倍的 R 值與 1 倍的 B 值，相較之下差異就很大。

空間校正：變形的影像經由 Matlab 算出轉換係數後，將像素重新排列，得到一校正影像。

影像切割：將多餘的邊界切除，由原來的 352 pixel×443 pixel 切割成爲 300

pixel×400 pixel 的影像。

濾波處理：有中值濾波、平滑化和影像強化，這三個處理可以交錯應用。

1. 中值濾波：將影像中的雜訊點刪除。參數的定義是將排序完成的灰度值選擇排序好的位置，如圖 4.18 所選用的排序位置爲 0、2、4、6 和 8 之差異比較，設定值爲 0~8。
2. 平滑化：將每個像素與其周圍的像素的灰度做均化。
3. 影像強化：突顯影像中的細微部分或增強以模糊的細節，使得失的影像變清晰。強化參數的定義是設定遮罩中爲正的數值，如參數 爲 9 時。其它的遮罩係數爲-1，設定參數爲時 17 時，其它遮罩係數爲 -2。

二值化：將影像的顏色處理爲黑與白，參數的定義爲灰階直方圖中灰度總數量的 50%再乘上一係數所得到的門檻值，一般參數設定爲 1。

細線化：將二值影像處理爲單位 1 pixel 寬度的細線。

特徵抽取：將細線化後的影像，從中抽取分岔點特徵。

去除雜點：去除相鄰太接近的特徵點，參數的定義則是爲兩點間的距離，單位爲 pixel。

建檔：以本論文所提特徵點間幾何關係，建立資料庫。

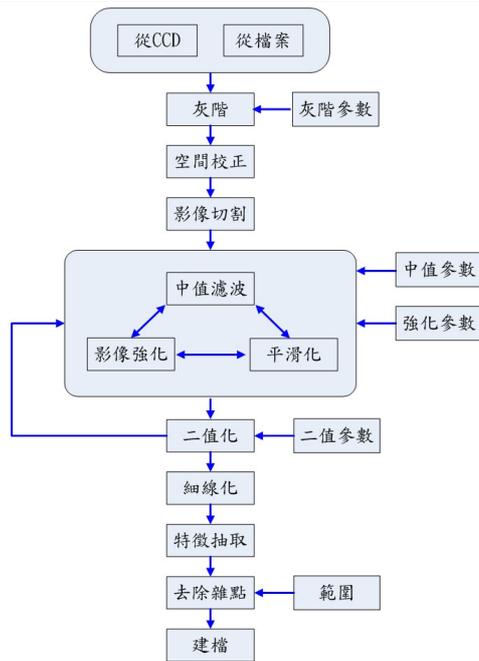


圖 4.16 程式運作流程圖

4.4 驗證

為驗證 4.2 節所提出，以指紋分岔點特徵之間的角度與距離來判斷特徵相似性，實驗以七個手指頭樣本，連續輸入二次，(圖 4.17、圖 4.19、圖 4.21、圖 4.23、圖 4.25、圖 4.27、圖 4.29)，以 16 Pixel 的門檻值抽取分岔點特徵，資料比對以夾角差 < 1 度，距離差 < 5 Pixel，所得的結果如下：



圖 4.17 樣本一(300 pixel×400 pixel)

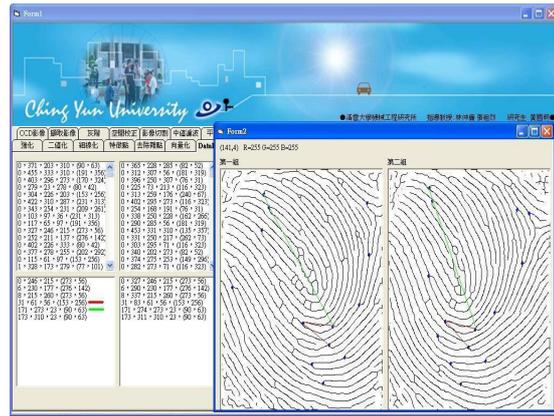


圖 4.18 樣本一之實驗結果



圖 4.19 樣本二

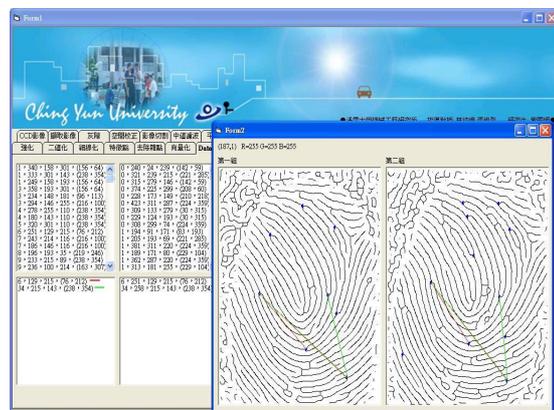


圖 4.20 樣本二的實驗結果

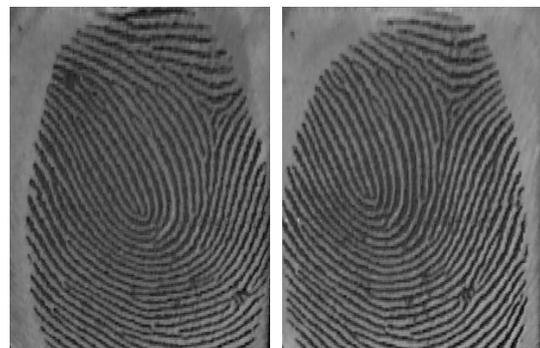


圖 4.21 樣本三

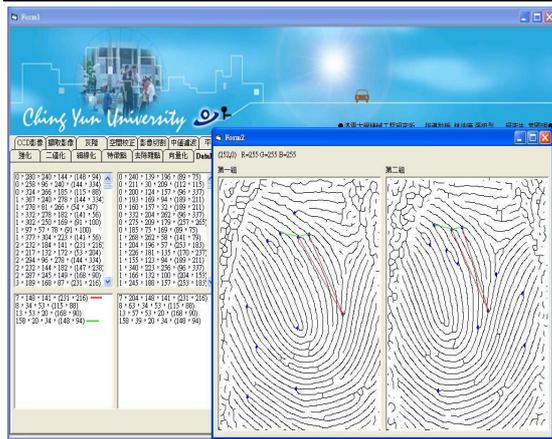


圖 4.22 樣本三的實驗結果

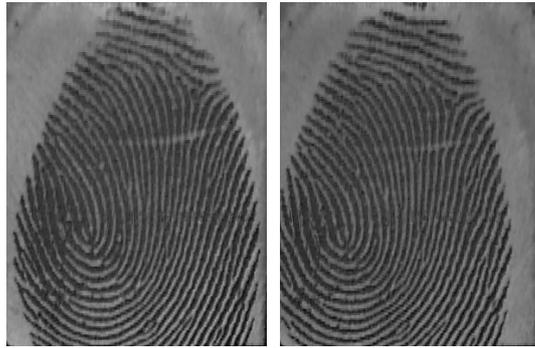


圖 4.23 樣本四

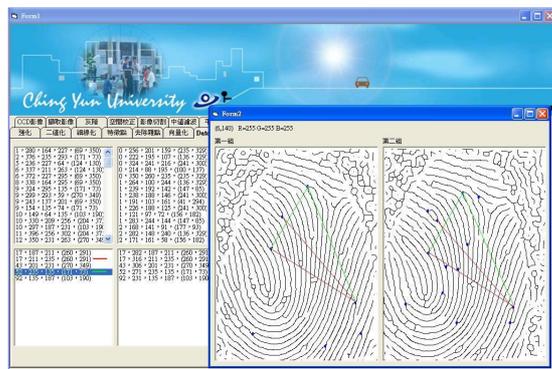


圖 4.24 樣本四的實驗結果



圖 4.25 樣本五

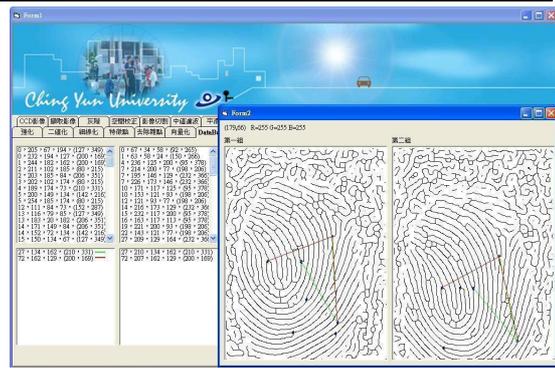


圖 4.26 樣本五的實驗結果



圖 4.27 樣本六

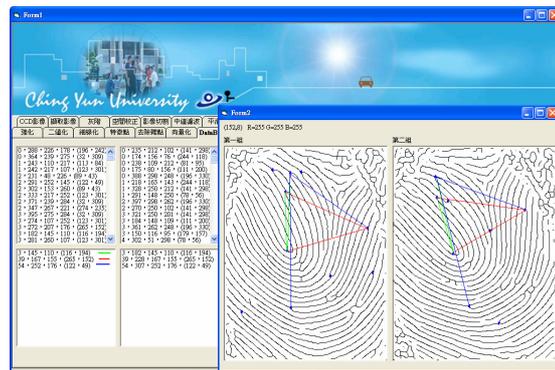


圖 4.28 樣本六的實驗結果(樣本相差 20 度)



圖 4.29 樣本七(樣本相差 90 度)

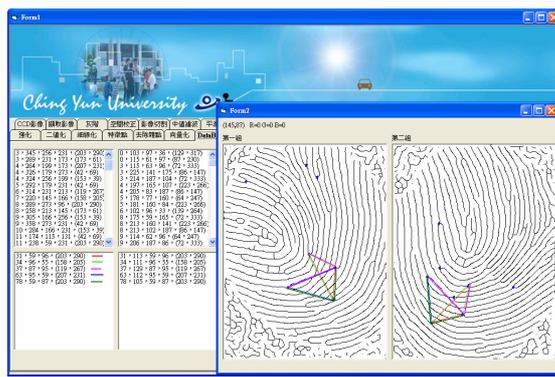


圖 4.30 樣本七的實驗結果

我們以 16 Pixel 的門檻值抽取分岔點特徵，比對特徵點以夾角差 <1 度，距離差 <5 Pixel，可以有效的比對出來每個樣本的指紋相似度，證明了特徵的夾角和距離間的關係，可以用來比對特徵點的相關特性，並且可以避免指紋旋轉和位移的問題。

VI. 結論

特徵點抽取的困難度來自於兩個相同物體的影像可能因雜訊干擾、感測器的不同或每次擷取的指紋影像的時間不同，造成影像資訊點的損失或遺漏，導致抽取特徵點的數目或位置會有所不同。為了獲取良好的特徵點位置，我們從變形的原始影像，利用空間校正的方法，重新排列每個像素，再將多餘的邊界點刪除，開始以空間濾波處理影像，將影像的線條與背景明顯的標示出來，接著以細線化處理，目的是用來抽取特徵點，並建立一門檻值，來定義雜訊點與特徵點，有了特徵點後，本論文提出一個以特徵點的角度和距離關係，建立指紋資料庫的方法，驗證結果確實可以找到相同的角度與距離，判斷的結果也為同一特徵點，這種做法可有效將指紋影像不論在哪个角度輸入指紋影像，皆可建立指紋資料庫，本論文利用特徵點間的幾何關係，即可有效的找出相同的特徵點，過去有些市售的產品必需仰賴硬體

上來控制指紋輸入的方位及角度，才可正確輸入指紋影像，進而達到辨識的目的，若利用本論文所提之方法，在任意角度輸入指紋，皆可抽取出相同的特徵點，來進行指紋的比對，如此一來可增進比對之效率及準確度。

REFERENCES

1. 林宸生，「影像與語音處理數位信號」，全華科技圖書股份有限公司，民國八十九年。
2. 繆紹綱，「數位影像處理」，普林斯頓國際有限公司，民國九十三年。
3. 許志遠，「基於軟式計算技術之智慧型影像濾波器」，國立成功大學，碩士論文。民國九十三年。
4. 林志勇，「二值影像之改良型細線化演算法」，中原大學，碩士論文，民國八十八年。
5. 林昭興，「邊緣侵蝕法於數位影像之細線化」，中原大學，碩士論文，民國八十八年。
6. P.I. Rockett, "An improved rotation-invariant thinning algorithm", *IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Volume 27, No. 10, pp. 1671-1674, Oct. 2005.
7. B.G. Sherlock, "Fingerprint enhancement by directional Fourier filtering", *IEE Proc. - Vision, Image and Signal Processing*, Vol 141, No. 2, pp. 87-94, Apr 1994.
8. 張正弘，「利用指紋紋路分佈順序及分佈模型作指紋自動辨識」，國立中央大學，博士論文，民國九十年。
9. 路志廣，「曲線影像之重建研究」，中央大學，碩士論文，民國八十七年。
10. V. Espinosa-Duro, "Fingerprints thinning algorithm", *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, Vol 18, No. 9, pp. 28-30, Sep. 2003.
11. V. Espinosa-Duro, "Minutiae detection algorithm for fingerprint recognition", *IEEE 35th International Conference on Security Technology*, pp. 264-266, Oct. 2001.
12. Yuanning Liu, Senmiao Yuan, Xiaodong Zhu, and Yongliang Zhang, "A fingerprint classification algorithm research and implement", *7th International Conference on Automation, Robotics, Control, and Vision*, Vol 2, pp. 933-937, Dec. 2002.
13. 陳時新，「實戰機器視覺」，電子技術出版社，民國八十九年。
14. 林高輝，「映射函數三維空間影像量測技術研究」，中原大學，博士論文。民國九十一年。

PP/SWN 奈米複合材料之製備與熱性質研究 Study on Thermal Properties of PP/SWN Nanocomposites in Microcellular Injection Molded

林朝慨 楊進義 林德光 宋上漢

清雲科技大學 機械工程系

cklin@cyu.edu.tw

摘要

本研究之目的在添加 SWN 製備 PP 奈米複合材料，探討在不同的 SWN 含量，進行超臨界流體微細發泡射出成型件之熱性質。由實驗結果顯示，在添加 SWN 之後，其裂解溫度(T_D)隨著 SWN 含量增加而升高再降低，裂解溫度在添加 SWN 之前後的相對變化增大。其熔化溫度(T_M)值隨著 SWN 含量增加而微幅降低，熔化溫度在添加 SWN 之前後的相對變化不大。添加少量奈米級的 SWN 對其加工溫度，即熱裂解溫度與熔化溫度之差距，有大幅改善的效果。

關鍵詞：聚丙烯、SWN、微細發泡射出成型件、機械性質。

Abstract

The purpose of this research is to prepare polypropylene (PP) with SWN. We study the thermal properties which are melt temperature (T_M) and the decomposition temperature (T_D). Then, the specimen are obtained from the SCF microcellular injection molding in various SWN content (wt%). Some conclusions are made after study. The increase of SWN content will firstly increase and then decrease both the melt temperature and the decomposition temperature. In other words, we only have a little SWN content in nanocomposites which will enhance the working temperature, i.e. the difference between the melt temperature and the decomposition temperature.

Key words : Polypropylene, SWN, Microcellular Injection Molded, Mechanical Properties.

一、前言

自 1987 年由日本豐田公開 Nylon6/clay 奈米複合材料後，全世界競相投入奈米複材研發 [1]；主要因為其只需添加少量的黏土，卻能在機械性質、熱性質等各方面之物性有大幅提昇 [2-6]。

最常見的方式是先將蒙脫土膨潤後改質 [7-9]，使單體得以進入蒙脫土層間之後，再以各種不同的方式進行聚合反應。另外的方式則是在分子鏈上接上官能基再與膨潤後之蒙脫土熔融混鍊，運用官能基與蒙脫土間產生的化學鍵結來達到類似 Nylon6 膨潤蒙脫土的效果。

上述這兩種方式雖然均能達到很好的剝離效果，但當將其運用到工業界上時，在實際量產上，不論是設備規劃或是價格競爭，均會遭遇到相當大的問題。是以雖然奈米複合材料之研究行之有年，但能夠工業化量產並且具有競爭力之成品仍然不多，探討其主要原因即在於生產製程相對較為複雜，而造成其成本偏高。有機/無機混成複合材未達奈米級時，其卓越性就顯現不出來，欲達到奈米級分散型之複合材料，分散型態的控制與應用亦極為重要。

聚丙烯 (PP) [10] 是最常用聚烯 (polyolefin) 類塑膠之一，因而合成 PP-蒙脫土奈米複合材料引人相當注意。然而合成 PP 奈米複合材料卻遭遇到兩大難題為尋找較適合之單體的插層，和在奈米尺度下藉聚合反應，將蒙脫土剝離 (exfoliating) 或由溶液中高分子之插層。

複合材料插層方式 [11, 12] 可分為以下三種：(1) 傳統複合材料 (Conventional

composites) 層狀無機物質完整堆疊再一起且分散於聚合物中，兩者並無很強的鍵結，相對地其性質並無突出的地方。(2) 嵌合型奈米複合材料 (Interclated Nanocomposites) 無機層狀材的層間距離雖有擴大，但層狀無機物保有層狀再現性，聚合物嵌於層狀無機材中，形成較強的有機無機鍵結，其機械性能比純聚合物要優異許多。(3) 脫層型奈米複合材料 (Exfoliated Nanocomposites) 無機層狀材料散亂的分散於高分子中，使得無機層狀材已不具結晶性質，層間距離大於 200\AA ，此時無機層狀材與聚合物實現奈米尺度上的均勻混合。鑑於奈米複合材料量產上的困難，造成成本居高且效果並不顯著，導致除 Nylon6 外，其他各類高分子奈米複合材料在工業上的競爭力不高。故實驗開始即以工業化的可能性考量，除有效改善聚丙烯的物性之外，如何才能簡化生產流程，降低生產成本是主要重點。而在雙螺桿押出機中，料管內放置有兩根外形互相配合之螺桿，螺桿溝內的樹脂主要各在其螺桿內流動，而兩支螺桿的峰和谷在連結螺桿軸的線上完全咬合，樹脂由於在這個相接的部份，圓周方向的流動被遮擋而移至另一個螺桿側，所以整體來講，呈向一個 8 字型的流動，同時相接部份由於機械外形的設計，有將樹脂的流動強迫攪拌及拉開的效果，使奈米材料更能達到均勻之混合。由於雙螺桿押出機可提供高的剪切力，在這種情況之下，由機械方面提供的剪切力是否能使黏土的層間距離分散得更開？使得聚丙烯表現出更好的效果？

因應上述之想法，我們運用了雙螺桿押出機所提供的剪切力，來製備聚丙烯/SWN 之奈米複合材料，探討微細發泡成型製程中使用奈米複合材料備製各種試片，對其成果之各項性質作進一步的探討，以便與傳統射出成型作比

較，並提出先導性的研究分析，配合實驗結果以評估其製程精確性與實用性。

2. 實驗規劃

2.1 實驗設備與儀器

本研究中所使用之實驗儀器(1)X 光粉末繞射分析儀 (X-ray Diffraction instrument; XRD) Rigaku D/MAX-3C OD-2988N, wide-angle ,Cooper target,Ni filter。(2)熱重分析測試 (TGA) ，工作溫度範圍：25°C ~ 800°C ，升溫速率：10°C/min ，氣體流量：工作氣體 40 ml/min ，保護氣體 20 ml/min ，Program : Ramp 20°C/min from 30 to 700°C ，Purge gas : N₂。(2)微差掃描熱卡計(DSC) ，Purge gas : N₂ , Rate : 40ml/min ，Program : Sample is heated from 0°C to 200°C by modulated mode ，Period=60sec ，Amplitude 。(3)雙螺桿押出機 (圖 1) ，來源：CENTURY EXTRUDERS 型號：SHJ-20(screw L/D : 20/1 ，screw diameter $\psi = 20$) ，機械設定：screw R.P.M. : 600 ，Temp. setting : 400°C ，Load : 28.0Amps ，Press : 31.0PS 。



圖 1 雙螺桿押出機

2.2 實驗材料與特性

本研究所使用的是永嘉烯公司所生產的聚丙烯其型號為 1040 ，其平均密度約 0.9g/cm³ ，收縮率 0.8~1.8 % ，熔融指數(MI) 值平均為 5 ，工作溫度約 190~260 °C ，聚丙烯

具有拉伸強度佳、耐高溫、剛性佳、耐磨性佳等特性。

SWN 為一種合成斯皂土 (Synthetic Smectite) ，屬於葉狀矽酸鹽(phylllosilicate) 礦物，具有能在水中或其他介質中膨潤的結構，它的主要特性在於微細的晶體尺寸以及層狀結構和大的化學活性交換能力，以及形成有機與無機複合的能力。由於天然膨潤土原料的白度、分散性與透明性皆較差，所以開發了水熱法(hydrothermal process) 來製備高純度合成斯皂土黏土。具有優異的白度、透明性與流變性質。Lucentite SWN [13]具有的特性：(1) 由矽酸鎂和鹼金屬陽離子反應合成具有較佳透明性、白度、及穩定的品質。(2)分散液具有高粘度與觸變性。(3)具有層間插入的性質，可以形成有機與無機的層間複合材(4)具有大的化學活性表面積，因此有大量的吸附及陽離子交換能力(5)不影響分散介質的透明性。

2.3 實驗方法

我們試著使用經過膨潤之 SWN ，使用雙螺桿押出機製備聚丙烯/SWN 之奈米複合材料。在押出機內部輸送時，由於聚丙烯之分子鏈與鏈之間在流動過程會有糾結的現象，應可再透過剪切力的作用，使糾結分子鏈運動時，帶動 SWN 的層狀結構運動，使達到更好的分散效果。

首先以 X-RD 測試觀察聚合物是否有進入合成土的層間。接著利用微差掃描卡計 (DSC) 對聚丙烯以及製備所得奈米複合材料之結晶型態進行研究，探討有機高分子於加入無機物質補強之後，對於其材料本身之型態的改變量，以及在材料後續應用於工業產時，對於加工條件的要求或是成本的考量。也將利用熱重分析儀 (TGA) 比較不同 SWN 含

量(wt%)製備所得奈米複合材料之耐熱性質。最後將上述成品與原先之工業級聚丙烯各項物性作比較，確認是否能改善原先泛用的工業級聚丙烯之熱性質。

3. 結果與討論

本研究之目的在添加 SWN 製備 PP 奈米複合材料，故採用同向式雙螺桿押出機，其轉速為 60RPM。當中之 SWN 含量分別為 1、3、5、7、9 wt%。

首先以 X-Ray 繞射儀測定，觀察PP/SWN 奈米複合材中聚合物是否有進入合成土的層間。從圖2中觀察到 2θ 在 13.92° 有波峰出現，層間距離依布拉格定律： $N\lambda = 2d \sin \theta$ ，計算出SWN的層間距離達 6.35 \AA 。證明SWN在分子間的分散狀況且已達奈米級。

實驗以熱重量分析儀(thermal gravimetric analysis, TGA)，微差熱分析儀(differential scanning calorimetry, DSC)測量工業級聚丙烯及添加SWN之後之複合材料的熱性質行為。

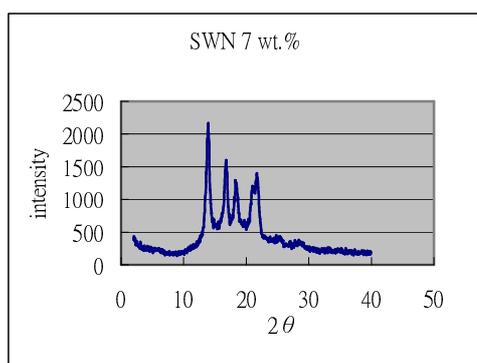


圖 2 SWN X-Ray 繞射分析圖譜

3.1 熱重量分析法

由熱重量分析儀測得之數據，聚丙烯之熱裂解溫度 T_D 值為 415.38°C ，依 SWN 含量 1、3、5、7 及 9 wt%，其裂解溫度分別為 467.58、462.98、462.97、471.98 及 476.37°C 。圖 3 為

不同 SWN 含量下熱重量分析法之裂解溫度變化。而在添加 SWN 之後，其 T_D 值隨著 SWN 含量增加先升高再降低，大略分佈在 462.97°C 至 476.37°C 之間，熱裂解溫度在添加 SWN 之後的相對變化增大，明顯提高了熱裂解溫度，最佳添加量為 3% 能使熱裂解溫度提高了 60°C 左右。添加少量奈米級分散的 SWN 對其加工溫度有大幅改善的效果。圖 4 和 5 分別為未添加 SWN 及 SWN 5 wt%之熱重量分析圖 (TGA)。

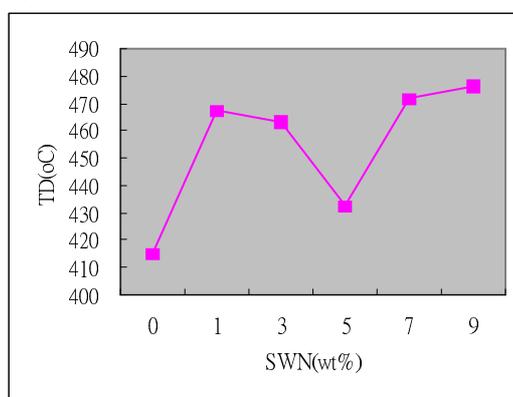


圖 3 不同 SWN 含量之裂解溫度變化

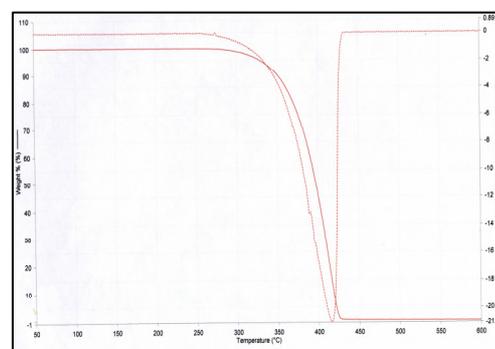


圖 4 未添加 SWN 之熱重量分析圖 (TGA)

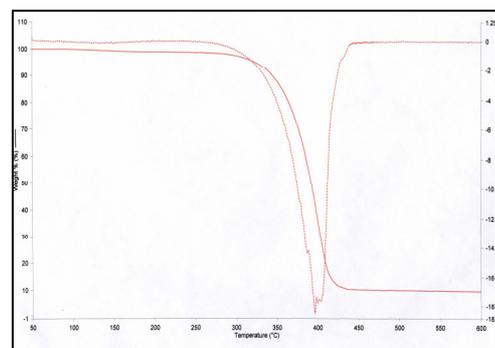


圖 5 SWN 5 wt%之熱重量分析圖 (TGA)

3.2 微差熱分析儀

由微差熱分析儀所測得之資料，聚丙烯之熔化解溫度 T_M 值為 165.28°C ，依 SWN 含量 1、3、5、7 及 9 wt%，其熔化溫度分別為 163.77°C 、 167.55°C 、 163.02°C 、 163.77°C 及 162.26°C 。圖 6 不同 SWN 含量下微差熱分析之熔化溫度變化。而在添加 SWN 之後，其 T_M 值隨著 SWN 含量增加而微幅降低，大略分佈在 162.26°C 至 167.75°C 之間，熔化溫度在添加 SWN 之前後的變化不大。由實驗數據得知，純聚丙烯之加工溫度(熱裂解溫度與熔化溫度之差距)為 250.10°C ；而依 SWN 含量 1、3、5、7 及 9 wt%，其加工溫度分別為 303.81°C 、 295.43°C 、 299.95°C 、 308.21°C 及 314.11°C 。整體而言，添加少量的 SWN 對其加工溫度有大幅改善的效果。圖 7 和 8 分別為未添加 SWN 及 SWN 5 wt% 之微差熱分析圖 (DSC)。

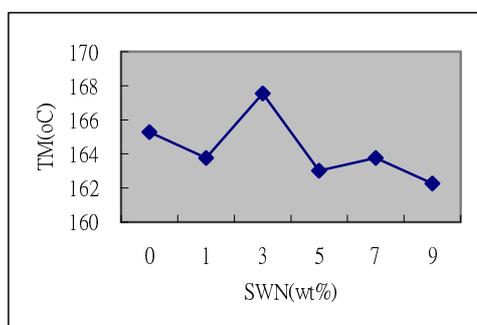


圖 6 不同 SWN 含量下熔化溫度之變化

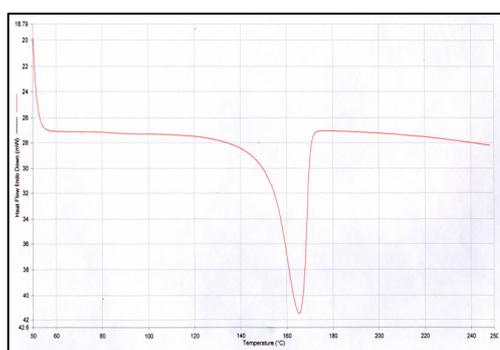


圖 7 未添加 SWN 之微差熱分析圖 (DSC)

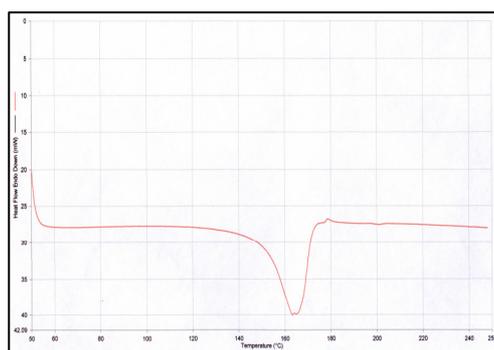


圖 8 添加 SWN 5 wt% 之微差熱分析圖 (DSC)

4. 結論

本研究之目的在添加 SWN 製備 PP 奈米複合材料，當中之 SWN 含量分別為 1、3、5、7、9 wt%，探討奈米複合材料在超臨界流體微細發泡射出成型製程條件下，其熱性質之變化。

實驗結果顯示，在添加 SWN 之後，其 T_D 值隨著 SWN 含量增加先升高再降低，大略分佈在 462.97°C 至 476.37°C 之間，熱裂解溫度在添加 SWN 之後，明顯提高了熱裂解溫度，最佳添加量為 3% 能使熱裂解溫度從提高了 60°C 左右。其 T_M 值隨著 SWN 含量增加而微幅降低，大略分佈在 162.26°C 至 167.75°C 之間，熔化溫度在添加 SWN 之前後的相對變化不大。整體而言，添加少量奈米級分散的 SWN 對其加工溫度有大幅改善的效果。

透過各項物性分析結論，我們可以確認，將適量的 SWN 添加入聚丙烯，當達到奈米級分散時，確實可以有效的改善聚丙烯的物性。如此成品將更具有商業競爭力。

在目前的工業界使用設備來講，雙螺桿押出機屬廣泛使用且運用技術成熟之機械設備，故如能有效利用雙螺桿押出機剪切力之功能與特性，將聚合反應技術與押出技術運用在

工業化量產的過程之中，則在產品物性的改善有其相當的改進。

5. 參考文獻

1. T. J. PINNAVAIA, G. W. BEALL, Polymer-clay Nanocomposites, John Wiley&Sons, Ltd.. (2000).
2. Xinyu Huang and William J. Brittain , Macromolecules, 34, 3255-3260 (2001).
3. Masami Okamoto, Satoshi Morita, Hideyuki Taguci, Yong HOON Kim, todao Kotaka , Hiroshi Tateyama , polymer 41, 3887-3890 (2000).
4. Yeong Suk Choi , Min Ho Choi , Ki Hyun Wang, Sang Ouk Kim , YOON Kyung Kim, and In Jae Chung, Macromolecules, 34, 8978~8985 (2001).
5. Jui-Ming Yeh , Shir-Joe Liou, Ching-Yi Lin, Chiao-Yu Cheng, and Ya-Wen Chang, Chem. Mater., 14, 154-161 (2002).
6. Xin Tong, Haichao Zhao, Tao Tang, Zhiliu Feng , Baotong Huang, Journal of Polymer Science:Part A:Polymer Chemistry, Vol.40, 1706-1711 (2002).
7. 王世敏、許祖勳、傅晶編著，納米材料製備技術，頁 220~234。
8. 徐國財、張立德編著，奈米複合材料，頁 206~224。
9. Nielsen, Lawrence, Mechanical properties of polymers and composite, M. Dekker, New York. (1974)
10. 大森英三著(2003)，功能性丙烯酸樹脂，化學工業出版社，頁 308~350。
11. 吳人潔，“複合材料”，新文京開發出版股份有限公司（2004）。
12. 張玉龍、李長德主編，奈米技術與奈米塑料，中國輕工業出版社，頁 107~116。
13. 德謙企業，SYNTHETIC SMECSME LUCENTITE，合成斯皂土。

類鑽薄膜對鑽石修整器表面磨耗腐蝕之研究

EFFECT OF DIAMOND-LIKE-CARBON FILM ON WEAR-CORROSION OF DIAMOND CONDITIONERS

譚安宏 鄭穎駿 李正國

清雲科技大學 機械工程系

ahtan@cyu.edu.tw

摘要

本研究探討類鑽薄膜對鑽石修整器表面磨耗腐蝕之影響。三種不同之鑽石修整器，分別以電鍍鎳層和鎳鉻硬焊兩種合金來結合鑽石磨粒；此外，再以真空陰極電弧法沉積一層類鑽薄膜於鎳鉻硬焊之鑽石修整器表面。經由磨耗腐蝕實驗發現，相較於電鍍方式，以鎳鉻硬焊製成之鑽石修整器，明顯無鑽石磨粒剝離情形。由於電鍍製成鑽石修整器之鑽石排列較密集，與對磨塊接觸容易產生滑動現象，而造成較低的摩擦係數及較少之對磨塊重量損失。適當的鑽石排列有利於鑽石磨粒刺入對磨物體之表面，以更有效率的來修整阻塞表面。與單純電鍍或鎳鉻硬焊之鑽石修整器比較，在鎳鉻硬焊鑽石修整器表面以陰極電弧沉積法覆蓋一類鑽碳膜，厚度約 0.7 μm ，可提高 25% 的移除率、在抗磨耗與抗腐蝕方面均有極佳的表現。

關鍵字：磨耗、腐蝕、化學機械拋光、鑽石修整器

Abstract

Three kinds of conditioners were investigated in this study; they were bonded by electroplating nickel, brazing Ni-Cr alloy and DLC film deposition on the brazed conditioner. After a wear corrosion test, the brazing process shows no diamond fall-out when compared with the electroplating process. The dense distribution of diamond grits caused a lower friction coefficient and a lower weight loss of counterpart, due to the formation of sliding phenomenon during the wear-corrosion test. The suitable clearance between each diamond grits benefits the penetration against counterpart, and indeed scrapes efficiently. DLC film deposited on the brazed Ni-Cr alloy conditioner exhibits the best overall performance in terms of a 25% higher removal rate, a lower wear loss and a better corrosion resistance compared with the other two conditioners.

Key words : Wear, Corrosion, CMP, Diamond conditioner.

一、前言

積體電路製程中，化學機械拋光扮演十分重要的角色。其中，又以拋光墊、研磨液以及修整器等參數，對晶圓化學機械拋光的品質和效率有明顯之影響。鑽石修整器在化學機械拋光過程中，可用來去除阻塞的磨屑，以恢復拋光墊的粗糙度，進而維持拋光的品質和效率。在拋光的過程當中，如果不對拋光墊施以適時之修整，將造成拋光所產生的磨屑阻塞拋光墊的孔隙，因而降低研磨液之流動性，而影響晶圓的拋光平整性及拋光去除率 [1]。鑽石修整器通常由鑽石磨粒結合在不鏽鋼基板上而成。Huang 等人[2]指出，鑽石磨料因不同的硬銲方式與合金銲料，能達到改善鑽石與金屬接合面的結構。Scott 等人[3]發現在銅基銲料合金中添加 0.037 at.%的鉻，其銲料與鑽石板可達到最高的接合強度。但鮮有研究曾提出關於磨耗腐蝕對鑽石修整器的影響。

有鑒於此，鑽石修整器既然使用於兼具化學反應與機械行為之環境下，其磨耗腐蝕特性之探討，不容小覷。由於類鑽碳膜具有優越的化學鈍性、低摩擦以及抗磨耗等特性，因此已被廣泛應用於外層保護之途。Kim 等學者[4]將類鑽碳膜沉積於不銹鋼表面，作為生物醫學材料之應用。另外，Leu 等人[5]指出類鑽碳膜鍍於壓鑄模具，可提高模具使用壽命達八倍之多。本文將探討類鑽碳膜沉積在硬銲製程之修整器表面，並與電鍍與硬銲方式結合之修整器做比較，探討其磨耗腐蝕等相關性質。

二、研究方法與步驟

2.1 試片準備

本研究比較三種不同之鑽石修整器，依其結合方法與表層鍍膜之不同，區分為 A、B 及 C 等三種鑽石修整器。首先，分別在鍍電鍍與鍍鉻硬銲過程中加入 21 及 7 克拉，粒徑 $180 \pm$

50 m 之鑽石磨粒。試片 A 由電鍍法所製成，以 1.3 安培電流、50°C 溫度進行鍍層的析鍍。試片 B 由真空硬銲法製成，銲料為 Ni-15Cr-4Fe-3Si-2.5B(wt.%)於 10^{-5} Torr 真空下，以 10°C/min 的速率加溫達 250°C 後，持溫 60 分鐘，續以同樣速率加溫至 1000°C 持溫 5 分鐘後，爐冷。試片 C 則是將試片 B 表面以陰極電弧沉積法覆蓋一類鑽碳膜，厚度約 0.7 m。

2.2 電化學性質測試

實驗儀器為 M5210 交流阻抗分析儀搭配恆電位儀 EG&G 273A。施以一振幅 10 mV 之交流訊號，由高頻 100 KHz 到低頻 10 mHz。先將試片浸泡於酸鹼值 7.7 之研磨液中 50 小時，然後量測數據。

2.3 磨耗腐蝕實驗

以塊對環的方式在研磨液中進行，氧化鋁對磨環之尺寸，外徑 25 mm、內徑 16.5 mm、寬度 15 mm，其表面粗糙度為 0.3 μm 。當磨耗試驗進行時，外加 300 g 荷重於試片上，氧化鋁對磨環之轉速為 100 rpm。隨著動態極化測試，同時進行磨擦係數之量測，過程約三小時。動態極化試驗分別以白金與飽和甘汞為輔助及參考電極，掃描速率 0.166 mV/s，由平衡電位下 -250 mV 掃描到 1000 mV。完成後，試片及對磨環以去離子水清洗並吹乾，量測重量損失。

2.4 磨耗表面觀察分析

磨耗腐蝕實驗前後，以掃描式電子顯微鏡觀察所有試片。另以接觸式表面粗糙度計測得各試片之粗糙度，掃描距離和速率為 4 mm 及 0.5 mm/s。

三、結果與討論

3.1 表面觀察分析

鑽石修整器 A、B、C 之表面型態，如圖 1 (a)-(c) 所示，其鑽石磨粒分別約佔試片面積 60、15 及 14% 左右。以拉曼光譜儀分析鑽石修整器 C，可得一典型類鑽碳膜之頻譜圖，如圖 2 所示，石墨及鑽石之兩特徵峰值分別為 1540 及 1340 cm^{-1} 。由圖 3 (a)-(c) 中可清楚得知，鑽石修整器 A 之 Ra 值 18.0 μm 比 B、C 試片高，且其鑽石分佈較密集且突出。試片 B 之 Ra 值 12.1 μm ；當鍍上一層類鑽碳膜，可將鑽石與金屬基地均勻覆蓋，進而降低試片 Ra 值至 8.1 μm ，如圖 3(c) 所示。

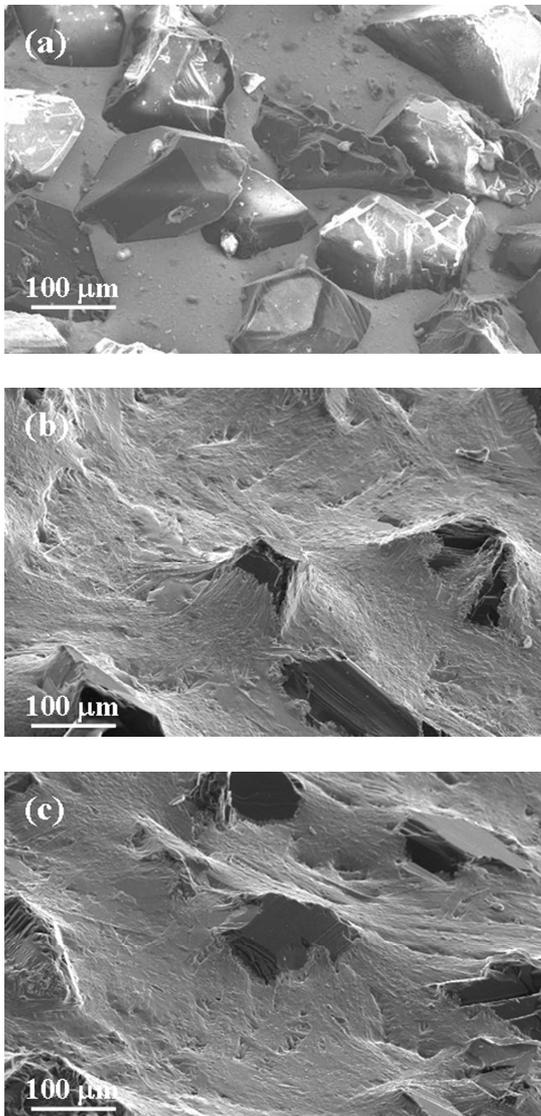


圖 1：鑽石修整器 (a) A、(b) B 與 (c) C 之

SEM 表面型態

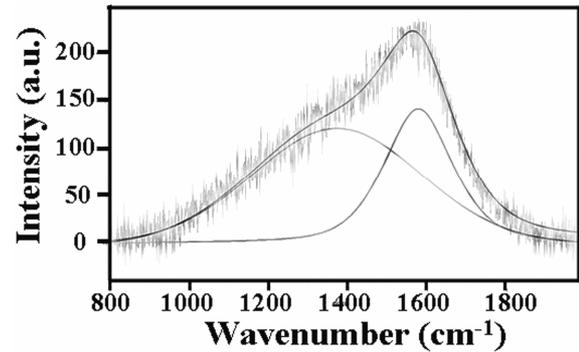


圖 2：鑽石修整器 C 表面類鑽碳膜之拉曼曲線

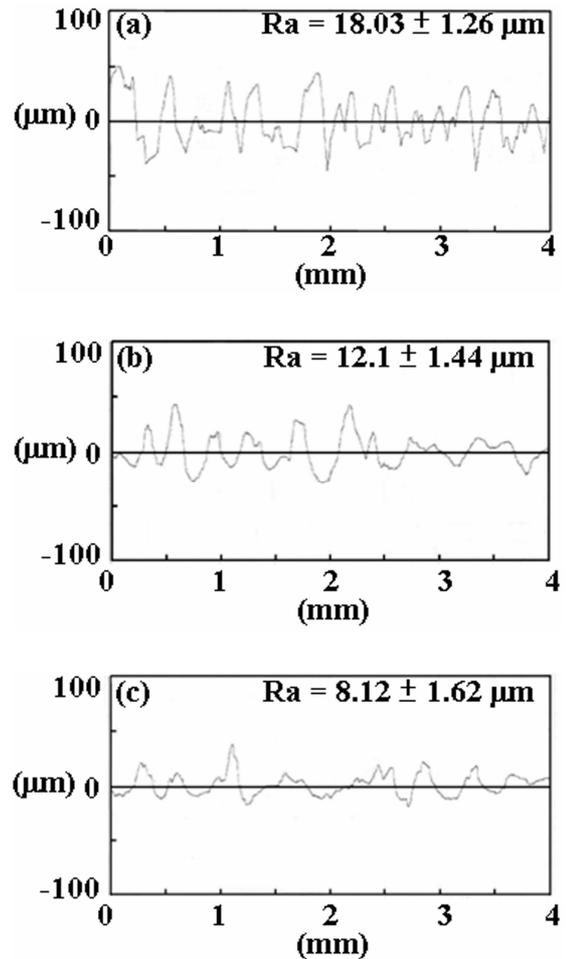


圖 3：鑽石修整器 (a) A、(b) B 與 (c) C 之表面粗糙度

3.2 電化學性質

將三種鑽石修整器試片分別浸泡於研磨液中 50 小時後，以比較試片在單純腐蝕環境下之抗腐蝕性。量測其 EIS 曲線可得 Nyquist 圖，如圖 4 所示。圖中半圓形曲線之直徑乃為試片之電荷轉移阻抗，所形成的直徑越大，表示試片腐蝕阻抗越大 [6]。根據所測得之 EIS 數據，試片 A 比 B 有較高的抗腐蝕能力。試片 B 被鍍上類鑽碳膜後，電荷不易累積及吸附於試片表面，因此相較於試片 A 產生更大之腐蝕阻抗。如此一來便可改善試片 B 之抗腐蝕性。

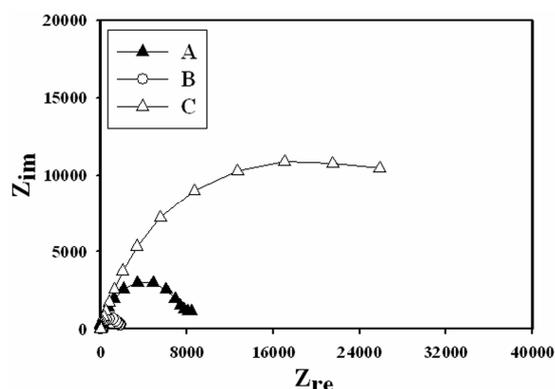


圖 4：鑽石修整器 A、B 及 C 於研磨液中浸泡五十小時之 EIS 曲線

3.3 磨耗腐蝕性質

從圖 5 動態極化曲線中得知，試片 A、C 比試片 B 呈現較高的腐蝕電位及較低的腐蝕電流密度。高腐蝕電位之材料較貴性，不易被腐蝕；低腐蝕電流密度代表較慢的腐蝕速率。此趨勢與 3.2 節之 EIS 數據吻合。然而試片 C 之動態極化曲線在電位約 0.4 V 之後，腐蝕電流密度急速上升，此處為孔蝕產生之關鍵電位。假設類鑽碳膜應用於極嚴厲的腐蝕環境下，如外加電流、電壓等...，則當電位高於 0.4 V 時，將造成孔蝕現象發生。但是從化學

機械拋光的應用面來看，是不必施加電壓或電流。因此可知，三種試片之抗腐蝕特性 A、C 相近，而 B 最差。

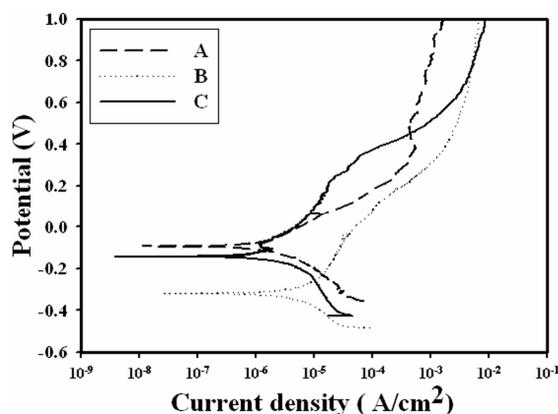


圖 5：鑽石修整器 A、B 及 C 於研磨液中之動態極化曲線

由磨耗腐蝕試驗中，可得到摩擦係數對時間的變化，如圖 6 所示。試片 A、B、C 的平均摩擦係數分別為 0.06、0.15 和 0.15。氧化鋁對磨環的重量損失，如圖 7 所示。結果發現，試片 A 的摩擦係數與對磨塊的重量損失皆低於 B 及 C。在試片 A 的表面，鑽石分佈的面積比試片 B、C 密集。當磨耗腐蝕實驗進行時，較多的鑽石與對磨環接觸，將阻礙鑽石刺入的深度，容易在接觸面形成打滑的現象。因此造成較低的摩擦係數與對磨環重量損失。由於試片 B、C 具有適當的鑽石分佈間距，其摩擦係數與對磨環重量損失皆明顯大於試片 A，以對磨環重量損失來計算，試片 A 為 87 mg，試片 C 為 109 mg，整體來說，表面鍍上類鑽碳膜的修整器試片 C 與修整器試片 A 比較，試片 C 可提高 25%[(109-87)/87=25%]的移除率。雖然表面鍍上類鑽碳膜的試片 C，但是摩擦係數與對磨環重量損失仍接近試片 B。這表示鍍上類鑽碳膜並不妨礙修整的效率，卻有益於阻絕腐蝕的攻擊，對於真空硬銲之修整器有極大的改善。總而言之，試片 B、C 在磨耗腐蝕中

展現高摩擦係數，因而得到較大的對磨環重量損失，當用於化學機械拋光墊修整作業中，能有效刮除磨屑，提升拋光墊的效率；再加上試片 B、C 之磨損重量損失較低，當用於化學機械拋光墊修整作業中，能有效延長鑽石修整器的使用壽命。

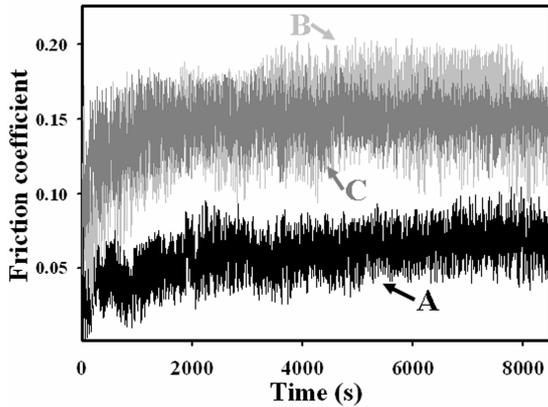


圖 6：鑽石修整器 A、B 及 C 之摩擦係數趨勢圖

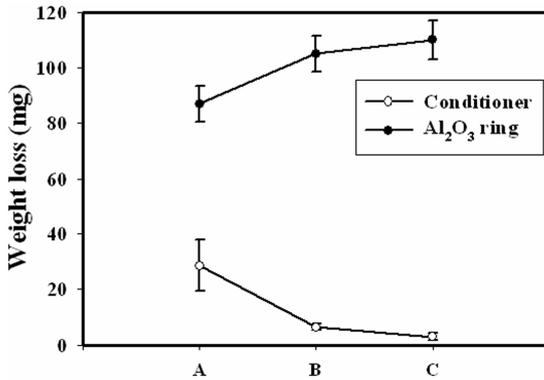


圖 7：鑽石修整器 A、B、C 及 Al₂O₃ 對磨環之重量損失

3.4 破損表面觀察

圖 8 (a)-(c) 為鑽石修整器經過磨耗腐蝕後，受損的表面型態。圖 8 (a) 中，試片 A 產生嚴重的鑽石剝離現象。雖然純鎳電鍍基地比鎳鉻硬鍍基地耐蝕，但真空鎳鉻硬鍍製程可使鑽石與鍍料形成化學鍵結，以確保不被剝離拔

除 [2]。本研究，發現鎳鉻鍍料之鑽石修整器 B 能牢固夾持鑽石，即使金屬基地因腐蝕而溶解，也不易造成鑽石剝離，如圖 8 (b) 所示。另外，由圖 7 可知，A 試片的重量損失遠大於 B、C，此乃因為鑽石修整器 A 的鎳電鍍層與鑽石顆粒僅為機械性挾持 [7]，結合強度無法承受外力的磨耗，因此造成鑽石脫落且鍍層剝離。真空鎳鉻硬鍍可克服鑽石脫落的缺點，但卻無法避免鍍料受腐蝕而溶解。因為以類鑽薄膜沉積於鑽石修整器，則可明顯改善鍍料溶解，但由於類鑽碳膜在金屬基地的結合性質 [8]，當電位大於 0.4 V 之後，則仍會在表面產生孔蝕，如圖 8 (c) 所示。

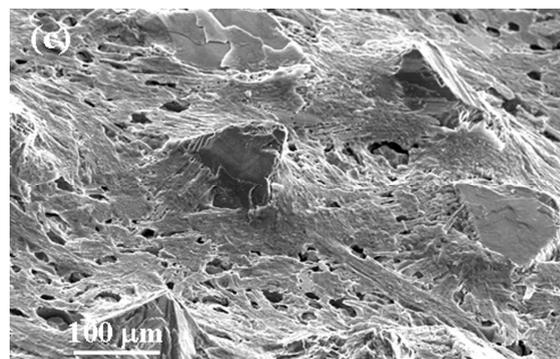
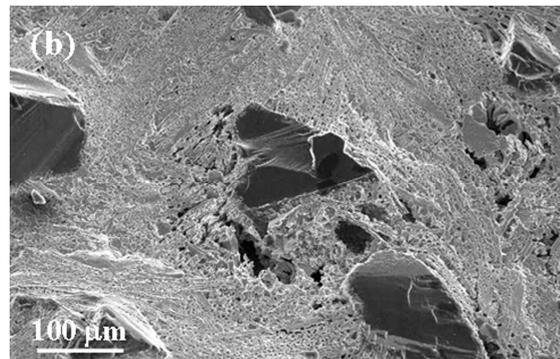
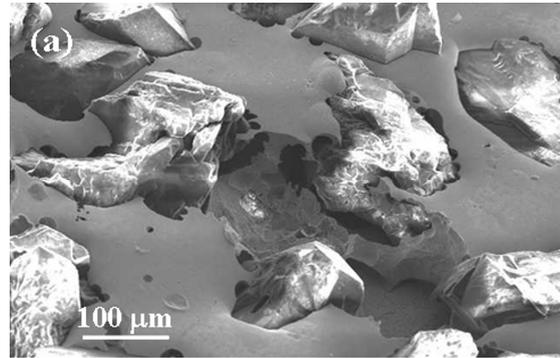


圖 8：鑽石修整器 (a) A、(b) B 與 (c) C 經過
磨耗腐蝕試驗後之 SEM 表面型態

四、結論

- (1) 經過磨耗腐蝕試驗，由鍍電鍍製成的鑽石修整器雖然具有良好的抗蝕性，卻無法承受磨耗所造成之鑽石磨粒剝離。真空鍍鉻硬鍍製成的鑽石修整器雖可避免鑽石脫落現象，但卻造成腐蝕的問題。
- (2) 成功應用類鑽碳膜於修整器上，提供有效的抗蝕能力，避免金屬鍍料溶解。
- (3) 鑽石修整器 A 表面的鑽石分佈面積較密集，造成鑽石與對磨環接觸面打滑的現象，阻礙鑽石刺入的深度。鑽石修整器 B 與 C 具有適當的鑽石分佈間距，其摩擦係數與對磨環重量損失皆明顯大於試片 A。
- (4) 綜合以上數據，表面鍍上類鑽碳膜的鑽石修整器 C，在磨耗腐蝕中展現高摩擦係數，能有效刮除拋光墊磨屑，提升拋光墊的效率；再加上抗磨損與抗腐蝕，能有效延長鑽石修整器的使用壽命。

五、誌謝

感謝中國砂輪 宋健民 總經理、甘明吉 博士、周呈祥先生及所有協助人員對試片之準備及建議。

參考文獻

1. B. J. Hooper, G. Byrne, S. Galligan, Pad conditioning in chemical mechanical polishing, *J. mater. process. technol.* 123 (2002) 107-113.
2. S. F. Huang, H. L. Tsai, S. T. Lin, Effect of brazing route and brazing alloy on the interfacial structure between diamond and bonding matrix, *Mater. chem. phys.* 84 (2004) 251-258.
3. P. M. Scott, M. Nicholas, The wetting and bonding of diamonds by copper-base binary alloy, *J. mater. sci.* 10 (1975) 1833-1840.
4. H. G. Kim, S. H. Ahn, J. G. Kim, S. J. Park, K. R. Lee, Electrochemical behavior of diamond-like carbon films for biomedical applications, *Thin solid films.* 475 (2005) 291-297.
5. M. S. Leu, S. Y. Chen, J. J. Chang, L. G. Chao, W. Lin, Diamond-like coatings prepared by the filtered cathodic arc technique for minting application, *Surf. coat. technol.* 177-178 (2004) 566-572.
6. W. W. Hsu, C. C. Yang, C. A. Huang, Y. S. Chen, Electrochemical corrosion studies on Co-Cr-Mo implant alloy in biological solutions, *Mater. chem. phys.* 93 (2005) 531-538.
7. C. R. Lin, C. T. Kuo, Improvement of mechanical properties of electroplated diamond tools by microwave plasma CVD diamond process, *Surf. coat. technol.* 110 (1998) 19-23.
8. J. C. Sung, K. Kan, M. Sung, E. Sung, Cermet composite coating on diamond dresser for in-situ dressing of chemical mechanical planarization, *Diamond relat. mater.* (in press) (2006).

Xilinx FPGA Spartan-3 和 Spartan-3E 硬體結構分析

Analysis of xilinx Spartan-3 and Spartan-3E FPGA series products

郭孟鑫

清雲科技大學 電機工程系

M9412025@cyu.edu.tw

饒國安

清雲科技大學 電機工程系

goanrau@cyu.edu.tw

摘要

傳統的現場可程式編輯陣列(FPGA)使用起來雖然方便，但是因為高產量、低能量消耗市場的弱勢，只能在小量市場佔有優勢。近年來，FPGA 隨著在市場上市面時程嚴峻要求下，FPGA 漸漸取代特殊積體電路(ASIC)，而目前 Xilinx 公司針對此趨勢陸續推出一系列 FPGA 產品，在縮短產品的開發的時程下，來因應市場上的需要。而本篇主旨在讓讀者能夠了解 Xilinx 公司生產 Spartan-3 和 Spartan-3E 系列晶片內部結構及異同點，能讓對 FPGA 有興趣之讀者有進一步了解。

關鍵字：現場可程式邏輯陣列，可程式邏輯陣，乘法器，輸出輸入埠。

Abstract

Although the traditional Field Programmable Gate Arrays(FPGAs) are used conveniently, the market requirement of high productivity and low power consumption render the FPGAs inferior to ASICs. In recent years, the technology of manufacturing FPGAs has made a great improvement. Using FPGAs to design products can shorten the time to market. The FPGAs gradually substitute for Application Specific Integrated Circuits (ASICs). The Xilinx company has sensed this market trend and exhibits a series of FPGAs products in accordance with the market requirements such as Time-to-Market, power consumption. We hope that this paper can let the readers understand the difference between various devices of Xilinx's Spartan and Spartan-3E series FPGAs series. So that, the readers who are interested in FPGAS can acquire the further investigation.

Key words : Field Programmable Gate Array (FPGA), Configurable Logic Block (CLB), Multiplier, Input/output Block (IOB)。

1、前言

在 1998 年問世的 Spartan 系列元件是全球第一個針對低成本應用量身打造的的 FPGA。隨著 Spartan-3E 系列的推出，Xilinx 目前共已有 7 個系列的 Spartan FPGA 產品投入產量，累積出貨量至今已高達 1 億顆。Spartan 系列產品具備全球最被廣泛使用的低成本 FPGA 結構，是成千成萬工程師所熟析的技術。則在 2003 年問世的 Spartan-3 系列是針對 I/O 導向設計進行最佳化的產品，適合應用在有大量 I/O 需求的系統。Spartan-3E 系統則針對著重邏輯閘的設計進行最佳化，適合應用在邏輯閘需求比例高於 I/O 需求的產品。在傳統採用 ASIC 或邏輯閘陣列的系統中，Spartan-3 FPGA 已搶下相當大的版圖。例如許多平面顯示系統採用 Spartan-3 元件來管理螢幕驅動器與各項控制功能。由於 FPGA 能讓業者在完成線路配置後修改設計內容，以因應持續變遷的市場環境，因此成為廣受歡迎。Spartan-3E 藉由進一步降低成本，並維持可編程式邏輯低廉的非重複性研發成本以及高度彈性的特色，讓 FPGA 的版圖能擴展至量產型產品市場。許多採用 Spartan-3E FPGA 的主流級應用，在超過 25 萬單位的產量門檻後，成本就與 ASIC 相同；也就是說在產量超過 25 萬單位後，Spartan-3E 的整體成本就比 ASIC 還低廉。Spartan-3E 系列的元件是 Xilinx 最新的低成本 FPGA 產品，且進一步將低成本 FPGA 的價位降低至前所未有的水準。透過 90 奈米製程技術、12 吋晶圓製造、以及應用導向的架構，Xilinx 將 FPGA 元件擴展到以往由光罩編成之 ASIC 元件所主導的量產型產品市場。Spartan-3E FPGA 針對各種數位消費性應用量身設計，所有量產型／低成本應用都能透過 Spartan-3E 各種先進功能與特色發揮優。另一方面，在教學上，Xilinx 公司所量產的 FPGA 元件產品皆具有 EDA 工具支援的問題，FPGA 元件中的可程式邏輯區塊

(Configurable Logic Block; CLB)、輸入輸出

區塊 (IOB) 和繞線 (Routing) 都是可程式化的，使用者可在 EDA 工具更改 VHDL 程式，達成所需要的動作。

2、Spartan-3 FPGA 架構

Spartan-3 FPGA 具有 5 大部分，如圖 (一) 所示，分別為: CLB、IOB、Block RAM、Multiplier、DCM。以下我們分別介紹它們的功用。

2.1 CLB

CLB 的架構如圖(二)、圖(三)所示，而在 Spartan-3 中，一個 CLB 由 4 個 Slice 所組成，圖(二)所示，每一個 Slice 字母 "X" 旁邊的數字代表『行』的部份，其計算方式，垂直方式由左至右，字母 "Y" 旁邊的數字代表『列』的部份，其計算方式，水平的由下往上，其中第一的列 CLB，Y 標記 0, 1, 0, 1，第二列的 CLB，Y 標記為 2, 3, 2, 3，在 CLB 左邊 X 都以偶數來計算，例 X0、X2...，CLB 的右邊都以奇數來計算，例 X1、X3...。

一個 Slice 包含兩個 LUT 函數產生器和兩個儲存元件，和一些邏輯元件，如圖 (四)，SLICEM 和 SLICEL 有以下共同的元件，則提供了算數邏輯，和 ROM 的功能：

- (5) 兩個四輸入 LUT 函數產生器, F 和 G。
- (6) 兩個儲存元件。
- (7) 兩個多工器, F5MUX 和 F1MUX。
- (8) 進位和算數邏輯。

SLICEM 有兩個添加的功能: 堆疊資料使用分散式 RAM 以及位移資料使用 16 位元暫存器。而控制這兩樣功能的元件則是函數產生器也就是 LUT。

圖 (三) 的堆疊元件是由 FFY 和 FFX 構成，利用時脈信號提供同步資料輸出。函數產生器就是 LUT，可配置分散式的 RAM 或是 16 位元移位暫存器。

F1 至 F4 (或上面的路徑 G1 至 G4) 進入 CLB 直接連接 LUT，一但進入之後，較低 4 位元通過函數產生器 F (或 G) 允許邏輯動作。

函數產生器資料輸出 D 提供 5 條可能路徑：

1. 直接由 X (或 Y) 輸出，還可以返回內連接。
2. 當 DXMUX (DYMUX) 為堆疊元件 FFX (FFY) 的輸入點 FFX (FFY) 的輸入點 D 時，堆疊元件的輸出 Q 驅動 XQ (或 YQ) 離開 CLB。
3. 控制 CYMUXF(或 CYMUXG)多工器在進位鏈。
4. XORF (或 XORG) 允許算術運算產生結果在 X (或 Y) 上。
5. 驅動 F5MUX 多工器來實現邏輯函數寬度比 4 位元還寬，F-LUT 及 G-LUT 的輸出端 D 為此多工器的資料輸入。

2.2 IOB

IOB 如圖 (五) 所示，可以分為三個主要信號路徑：輸出路徑、輸入路徑、三態路徑。每一個路徑擁有一對的儲存元件，它擁有計數器和鎖住的功能。

- (1) 輸入路徑:傳送資料來自於墊 (pad)，經過一個延遲元件，輸出到 I 線，則儲存元件則會送出訊號到 IQ1 和 IQ2 線。
- (2) 輸出路徑:開始由 O1 和 O2 兩條線攜帶資料來自 FPGA 內部的邏輯經過多工器和三態來驅動 IOB。
- (3) 三態路徑:當輸出為高阻抗的時候，T1 和 T2 傳送資料從 FPGA 內部邏輯間經由多工器來驅動輸出。

2.3 Block RAM

Block RAM 具有 18K 位元 RAM，如圖 (六) 所示，Spartan-3 元件 Block RAM 數，如表 (一) 所示，Block RAM 可分為單埠跟雙埠若名稱為 RAMB16_S [WA] _S [WB]，則為雙埠，其中 WA，WB 為整數，主要是說明資料總和的寬度。因此 RAMB16_S9_S18 則為雙埠，擁有 9 位元寬的埠 A 和 18 位元寬的埠 B。

若名稱為 RAMB16_S [W]，則為單埠，

其中 W 為整數，主要是說明資料總和的寬度。例如：RAMB16_S18 則為單埠，擁有 18 位元寬的埠。每一個埠擁有資料控制，同時還有讀和寫的操作，它具有 4 個資料路徑(1) 從埠 A 先寫再讀(2)從埠 B 先寫再讀(3)從埠 A 到埠 B 資料轉移(4)從埠 B 到埠 A 資料轉移。

2.4 Multiplier

所有的 Spartan-3 系列都提供了嵌入式乘法器，輸入接受 2 個 18 位元的字，輸出則產生 1 個 36 位元。當然，串級乘法器，不但允許被乘數超過 3 個而且還比 18 位元還寬。

在圖(七 A)中非同步乘法器可稱為 MULT 18X18，輸出主要作為組合邏輯，在圖(七 B)中，輸出連接至暫存器可稱為 MULT 18X18S，主要做為序向邏輯。

2.5 DCM (Digital Clock Manager)

DCM 的特徵(1)靈活性(2)完整控制(3)時脈頻率(4)相位偏移(5)時脈偏移，為了實現上述，DCM 則使用 DLL 的方法。

DCM 有 3 個主要功能:

- (1)Clock-skew 消除:在晶片上不同點，不能有相同時間到達，只要在下一個相位的上升間一起觸發即可。
- (2)頻率合成:主要提供輸入時脈信號則 DCM 可以產生不同的時脈頻率在任何不同的因素下可讓輸入脈衝頻率相乘/除。
- (3)相位偏移:在輸出時脈信號與輸入時脈信號有關聯的時候則 DCM 則提供相位偏移的能力。

2.5-1Delay-Locked Loop(DLL)

DLL 的組成主要是消除 Clock-skew。DLL 信號的組成是由輸入信號經過延遲元件，引導到輸出路徑，如圖 (八) 所示，DLL 組成有兩個時脈輸入，CLKIN 和 CLKFB 和 7 個時脈輸出 CLK0、CLK90、CLK180、CLK270、CLK2X、CLK2X180 和 CLKDV。參考表 (二)

3、Spartan-3E FPGA 架構

Spartan-3E FPGA 也具有 5 大部分，如圖

(九)所示,分別為: CLB、IOB、Block RAM、Multiplier、DCM。以下我們分別介紹它們與 Spartan-3 FPGA 的差異性。

3.1 CLB

CLB 的架構如圖(十)、圖(三)所示,而在 Spartan-3E 中,每一個 CLB 包含四個 Slice,每一個 Slice 包含兩個 LUT 來實現邏輯和兩個儲存元件用來使用在儲存元件和控鎖的功能。則 LUT 可以使用在 16x1 的記憶體或者是 16 位元的位移暫存器,和加法多工器和簡化進位邏輯和算術的功能。每一個 CLB 是全然相同,故 Spartan-3E 和 Spartan-3 的內部 CLB 的結構也全然相同。

3.2 IOB

IOB 在包裝的 pin 腳位和 FPGAS 內部的邏輯提供單向或雙向介面, Spartan-3E 和 Spartan-3 IOB 相似,但有以下幾點的差別:

- (1) 更多的輸入區域。
- (2) 可編程式的輸入延遲可以增加所有的區域。
- (3) DDR 正反器可以分配在鄰近的 IOB 之間。

IOB 如圖(十一)所示,可以分為三個主要信號路徑:輸出路徑、輸入路徑、三態路徑。每一個路徑擁有一對的儲存元件,它擁有計數器和鎖住的功能。

- (1) 輸入路徑:傳送資料來自於墊(pad),經過一個延遲元件,輸出到 I 線,則儲存元件則會送出訊號到 IQ1 和 IQ2 線。
- (2) 輸出路徑:開始由 O1 和 O2 兩條線攜帶資料來自 FPGA 內部的邏輯,經過多工器和三態來驅動 IOB。
- (3) 三態路徑:當輸出為高阻抗的時候, T1 和 T2 傳送資料從 FPGA 內部邏輯經由多工器來驅動輸出。

3.2.1 輸入延遲

每一個 IOB 有一個可編程式的延遲區域,它能夠延遲輸入信號 0 至 4000ps,圖(十二)分為兩種結構同部輸入結構、非同部輸入

結構,信號第一次延遲是從 0 至 2000 ps,應用於 8 個分接頭的延遲線,每個分接頭可分到 250ps。這 8 個分接頭可經由一個多工器使用非同步的輸入進入到 FPGA 結構,這個結構我們稱為非同步結構。8 個分接頭的其中 4 個是經由多工器到 D 型暫存器的輸入,此結構我們稱為同步輸入結構。

3.3 Block RAM

Spartan-3E 包含 4 至 36 專屬 Block RAM,它具有系統的雙阜 18k 位元的構造。Block RAM 和乘法器兩者是一起的,至於他的行數取決在於晶片的大小。像 Spartan-3E 中件中的 XC3S100E 有一行的 Block RAM、Spartan-3E 的 XC3S250E 到 XC3S1600E 有兩行的 Block RAM,表(三)則顯示在 Spartan-3E 每一個元件 Block RAM 數、儲存資料的容量、行數。Spartan-3E 每一個埠也擁有資料控制,同時還有讀和寫的操作,它具有 4 個資料路徑(1)從埠 A 先寫再讀(2)從埠 B 先寫再讀(3)從埠 A 到埠 B 資料轉移(4)從埠 B 到埠 A 資料轉移。最後, Spartan-3 和 Spartan-3E 內部的 Block RAM 是全然相同的。

3.4 Multiplier

Spartan-3E 元件提供了 4 至 36 個專用乘法器,乘法器和 Block RAM,在晶片上坐落同處,一行或兩行取決於晶片的密度。乘法器的操作首先先完成二的補數相加,才可以完成一些其他的應用,像是簡單的資料儲存和大量的資料位移,每個乘法器都必須為成以下的操作原則 $P=A \times B$, A、B 是二的補數 18 位元。P 是二的補數 36 位元,每個乘法器在輸入和輸出部分有暫存器,這些暫存器我們稱它為 AREG、BREG、PREG,它們可以使用任何的組合,參考圖(十三)。在乘法器之內的设计,則使用 MULT18X18SIO 的原理,參考圖(十四)。

3.5 DCM

Spartan-3E 和 Spartan-3 DCM 的結構不

同於:

- (1)Spartan-3E FPGA 有 2、4 或 8 個 DCM。
- (2)Spartan-3E DCM 最大的相位偏移範圍為 $\pm 180^\circ$ 。Spartan-3 DCM 最大的相位偏移範圍為 $\pm 360^\circ$ 。
- (3) Spartan-3 E FPGA 不同在於 Spartan-3 FPGA 原因於具有易變的相位偏移特徵。
- (4) Spartan-3E DLL 輸入頻率最低只能在 5 MHz，Spartan-3 DLL 輸入頻率最低只能在 18 MHz。

Spartan-3E DCM 也提供(1)靈活性(2)完整的控制(3)時脈頻率(4)相位偏移(5)時脈偏移。為了實現上述這些，DCM 使用 Delay-Locked Loop (DLL)。

DCM 有 3 個主要功能:

- (1)Clock-skew 消除:在晶片上不同點，不能有相同時間到達,只要再下一個相位的上升間一起觸發即可。
- (2)頻率合成:主要提供輸入時脈信號則 DCM 可以產生不同的時脈頻率在任何不同的因素下可讓輸入脈衝頻率相乘/除。
- (3)相位偏移:在輸出時脈信號與輸入時脈信號有關聯的時候則 DCM 則提供相位偏移的能力。

3.5-1 Delay-Locked Loop (DLL)

DLL 包含兩個時脈輸入 CLKIN 和 CLKFB 和 7 個時脈輸出 CLK0、CLK90、CLK180、CLK270、CLK2X、CLK2X180 和 CLKDV 細節描述參考圖(八)、表(二)，最後，Spartan-3 和 Spartan-3E 的 Delay-Locked Loop 所敘述是全然相同的。

4. Spartan-3 and Spartan-3E 的差別如下:

(一) Spartan-3 特徵如下:

- (1)XCITE 如同 DCI
- (2)標準的 I/O 在 16mA 以上
- (3)標準的 I/O-GTL/GTL+/HSTL I/HSTL III/HSTL 18 III/SSTL2 II/LDT/LVDS_ext

(4)低功率。

Spartan-3E 特徵如下:

- (1)支援低成本量產行的快閃記憶體。(SPI/BPI)的組態記憶體。
- (2)支援 PCI 64/66 與 PCI-X 的介面。
- (3)DDR333 記憶體介面。
- (4)DCM 時脈頻率輸入範圍壓低至 5MHz(適合支援影音應用)。
- (5)325MHz 乘法器搭配區塊 RAM，支援低成本 DSP。

(二) Spartan-3 FPGA I/O 介面支援了一些單一標準的 I/O 和不同標準 I/O，Spartan-3 FPGA 有 26 I/O 標準

(1)單一標準 I/O

- LVTTTL
- LVCMOS
- SSTL2 I&II
- SSTL18 I
- HSTL 18 I，II&III
- GTL
- GTL+
- PCI33

(2)不同標準 I/O

- LVDS
- LVDS EXT
- LDT
- ULVDS
- BLVDS
- RSDS

Spartan-3E FPGA 系列有 18I/O 標準

(1)單一標準 I/O

- LVTTTL
- LVCMOS 3.3/2.5/1.8/1.5/1.2V
- PCI 33 MHz, 3.3V, 32/64-bit
- PCI 66 MHz, 3.3V, 32/64-bit
- PCI-X 100 MHz
- SSTL Class I 1.8/2.5V
- HSTL Class I 1.8V, HSTL Class III

1.8V

(2)不同標準 I/O

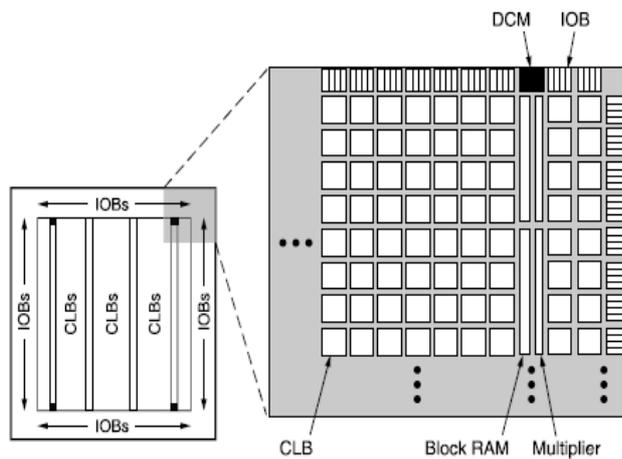
- LVDS 2.5V
- BUS LVDS 2.5V
- mini-LVDS
- RSDS
- LVPECL

5. 結論

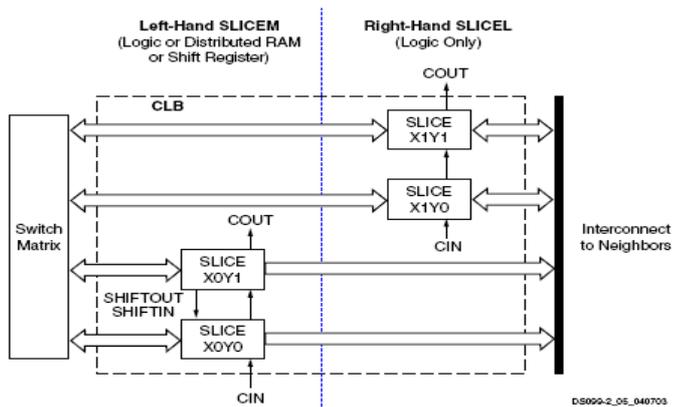
Xilinx 公司生產 Spartan 系列晶片中，晶片層數越來越多、耗電量越來越少、執行速度越來越快、應用方面越來越廣泛；然而，一般讀者若想知道這些晶片內部硬體結構卻無法從市面上相關書籍吸取相關資料，故此篇論文介紹 Spartan-3 和 Spartan-3E FPGA 系列晶片內部的硬體結構及整理歸納，希望能對 FPGA 技術有興趣者進一步了解。

參考文獻

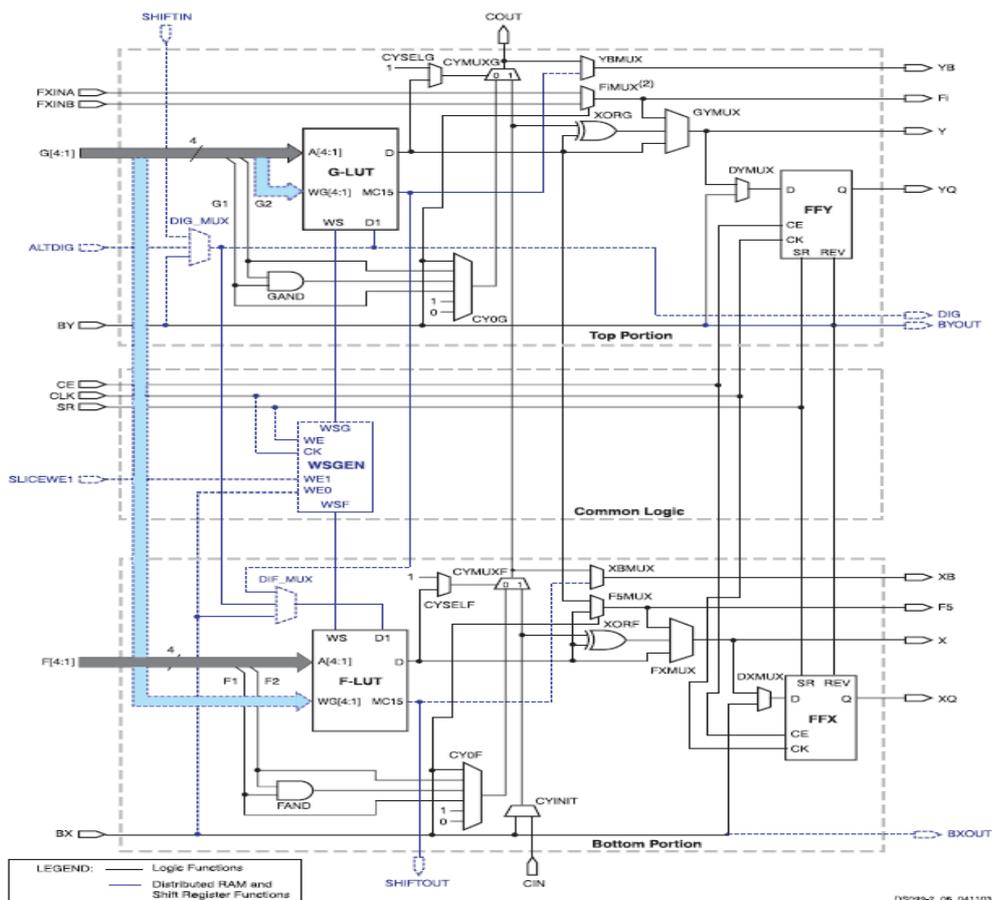
- [1] Xilinx “Spartan-3 FPGA Family” Xilinx Inc.,December 2003 .
- [2] Xilinx . “Spartan-II 2.5V FPGA Family” . Xilinx Inc . , September 2003 .
- [3] 蔡瀚賜、饒國安, “Xilinx FPGAS Spartan 硬體構分析”,清雲學報第二五卷第一期,民國 94 年 3 月。
- [4] 蔡瀚賜、饒國安, “映射、放置和繞線：未實現 Xilinx FPGAS 的關鍵”,清雲學報第二四卷第二期,民國 93 年 9 月。
- [5] Xilinx . “Spartan-II 1.8V FPGA Family” . Xilinx Inc . , July 2003 .
- [6] Xilinx “Spartan-3E FPGA Family” Xilinx Inc.,De
- [7] 國家晶片系統設計中心 “FPGA Design with ISE Foundation”



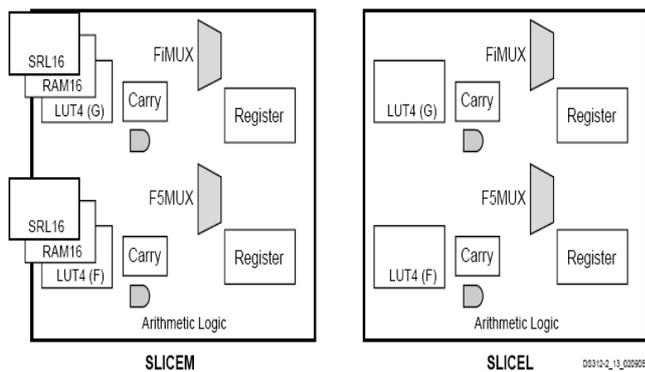
圖一：Spartan-3 FPGA 結構圖



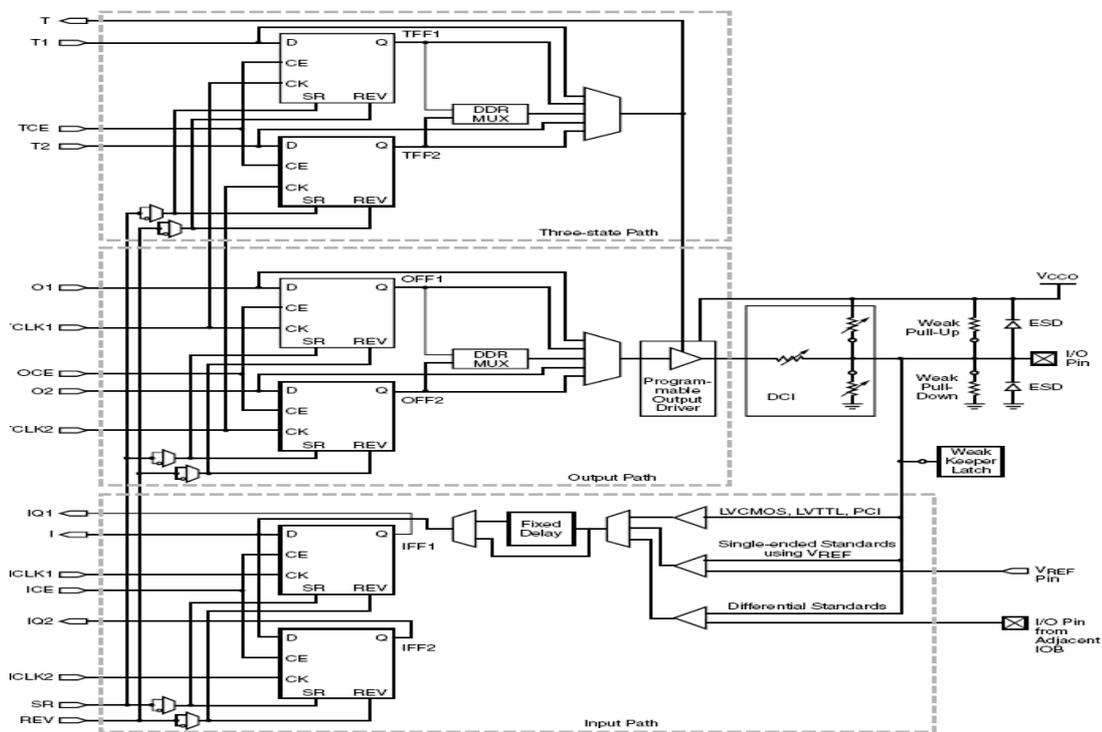
圖二：Spartan-3 CLB 架構圖



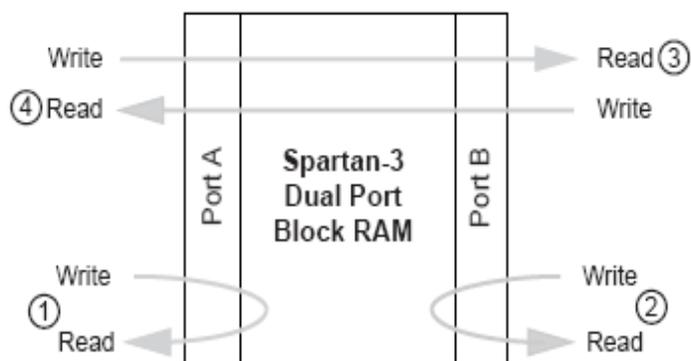
圖三：圖二左手邊的部份



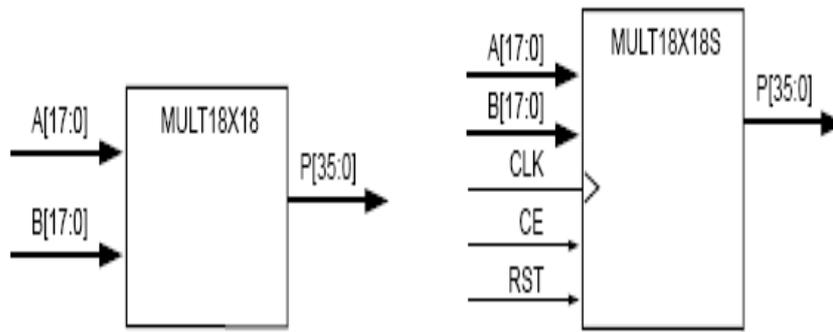
圖四：一個 Slice 資源



圖五：Spartan-3 IOB 簡化圖

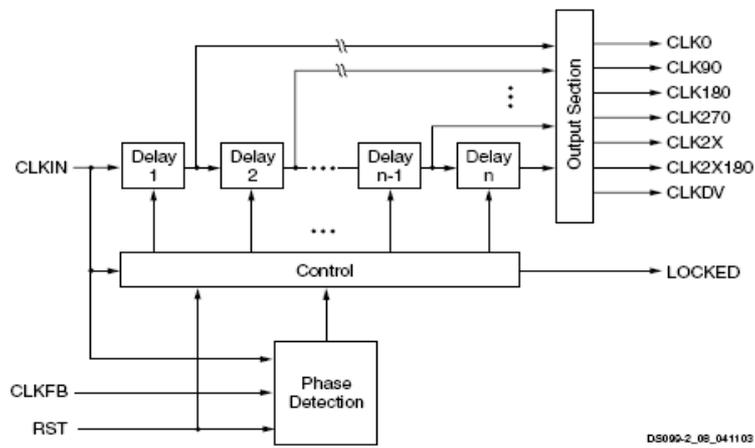


圖六：Block RAM 資料路徑

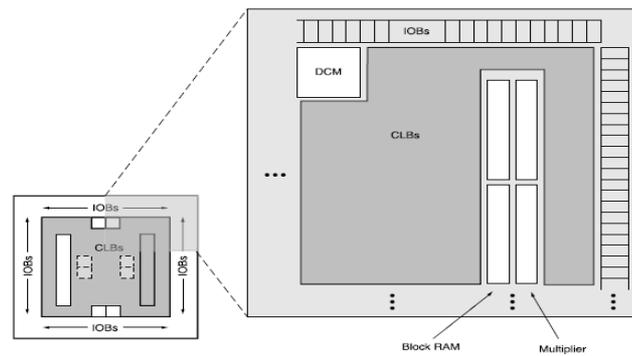


圖七 A : MULT 18X18

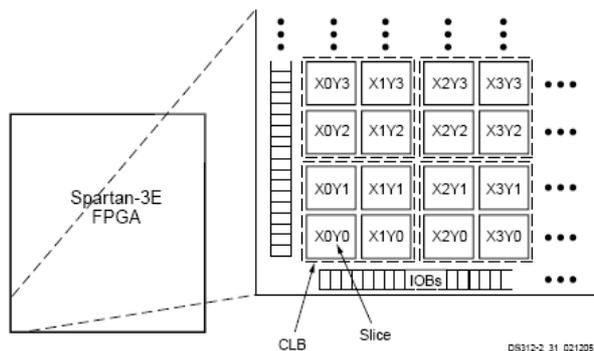
圖七 B : MULT 18X18S



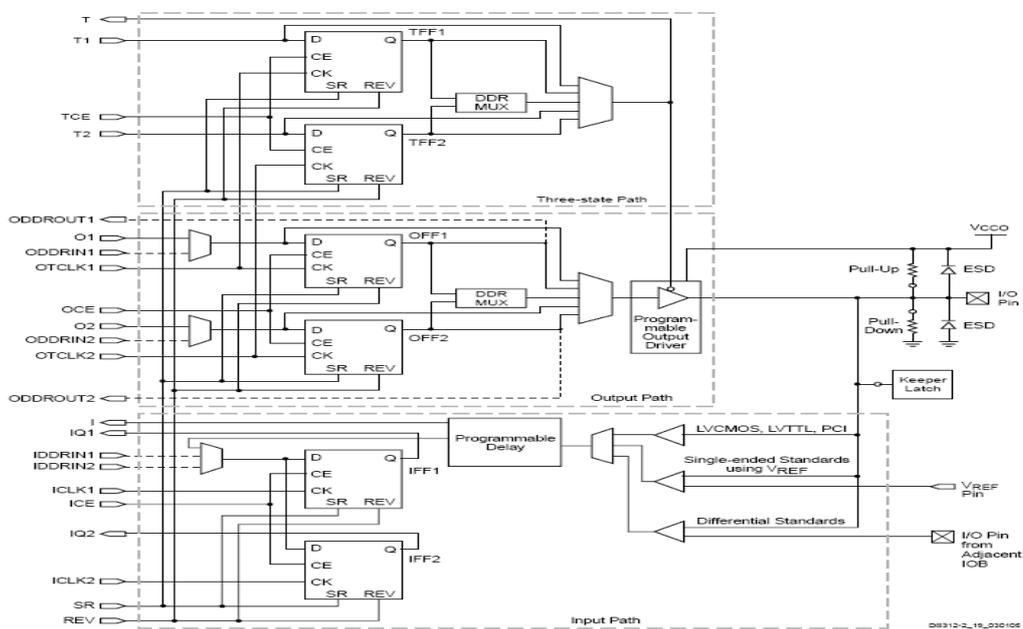
圖八：DLL 簡化圖示



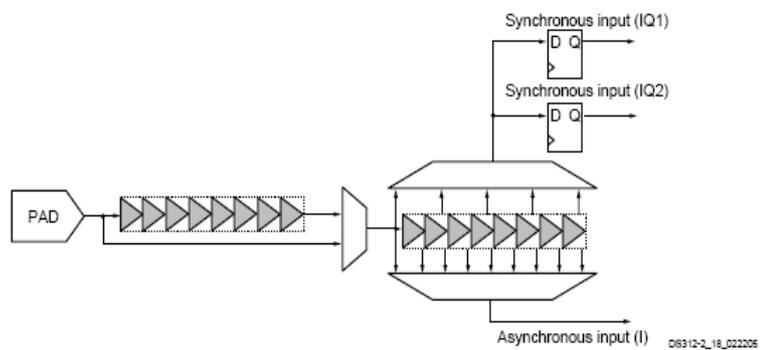
圖九：Spartan-3E FPGA 結構圖



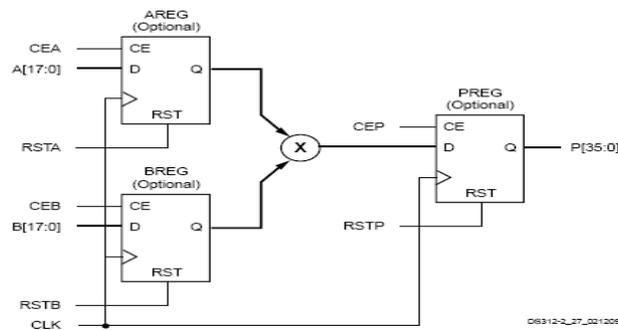
圖十：Spartan-3E CLB 位置



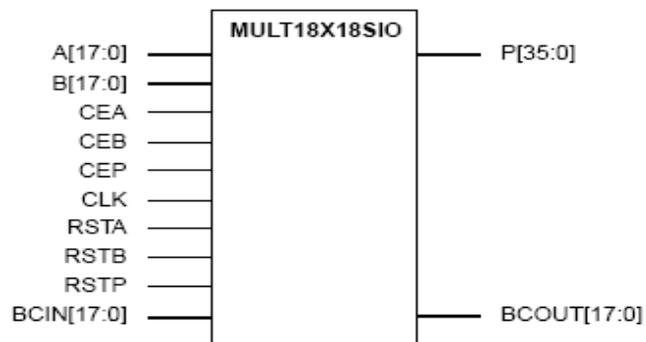
圖十一：Spartan-3E IOB 簡化圖



圖十二：輸入延遲原件



圖十三：Spartan-3E 乘法器的原理和功能



圖十四：簡單型的 MULT18X18SIO

元件	Block RAM 數	位元數	行數
XC3S50	4	73728	1
XC3S200	12	221184	2
XC3S400	16	294912	2
XC3S1000	24	442368	2
XC3S1500	32	589824	2
XC3S2000	40	737280	2
XC3S4000	96	1769472	2
XC3S5000	104	1916928	4

表一：Spartan-3 元件 Block RAM 數

信號	輸入／輸出	描述	低頻	高頻
CLKIN	輸入	接受時脈信號	是	是
CLKFB	輸入	接受 CLK0 或 CLK2X 閉迴路信號	是	是
CLK0	輸出	和 CLKIN 產生相同的頻率和相位	是	是
CLK90	輸出	和 CLKIN 產生相同的頻率，相位移 90°	是	否
CLK180	輸出	和 CLKIN 產生相同的頻率，相位移 180°	是	是
CLK270	輸出	和 CLKIN 產生相同的頻率，相位移 270°	是	否
CLK2X	輸出	和 CLKIN 產生相同的相位，兩倍的頻率。	是	否
CLK2X180	輸出	和 CLKIN 產生兩倍的頻率，相位移 180°。	是	否
CLKDV	輸出	將 CLKIN 產生低頻的時脈信號，CLKIN 可做相位移的調整。	是	是

表二：DLL 信號

元件	Block RAM	位元數	行數
XC3S100E	4	73728	1
XC3S250E	12	221184	2
XC3S500E	20	368640	2
XC3S1200E	28	516096	2
XC3S1600E	36	663552	2

表三：Spartan-3E 元件 Block RAM 數

元件	系統開數	邏輯元件	CLB			Block RAM 位元數	專屬 乘法 器	DCM	輸出 / 輸入 最大 限制
			列	行	CLB 總數				
XC3S50	50K	1728	16	12	192	12K	4	2	124
XC3S200	200K	4320	24	20	480	30K	12	4	173
XC3S400	400K	8064	32	28	896	56K	16	4	264
XC3S1000	1M	17280	48	40	1920	120K	24	4	391
XC3S1500	1.5M	29952	64	52	3328	208K	32	4	487
XC3S2000	2M	46080	80	64	5120	320K	40	4	565
XC3S4000	4M	62208	96	72	6912	432K	96	4	712
XC3S5000	5M	74880	104	80	8320	520K	104	4	784

表四：Spartan-3 FPGA 系列

元件	系統開數	邏輯元 件	CLB			Block RAM 位元數	專屬 乘法 器	DCM	輸出 / 輸入 最大 限制
			列	行	CLB 總數				
XC3S100E	100K	2160	22	16	240	72K	4	2	108
XC3S250E	250K	5508	34	26	612	216K	12	4	172
XC3S500E	500K	10476	46	34	1164	360K	20	4	232
XC3S1200E	1200K	19512	60	46	2168	504K	28	8	304
XC3S1600E	1600K	33192	76	58	3688	648K	36	8	376

表五：Spartan-3E FPGA 系列

多指狀 N 型金氧半元件之靜電放電電流不均勻分析
ANALYSIS OF ESD CURRENT
NONUNIFORMITY IN A MULTI-FINGER NMOS DEVICE

黃至堯 曾國軒

清雲科技大學 電子工程系

huangcy@cyu.edu.tw

曾仁洲

*華邦電子公司 技術開發處 元件工程部

摘要

閘極接地的 N 型金氧半靜電放電保護元件在靜電放電情形下通常會遭遇發生電流不均勻分布的問題，本論文利用類三度空間的方式來分析此類行為。運用熱電模擬本文成功的重現出 0.6 微米製程下不同多晶矽指狀通道內不均勻放電電流分布情形，觀察通道下之電流濃度分佈以及載子分布為證據以說明通道開啓之現象，而 N 型金氧半靜電放電元件加入電阻耦合控制之後，經由模擬驗證可發現對於多指狀複晶矽通道的同步開啓有顯著的提升。耦合電阻值必須在 15 K Ω 以上以確保遭靜電放電情形時多指通道的均勻導通開啓。

關鍵詞：靜電放電，熱電模擬，晶格溫度，閘極耦合

Abstract

Gate-grounded NMOS ESD protection devices usually suffer from the non-uniform current distribution issue during ESD events. A quasi-three-dimensional simulation technique is applied to analyze such an ESD behavior. Using electrothermal simulation the nonuniform discharge current distribution on different poly-gate fingers is successfully reproduced in a 0.6 μm CMOS technology. Resistance gate-coupled configuration of NMOS device is also simulated and demonstrates a significant improvement in homogeneous poly-gate multi-finger turn-on. The current density and carrier concentration distribution were observed as the evidence of channel turn-on phenomenon. The coupled resistance should be as large as 15 K Ω to insure its effect in simultaneous multi-finger triggering during ESD events.

Key words : ESD, electro-thermal, lattice temperature, gate-couple .

1. Introduction

Electrostatic discharge (ESD) has been a major reliability issue in semiconductor components and systems. Susceptibility to ESD damage deteriorates as the technology progresses and minimum device feature size shrinks [1]-[3]. Grounded-gate NMOS (GGNMOS) transistors are commonly used as ESD protection devices in today's integrated circuits [4]. Multi-finger poly-gate style is widely adopted for these protection devices to realize adequate ESD protection threshold in terms of their channel width. In this structure the nonuniform triggering of each individual finger leads to current localization and poses a critical limit to its ESD capability [5][6]. The ESD threshold of this device does not increase in proportion to the channel width. Substrate triggering and gate coupling techniques were proposed to overcome this weakness in the literature [7]-[9]. A resistance coupled from the gate to ground is usually a convenient way to enable gate-coupling technique. This behavior is a three-dimensional phenomenon in nature. Any useful analysis should take this three-dimensional effect into account.

Therefore, in this work, a quasi-three-dimensional simulation technique is applied to analyze the above current nonuniformity behavior. The electrothermal device simulations calculate transient voltage/current response in three-dimensional structure of an ESD NMOS and exhibit the nonuniform turn-on phenomenon precisely. Resistance gate-coupled NMOS (GCNMOS) configuration is further simulated and analyzed to remedy the nonuniform triggering issue. Different values of resistances

are coupled from the NMOS gate to the ground. The consequence and feasibility of this resistance gate-coupled style is then discussed.

2. Quasi-Three-Dimensional Simulation Scheme

The common layout top view of a conventional gate-grounded multi-finger NMOS ESD device is shown in Fig. 1(a). The wide width size of this NMOS device results in its multi-finger layout style in practical IC I/O area. The cross section of each poly-finger NMOS structure in the channel length direction is shown in Fig. 1(b). According to the previous study, initial snapback occurs at the center of the multi-finger layout and then spreads out into the peripheral area of the layout. About half of the gate fingers turn on into snapback state while another half do not. Hence nonuniform current distribution can be divided into two parts. A multi-finger transistor can be regarded as a parallel-connected network of single-finger (segmented) npn bipolar transistors. Each segmented transistor has slightly different intrinsic properties. These properties may originate from the inherent statistical variations in IC's. Based on the above observation, the equivalent circuit for a multi-finger ESD device is proposed in Fig. 1(c). The numerical simulation utilizes a two-dimensional device simulation, Synopsys MEDICI [10], to calculate electrical results. Electrothermal simulation with fully coupling between the electrical and thermal equations is essential to describe the behavior of a device in the high current/voltage region close to second breakdown regime. The onset of second breakdown is dependent on the rate of the avalanche and thermal generation currents in

association with lattice temperature parameter in semiconductor. The physical models and parameters used in simulations all include lattice temperature dependence.

MEDICI is a 2-D device simulator. It can only deal with cross-sectional structures. It does not analyze the layout dependence of ESD failure in the third dimension while a large portion of ESD practical circumstances are inherently three-dimensional, i.e., multi-finger poly-gate nonuniform turn-on. Hence only full three-dimensional simulation is the formal way to handle this kind of ESD phenomena precisely. However, the three-dimensional simulation is actually very difficult and time-consuming, so it is not a practical means for ESD analysis by now.

A new quasi-three-dimensional technique by a 2-D device simulator with mixed device/circuit transient option is adopted to handle the above 3-D ESD property [11]. This technique can tackle 3-D behaviors in an equivalent way but does not require so much resources and efforts needed in a full 3-D analysis work. It is based on the simple physical model as discussed above for describing the nonuniform bipolar action in a multi-finger NMOS. Fig2 (b) shows the equivalent circuit for the gate-grounded multi-finger ESD devices. The NMOS transistors M_1 and M_2 represent the central snapback half part and the other turn-off part of the multi-finger NMOS structures, respectively. They are the intrinsic devices in the multi-finger layout with matched parameters. The resistance R_d represents the total drain series resistance as in Fig.2(a). R_{dd} acts as the small nonisotropic resistance of the R_d variation

between the two parts of the structure. This affects the strength of impact ionization through electrical field reduction. The resistance R_{sub1} in M_1 represents the larger effective substrate resistance located in the central part of the layout. The corresponding substrate resistance for M_2 is assumed to be very small since the peripheral part of the structure is very close to the surrounding well pickup ring in Fig 1(b). The large resistance difference between the central half part and the peripheral part is lumped into an effective resistance R_{sub1} for simplicity reason; both cases were simulated by the 2-D device simulator. The device doping structure in a $0.6 \mu\text{m}$ CMOS technology has been calibrated by SRP data in advance, and the electrical and physical parameters of each intrinsic transistor were calibrated with the measurement data in a 3-D mixed device/circuit style simulation. The whole circuit/device structure is stressed by a current pulse source to simulate its transient response and approximate the real measurement conditions of TLPG (transmission line pulse generator) curve tracing. The current pulse width is 100 nsec with its rise time equal to 10 nsec. The resistance parameters used in the simulations are as follows: $R_{sub1} = 350 \Omega$, $R_{dd} = 0.81 \Omega$, $R_d = 1.2 \Omega$ all of which were fitted to the experiment data. According to the measured data of a ten finger NMOS with each finger length $30 \mu\text{m}$, we settled the width of the central part and the peripheral part in $187 \mu\text{m}$ and $113 \mu\text{m}$, respectively.

Secondly, resistance gate-coupled operation as demonstrated in Fig. 2(c) are also calculated and analyzed to improve the uneven current distribution drawback. In this case, a large resistance R_g is coupled to gates of both

transistors to enable gate-coupling operation.

3. Simulation Results and Discussions

Fig.3 shows the I-V curve comparison among the experiment data of GGNMOS (circle with line) and the simulation data of GGNMOS (dashed line) as well as GCNMOS (line). The experiment data are in good agreement with the simulation results. The second breakdown current I_{t2} is 1.86A for GGNMOS case. Using the gate-coupled method results in the I_{t2} approaching to 2.7A, this is almost 45% improvement from the GGNMOS case. Fig. 4 shows the drain current transient response of two intrinsic transistors in the device/circuit block. The M_1 transistor conducts most of the pulse current and M_2 transistor draw very little current during the whole pulse period. The nonuniform distribution of the current is clearly demonstrated at time around 0.4 nsec, the drain voltage reaches the trigger point and both the transistors are ready to trigger into snapback state. Both transistors conduct the same current before 0.4 nsec. But later on the drain current of the transistor M_2 induces voltage drop across R_{dd} and reduces the impact ionization strength, finally transistor M_2 turns off and transistor M_1 conducts all the stress current. Fig. 4 also demonstrates the voltage response on every node for this device/circuit block. The substrate resistance voltage of the transistor M_1 raises above 0.5V after 0.1 nsec. This voltage makes the source/substrate junction forward bias and ensure the npn BJT turn-on during the whole period. On the other hand, the transistor M_2 conducts no current after pulse rising and no voltage drop is established across the R_{dd} resistance. This leads to its drain voltage

tracking to drain voltage of the transistor M_1 . The simulation results are in good agreement with the prior experimental observation. In Fig. 5(a) and (b) the lattice temperature in each transistor is compared at the second breakdown point. The temperature on M_1 reaches Si melting point of 1688° K around drain gate edge, while the temperature on M_2 still remains around room temperature. In Fig 6(a) and (b) we observe the stress current is very unevenly distributed along the whole channel width. The 1.86A stress current all flow in the channel region of the transistor M_1 , while in the channel region of the transistor M_2 there is only a current with value around 2×10^{-5} A. This phenomenon causes the different lattice temperature distribution, and the hot spot point was located at the edge of gate side close to the drain. In Fig. 5(b), the temperature at M_2 was equally unchanged.

The further analysis is turned to the resistance gate-coupled scheme. The GCNMOS shows good lattice temperature and current distribution at transistor M_2 in Fig. 7(a) and (b) respectively. According to Fig. 3, the second breakdown current of the gate-grounded NMOS and gate-coupled NMOS was settled at 1.86A and 2.7A. When the current injection time reaches 5×10^{-5} second which corresponds to the peak of total gate voltage, the gate-coupled scheme approaches the best effectiveness. From Fig.7 to 9, the GCNMOS and GGNMOS comparisons are based on this gate voltage at their respective I_{t2} stress current. In Fig.8 (a) the electron concentration of the GCNMOS is almost 2 times large than that of the GGNMOS case and the hole concentration also shows it's improvement over the GGNMOS in Fig. 8 (b). Fig. 9(a) and Fig. 9(b) represent the current density comparison in transistor M_1 . At the end

of the injection time, the simulation result clearly proposes the evidence of the turn-on in transistor M_2 . When R_g is greater than $15\text{ K}\Omega$, the prior uneven current localization effect can be significantly eliminated. Fig. 10(a) demonstrates the current and voltage transient response in both transistors with their gates coupled to a $15\text{ K}\Omega$ resistance. The drain current of the peripheral transistor M_2 increases from prior value of about $2 \times 10^{-5}\text{ A}$ to the present 0.6 A , i.e., by an enhancement factor of 30000. Another case with $R_g=100\ \Omega$ is also compared in Fig. 10(b). The drain current of the peripheral transistor M_2 is still very small, the same as the grounded gate case. This implies that a coupled resistance too small is useless in solving nonuniform current localization. Fig.11 shows the drain current ratio I_{d2}/I_{d1} of the two intrinsic transistors with respect to the gate resistance. The plot apparently shows the impact of the gate-coupled resistance on the uniform current distribution. The gate resistance larger than $15\text{ K}\Omega$ can safely ensure the enhancement of the current distribution uniformity by 30000 times. A gate resistance lower than $15\text{ K}\Omega$ does not exhibit expected gate-coupled effect.

Finally, the voltage as a function of time with different gate-coupled resistance parameters is plotted in Fig. 12. A larger gate resistance will exhibit a longer discharge elapsed time with respect to the $R_g C_g$ time constant, where C_g is an equivalent capacitance seen from the gate resistance R_g . When $R_g \geq 15\text{ K}\Omega$ the time constant is comparable to the current pulse width 100 nsec , the gate-coupled timing effect should be demonstrated fully. From the curve of one exponential decaying e^{-1} , the $R_g C_g$ time constant is extracted and the resulting equivalent capacitance is 0.50 pF .

From the above simulation results, the uneven current localization phenomenon clearly results from the large substrate resistance variation between central and peripheral region in the multi-finger NMOS devices. These simulation results are in good agreement with the prior experimental observation. The substrate/well pickup ordinarily places around the active device like a closed loop as shown in Fig. 1(a). Thus the location of the central and peripheral parts of the whole layout may produce very large resistance difference between the two especially for wide channel width cases.

Although theoretically 2-D electrothermal device simulation is only able to handle two-dimensional coordinate space, it can still extend its capability to approximate more complicated real situations quite well. When the involved variable parameters are two-dimensional inherently in a real 3-D ESD structure, it has been verified that 2-D simulations can still predict the same ESD tendency as experimental data quite well [12].

4. Conclusion

Quasi- three- dimensional simulation technique has successfully reproduced the nonuniform ESD current distribution in multi-finger NMOS devices in a $0.6\ \mu\text{m}$ CMOS technology. The nonuniform poly finger turn-on is mainly due to the substrate/well resistance in the base region of the parasitic npn transistor. Resistance gate-coupled configuration of NMOS device exhibits a significant enhancement in homogeneous multi-finger turn-on by a factor of 30000 when the gate-coupled resistance is larger than $15\text{ K}\Omega$. The results also proposed strong evidence with the channel turn-on in transistor

M1 and M2 at GCNMOS case. The simulation results also validate the feasibility of mixed device/circuit simulation technique to handle ESD protection design missions.

Acknowledgement

The authors would like to thank National Chip Implementation Center of National Applied Research laboratories, and Mr. J.-C. Tseng of technology development department of Winbond Electronics Corp. for providing the process information, testkeys and I-V measurement.

Reference

- [1] A. Amerasekera and C. Duvvury, "The impact of technology scaling on ESD robustness and protection circuit design," in *Proc. of EOS/ESD Symp.*, 1993, pp. 237-245.
- [2] D.L. Lin, "ESD sensitivity and VLSI technology trends: thermal breakdown," in *Proc. EOS/ESD Symp.*, 1993, pp. 73-81.
- [3] C. Duvvury, R. N. Rountree, D. Baglee, R. McPhee, "ESD protection reliability in one micron CMOS technologies," in *Proc. IEEE IRPS*, pp. 199-205, 1986.
- [4] C. Duvvury and A. Amerasekera, "ESD, a pervasive reliability concern for IC technologies," *Proc. IEEE*, vol-81, p. 690, 1993.
- [5] D. Scott, J. Hall and G. Giles, "A lumped element model for simulation of ESD failures in silicided devices," *Proc. of EOS/ESD Symp.*, 1986, pp. 41-47.
- [6] T. Polgreen, A. Chatterjee, "Improving the ESD failure threshold of silicided n-MOS output transistors by ensuring uniform current flow," *IEEE Trans. on Electron Devices*, vol-39, pp. 379-388, Feb. 1992.
- [7] C. Duvvury and C. Diaz, "Dynamic gate coupled NMOS for efficient output ESD protection," in *Proc. IEEE IRPS*, pp. 141-150, 1992.
- [8] A. Amerasekera, C. Duvvury, V. Reddy and M. Rodder, "Substrate triggering and salicided effects on ESD performance and protection circuit design in deep submicron CMOS processes," in *IEEE IEDM Tech. Dig.*, 1995, pp.547-550.
- [9] J.Z. Chen, A. Amerasekera and C. Duvvury, "Design methodology for optimizing gate driven ESD protection circuits in submicron CMOS processes," *Proc. of EOS/ESD Symp.*, 1997, pp. 230-239.
- [10] MEDICI two-dimensional device simulator program user manual, ver. 2002.4, Synopsys Inc., Feb. 2003.
- [11] K.-H. Oh, C. Duvvury, K. Banerjee, R.W. Dutton, "Analysis of nonuniform ESD current distribution in deep submicron NMOS transistors," *IEEE Trans. on Electron Devices*, vol-49, no. 12, pp. 2171-2182, Dec. 2002.
- [12] C.-Y. Huang "Simulation Prediction of Electro-thermal Behaviors of ESD N/PMOS Devices," *Solid-State Electronics*, vol-49, pp. 1925-1932, Dec. 2005.

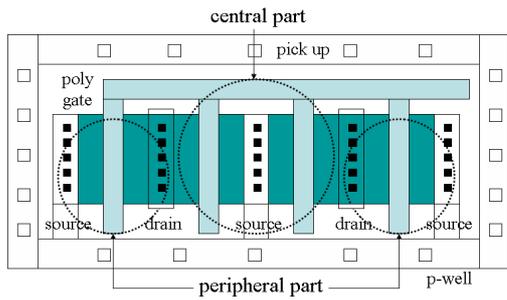


Fig.1(a) The layout top view of the corresponding multi-finger ESD NMOS.

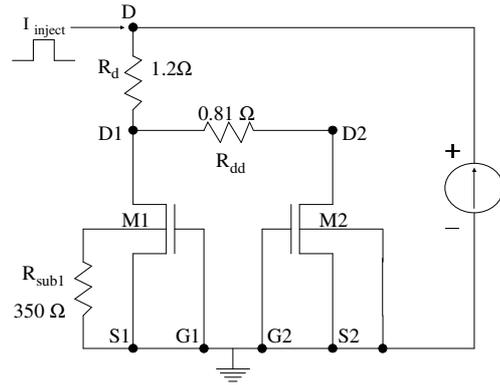


Fig.2(a) The equivalent circuit for the gate-grounded multi-finger ESD devices.

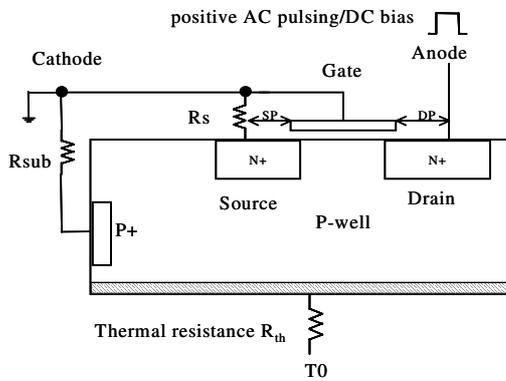


Fig.1(b) The cross-sectional view of the intrinsic transistor in the multi-finger ESD devices.

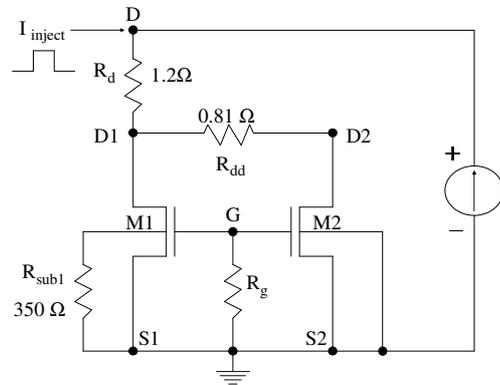


Fig.2(b) The equivalent circuit for the resistance gate-coupled multi-finger ESD devices.

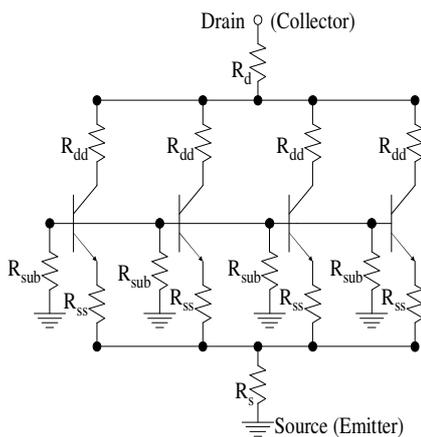


Fig.1(c) A simple physical model for nonuniform current distribution in a gate-grounded multi-finger ESD NMOS.

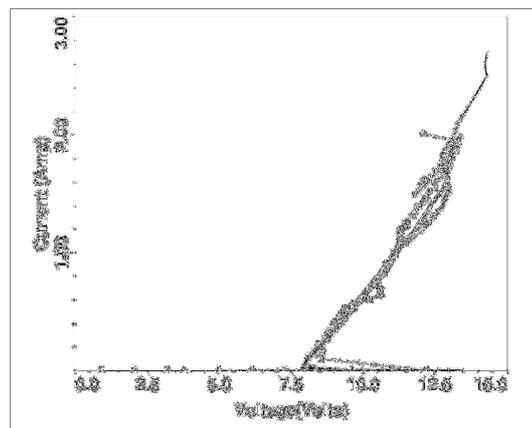


Fig.3 The I-V curve comparison between experiment data and simulation data.

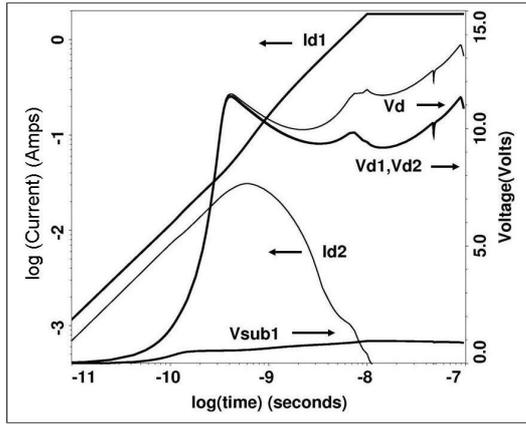


Fig.4 The voltage/current transient response of two intrinsic transistors M_1 and M_2 in the grounded-gate equivalent circuit.

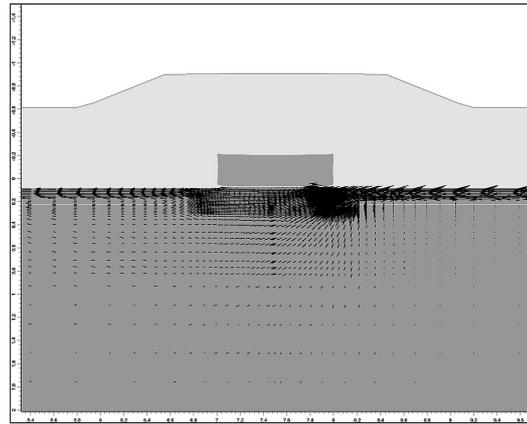


Fig.6(a) The current flow vector plot in the intrinsic transistor M_1 at the grounded-gate NMOS.

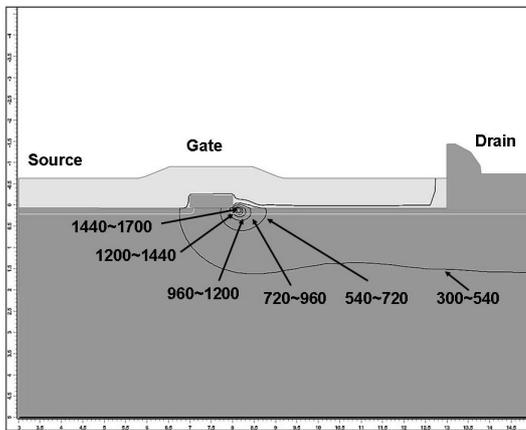


Fig.5 (a) The lattice temperature distribution in the intrinsic transistor M_1 at the second breakdown point of the grounded-gate NMOS.

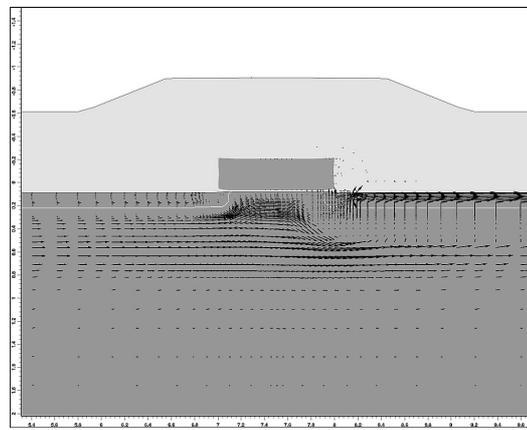


Fig.6 (b) The current flow vector plot in the intrinsic transistor M_2 of the grounded-gate NMOS.

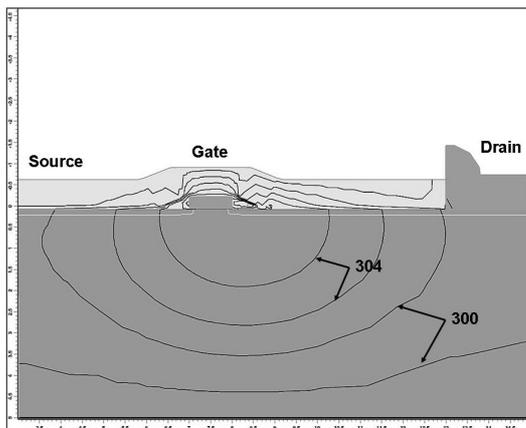


Fig.5(b) The lattice temperature distribution in the intrinsic transistor M_2 at the second breakdown point of the grounded-gate NMOS.

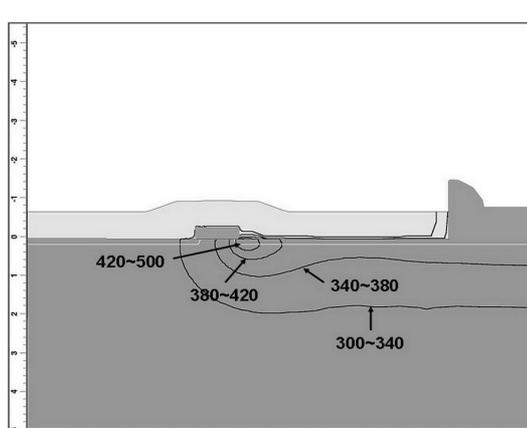


Fig.7(a) The lattice temperature distribution in the intrinsic transistor M_2 at the second breakdown point of the gate-coupled NMOS.

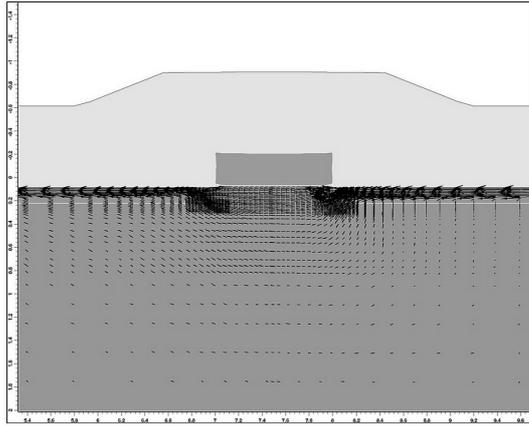


Fig.7(b) The current flow vector plot in the intrinsic transistor M_2 at the gate-coupled NMOS.

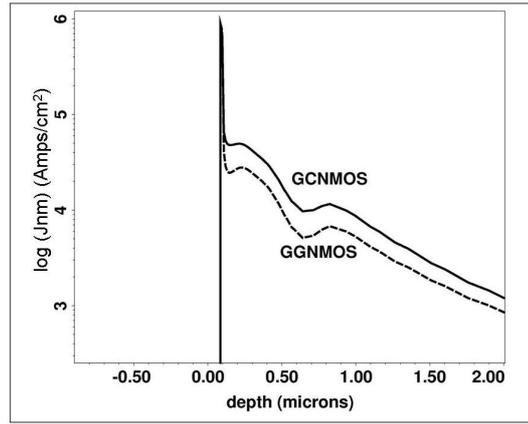


Fig.9(a) The electron current density comparison in transistor M_1 between GGNMOS and GCNMOS devices.

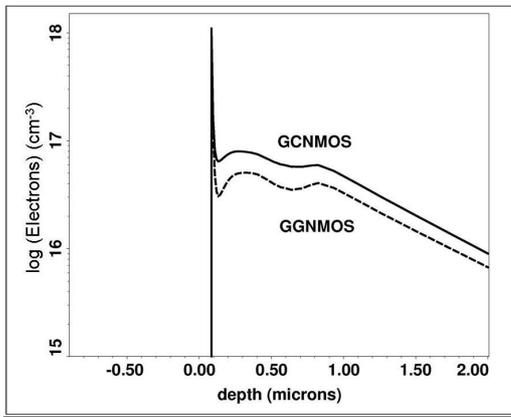


Fig. 8(a) The electron concentration comparison in transistor M_1 between GGNMOS and GCNMOS devices.

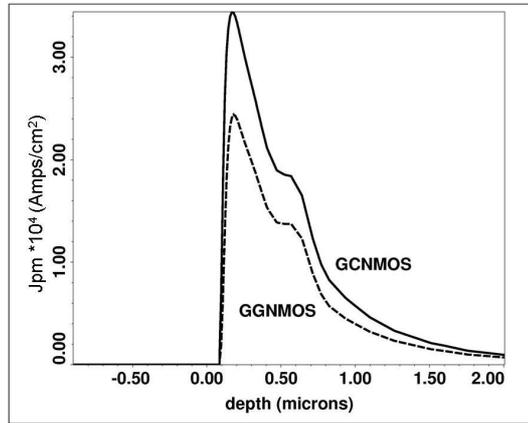


Fig. 9 (b) The hole current density comparison in transistor M_1 between GGNMOS and GCNMOS devices.

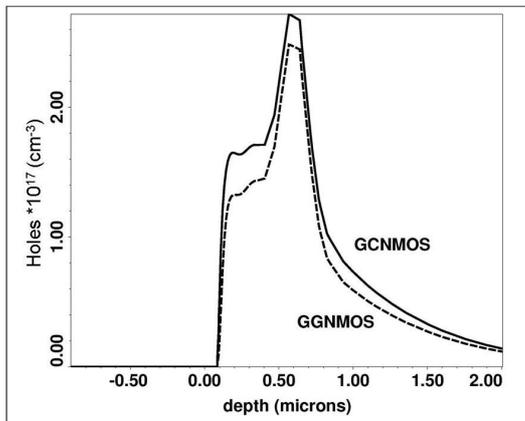


Fig.8(b) The hole concentration comparison in transistor M_1 between GGNMOS and GCNMOS devices.

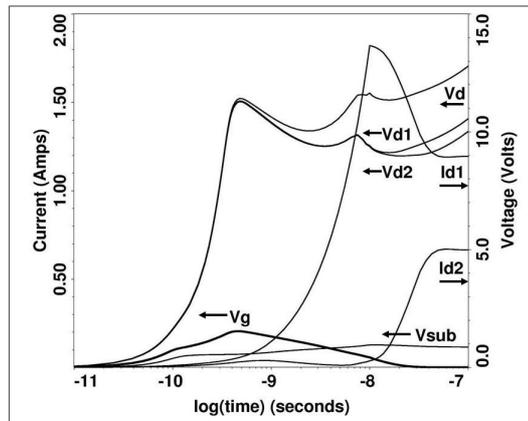


Fig. 10(a) The voltage/current transient response of the GCNMOS devices with their gates coupled to a $15k\Omega$ resistance

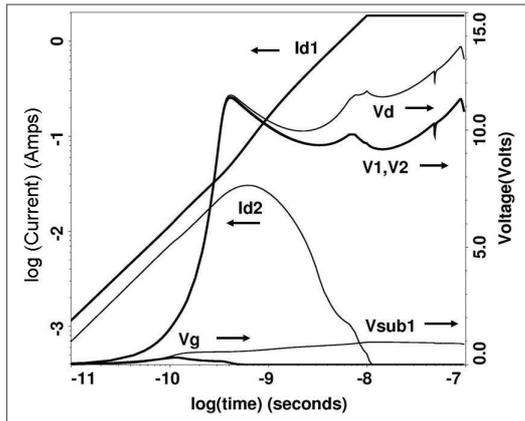


Fig. 10(b) The voltage/current transient response of the GCNMOS devices with their gates coupled to a 100Ω resistance

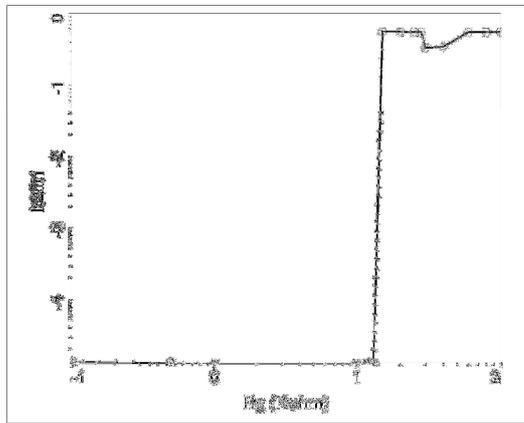


Fig. 11 The drain current ratio of two intrinsic transistors versus gate resistance in resistance gate-coupled multi-finger NMOS devices.

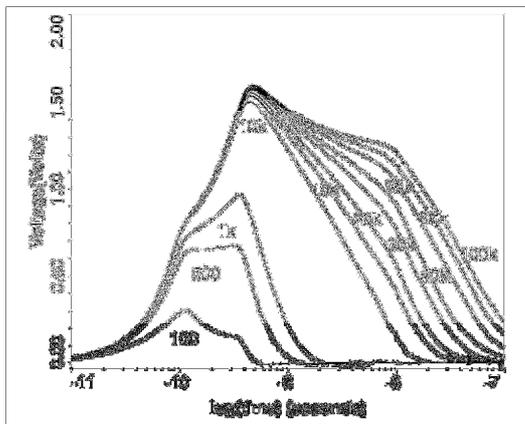


Fig. 12 The gate voltage transient response with different gate resistance parameters

鍍金屬膜光纖探針之近場光學特性研究

STUDY ON NEAR FIELD PROPERTIES OF METAL COATED FIBER PROBE

趙遠鳳 孫郁興

清雲科技大學 電子工程系

yfc01@cyu.edu.tw

蔡定平

國立臺灣大學 物理系

摘要

掃描式近場光學顯微儀 (Near-field scanning optical microscopy, NSOM) 能夠以超繞射極限的分辨率進行成像，這是植基於非輻射場的產生與探測。本文採用時域有限差分(FDTD)方法，應用至近場光學的領域，有系統的研究光在鍍金屬膜光纖探針中的傳播行為與分佈特性，分析錐度、孔徑、探針內部介質的折射率等參數對通光效率的影響，為探針的製備上提供了理論與最佳化設計的依據。

關鍵字：掃描式近場光學顯微儀、時域有限差分法、光纖探針

Abstract

The subwavelength resolution of near field scanning optical microscopes (NSOM) is based upon the detection of the static radiation in near field. No diffraction effect happens enable the NSOM to have ultrahigh resolution in imaging. In this paper, the behavior of light propagation and near-field distribution in fiber-optic probes is investigated systematically. The numerical method known as finite-difference time domain (FDTD) is introduced into near-field optics. The effects of various taper angles, tip diameters and the refractive indices of the inner dielectric material, and the throughput of metal-coated probes are investigated. Results of the calculations provide a direct theoretical basis for probe optimization.

Key words : near field scanning optical microscopes (NSOM) · finite-difference time domain (FDTD) · fiber-optic probes

一、前言

近場光學是在遠小於所使用的工作波長的距離內來執行量測或記錄，因為光的波動性質還未呈現出來，故近場光學記錄是不受繞射極限限制的一種新的光學記錄方法。在過去的幾年間，一般的近場光學記錄方法，是將光源通入一光纖，其另一端是經過熔拉或化學腐蝕成針後，再將表面鍍上一層金屬膜，使其尖端形成一奈米量級孔穴的光纖探針，再將光纖探針尖端以特殊的迴饋控制方法，維持在與記錄層表面上約數個奈米的近場距離，作近場光學的寫入或讀出。由於近場光學顯微儀 NSOM (Near-field Scanning optical microscope) 的發展，使得吾人可由奈米尺度的空間截取樣品的光學訊息，然而如何由 NSOM 獲得此種訊息之原理，至今仍不甚明瞭，畢竟 NSOM 成像的過程是相當複雜的，要考慮的因素也非常多，諸如樣品的幾何形貌、內部充填材質，反射係數以及吸收率等因素。另外，探針在掃描過程中，對樣品表面電場所產生的微擾與兩者間的交互作用亦是不可忽略的重要因素之一。

當分析 NSOM 成像時，無論探針尖端是否鍍上一層金屬薄膜，探針本體的散射效應是必須考量的，尤其在複數介電材質的情況下，當探針大小及樣品的結構相當接近入射光波長尺度時，散射光便會產生梅散射 (Mie scattering) 之特性。總而言之，不同的樣品材質與樣品形貌會產生不同的 NSOM 成像，而且當探針掃過樣品的表面時，樣品表面的特性對 NSOM 成像的影響是相當靈敏的。

研究 NSOM 成像的成因，必須先要了解探針與樣品間交互作用的物理現象，此為相當困難的課題，但若要作一詳盡的描述，不但要了解樣品在 NSOM 成像過程中其幾何形貌、樣品與探針間距離的變化，尚且要了解探針的外觀、材質及入射光偏極化的方向。若假設 NSOM

成像過程僅由樣品而不考慮探針的因素，可大大減化分析的複雜度，但實際上探針一旦與樣品間產生交互作用，原先僅由樣品產生的交互作用經由探針的加入而使得偵測到的光學訊息，必然會包含由探針所產生的光散射效應 (photons scattered)。

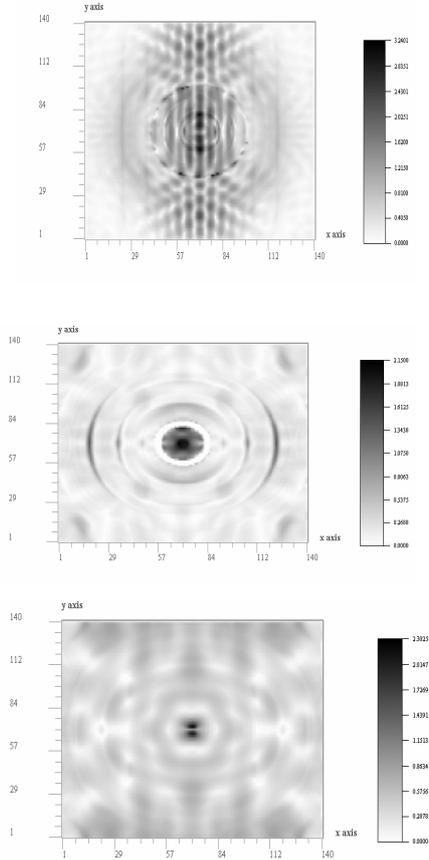
自 Betzig[1]首次採用錐形光纖探針後，即廣為各研究機構應用於近場光學顯微鏡的領域中，而人們所關注的焦點是如何提高通光效率而又不損失其分辨率？畢竟通光效率不僅關係影像的訊號雜訊比 (signal noise ratio)，相對的也提高了對光電探測器 (optical detector) 的要求，同時也限制了掃描的速度，因此限制了其在近場光學某些領域的運用。例如在近場高密度儲存及奈米光蝕刻的應用上，因為微弱的近場光訊號引起儲存與讀取資料速度的變慢，使近場光學無法滿足這些領域在運用上的實際需求，因此有必要研究影響探針通光效率的各種因素。

Bethe[2]首先研究了無限大理想金屬屏上奈米小孔的近場分佈，隨後 Bouwkamp[3]對其模型進行了改進，我們由其文獻中[2,3]可以得知他們所建立的模型有一共通的特點，即將小孔描述成電偶極子與磁偶極子的疊加，其貢獻為成功的計算出探針尖端的出射場，對探討近場光學顯微儀 (Near-field scanning optical microscopy, NSOM) 的工作條件以及探針的製作提供了改良上的建議[4]。另外文獻[5,6,7]也研究了光在漸細的波導中傳輸的性質，這對改良探針在製作上的形貌具有直接的貢獻。

L. Novotny 等人利用多重多極子 (MMP) 法[6]，在較簡化的二維空間計算了照明工作模式下 (illumination mode) 裸光纖探針、金屬膜探針及針尖頂部鍍很薄一層金屬薄膜之全鍍型探針，他們分析了這些探針內部與針尖的出射場分佈，並分析了錐度變化對全鍍型探針

首先以 $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 4\text{nm}$ 的空間步長計算探針的場分佈，計算空間大小同樣為 $140 \times 140 \times 140$ 個單胞，探針孔徑為 40nm ，金屬層厚亦為 40nm 。入射光和偏振方向為 p-偏振。

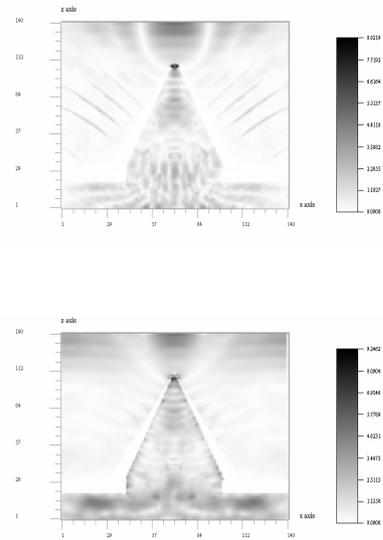
1. 鍍鋁膜能將探針側面的洩漏光完全屏蔽。
2. 由於鍍鋁膜的遮蔽，相對於裸光纖探針本來應向側面輻射的光被反射回探針內部，與入射光疊加後形成不完全駐波，因此鍍鋁膜探針內部的場分佈較裸光纖強。



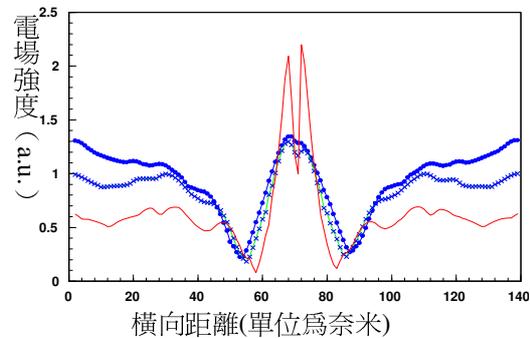
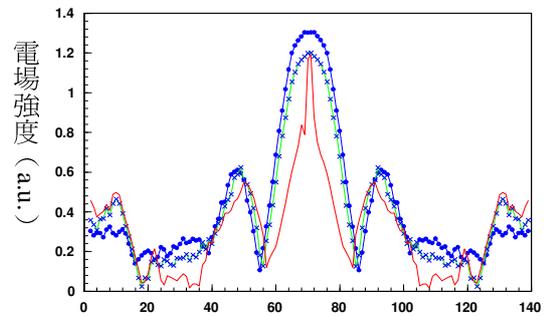
圖二 由上而下分別位於 $z=20$ (探針入射口)、 $z=80$ (入射口上方 240nm)、 $z=110$ (探針出射口) 處 $x-y$ 平面電場模量的分佈。

圖二由上而下分別位於 $z=20$ (探針入射口)、 $z=80$ (入射口上方 240nm)、 $z=110$ (探針出射口) 處 $x-y$ 平面電場模量的分佈。圖三為在出射口中心點，即 $y=70$ 之 $x-z$ 縱剖面與 $x=70$ 之 $y-z$ 縱剖面內總場模量的分佈，圖四由上而下分別表 $y=70$ 時沿 x 軸， $x=70$ 時沿 y 軸之總場電場之模量，而實線表 $z=110$ 、 x 線表 $z=113$ 、點實線表 $z=115$ 時之位置。

分析以上各圖可得鍍鋁膜探針的場分佈具有以下特點：

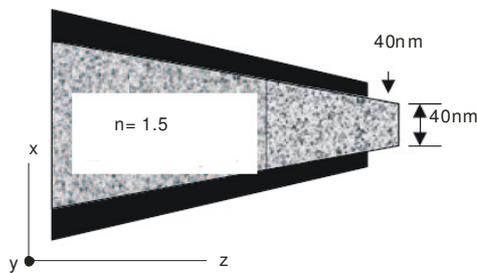


圖三 為在出射口中心軸線，即 $y=70$ 之 $x-z$ 縱剖面(上圖)與 $x=70$ 之 $y-z$ 縱剖面(下圖)內總場模量的分佈



圖四 由上而下分別表 $y=70$ 時沿 x 軸， $x=70$ 時沿 y 軸之總場電場之模量，而實線表 $z=110$ 、 x 線表 $z=113$ 、點實線表 $z=115$ 時之位置。

3. 鍍鋁膜探針對空間的區域 (local) 性較裸光纖探針好，此種現象可以從鍍鋁膜探針出射的光，不僅不存在側面的洩漏光，而且電場沿橫向及縱向的衰減速度都要比裸光纖探針快得多。
4. 鍍鋁膜探針孔徑邊界的場增強現象只延續到離小孔十幾個奈米的範圍以內。
5. 經模擬分析比較，由裸光纖與鍍鋁膜兩種光纖沿 Z 軸衰減之比較顯示，鍍鋁膜探針的場強衰減速度遠比裸針來得快。引起兩種探針差別的原因是兩種探針的波導結構及出射光的邊界條件不同，對於裸光纖探針而言，無論直徑多小 E(電場)、H(磁場)都能傳播，因此並沒有將輻射波或衰落波分開的明顯截止面，而鍍鋁膜探針則由於金屬膜的存在，使光在鍍膜區內的傳播模式發生了改變。
6. 由於鍍鋁膜的屏蔽作用，使裸光纖探針的遠場洩漏光被反射，因此鍍鋁膜探針對光的空間的區域 (local) 性比裸光纖好得多。

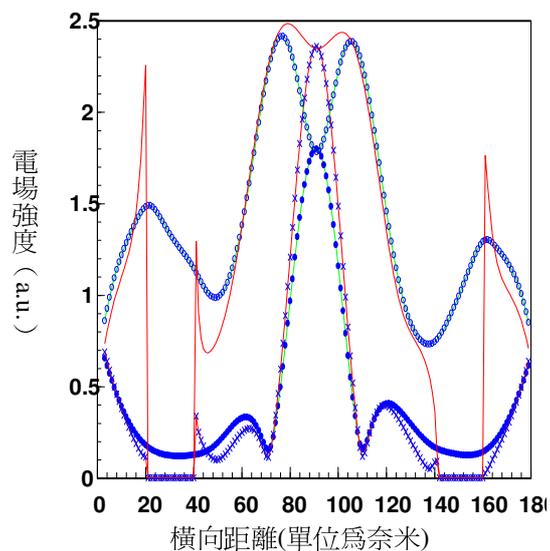


圖五 改良式探針之數值計算模型之剖面圖

四.探針製作上之改良建議

經由前小節模擬分析之啟發，若能結合裸光纖探針之高通光效率與鍍鋁膜光纖探針對光的空間局部增強效果之優點，可以提供製作探針之改良依據，在對裸光纖探針進行鍍膜的過程中，保持靠近針尖部份裸露，使該部份

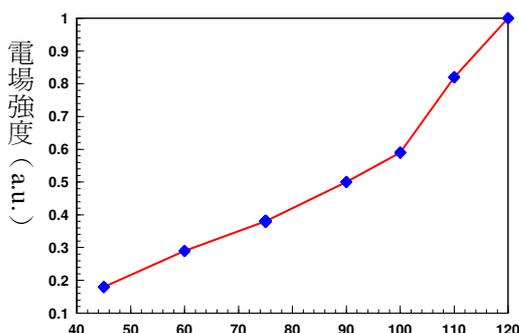
具有裸光纖探針的性質，而將裸光纖探針產生遠場洩漏的主要部分鍍上鋁膜，而形成局部未鍍膜之改良式探針。此探針是以鍍鋁膜探針為基礎，以 $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 10\text{nm}$ 的空間步長計算探針的場分佈，計算空間大小增大為 $180 \times 180 \times 120$ 個單胞，將內部介質向前延伸至金屬膜外，形成直徑為 40nm 的針尖，裸露部份長為 40nm ，根部直徑為 80nm 。此探針的頂點位於 $x=90, y=90, z=45$ ，若與相同孔徑的鍍鋁膜探針相互比較，兩者出射光的分佈非常相似。如圖五表改良式探針之數值計算模型之剖面圖，而圖六表示改良式探針及鍍金屬膜探針於出射端口，兩者沿 $x、y$ 軸，其中實線及 x 線代表改良式探針、 \circ 線及點實線表鍍金屬膜探針之光強分佈，顯然改良式探針在介質及金屬界面處的分佈比鍍金屬膜探針強，而探針中心的分佈確正好相反，從金屬膜出射的光基本上就是改良式探針裸露部份入射的光，也就是說光在裸露部份傳播的過程與裸光纖相似，即在 $x=90$ 的平面內沿橫向向探針外洩漏，並在介質和空氣交界面處光強最大。在 $y=90$ 的平面，則沿探針軸向的光強最大。



圖六: 改良式光纖探針及鍍金屬膜探針於出射端口，兩者沿 $x、y$ 軸，其中實線及 x 線代表改良式探針、 \circ 線及點實線表鍍金屬膜探針之光強分佈

五. 影響金屬膜探針電場分佈的參數

影響鍍金屬膜探針電場分佈之因素固然很多，但我們可嘗試由探針孔徑大小、錐度變化、內部填充介質、樣品與探針間距等變因加以探討，來分析這些參數對鍍金屬膜探針對電場分佈的影響。



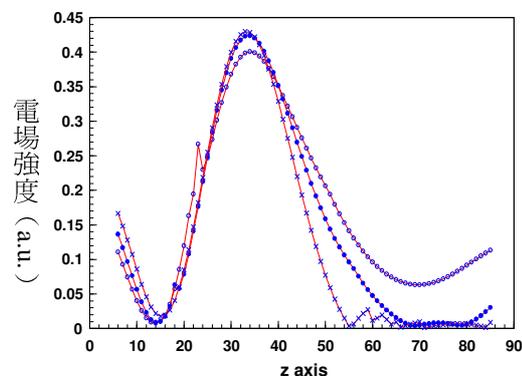
圖七 孔徑變化與通光效率關係曲線圖

5.1. 孔徑大小

由一般的常識來看，孔徑大小與出射光的強度成正比，基本上孔徑大小靠探針頂部所鍍金屬膜開孔的大小來控制，若維持其他參數不變的情況下，金屬膜厚為 50nm，空間單位步長加大採用 $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 5\text{nm}$ ，計算空間之大小為 $90 \times 90 \times 90$ 個 cells，光纖探針之大端保持 600nm，考慮入射光為 p 偏振的情形，即各電場分量分別為 $E_x = 0$ 、 $E_y = -1\text{V/m}$ 、 $E_z = 0$ ，分別針對鍍金屬膜探針以下列七種孔徑：45nm、60nm、75nm、90nm、100nm、110nm、120nm 等進行模擬，探針錐度固定為 53 度，經模擬得知隨著孔徑的減小，探針內部的場分佈基本上不變，但出射光的強度卻隨著孔徑的變小而越來越小，圖七為各種孔徑通光效率隨孔徑變化的曲線，而各探針的電場沿 z 軸變化的曲線如圖八所示，值得一提的是沿 z 軸之探針內部約為 175nm 處無論孔徑多大，會出現最大值，而此模型所對應的探針直徑約為 400nm。

5.2 錐度變化

探針的錐度變化直接影響光在探針內部的反射與過截止區的長度。若計算中保持各探針 100nm 的孔徑不變，錐度分別為 15、31、35、39、44、47、55、60、64、70。金屬膜厚為 50nm，空間單位步長採用 $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 10\text{nm}$ ，計算空間之大小為 $100 \times 100 \times 100$ 個 cells，以高斯脈衝波從纖探針之大端入射，各電場分量分別為 $E_x = 0$ 、 $E_y = -1\text{V/m}$ 、 $E_z = 0$ 。經模擬分析知，隨著錐度的增加探針出射光的總場強度及各分量場的強度也隨著增加，圖九為各種錐度情況下通光效率隨錐度變化的歸一化曲線（通光效率的計算參考文獻[7]）；由模擬的過程可以發現通光效率隨著錐度的增加而增加，另外值得一提的是，無論探針錐度如何變化，在探針直徑約為 400nm 位置時出現電場之最大值，該最大值隨著錐度的增加、離探針孔徑端口越近，非輻射傳導區越短。直徑小於 400nm 時光只能以消散波存在。

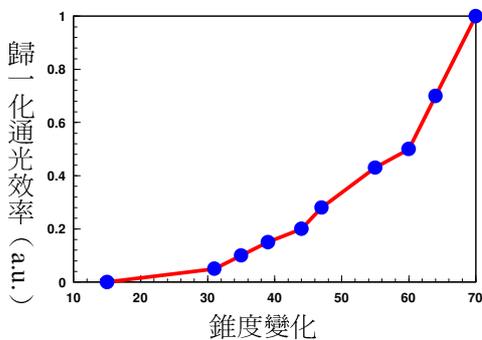


圖八 各種孔徑探針的電場沿 z 軸變化的曲線，其中○代表孔徑為 150nm、點實線代表孔徑為 100nm、×代表孔徑為 75nm

5.3 內部填充介質

材料特性不同所產生的影響在程度上也存在很大的差異，由前面數值模擬的結果得知，裸光纖探針所產生介質材料的邊緣增強效應比鍍金屬膜探針弱，即兩材質間的邊界差異愈大，則引起沿 z 軸之電場分量衰退愈快，更

可以說明此原因。由文獻[12]知其採用之金屬小球作為近場探針則比採用介質小球所得到的影像對比度要來得好。另外根據文獻[13,14,15]知 L. Novotny 等人在計算鍍金屬膜探針靠近介質樣品的場分佈時，發現出射光不僅沿入射光方向向前傳播，且在大於全反射角的方向也存在兩個很強的旁瓣，因此基於此原理他們提出了所謂的『禁戒區域光』(forbidden zone light) 近場光學顯微鏡，接收『禁戒區域光』所得到的影像比沿軸向傳播的『允許光』影像對比度和分辨率要來得高。或許我們會問：此種『禁戒區域光』是怎麼產生的？文獻中並沒有清楚的告訴我們，依照上面裸光纖探針與鍍金屬膜探針的模擬分析可推論，所謂『禁戒區域光』是由於近場光學所特有的衰退現象產生了沿探針軸向偏振的電場分量 $|E_z|$ 。因此若光電探測器能接收到禁戒光便能夠以較好的效果反映樣品的邊緣特性，因此可以改變影像的對比度。



圖九 錐度變化與通光效率關係曲線圖

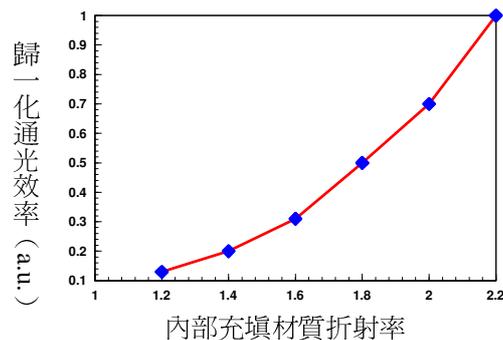
在本小節裡我們分別以七種不同折射率的介質來分析內部充填質的改變對出射光場分佈變化的影響，若針尖孔徑保持 100nm 不變，探針錐度保持 60 度，空間單位步長採用 $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 10\text{nm}$ ，計算空間為 $100 \times 100 \times 100$ ，折射率分別為 $n=1$ (真空中)， $n=1.2$ 、 $n=1.4$ 、 $n=1.6$ 、 $n=1.8$ 、 $n=2.0$ 、 $n=2.2$ 。如圖十為各種情況下通光效率與折射率變化的歸一

化曲線，隨著折射率的增大，探針的通光效率會越來越大。

5.4 樣品與探針間距

茲考量樣品與鍍鋁膜探針系統的電場模量分佈，在實際的成像過程中，探針與樣品基本上可以視為一個系統，亦為樣品與探針間的多極散射關係，將探針出射的消散波轉化成可被光電探測器接收的輻射波。

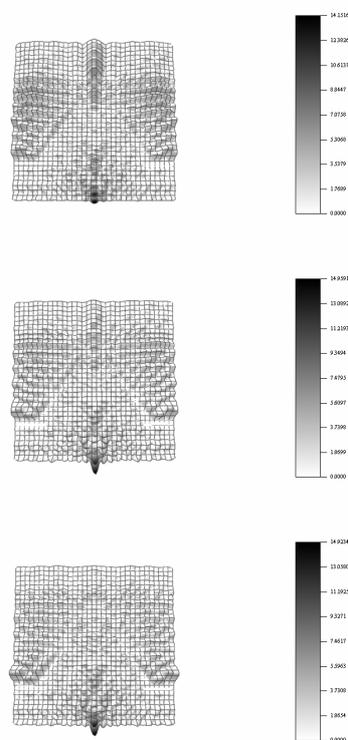
現在來規範我們的數值計算模型，其他參數與前面所定義之參數相同。採用 $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 5\text{nm}$ ，計算空間之大小為 $100 \times 100 \times 100$ 個 cells，入射和出射端口之直徑分別為 600nm、100nm，金屬膜厚為 25nm，探針內部介質的折射率為 1.5，先將樣品折射率定為 1.5 與探針內部介質的折射率相同，樣品厚為 20nm，如圖十一、十二所示為樣品與探針間距分別為 20nm (上圖)、30nm (中圖)、40nm (下圖) 時，沿 $x-z$ ($y=50$) 縱剖面與 $y-z$ ($x=50$) 縱剖面軸內場強分佈的狀況，經模擬分析知，介質樣品的存在對探針內部的場分佈影響不大，主要影響的部份為出射光的分佈。



圖十 內部充填材質折射率與通光效率關係曲線圖

現在我們來看沿 y 軸部份的光強分佈的情形如何？因為出射光在樣品與空氣界面處形成不連續，而將該介面的光分為上下兩個部份，即穿透過樣品的部份與分佈在樣品與探針之間的部份，探測穿透過樣品部份的光可以獲

得樣品表面的透射特性；而分佈在樣品與探針之間部份的場，除了可以直接探測出射的光外，還包括被樣品表面反射的光，因此電場在離樣品表面較近的地方，比無樣品時對應位置的場還來得強，並沿樣品表面向兩側展開，該部份的光表現出反射的特性，對反射性不是很強的樣品，其反射光比較微弱是可以理解的，而直接從探針出射的光形成較大的背景，因此所得到的影像對比度較差，在沿 x 軸部份的場分佈變化較小，只是在與樣品對應位置的地方之光強有所減弱。



圖十一 樣品與探針間距分別為 20nm (上圖)、30nm (中圖)、40nm (下圖) 時，沿 $x-z$ ($y=50$) 縱剖面軸內場強分佈的狀況

由數值模擬分析顯示，無論是透過樣品的光，或是被樣品反射的部份，其中的 $|E_z|$ 分量的光佔了相當的比重。隨著樣品與探針距離的增加，樣品與探針間的相互作用自然減少，這是因為出射光隨著探針與樣品距離的增加而使得場強成指數的衰減，導致樣品表面處

的光強變小，透過樣品表面的光強也同樣變弱，探測器所能接受到的光自然變少；另外樣品與探針間的光強因為樣品反射的關係有逐漸增強的趨勢。

六.結論

本文採用時域有限差分法有系統的分析鍍金屬膜探針的電場分佈特性，並分析了鍍金屬膜探針自身參數，諸如錐度、孔徑大小、內部填充材質等參數對場分佈的影響，本文之研究結果不僅可以使我們了解光在鍍金屬膜探針中的傳播與分佈特性，為探針在成像過程中可能表現的各種特性提出理論上的解析，並且為探針的製作提供改良之淺見。以下是本文的總結：

- 1.以 FDTD 法建立一套求解電磁散射問題的數學模式，必須考量數值方法特性，諸如 Yee 的解析方法、物體的模組化、入射波源、單胞尺寸大小、時間間隔、吸收邊界條件、全場/散射場的區隔，以構建出最佳化之分析格式與程式設計之步驟，以獲得最佳的模擬效果。
- 2.由探針自身參數來分析，諸如錐度變化、孔徑大小、內部填充材質等變因的控制與改變，可以分析出光場強度與其變化間的關係。
- 3.由探針與樣品間之環境變數之改變，可以得知樣品與探針間距越大，兩者之相互作用就越小，透過樣品或被樣品反射的光強就會減弱。分佈在樣品與探針之間部份的場，包括被樣品表面反射的光，因此電場在離樣品表面較近的地方，比無樣品時對應位置的場還來得強，並沿樣品表面向兩側展開，該部份的光表現出反射的特性。
- 4.鍍金屬膜探針在三維空間中對光的局域性較裸光纖探針要來得好，且將探針浸入在一種高折射率透明介質中，有利於提高探針的通光效率。

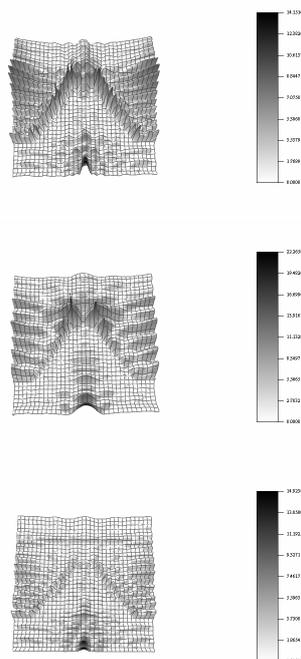
5.金屬材料的退極化(depolarization) 比介電質材料更為顯著，退極化是一種邊緣散射效應，也是在近場環境中所獨有的現象，退極化的分量可沿著探針軸向以外的各個方向傳播。

6.在成像過程中若要提高退極化分量在接收光的比重，則可以提高影像的對比度。

本文的研究結果不僅可以一窺光在探針中之傳播與分佈特性，並對人們在近場光儲存中所關心的光與物質的交互作用、光場分佈特性及如何提高探針的通光效率等課題，提供了理論上的解釋，若與實驗的結果相互配合，更能堅實近場光學理論之基礎，同時亦可應用在其他如近場光蝕刻、單分子成像等領域的應用，例如在某些材料上所光蝕刻出的光斑形狀將直接反應出光強度的分佈特性、正比於光強度的分佈或表現出對光強度的非線性響應。

七.感謝

本文感謝國科會(計劃編號為: NSC 94-2112-M-231-001)及經濟部(計劃編號為: 94-EC-17-A-08-S1-0006)在研究經費上的補助。



圖十二 樣品與探針間距分別為 20nm(上圖)、30nm(中圖)、40nm(下圖)時，沿 yz(x=50)縱剖面軸內場強分佈的狀況

八.參考資料:

- [1]E. Betzig, J. K. Yrautman, T. D. Harris, "Breaking the diffraction barrier, optical microscopy on a nanometric scale.", Science, 1991, 251(5000):1468~1470
- [2]H. A. Bethe. Phys. Rev., 1944, 66: 163
- [3] C. J. Bouwkamp, Reports in Physics, 1954, 27: 35
- [4]L. Novotny, D. W. Pohl, B. Hecht. Scanning near-field optical probe with ultrasmall spot size. Opt. Lett., 1995, 20(9): 970-972
- [5]O. J. F. Martin, A. Dereux, C. Girard. Iterative scheme for computing exactly the total field propagating in dielectric structures of arbitrary shape. J. Opt. Soc. Am. A., 1994, 11(3): 1073-1080
- [6]L. Novotny, D. w. Pohl, P. Regli. Near-field, far-field and imaging properties of the 2D aperture SNOM. Ultramicroscopy, 1995, 57(2-3): 180-188
- [7]L. Novotny, D. w. Pohl, B. Hecht. Scanning near-field optical probe with ultrasmall spot size. Opt. Lett., 1995, 20(9): 970-972
- [8]L. Novotny, D. w. Pohl, P. Regli. Light propagation through nanometer sized structures: the two-dimension aperture scanning near-field optical microscope. J. Opt. Soc. Am. A., 1994, 11(6): 1768-1779
- [9]K. S. Yee. Numerical solution of initial boundary value problems involving Maxwell's equations in isotropic media. IEEE Trans. Antennas Propagat., 1966, AP-14: 302-307

- [10]Allen Taflove and M. E.Brodwin, "Numerical solution of the steady-state EM scattering problems using the time-depend Maxwell's equation,"IEEE Trans. Microwave Theory Tech.,Vol. MTT-23,No.8 p.623,1975.
- [11]G. Mur, " Absorbing boundary conditions for finite-difference approximation of the time-domain EM fields equations," IEEE Trans. Electromagn.EMC-23, p.377-382,1981.
- [12]L. Novotny, D. w. Pohl, P. Regli. Light propagation through nanometer sized structures: the two-dimension aperture scanning near-field optical microscope. J. Opt. Soc . Am. A., 1994,11(6):1768-1779
- [13]Min Gu , Pu Chun Ke. Image enhancement in near-field scanning optical microscopy with laser-trapped metallic particles. Optics Letters., 1999, 24(2):76-76
- [14]L. Novotny ,D. W. Pohl, Bert Hecht. Light confinement in scanning near-field optical microscopy. Ultramicroscopy , 1995 ,61(1-4):1-9
- [15]L. Novotny ,Allowed and forbidden light in near-field optics 1:a single dipolar light source. J. Opt. Soc. AM., 1997 , 1491):91-104

漢明碼於誤差擴散式半調色影像之浮水印應用

THE WATERMARKING TO ERROR-DIFFUSED IMAGES IN USING HAMMING CODE

韓維愈 林武杰 李衍博 吳匡時

清雲科技大學 資訊工程系

vb60@cyu.edu.tw

摘要

在本論文中我們提出一種應用於誤差擴散式影像(Error-Diffused images)的浮水印新方案。該方法可直接運用於半調色處理過程(halftoning process)，並只需增加些許額外計算時間。我們所採用之觀念是將誤差擴散過程輸出視為一串列位元，並利用漢明碼(Hamming Code)概念將檢測位元(浮水印)加入輸出，漢明碼長度則由所要隱藏之浮水印資料量決定，檢測位元設定所引起之輸出誤差則直接回饋到誤差擴散程序中進行補償，以符合明暗與細緻之保存要求；在接收端則依據同樣漢明碼長度(稱為位元區塊)，逐一檢視各位元區塊的檢測位元，並據此偵測是否有浮水印判別所有權歸屬。實驗結果顯示我們所提出的方法可成功的將浮水印隱藏於誤差擴散式半調色影像中，並可對抗裁剪、JPEG 壓縮及污損等影像操作。

關鍵字：誤差擴散式半調色、浮水印、漢明碼、檢測位元

Abstract

In this paper, we propose a new watermarking method for the Error-Diffused images. The method can be used in the halftoning process and the extra computation time it costs is little. The proposed method first represents an Error-Diffused image with a bit string, then it adds Hamming Code to the formatted bit string to hide the specified image. The length of the added Hamming Code depends on the size of the image to be hidden. The errors generated by the added Hamming Code are introduced to the error diffusion process so that the errors can be compensated later and thus the fineness and softness of the generated image is still good. To extract the hidden image, the receiver on the other side can simply inspect check bits of the reformatted bit string generated by the received image. The experimental results show that the proposed method can successfully hide watermark images in Error-Diffused images and the method is not sensitive to image operations such as scrawling, JPEG compression, and clipping.

Key words : Error-Diffusion, watermarking, Hamming Code, check bits

一、前言

半色調技術僅須黑白兩種色調即可在視覺上產生連續灰階圖片之效果，該技術已被廣泛應用在印刷工業及包含圖片的數位文件上，以降低印製、儲存與傳輸的成本。在半色調技術中，誤差擴散方法可以產生在視覺上與原灰階圖片相當之細緻與明暗感覺的二值影像（僅有黑白兩種色階），因此誤差擴散方法是一種常被使用的半色調技術。隨著電腦的普及與自動化工業的進步，文字、圖片編輯排版可在異地完成後藉由網際網路傳送到不同的地方印製；世界各地的使用者也可透過全球資訊網以數位方式進行文件查詢與下載儲存，大量的半色調文件以數位方式被傳輸及儲存副本，如果資料未經所有權單位或個人同意下使用圖利，將發生侵權問題或法律訴訟，因此需要一套具有快速同步產生隱藏浮水印的半色調技術（例如誤差擴散方法），協助辨識媒體產權歸屬、真偽，保障原創者的所有權。

浮水印初始目的在於將辨識或防偽資訊（文字或商標等）加入需產權保障的媒體中，基於不同的運用目的，浮水印可以是顯現的或隱藏無法察覺，但為避免使用者直接對浮水印的惡意攻擊，一般的運用多採隱藏方式。早期資訊隱藏大多在於研究印製可見之浮水印或防偽設計，隨著電子媒體的長足發展，1995 年起開始有較多的研究投入，近年來更是成為熱門的研究領域[1]，一般而言浮水印的加入，必須在視覺上不影響加密影像的品質，另外也必須夠強健，以抵擋影像操作破壞，例如污損、壓縮及裁剪等，依據浮水印加入之操作方式，可概略分成頻域（frequency domain）操作與空間域（spectral domain）操作。頻域操作首先將原始圖片利用轉換工具，例如離散小波轉換（Discrete Wavelet transform）、離散傅立葉

轉換（Discrete Fourier transform）、離散餘弦轉換（Discrete Cosine transform）等，分解頻譜後，將浮水印資訊（可以是某種統計特性資料[2]、圖形頻譜[3]或是圖形輪廓節點[4,5]）加到人類視覺上較不敏感之頻率區域或修改係數振幅值，達到資訊隱藏目的。空間域操作則是直接對影像像素內涵進行資料隱藏，例如將浮水印資訊放入像素的低位元上[6]或是依據灰階不同將像素進行分群，再以各群灰階差異嵌入浮水印[7]。對於浮水印檢測技術趨勢，目前所提出之方法大多無需原始圖片輔助，僅依據隱藏區域與浮水印相關性的比對即可進行驗證[2,3,4,7,8]，對於辨識內容篡改的研究，傳統做法為簽名加密[9]，任何沒有密鑰的人皆無法破解密碼，因此也無從篡改，但是只要有一份已解密之文件被竊取，則無法防治偽造之問題；近來已有研究提出脆弱式(FRAGILE)浮水印，任何小部份修改皆會造成浮水印破碎或消失[10,11,12]。

前述所提研究，多數集中在探討連續灰階影像之運用，僅有少數學者針對半色調影像進行研究[13,14,15]，Kimoto[16]提出對各種色階選擇兩組重疊差異最大的 dot template cells 建構兩張配對半色調影像 R、V，並將浮水印分別隱藏於兩張半色調影像中，只有 R 或 V 影像才是具有版權，擁有者可以將任意一張影像發佈使用，當有侵權問題發生時，只有正版發布影像與擁有者留存之影像重疊時才會產生浮水印，以此方式達到著作權保障。本論文中我們將提出一種半色調影像所有權判斷的浮水印方案，主要概念是將漢明碼與誤差擴散方法結合，將浮水印圖像像素記錄於半色調影像中並於接收端運用相同原理檢測出浮水印，據此進行所有權研判。

二、誤差擴散式半調色與漢明碼介紹

2.1 誤差擴散式半調色方法

誤差擴散法是一種廣範運用於產生高品質二值影像的半調色技術。該方法將輸入之灰階影像中的每一個像素值與某臨界值比較，如果大於該臨界值則輸出 1，否則輸出 0。目前處理之像素輸入與輸出誤差值則分散給尚未處理之臨近像素(分配比率則由權重矩陣所決定)。圖 1(a) 描繪一典型誤差擴散式半調色方法的方塊圖及相關參數，其中權重矩陣採用 Floyd 及 Steinberg[17]所提出之數據(參考圖 1(b))。本文後續之章節均以 ED 影像代表由圖 1(a) 方法所產生之半調色影像。

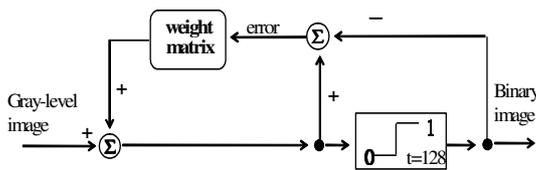


圖 1(a) 典型誤差擴散式半調色方塊圖和及相關參數

$$\frac{1}{16} \begin{bmatrix} & x & 7 \\ 3 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

圖 1(b) 權重矩陣(x 代表目前處理點位置)

2.2 漢明碼介紹 (Hamming Code)

該方法普遍被運用於位元組資料錯誤偵測及更正，其原理先將資料位元資訊計算產生檢查位元資訊，再將此兩組資訊交錯合成漢明碼，並傳送或儲存[18]。當漢明碼再次取得時只需核對其中資料位元資訊與檢查位元資訊即可判斷是否有錯誤發生及其位置，如此一來就可將錯誤自動更新。表一分別列出 4/8/16 個位元資訊的三種漢明碼編列方式，其中 2 的冪次方位置存放檢查位元(分別具有 3/4/5 個位元)，其餘位置則依序存放原始資料位元。為便於讀者了解漢明碼的運作，我們以 4 個位元

的資訊並能偵測/更正一個位元錯誤的例子解釋漢明碼的產生。假設原始資料位元為 1001，位元個數為 4，依據檢查位元計算法則，首先要決定檢查位元個數 k，其中 k 必須符合 $2^k \geq k+4$ ，由此可得到 k=3(參考表一)，由原始資料位元計算檢查位元組為 001，依據表一漢明碼各位元放置法則可得漢明碼為 0011001(有底線的位元代表檢查位元，最左位元以 Bit1 表示，最右位元則為 Bit7)，假設傳送過程中漢明碼中之第 6 個位元發生錯誤，接收端將收到 001101，在作核對時，依據收到資料重新計算檢查位元組為 010，計算公式如式(1)所示：

$$\begin{aligned} 0 &= \text{Bit}3 \oplus \text{Bit}5 \oplus \text{Bit}7 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \\ 1 &= \text{Bit}3 \oplus \text{Bit}6 \oplus \text{Bit}7 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \dots\dots\dots(1) \\ 0 &= \text{Bit}5 \oplus \text{Bit}6 \oplus \text{Bit}7 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \end{aligned}$$

判斷是否有錯誤發生時，只需將式(1)計算所得之新檢查位元 010 與原漢明碼中之檢查位元 001 作 XOR 運算即可得知，如果運算結果為 000 則表示資料正確，其他值則代表發生錯誤的位元位置所在，以本例而言，計算結果為 011，換算成十進位等於 6，正好是發生錯誤之位元位置，我們只要將第 6 個位元 Not 運算後即可還原正確漢明碼，因此我們可以藉由改變漢明碼中某一特定位元，使得漢明碼保持正確或錯誤的狀態，本文即是利用漢明碼狀態記錄資料。

16位元	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
8位元	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12										
4位元	1	2	3	4	5	6	7															

表一、漢明碼(資料位元與檢查位元排放方式，其中最低位元在最左邊)

三、誤差擴散式影像的浮水印產生法則

為便於後續說明，將以 *G image* 代表原始灰階影像，*W image* 帶表浮水印影像，*WED image* 代表加入浮水印的 ED 影像。在正式介紹方法之前，我們先觀察 ED 處理程序是由左至右由上往下的將 *G image* 各點灰階值(0~255)轉換為黑/白點(0/1)，如同通訊上之串列傳輸，其輸出可視為一連串 0/1 位元的漢明碼訊號，當有任何資訊需要隱藏於 ED 影像中時，只需將要隱藏的資料二元化後，利用位元區塊的漢明碼記錄各個位元資訊，例如正確的漢明碼代表 bit 0，有錯誤發生的漢明碼代表 bit 1，這些被隱藏的資訊可作為浮水印，後續用於合法使用辨識或防偽偵測。依據實驗觀察，位元區塊長度採用每列變動或固定數值，並不會造成 *WED image* 影像有明顯的差異，考量方法之效能，故採每列使用相同位元區塊長度作法。接下來介紹如何決定位元區塊的長度，以便將 *W image* 隱藏於 *ED image* 中。給定 *W image* 的位元數目 N_w ，*G image* 的大小為 $N_{row} \times N_{col}$ 及位元區塊長度長 B_{length} ，可得式(2)之關係：

$$B_{length} = 2^{\log_2 \left[\left(\frac{N_{row} \times N_{col}}{N_w} \right) \right]} - 1 \quad \dots\dots(2)$$

在本論文中我們依據式(2)計算求得 B_{length} ，開始對 *G image* 執行 ED，對於每一列，每 B_{length} 個像素處理完畢時即設定目前處理位元區塊的像素輸出，使漢明碼與要隱藏之位元一致，設定所引起之輸出誤差則直接回饋到尚未處理的鄰點，利用誤差擴散程序進行補償。在接收端則依據同樣 B_{length} 所產生之位元區塊長度，逐一檢視各位元區塊的漢明碼，並依據漢明碼錯誤與否解出浮水印資訊。

本文所提之漢明碼用於誤差擴散式半調色(ED)影像浮水印演算法如下：

3.1 演算法 1--浮水印隱藏：

輸入：灰階影像 *G* 及浮水印影像 *W*。

輸出：影像 *G* 的誤差擴散式半調色影像(已隱藏浮水印 *W*)。

步驟：

1. 利用式(2)計算位元區塊長度 B_{length} 。
2. 將浮水印影像 *W* 轉換成一維陣列 *L*(已二值化)。
3. 對灰階影像 *G* 執行 ED，對每一列，當有 B_{length} 個像素處理完畢後，則將此位元區塊視為一組漢明碼，並利用式(1)相同原理計算得到新檢查位元，並與原漢明碼中之檢查位元，逐位元執行 XOR 運算，假設十進位值為 *k*，並依據下列法則調整位元區塊中某一位元。

I: 從一維陣列 *L* 中取出一個位元 *b*。

II: If (*b* = 0) then

調整位元區塊中第 *k* 個位元，使得漢明碼正確。

Else

如果 *k* ≠ 0，則隨機改變位元區塊中任一一個位元，使得漢明碼錯誤。

EndIf

改變位元所引起之誤差，則分配給該改變位元下一列正下方未處理的點 *p* 及 *p* 左邊與右邊的兩像素，分配比例分別為 8/16、5/16、3/16。

4. 重複執行步驟 3，直到一維陣列 *L* 中的資料均已處理完畢。

附圖 2(a)、(b)為原始輸入灰階影像及浮水印影像(大小分別為 512×512 及 64×64)，經由演算法 1 處理後之半調色影像(已隱藏浮水印)則如附圖 2(c)所示，為便於比較隱藏浮水印後之視覺差異，特將原始灰階影像的半調色結果展示於附圖 2(d)。



圖 2(a)：原始輸入灰階影像 Pepper(大小為 512×512)

科大
清雲

圖 2(b)：原始輸入浮水印影像(大小為 64×64)

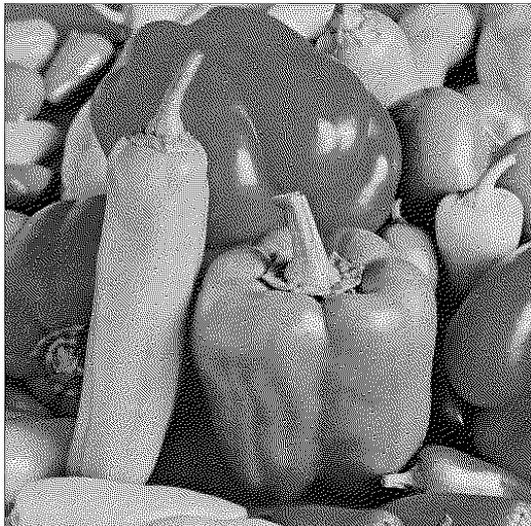


圖 2(c)：圖 2(a)經由演算法 1 處理後之半調色影像(已隱藏 64×64 大小之浮水印)

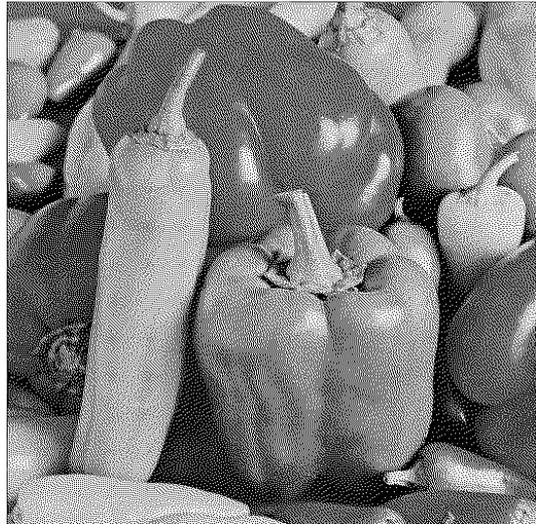


圖 2(d)：圖 2(a)經由原始 ED 半調色結果

3.2 演算法 2--浮水印取出：

輸入：已隱藏浮水印的誤差擴散式半調色影像 WED。

輸出：浮水印 W'。

步驟：

1. 以灰階 128 當作門檻值，對 WED 進行二值化操作。
2. 利用式(2)計算位元區塊長度 B_{length} 。
3. 對 WED 影像一列接一列的執行，對於每一列，當有 B_{length} 個像素讀入後，則將此位元區塊視為一組漢明碼，並利用式(1)相同原理計算得到新檢查位元，並與原漢明碼中之檢查位元，逐位元執行 XOR 運算，假設十進位值為 k ，並依據下列法則將隱藏之浮水印位元取出。
I：If ($k = 0$) then
 隱藏之浮水印位元=0。
 Else
 隱藏之浮水印位元=1。
 EndIf
II：將取出之位元放入浮水印 W'陣列中。
4. 重複執行步驟 2，直到 WED 影像中的資料均已處理完畢。

附圖 3 為附圖 2(c) 經由演算法 2 處理後之結果。

清雲
科大

圖 3：圖 2(c) 經由演算法 2 處理後取出之浮水印

四、更多測試結果

4.1 污損強健性測試

我們故意將附圖 2(c) 污損，如圖 4(a) 所示，以驗證所提方法對污損的強健性，圖 4(b) 展示污損後影像(圖 4(a)) 經由演算法 2 處理後所取出之浮水印影像。測試結果顯示所提出的方法可以成功的從遭污損的半調色影像中萃取出浮水印。

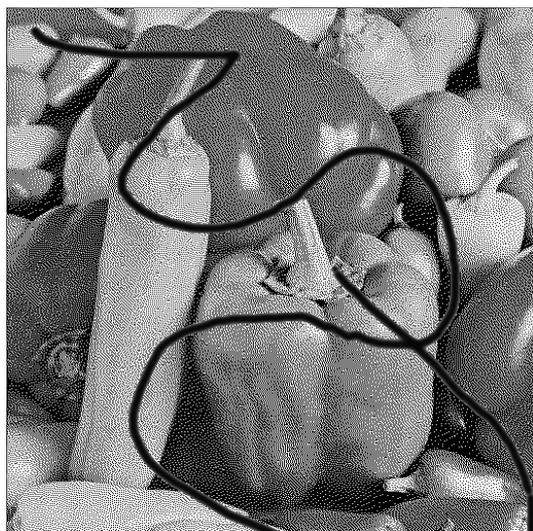


圖 4(a)：圖 2(c) 遭污損後之影像

清雲
科大

圖 4(b)：圖 4(a) 經由演算法 2 處理後取出之浮水印

4.2 裁減強健性測試

本測試裁減附圖 2(c) 左上角區域(大小為原圖 1/4)，如圖 5(a) 所示，以驗證所提方法對

裁減的強健性，圖 5(b) 展示裁減影像(圖 5(a)) 經由演算法 2 處理後所取出之浮水印影像。測試結果顯示本方案對裁減的抵抗性相對較弱，僅能從裁減影像中獲得部份浮水印資訊。

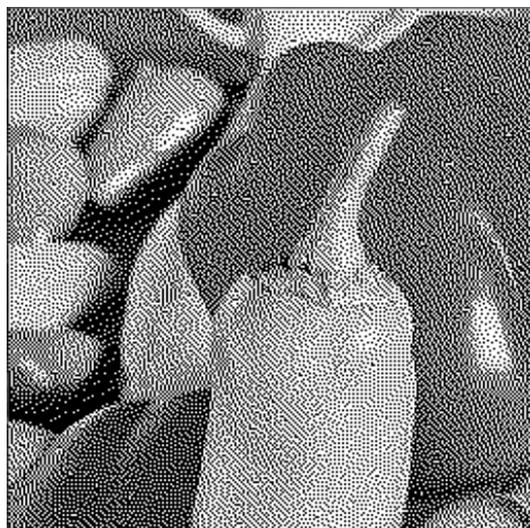


圖 5(a)：裁減附圖 2(c) 左上角區域之影像

清雲
科大

圖 5(b)：圖 5(a) 經由演算法 2 處理後取出之浮水印

4.3 JPEG 壓縮強健性測試

本測試利用 Adobe Photoshop 影像處理軟體將附圖 2(c) 進行 JPEG 壓縮，並選擇最低影像品質(即最高壓縮率)，壓縮前影像(附圖 2(c)) 僅有兩種灰階值(0/255)，壓縮後影像(附圖 6(a)) 其灰階分佈圖如圖 6(b) 所示，由灰階分佈可以看出壓縮造成部份灰階值改變，形成兩群分佈，依據此一特性我們對演算法 2 增加輸入修正，以灰階 128 當作門檻值，進行二值化操作，即大於 128 則設定為 255，其他狀況則為 0，圖 6(c) 顯示壓縮後影像(圖 6(a)) 經由演算法 2 處理後所取出之浮水印影像。測試結果顯示所提方法具備壓縮強健性。

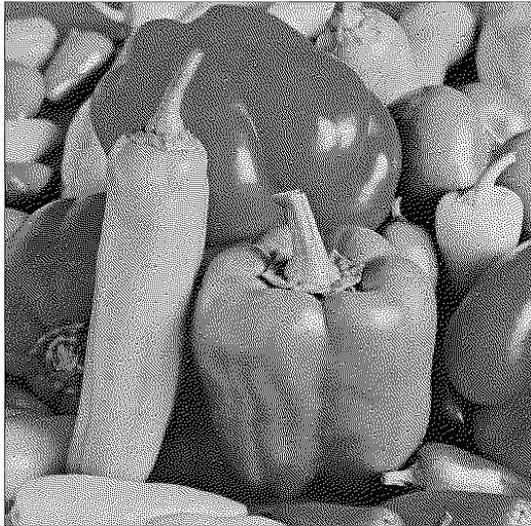


圖 6(a)：圖 2(c) JPEG 壓縮後之影像



圖 6(b)：圖 6(a)之灰階分佈圖

清科
雲大

圖 6(c)：圖 6(a) 經由演算法 2 處理後取出之浮水印

4.4 隱藏資料量對影像品質影響測試

為探討隱藏資料量對影像品質之影響，我們選擇紋理較豐富之 Lena 影像，分別隱藏不同大小的浮水印，比較其視覺品質，附圖 7(a) 為原始輸入灰階影像(512×512)，附圖 7(b)、(c) 則為浮水印影像(大小分別為 64×64 及 128×128)，隱藏浮水印後之半調色影像局部放

大圖分別如附圖 7(d)、(e)所示，原始灰階影像的半調色局部放大結果則展示於附圖 7(f)。以附圖 7(f)為參考基準，比較附圖 7(d)及 7(e)可以發現 7(d)與 7(f)在視覺上無明顯差異，但 7(e)會有類似雜訊的黑白點。分析其原因主要來自於漢明碼長度(用於隱藏一個浮水印位元)，由式(2)之關係可以得知，隱藏 64×64 浮水印時，漢明碼長度為 64，依據演算法 1，原始 64 位元中最多可能改變 2 個位元，變動比例為 1:32，但處理 128×128 浮水印時，漢明碼長度減為 16，變動比例增為 1:8，因此造成不自然之黑白群落效應漸趨明顯，由此顯示在視覺品質要求限制下本法的隱藏容量約為原半調色影像大小的 1/64。



圖 7(a)：Lena 灰階影像

CYU
CSIE

圖 7(b)：浮水印影像(大小為 64×64)

CYU
CSIE

圖 7(c)：浮水印影像(大小為 128×128)

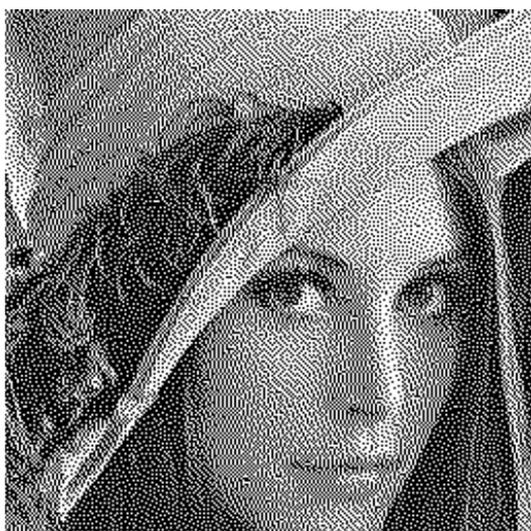


圖 7(d)：隱藏 64×64 浮水印後之局部放大半調色影像 Lena

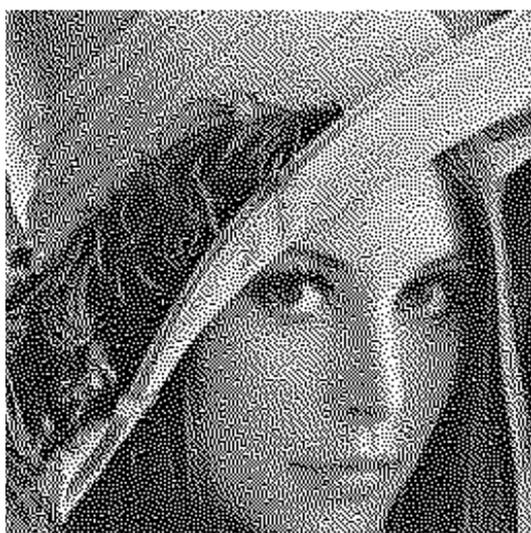


圖 7(e)：隱藏 128×128 浮水印後之局部放大半調色影像 Lena

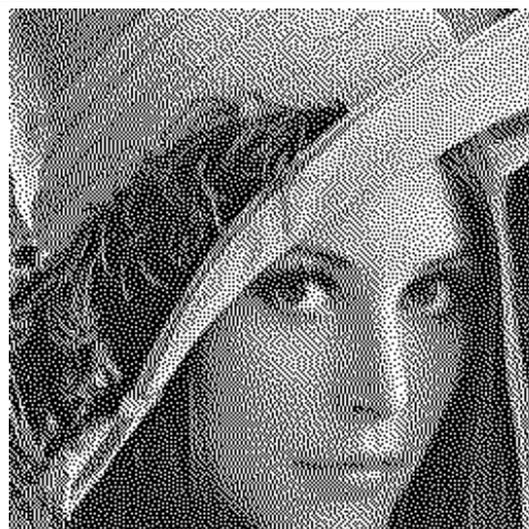


圖 7(f)：原始的半調色影像局部放大結果

五、結論與未來展望

在此論文中已提出一項可用於誤差擴散式半調色影像之浮水印隱藏新技術。主要貢獻包括：

1. 所提出之方法可直接用於誤差擴散式半調色程序中。
2. 在影像被污損、壓縮及裁剪的狀況下，依然可以偵測出符水印。
3. 所提方法相當簡易快速，因此適用於需即時處理的應用上。

未來研究方向包括如何在維持影像品質下提高所隱藏的符水印大小，例如結合資料壓縮於符水印隱藏與取出程序中。

感謝國科會計畫補助

計畫編號：NSC 94-2622-E-231 -026 -CC3

參考文獻

- [1] Ingemar J. Cox , Matthew L.Miller , Jeffrey A. Bloom , “Digital Watermarking ” , MORGAN KAUFMANN PUBLISHERS , 1999.
- [2] Cox, I. J., J. Kilian, F. T. Leighton, and T. Shamoan, “Secure spread spectrum watermarking for multimedia,” IEEE Trans.

- Image Processing, vol.6, no.12, Dec., 1997, pp.1673-1687.
- [3] Kutter, M.; Winkler, S., "A vision-based masking model for spread-spectrum image watermarking," IEEE Trans. Image Processing, Vol. 11, Issue: 1, Jan., 2002, pp.16-25.
- [4] Solachidis, V.; Pitas, I., "Watermarking polygonal lines using Fourier descriptors," Computer Graphics and Applications, IEEE, Vol. 24, Issue: 3, May-Jun, 2004, pp.44-51.
- [5] O. Benedens and C. Busch, "Towards blind detection of robust watermarks in polygonal models," Computer Graphics Forum, vol. 19, pp.199-208, 2000.
- [6] Van Schyndel, R.G., Tirkel, A.Z., Mee, N., and Osborne, C.F., "A digital watermark," Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing, Austin, Vol. 2, 1994, pp.86-90.
- [7] V. Darmstaedter, J. F. Delaigle, I. J. Quisquater, and B. Macq, "Low cost spatial watermarking," Computer and Graphics, Vol. 22, No. 4, 1998, pp.417-424.
- [8] Hsieh, M.-S., D.-C. Tseng, and Y.-H. Huang, "Hidden digital watermarks using multiresolution wavelet transform," IEEE Trans. Industrial Electronics, vol.48, no.5, pp.875-882, Oct. 2001.
- [9] D. R. Stinson., "Cryptography : Theory and Practice ", Boca Raton, FL: CRC Press, 1995.
- [10] Hongtao Lu; Ruiming Shen; Fu-Lai Chung, "Fragile watermarking scheme for image authentication," Electronics Letters, Vol. 39, Issue: 12, pp. 898-900, 12 Jun 2003.
- [11] Junquan Hu; Jiwu Huang; Daren Huang; Yun Q. Shi, "Image fragile watermarking based on fusion of multi-resolution tamper detection," Electronics Letters, Volume: 38, Issue: 24, pp. 1512-1513, 21 Nov. 2002.
- [12] J. Hu, J. Huang, D. Huang, and Y.Q. Shi, "Image fragile watermarking based on fusion of multi-resolution tamper detection," IEE Electronics Letters, vol.38, pp.1512-1513, Nov. 2002.
- [13] Ming Sun Fu; Au, O.C., "Data hiding watermarking for halftone images," IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 11, Issue: 4, pp.477-484, April 2002.
- [14] Ming Sun Fu; Au, O.C., "Self-conjugate watermarking technique for halftone images," Electronics Letters, Vol. 39, Issue: 4, pp. 356-358, 20 Feb 2003.
- [15] Wei-Yu Han and Yea-Jou Shiau, "Digital Watermarking for Error-diffused images," Asian Journal of Information Technology, vol.5, no.2, pp.205-212, Feb 2006.
- [16] T. Kimoto, "Hiding optical watermarks in hard copy images with reducing degradation of halftone quality," in Proc. SPIE, Visual Communications and Image Processing 2003, vol. 3, Lugano, Switzerland, pp. 1895-1904, Jul. 2003.
- [17] R. W. Floyd and L. Steinberg, An adaptive algorithm for spatial gray scale. Proc. SID 17, 75-77 (1976).
- [18] 林銀議, "數位通訊原理－編碼與消息理論", 五南圖書出版公司, 2005/08/03.

供應鏈管理系統選購專案的目標架構與決策模式之連結

Link the Objective Structure with the Decision Making Model for Selecting a SCM Project

魏俊卿 李國樑

Chun-Chin Wei, Kuo-Liang Lee

清雲科技大學 工業工程與管理系

d887801@cyu.edu.tw

摘要

由於產品生命週期的縮短和市場競爭的激烈，使得企業已經進入了微利時代。因此，與供應鏈伙伴充分密切地協同合作已成了產業雙贏、共享利潤的不二法門。為因應如此競爭日益激烈的環境，許多的公司已經投入供應鏈管理（Supply chain management; SCM）系統的導入與應用。但是在企業投入大筆的資金、時間和人力時，如何有系統地選擇一個適合的供應鏈管理系統成了極為重要的議題。本研究之主旨為提出一個供應鏈管理系統導入目標發展架構。本架構討論基於公司之策略性目標與決策者所欲獲得之供應鏈管理績效，以步驟化的方式發展供應鏈管理系統導入專案之基本性目標和方法性目標，並且建立適當的目標架構。根據此目標架構發展正確的評估準則和一致的評估標準。此方法將可有效地與不同的定性或定量決策評估模式相結合，藉以縮短群體決策之時間，並協助企業選擇一個適合的供應鏈管理系統。本研究將此模式架構應用於台灣一家鋼鐵廠的供應鏈管理系統評選專案以驗證模式之有效性和實用性。

關鍵字：供應鏈管理系統、決策分析、企業資訊系統

Abstract

Many companies make considerable efforts in implementing Supply Chain Management (SCM) systems to increase their competitiveness. However, how to select an adequate SCM system remains a major concern. This study presents a decision making model for selecting a suitable SCM system that incorporates the strategies and operating routines of a supply chain. Based on the goal of business and the characteristics of its industry, a SCM implementation objective development method is proposed. The method can systematically identify the characteristics of the supply chain, establish the structure of the supply chain, construct the objectives of SCM system selection to support the business goals and strategies of its supply chain, identify the appropriate attributes, and set up a consistent evaluation standard for facilitating a group decision process. A real world example demonstrates the feasibility of the proposed framework.

Key words : Supply chain management (SCM); Decision analysis process; Information system

1. Introduction

Given constantly fluctuating market demands, short life cycles of products and global market trends, companies must effectively design, produce and deliver products and services [1, 2]. Supply chain management (SCM) system involves managing and coordinating all activities associated with goods and information flows from those raw materials sourcing to product delivery and, finally, to the end customers [3]. The SCM incorporates numerous modules of supply chain planning and execution, e.g., supply chain network configuration, demand planning, manufacturing planning and scheduling, distribution planning, transportation management, inventory and warehouse management, and supply chain event management, etc. Today, increasing number of companies implement SCM systems to enhance the transparency of their supply chain and share information with the supply chain members in a timely manner.

Min and Zhou [4] postulated that information technology (IT) provides the impetus for supply chain cooperation and re-engineering. Here, a SCM system is defined as an integrated enterprise information system (EIS) to realize the integration and collaboration of different stages within a supply chain and owns analytical capabilities to produce planning solutions, strategic level decisions and executing tasks of supply chain. A lot of companies invest large money and efforts in SCM applications to increase their competitive advantages and improve overall supply chain efficiency. Different companies choose different SCM modules with differing complexities, costs and impacts, functional and organizational requirements to enhance the transparency and

visibility of their supply chain and share information with supply chain members in a timely manner. However, companies often lack a systematic and rounded methodology to select a suitable SCM system and cause a high risk of failure. Many companies install their SCM systems hurriedly without fully understanding the implications for their business or the need for compatibility with overall organizational goals and strategies. The result of this hasty approach is failed projects or weak systems whose logic conflicts with organizational goals.

This study presents a decision analysis process to select a suitable SCM system considering the strategies and operation routines of supply chain to link with the supply chain objectives of a company. Additionally, this study emphasizes on a systematic SCM objective discussion and development process, not on the quantitative decision-making models. Then, this study links the objective structure with the decision-making model to choose the proper attributes and evaluation guideline. An empirical case in Taiwan is described to demonstrate the practical viability of the proposed method.

2. Select method review

Several methods have been proposed for selecting an adequate SCM or IT system, e.g. scoring [5] and ranking methods [6]. Mathematical optimization methods such as goal programming, 0-1 programming, and non-linear programming methods are also applied to resource optimization for selecting an IT system. Santhanam and Kyparisis [7, 8] presented a nonlinear programming model to optimize resource allocation. It considered the interdependencies of resources related to the assessment indicators. Lee and Kim [9, 10]

adopted the analytic network process (ANP) to 0-1 goal programming model to choose an appropriate IT system. Talluri [11] categorized SCM systems into three domains, i.e., strategic, tactical, and operational planning systems, and then created a 0-1 goal programming model to optimally combine the three domains. However, these programming methods do not contain sufficient attributes that are not quantifiable. Hence, the attributes are only restricted to financial or quantitative factors, such as costs, benefits, and time factors [12]. A narrow focus on the tangible measures usually hinders a thorough and accurate picture of the true value of strategic objectives to organizations.

Strategic discussions of effective supply chain management play a very important role in constructing the supply chain and business model. Many researchers emphasized that it is necessary to consider the strategy factors for selecting a SCM system. Fisher [13] offered a framework to help managers to understand the nature of the demand for their products and devise the supply chain that can best satisfy that demand. Jiang and Klein [14, 15] proposed that the selection of IT projects varies by strategic orientation. They used a questionnaire to assess the strategic relevance of IT systems in an organization and measure the important IT system selection criteria. Their research results allow managers to position selection criteria according to their strategic use of IT.

Generally, a SCM system selection is a group multiple-attribute decision-making (MADM) problem, in which, some measures are not easily quantifiable since an individual judgment and preference is often vague and difficult to quantify with exact numerical values. Little research has addressed the issue of

objective structures for evaluating SCM systems. In this study, a systematic procedure is proposed to construct the objective structure taking into account company strategies and thus extract the associated attributes for evaluating SCM systems. The method also can help the decision makers to set up a consistent evaluation guideline and facilitates the group decision-making process.

3. The SCM implementation objective development method

To clearly present the proposed SCM implementation objective development method, a stepwise procedure is first described.

- Step 1. Form a project team and recognize the characteristics of the supply chain.
- Step 2. Develop the strategic objectives of the supply chain.
- Step 3. Construct the supply chain structure.
- Step 4. Establish the fundamental and means-objective structures of the SCM implementation project.
- Step 5. Extract the suitable attributes to structure the attribute hierarchy.
- Step 6. Screen the unqualified SCM systems.
- Step 7. Evaluate the SCM systems.

Figure 1 displays the comprehensive framework of the proposed method.

3.1 Identify the characteristics of the supply chain

Elucidating the structure of the supply chain is necessary to model the supply chain links. To fully exploit the utmost benefits of these links, managers should clarify the unique characteristics of each interconnected link [4]. Correspondingly, the project team must identify the industry characteristics, client needs, product life cycles, as well as other crucial concerns to widely collect obstacles, information, and environmental trends of the current supply chain

in order to develop the goals and network structure of the supply chain. Meanwhile, the company must perceive its current positions and influence in the entire supply chain. Such perceptions will help the project team in clarifying the scope of business process integration in the supply chain link model that the company can support and handle.

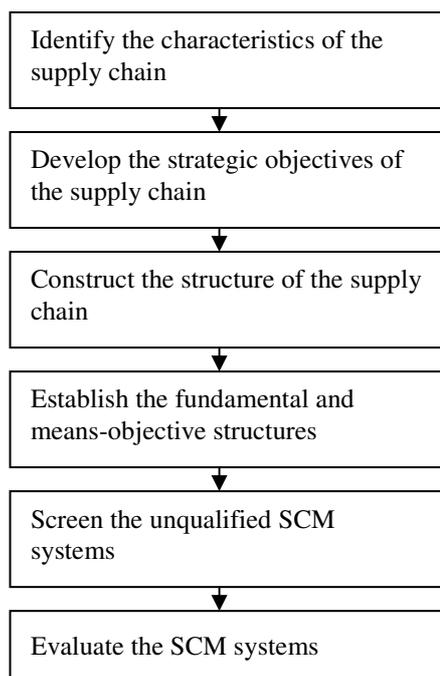


Figure 1 the SCM implementation objective development framework

SCM vendors and systems will significantly influence the long-term supply chain performance in the future [11]. As anticipated, the relationship with SCM vendors should be also a long-term and close partnership. Thus, comprehensively accumulating information of related vendors and systems in the initial selection stage is essential, as well as ensuring that the survey includes less widely known vendors to avoid a situation in which more feasible projects are overlooked.

3.2 Develop the strategic objectives of the supply chain

Performance expectations of strategic objectives in the supply chain should correspond to the competitive strategies of the company. Three steps can be adopted in analyzing the elements of the supply chain and identifying the objectives to achieve strategy conformity [16]: (1) understanding the customers, i.e., the quantity of the product needed in each lot, the response time that customers are willing to tolerate, the diversity of the product line, the service level required, product price and the desired rate of innovation in the product [13], (2) understanding the supply chain, i.e., effectively respond to broad consumer demands, meet short lead times, handle diverse products, create highly innovative products and strive for a high service level, and (3) achieving strategic fit, i.e., accommodate customer requirements and supply chain capabilities and ensure that all functions in the supply chain have consistent strategies that support the competitive ones. Other factors must be deliberated in developing the supply chain model, including the cooperativeness of major suppliers and customers, competitiveness of the industry and bargaining power of the company [17].

3.3 Construct the structure of the supply chain

To fully exploit the benefits of the supply chain network, the managers should clarify the unique characteristics of each interconnected link [2, 4]. Although there is no systematic approach to organize a supply chain structure, we suggest to follow the methods proposed by Lambert and Cooper [18]. Figure 2 indicates the supply chain network construction method.

(1) *Members of the supply chain.* When constructing the supply chain network, identifying who the members of the supply chain

are is a prerequisite. However, integrating and managing all business processes into a SCM system would be inappropriate. Allocating scarce resources to the key links involves determining which parts of the supply chain must be highly prioritized as major links that depend on the core competence and contributions of this supply chain member. Recognize operational roles and decision rights for different members to align the strategic objectives of the supply chain with them.

(2) *Structural dimensions of the supply chain network.* To compromise the dilemma between the complexity of supply chain model and the practicing applicability of the SCM system, the managers should choose the suitable scope of partnerships for particular links. Two dimensions, horizontal and vertical structures, exist in the supply chain network. The horizontal dimension provides the number of tiers across the supply chain. Correspondingly, the vertical structure refers to the number of suppliers and customers represented within each tier. The managers need to scrutinize which aspects of the supply chain should be modeled and identify the crucial boundaries of the supply chain model.

(3) *Characteristics of supply chain links.* Traditionally, many companies regard their own firms as the focal companies in the supply chain [19]. Actually, sometimes a company is a primary member for a specific organization, sometimes it is a supportive role in the supply chain, and it more often performs both primary and supportive operations. The managers must understand their interrelated roles in the supply chain according to a networked organization perspective. According to supply chain strategic objectives and linkage patterns, the project team can confirm the requirements of major processes

in the supply chain model, which will be converted into the specifications of SCM system fundamentals when developing and evaluating an adequate SCM system.

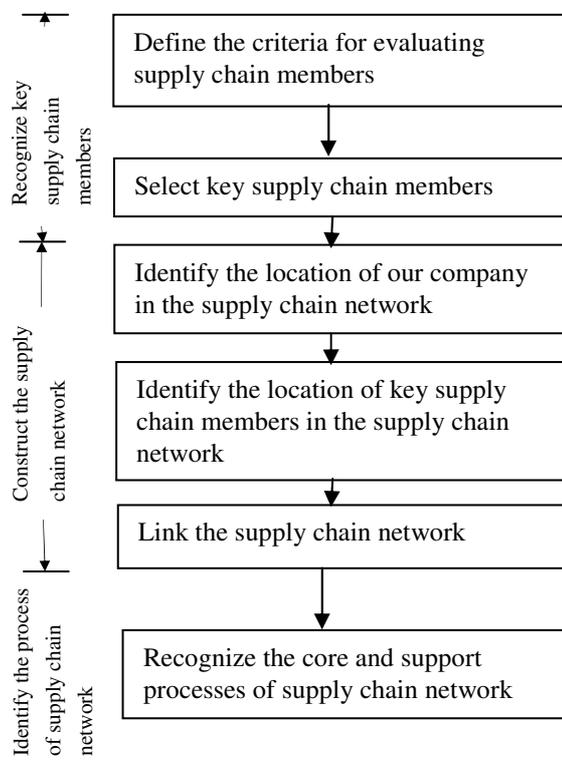


Figure 2 supply chain network construction process

3.4 Establish the fundamental and means-objective structures of the SCM implementation project

Structuring the objectives means organizing them so that the project team can describe in detail what the company wants to achieve and the objectives should be incorporated in an appropriate way into the decision model [20]. Many different, even conflicting, objectives might be considered for developing a multiple objectives decision model to select a suitable SCM system. The objectives can be classified into fundamental-objectives and means-objectives. The fundamental-objectives are those that are important simply because they reflect what the decision makers really want to

accomplish. The means-objectives describe how they can help to achieve other important objectives.

The fundamental-objectives are organized into a hierarchy and they indicate the direction in which the project team should strive to do better. The upper levels in the hierarchy refer to more general objectives and the lower levels comprise some important postulations of the upper objectives. Two methods can be used to establish the fundamental SCM objectives hierarchy, namely, top-down decomposition and bottom-up synthesis. By the procedure of top-down decomposition, the project team asks, "What do you mean by that?". The answers reveal these lower-level fundamental-objectives explain what is meant by the upper-level objective. On the other hand, managers can start from a lower fundamental-objective upward by asking, "Of what more general objective is this aspect?" to find a more general objective by means of the bottom-up synthesis procedure. As organizing the fundamental-objectives hierarchy, the project team must keep in mind to pay attention to the limitation of decision elements and the alternation of business environment at any time.

Means-objectives are organized into networks. Having formulated these means-objectives, the project team can assure the ways to accomplish the preceding fundamental-objectives. In addition, they can narrow the set of SCM candidates and develop the detailed specifications of attributes to evaluate the SCM systems. The project team can create a means-objective apart from fundamental-objectives by asking, "How could you achieve this?". The answers identify the means objectives and describe the linking relations among them. Then, asking the question, "Why is that important?", can help to distinguish the

fundamental- and means-objectives and composite the means objectives toward fundamental-objectives. Table 1 summaries the fundamental-objective hierarchy and means-objective network construction method.

Table 1 Objective structure construction method [20]

	Fundamental objectives	Mean objectives
To move:	Downward in the hierarchy	Away from Fundamental objectives
Ask:	"What do you mean by that?"	"How could you achieve this?"
To move:	Upward in the hierarchy	Toward Fundamental objectives
Ask:	"Of what more general objective is this aspect?"	"Why is that important?"

3.5 Extract the suitable attributes

Proper attributes guide to fulfill key requirements of a company such as strategic concerns and operational needs for assessing a SCM system and mapping out the project characteristics. After the factors addressed in previous studies are organized, this study categorizes SCM system selection attributes into four domains, including strategy, project, software system, and vendor factors. Some suggested attributes are introduced below:

(1) *Strategy factors*: attributes that concern with the strategy objectives of the supply chain, for example, customer demand support, supply chain capability, domain knowledge support, and supply chain model design.

(i) Customer demand support. A SCM system should support the needs for each targeted segment, like product position in the market, customer segments, product cycle, and service level, etc.

(ii) Supply chain capability. There are many types of supply chains, each of which is

designed to perform different tasks well. According to Fisher [13], it includes the responsibility of the supply chain and the efficiency of the supply chain.

(iii) Domain knowledge support. Traditional SCM packages are generic in design, but they also need to meet a company wants to work specially. These systems are expected to provide the functional and domain knowledge fitness with the company's business processes. That is, the software should be designed to support the industry of the company.

(iv) Supply chain model design. The SCM system should be able to support the design of the supply chain model, including the plant and warehouse location, supply chain member choice, and supply chain membership formulation, etc.

(2) *Project factors*: attributes involved in SCM system management, such as total costs, implementation time, expected benefits, and project risks.

(i) Total costs. Usually, direct costs are easily measurable, while indirect costs require considerable effort to appraise. However, it is crucial to have comparative data across alternatives for evaluation purpose.

(ii) Implementation time. Most of SCM systems failure originates in long implementation time and cost overspending. The project team should negotiate with the system vendors to estimate the implementation time of the SCM adoption project.

(iii) Benefits. Like total costs, estimating the benefits exactly is difficult to before the SCM adoption. Nonetheless, it is necessary to obtain comparative values on the benefits for evaluation purpose, as in the case of total costs.

(iv) Risks. The project risk emanates basically from the budget of investment, the

complexity of the system and the skill of project management. Many of these risks stem from the intrinsic package design and the vendor's technology and experience, so should be carefully assessed during the evaluation process.

(3) *Software system factors*: features of the SCM software system, including the function of system, system scalability, system flexibility and system integration.

(i) Function of system. Generally, this factor is the most important attribute for most of companies. Different SCM software systems offer different functionalities and modules to meet the requirements of a company. Reducing the degree of customization is the main purpose to assess this attribute. Additionally, the user interface of the system has to be intuitive and reflect the mental picture of the business activities with which users are familiar. Moreover, faults occurred in the system run not only decrease productivity, but also diminish the confidence of users. Then the reliability of the system cannot be overemphasized during the evaluation process. Lastly, the security of the databases and SCM system must be inviolable and information must be guarded from competitors and hackers.

(ii) Flexibility. The size of a company and its business process are hardly static and fluctuate with time. Flexibility offers the capability of a SCM system to support the needs of the business over its lifetime. The absence of flexibility will render the system corrupt and even obsolete. Firstly, the SCM system must be platform independent. All operating systems, communication systems and database servers should be implemented freely. Secondly, ease of customization and ease of development in house are critical factors weather the system can support the needs of the business in the future.

(iii) System integration. As mentioned earlier, the SCM system should be easily integrated with databases, data warehouses, operating system and communication systems. Additionally, the SCM system must be easily integrated with other expanding SCM modules and EIS, like ERP, MES and PDM, etc.

(4) *Vendor factors*: attributes that pertain to vendors, like vendor's ability, implementation and maintenance ability, consulting service, and vendor's reputation.

(i) Vendor's ability. In view of the expected longevity of SCM systems, the commitment of the vendor to the product and his capability to support the system constitute crucial parameters. The vendor should be able to support the global implementation missions and service jobs in the future. Moreover, the vendor's R&D technology and the trainings that the vendor offers for users should also be evaluated.

(ii) Implementation & maintenance ability. A SCM system requires sophisticated hardware and software system adoption during the implementation process. It may not only fit with the requirements of the company, but also support its complicated supply chain process. A good implementation methodology and experience of the vendor are crucial to adopt the SCM system successfully. More importantly, the maintenance and upgrade services would influence the life and performance of a SCM system after the implementation.

(iii) Consulting services. Due to lack of understanding these SCM systems and their implications, management's difficulty in evaluating SCM alternatives and examining related projects imperatives is increasing at this early stage. For implementing the SCM system successfully, consulting service is a critical factor. The consultants facilitate the process of

modules adoption, stabilize the applications and provide valuable experiences with the best practice. The experience of consultants, the cooperation degree between consultants and internal employees and the input resources density of the consultants constitute the quality and performance of consulting services.

(iv) Vendor's reputation. Unless the vendor has a sustainable earning stream, the capability could be assessed like the market share, earning profile and the general health of the vendor's balance sheet.

The project team can make reference to these attributes of prior studies. However, they had better developed their own critical objectives structure and select the appropriate attributes, which are measurable and be extracted from the fundamental-objectives hierarchy, based on the current business environment and the requirements of the company. According Keeney [21], the project team can examine and modify the attributes continually by some principles, e.g. the attributes should be complete, decomposable, non-redundant, operational and measurable, and minimal. Thus, managers can perceive that these attributes are consistent with the company's objectives and strategies.

3.6 Screen the unqualified SCM systems

A large number of alternatives would be collected initially; hence we need a filtering mechanism to shorten the list of SCM candidates. The characteristics of SCM project, which the company wants, are developed over a course of many meetings. The characteristics that reflect the requirements are transferred to a questionnaire or a checklist of the system specifications. Examining the means-objectives network can help to scrutinize the system specifications and ensure these requirements can

support the company's objectives. The listed vendors are requested to provide information in response to these specific questions. The project team can assess the information to eliminate the clearly unqualified vendors.

3.7 Evaluate the SCM systems

Many decision-making methods can be adopted to evaluate the various SCM alternatives, like Delphi method, score method, ranking method, Analytic Hierarchy Process (AHP), and fuzzy set theory. Despite the project team adopts any decision-making method to evaluate the SCM alternatives, the proper objectives and attributes development is the most critical process. Even if the project team does not employ any quantitative assessment method, a deeply and scrupulous examination or discussion can select an adequate SCM system. The relationship and development process of fundamental- and means-objective structure and decision making model is shown in Figure 3.

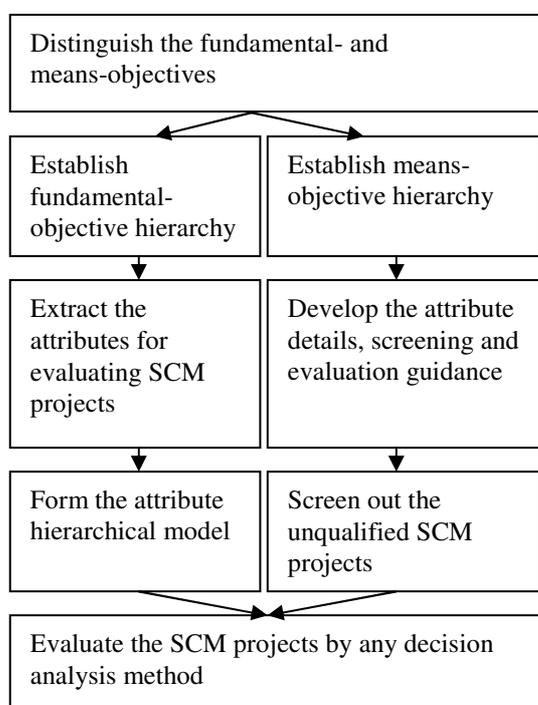


Figure 3 the objective structure and decision making model development process

4. An actual evaluation

The proposed framework was applied to select a SCM system at a steel mill in Taiwan. This integrated steel mill produces plates, bars, wire rods, semi-finished products, and other steel products. After implementing the ERP system, the top management desired to enhance the effectiveness of its global supply chain by adopting a SCM system. The process of selecting the optimal SCM is described below.

Step 1. A project team involved three senior managers was formed. Representatives of user departments, information experts and consultants were also selected to participate in the team. The team gathered information such as problems of the existing supply chain, industry characteristics, and client demands to recognize the characteristics of the supply chain.

Step 2. Because the steel industry is based on make-to-stock manufacturing principle, stock and cost are the most critical considerations. After some discussions, the strategic objectives of their supply chain were defined as follows:

- (1) Supply the market demands at the lowest price under meeting quality requirements;
- (2) Minimize inventory in the entire supply chain to reduce the total holding cost;
- (3) Maximize productivity and turnover rate of equipments to lower the operating cost;
- (4) Select the adequate suppliers based on cost and quality;
- (5) Adopt the low cost logistics technologies.

Step 3. Based on the importance and priority to the steel mill, suitable supply chain network members were selected for consideration. The major links were the tier-1 key direct suppliers and clients, warehousing vendors and distributors in the supply chain.

Some crucial operations of the other tiers, including indirect suppliers, customers and organizations in the supply chain, formed the monitoring links.

Step 4 and 5. We helped the project team to construct the fundamental-objective hierarchy and the means-objective network. Figure 4 indicates the fundamental-objective hierarchy. Additionally, Figure 5 show the means-objective networks of the SCM adoption project in the software system factors.

Step 6. Information about SCM systems and vendors were widely surveyed from industry magazines, exhibitions, the Internet, and yearbook. Unfavorable alternatives were eliminated by asking the listed vendors a few questions, which were formulated according to the system's means-objective network. After preliminary screening, three vendors P_A , P_B , and P_C , were remained for further evaluation. Intensive interviews and meetings were scheduled with each vendor. Core business flow and special features were assessed by running demo scenarios and examining the capacity of each system to fulfill key demands. Finally, user representatives conducted unit tests to evaluate system feasibility.

Step 7. We helped the company to evaluate the three SCM alternatives using the AHP method [22]. The paired comparisons of the priority of alternatives on each attribute and the inter-attribute relative importance were made and converted to a numerical value using a scale of 1-9. Software called Expert Choice was used to determine the normalized weights and synthesize the results. The relative weights of each attributes for all decision-makers are listed in Table 2. Table 3 presents the results of all decision-makers and the last column indicates

the global priority of the three SCM projects by geometric mean method. It can be seen that project A was the best choice for the company.

Throughout the evaluation process, it is necessary to make sure that the consistency index (C.I.) of each judgment is less than 0.1. Otherwise the decision-maker may have to check the evaluation again.

Table 2 relative weights of attributes

Attributes		DM 1*	DM 2	DM3
Strategy factor	Customer demand support	0.125	0.158	0.244
	Supply chain capability	0.225	0.275	0.244
	Domain knowledge	0.579	0.475	0.415
	Supply chain model design	0.071	0.092	0.098
Project factor	Total costs	0.074	0.195	0.305
	Implementing time	0.308	0.214	0.130
	Benefits	0.439	0.411	0.493
	Risks	0.180	0.180	0.072
System factor	Function & technology	0.731	0.648	0.651
	System flexibility	0.081	0.122	0.127
	System integration	0.188	0.230	0.223
Vendor factor	Vendor's ability	0.462	0.548	0.501
	Implementation & Maintenance	0.185	0.142	0.164
	Consulting service	0.272	0.235	0.265
	Vendor's reputation	0.081	0.075	0.070

*DM=decision maker

In Table 2, the decision-makers were pretty consistent in assigning the weights of attributes. In the strategy factors, domain knowledge support was the most critical attribute. Then, the supply chain capability followed. Benefit ranked firstly in the project factors. Implementing time, project risks, and total costs followed. The function and technology of SCM system was the most important factor among system factors, followed by system integration and system flexibility. In selecting a good vendor, all decision-makers agreed that the ability of the vendor was the most important factor. The consulting service

ability of vendor, the implementation and maintenance ability, and the reputation of vendor were the second, third and last critical factors.

Table 3 indicates all decision-makers preferred project A was better than the others. The project team achieved sufficient agreement to choose project A after a short discussion.

Table 3 results of AHP analysis

Alternatives	DM 1	DM 2	DM 3	Geometric mean
Project A	0.528	0.637	0.600	0.588
Project B	0.332	0.258	0.200	0.259
Project C	0.140	0.105	0.200	0.143

5. Conclusion

In this study, we proposed a framework to select an adequate SCM system based on the decision-analysis process. By the proposed procedures, the company can identify the elements of SCM project selection problem and formulate the fundamental-objectives hierarchy and means-objectives network, which are aligned with the goals and strategies of the company. The pertinent attributes for evaluating a variety of SCM systems and vendors can be derived according to these objectives structures. Some suggested attributes also were introduced.

The development process of the SCM fundamental-objectives and means-objectives are the most critical step in a SCM system selection project. In the real case, we employed the AHP method to select a suitable SCM system. However, the objective development method can fit to any quantitative and qualitative decision-making method. Additionally, the objectives structure of SCM selection can be developed and refined by the decision analysis process. The method can fully reflects the

decision makers' cognition, the requirements of company, and the proper direction to achieve the objectives, even if the project team does not use any quantitative evaluation method.

In addition, using the proposed framework is very flexible to accommodate additional attributes or new decision maker in the evaluation. It is found that the framework can reduce the time taken to obtain the consensus of multiple decision makers.

Appendix Analytic Hierarchy Process (AHP)

The AHP method, introduced by Saaty [22], directs how to determine the priority of a set of alternatives and the relative importance of attributes in a multiple criteria decision-making problem. The AHP usually involves three stages: decomposition, comparative judgments, and synthesis of priorities. First, AHP decomposes the problem into its components and alternatives, groups the components into a hierarchy. Second, according to the hierarchical model, decision makers assign numerical values to subjective judgments on the relative importance of each component by using paired comparisons for the components. The paired comparison process is repeated for each component based on the largest eigen value method. Third, synthesize the judgments to determine the relative weights importance of components and the global priority of alternatives.

References

- [8] M. Christopher, U. Juttner, "Developing strategic partnerships in the supply chain a practitioner perspective", *European Journal of Purchasing & Supply Management* 6, 2000, pp. 117-127.
- [9] B. M. Beamon, "Supply chain design and analysis: Models and methods",

- International Journal Production Economics* 55, 1998, pp. 281-294.
- [10] R. B. Handfield, L.N. Ernest, "Introduction to supply chain management", Prentice-Hall, Upper Saddle River, 1999.
- [11] H. Min, G. Zhou, "Supply chain modeling: past, present and future", *Computers & Industrial Engineering* 43, 2002, pp. 231-249.
- [12] H.C. Lucas, J.R. Moore, "A multiple-criterion scoring approach to information system project selection", *Infor* 14, 1976, pp. 1-12.
- [13] M. D. Buss, "How to rank computer projects", *Harvard Business Review* 61, 1983, pp.118-125.
- [14] R. Santhanam, G. J. Kyparisis, "A multiple criteria decision model for information system project selection", *Computers & Operations Research* 22, 1995, pp. 807-818.
- [15] R. Santhanam, G. J. Kyparisis, "A decision model for interdependent information system project selection", *European Journal of Operational Research* 89, 1996, pp. 380-399.
- [16] J. W. Lee, S. H. Kim, "An integrated approach for interdependent information system project selection", *International Journal of Project Management* 19, 2000, pp.111-118.
- [17] J. W. Lee, S. H. Kim, "Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection", *Computers & Operations Research* 27, 2000, pp.367-382.
- [18] S. Talluri, "An IT/IS acquisition and justification model for supply-chain management", *International Journal of Physical Distribution & Logistics* 30 (3/4), 2000, pp.221-237.
- [19] J. Sarkis, R. P. Sundarraj, "Factors for strategic evaluation of enterprise information technologies", *International Journal of Physical Distribution & Logistics* 30, 2000, pp.196-220.
- [20] M L. Fisher, "What is the right supply chain for your product?", *Harvard Business Review* March-April, 1997, pp. 83-93.
- [21] J. J. Jiang, G. Klein, "Project selection criteria by strategic orientation", *Information & Management* 36, 1999, pp. 63-75.
- [22] J. J. Jiang, G. Klein, "Information system project-selection criteria variation within strategic classes", *IEEE Transactions on Engineering Management* 46 (2), 1999, pp. 171-176.
- [23] S. Chopra, P. Meindl, "Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation", Prentice Hall, Upper Saddle River, 2001.
- [24] D. Simchi-Levi, P. Kaminsky, E. Simchi-Levi, "Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies", McGraw-Hill, Boston, 2000.
- [25] D. M. Lambert, M. C. Cooper, "Issues in supply chain management", *Industrial Marketing Management* 29, 2000, pp. 65-83.
- [26] M. Verwijmeren, "Software component architecture in supply chain management", *Computer Industry* 53, 2004, pp.165-178.
- [27] R. T. Clemen, "Making hard decisions: an introduction to decision analysis", Duxbury Press, Pacific Grove, 1996.
- [28] R. L. Keeney, H. Raiffa, "Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs", Cambridge University Press, New York, 1993.

[29] T. L. Saaty, "The analytic hierarchy process", McGraw-Hill Press, New York, 1980.

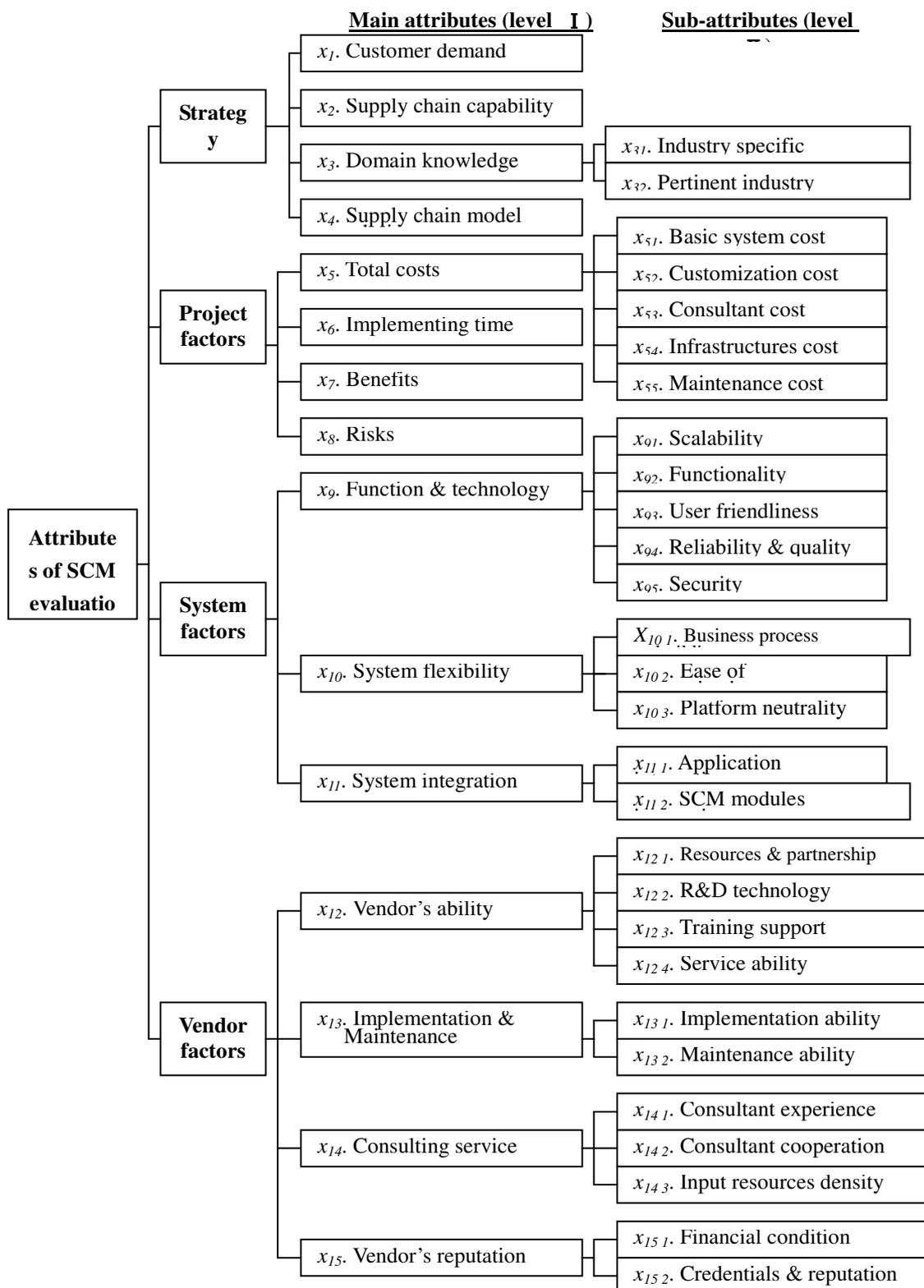


Figure 4 the Fundamental-objective hierarchy

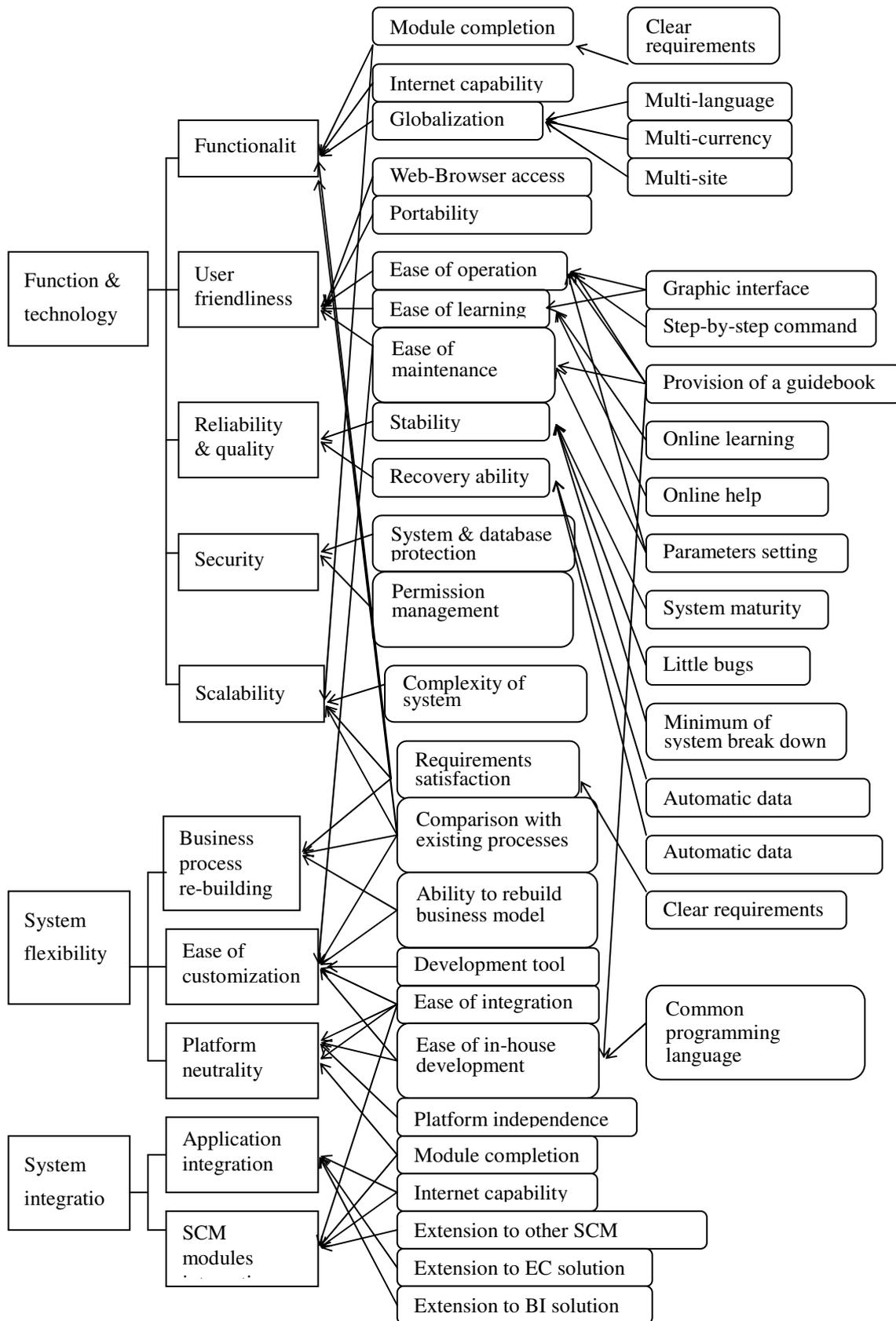


Figure 5 the means-objective network of software system factors

運用長期探針車時空資料評估市區道路服務水準

A Study To Evaluate Level Of Road Service In Urban Area By Using Long-term Probe Vehicle Time-space Data

朱松偉

清雲科技大學 行銷與流通管理系

swchu@cyu.edu.tw

張靖志

台灣大學 地理環境資源研究所

p93228006@ntu.edu.tw

摘要

目前道路服務水準評估、旅行時間預估等相關研究，在行車速率推估上多以路面上佈設之車輛偵測器 (Vehicle Detector, 以下簡稱 VD) 為主，但 VD 之埋設需經路面挖掘、VD 佈設、重鋪柏油等程序，佈設不容易；且損壞率偏高，亦普遍存在維護困難的問題。尤其在市區道路上，受限於經費與管轄範圍，VD 無論在密度與數量上，都無法滿足現今資訊蒐集精度之要求，因此若能透過探針車提供交通管理上所需之相關數據，實為成本較低且應用性更廣之選擇；但市區道路由於交通狀況複雜，加上交通號誌的影響，欲利用探針車進行道路服務水準評估、旅行時間預估，勢必需針對車輛實際旅行以及車輛停等之時間與範圍，加以區隔與釐清，方可還原實際狀況。

爰此，本研究與清雲科技大學運籌管理研究中心合作，將 OBU 安裝在桃園亞通客運之 20 輛車輛上作為本研究之探針車，並自 2004/06/01 至 2004/06/30 期間所累積近三十萬筆時空資料中，結合地理資訊系統 (Geography Information System) 與空間資料探勘 (Spatial Data Mining) 之方法與技術，選取桃園縣蘆竹鄉中正路至南崁路路段，實際評估探針車於市區道路行駛之服務水準，研究結果顯示透過較高時、空解像力之資料，不僅可有效區隔出車輛實際旅行以及車輛停等之時間與範圍，亦可於無 VD 之市區道路路段內估算出可靠之平均旅行速率，其推算出之道路服務水準亦可作為相關單位交通管理與施政之參考。

關鍵字：先進交通管理服務(ATMS)、探針車、道路服務水準

Abstract

In the related researches of highway service level and travel time estimation, it has been mainly focused on how to spread out the Vehicle Detectors(VD) in order to detect the velocity of the vehicles. Spreading the Vehicle Detectors needs road digging procedures, VDs spreading procedures and reconstructing the road procedures, these procedures are very difficult to execute and might also cause road damage chances and hard to maintain problems. Especially for the roads at the downtown, to spread VDs in high density and amount is very difficult because of limited fund and control area, that is why we aren't able to meet the present collecting information requirements. If we could use the probe vehicle to provide the related data for traffic management, it will be a much cheaper and applicable selection to use. Because of the complication of traffic condition and traffic lights influence in the downtown area, it is quite difficult to use the probe vehicle in order to evaluate the service quality for traffic roads and estimation of traveling time. We will need to further separate and justify the scope and time for the real travel time of the vehicle and the real stopping time of the vehicle in order to reconstruct the real situation of traffic condition.

This research will cooperate with the Logistics Management Center at Ching-Yun University in order to solve this problem. The collecting data was performed and collected by using OBU which was located at the probe vehicles from Tao-Yuan Ya-Tung Customer Bus Company , we have collected nearly three hundred thousand real data records from 2004/06/01 till 2004/06/30 at the area from Tao-Yuan Lou-Chu County Chung-Cheng road to Nan-Kan road . We have used the methodology and technology of Geography Information System (GIS) and Spatial Data Mining to evaluate the service quality for the probe vehicle at the downtown areas. The research indicates that by using higher and deeper imagination data, we can not only separate the time and scope of vehicle traveling and stopping, we can also estimate the reliable average traveling velocity for the vehicles without VDs at the downtown area, the service quality data for the traffic road could be a good reference for related traffic management departments.

Key words : Advanced Traffic Management Services (ATMS), Probe Vehicle, Level of Service

一、前言

先進交通管理服務 (Advanced Traffic Management Services, 以下簡稱 ATMS) 係在現有的道路上, 進行交通狀況之預測、交通管理策略之分析、評估與執行, 以達到運輸效率最佳化與運輸安全之目的, 為智慧型運輸系統發展的基礎與核心。近年來利用裝置具備全球定位系統 (Global Positioning System, 以下簡稱 GPS) 功能車上單元 (On Board Unit, 以下簡稱 OBU) 之探針車 (Probe Vehicle) 來蒐集交通資訊, 隨著探針車以及相關研究數量之增加, 而逐步變成即時交通資訊蒐集之主流。

目前國內在道路服務水準評估、旅行時間預估等相關研究, 在行車速率推估上多以路面上佈設之車輛偵測器 (Vehicle Detector, 以下簡稱 VD) 為主, 但 VD 之埋設需經路面挖掘、VD 佈設、重鋪柏油等程序, 佈設不容易; 且損壞率偏高, 亦普遍存在維護困難的問題。尤其在市區道路上, 受限於經費與管轄範圍, VD 無論在密度與數量上, 都無法滿足現今資訊蒐集精度之要求, 因此若能透過探針車提供交通管理上所需之相關數據, 實為成本較低且應用性更廣之選擇; 但市區道路由於交通狀況複雜, 加上交通號誌的影響, 欲利用探針車進行道路服務水準評估、旅行時間預估, 勢必需針對車輛實際旅行以及車輛停等之時間與範圍, 加以區隔與釐清, 方可還原實際狀況。

爰此, 本研究與清雲科技大學運籌管理研究中心 (以下簡稱本中心) 合作, 將 OBU 安裝在桃園亞通客運之 20 輛車輛上作為本研究之探針車, 並自 2004/06/01 至 2004/06/30 期間所累積近三十萬筆時空資料中, 結合地理資訊系統 (Geography Information System, 以下簡稱 GIS) 與空間資料探勘 (Spatial Data Mining) 之方法與技術, 選取桃園縣蘆竹鄉中

正路至南崁路路段, 實際評估探針車於市區道路行駛之服務水準。

1.1 研究範圍

本研究探針車之行駛範圍雖廣佈台北、桃園多數地區, 但影響市區道路服務水準評估之因子眾多, 宜縮小研究範圍以利後續研究, 故研究範圍將以桃園縣蘆竹鄉南崁路至中正路西向東路段為主, 該路段屬市區幹道, 總長度約四公里。其空間範圍如圖 1 所示:

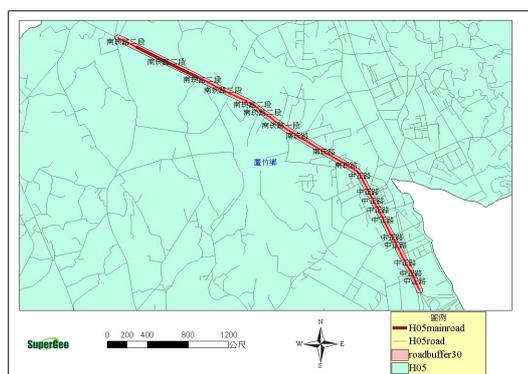


圖 1：研究範圍圖

1.2 探針車資料特性說明

探針車資料係採用本中心之商車營運系統資料庫, 該資料庫主要配合亞通客運行駛班次、路線作為基本資料, 亞通客運雖為大型車且為固定路線, 但由於其中 20 輛車輛均為有 GPS 及 GPRS 等設備之探針車, 且自 2004/04/01 起, 每輛探針車, 每隔 15 秒蒐集 1 筆資訊並紀錄於資料庫中, 累積大量時空連續資料, 時空解像力較高, 可應用於道路服務水準之評估。

1.3 研究限制

考量市區道路服務水準之評估, 需取得道路幾何條件、平均速率、各種車流量等資料, 加上影響市區道路服務水準之因子眾多, 且為兼顧本研究取得之探針車歷史資料, 本研究道路服務水準之評估, 將以平均旅行速率

(Average Travel Speed) 為主要依據，而不針對道路容量作討論。此外，本研究以探討服務水準為主，在車流上採巨觀方式，因此不考慮路段當中之道路屬性，如車道數、路寬、大小車、駕駛人特性、跟車模式等。

二、探針車蒐集交通資訊

由於 GPS、無線通訊、資料探勘以及 GIS 等技術之發展，自 1990 年來即陸續有國外學者提出利用探針車蒐集交通資訊之方法，近來來相關方法與技術更臻成熟，茲將國內外相關文獻整理如下：

Ashish Sen 等人[1]研究探討探針車的數量(探針車經過多少路段)對於路段旅行時間預估的影響。利用歷史資料(芝加哥郊區資料)求路段旅行時間的變異數、標準差，再做假設。結論發現並不是探針車數量愈多愈好，即使探針車數量很大，預估與實際的旅行時間之變異數仍然存在。當探針車到達一定的數量時，即使再增加探針車也不會減小變異數及標準差。

Bruce R. Hellinga and Liping Fu[2,3]則於 1999 年研究討論樣本偏差對探針車輛所得之估計值準確性造成的影響。運用車流理論來證明，抵達時間的分配所產生之偏差與各路段中探針車輛到路口轉彎所佔有的比例，會影響樣本估計值的平均數，並造成延誤。此研究利用模擬一個動態走廊，來觀察樣本偏差所造成的影響與衝擊。研究結果顯示在模擬中，探針車輛所推估的旅行時間即代表一個樣本，若是該探針車輛為一個偏差樣本，則樣本均數不會接近母體均數。模擬顯示前一筆觀察資料數值與當筆資料數值的偏差有直接的關係。

之後更於 2002 年進一步研究將車輛旅行

時間分為行駛時間及停等時間，在一號誌化的幹道上，假設探針車與整體車流平均旅行時間相同，所以只須考慮探針車與整體車流平均停等時間的差異。另一方面，以路側偵測器或其他監視系統所測得的所有車輛抵達時間分配來分割時段，因號誌化幹線上車輛的停等，可根據號誌而有系統性的周期，並依其分配探針車停等時間的權重。再以電腦模擬此種方法在號誌化幹道交叉路口的情況，所得的平均旅行時間之誤差小於直接採用探針車之旅行時間。

Frederick W. Cathey and Daniel J. Dailey[4,5]則研究一個新的演算法，運用大眾運具當作探針車輛，來判斷經過一條公路或是動態走廊所需的旅行時間與速率。此外，利用自動車輛定位系統(Automatic Vehicle Location System, AVL System) 在大眾運具經過的每個路段建立「速率偵測器」。將所經路段定位設立標籤，再利用 GIS 來組織車輛現在狀態的估計值。最後使用這些所得的資料庫來推估旅行時間。之後並進一步將 AVL 所收集到的資料，經過卡門濾波去掉極端值後，再將這些資料對應 GIS 上的各路段，加總各路段的「距離/時間」，即可推估旅行時間。

Chumchoke Nanthawichit 等人[6]則設計不同的方法進行各種不同的路況預測，以統計誤差 RMSE (平均誤差平方根, root-mean-square-error) 及 MARE (mean-absolute-relative-error) 找出較佳的預估方法。此較佳方法為運用巨觀車流理論模式，將探針車所收集到的資料經過卡門濾波器以去掉極端值；再假設路側偵測器置於測量路段的中央。使用路側偵測器及探針車的資料融合，以預估交通狀況並持續更新，而此兩種來源不同的資料權重各假設為 0.5。此方法的車流、速率及密度預估的準確度較高，進一步可

推估旅行時間等延伸資訊。

John Rice and Erik van Zwet[7]則研究一種方法來預估高速公路的路段上之旅行時間。一個路段上當前的交通狀況可以當前的旅行時間來概括，而當前的旅行時間可以由偵測器、影像資料、探針車或任何其他方法來預估（前提是出發後沒有遇到重大的交通改變）。此研究的方法是源自歷史資料的觀察，發現當前狀況的旅行時間與未來的旅行時間之間存在線性關係（Linear Relationship）。線性關係中的斜率和截距也許會因為一天中的時間而改變，但其線性仍存在。此研究是用時間變異係數來作線性迴歸，再利用這些資料來預估旅行時間。

吳佳峰[8]透過車輛歷史旅行資料預估車輛旅行時間，為了能夠正確預估車輛旅行時間，設定了車輛運行路線分段以及車輛歷史旅行資料劃分時段之準則。同時為了補強運用車輛歷史旅行資料預估無法有效反應車輛實際遭遇非預期性運行狀況之改變，模式將運用車輛實際運行時所傳之 GPS 定位訊號。模式從車輛實際之平均運行速度、前車經過前方路段所傳之該路段最近旅行時間資訊，調整預估車輛運行時間；另外模式從車輛實際停等時間，判斷預估車輛停等時間是否有超估或低估之現象，並調整之。為了測試預估模式之適用性，此研究以實際國內客運業者車輛旅行資料對預估模式作實例之測試。從測試結果發現模式在未遭遇非重現性之壅塞時，預估旅行時間有著相當不錯之準度，而當遭遇壅塞時，模式之預估旅行時間誤差亦能透過模式預估旅行時間之調整機制而控制在可接受之誤差範圍內。

李穎[9]則融合國道客運班車 GPS 資料、車輛偵測器資料、事件資料等真實資料，以類

神經網路法尋找各項資料來源其參數與旅行時間之關係，構建國道 1 號西螺至永康交流道路段之旅行時間預測模式。西螺至永康路段切分數段後，融合與該路段相關的三類資料來源，各路段分別構建自屬之預測模式。模式構建的同時亦分別探討四種不同切分方式其旅行時間預測績效。另構建少量資料即可運作的旅行時間預測模式，因應未來資料取得不便的可能狀況。最後以真實車流資料對模式輸出結果進行充分驗證，組合各路段預測模式的方式，滿足了實際生活中各個區間使用者需求、匝道進出車流影響與不同路段長度與特性的考驗，彰顯出模式在各種狀況下的穩定性以及未來實務應用階段的準確可靠能力。

李季森[10]針對國內高速公路用路者之變換車道行為與變換車道時間進行探討與推導相關公式，並進一步撰寫模擬程式，進而探討不同預測時間、流量、探測車混合比例與區段長度等相關參數之實驗組合，並利用探測車所收集之相關資料，透過類神經網路進行旅行時間之預測，以期提供精準之旅行時間預測。經由反覆的校估與測試之結果可知，此研究所構建旅行時間預測模式是屬於「高精準預測」。

張惠汶[11]利用公車在行駛中傳回的 GPS 定位資料，發展一套資料處理方法，推估路段中的速率。其中發展之資料處理模式主要包含兩個部份：一為資料過濾模式採用自定的規則法（在路口與站牌位置前後訂定一範圍作為停等區，再根據公車 GPS 定位的位置資料、速率型態判斷濾除公車上下客、路口紅綠燈停等之低速資料。）；一為資料切割模式採用改變點（Change Point）分析理論（找出一切割點，使切割點至目前更新時間之間的資料是相似的。分析結果在兩模式中均能達到所期望之功能。

黃守琮[12]透過探針車與偵測器資料等兩種不同型態之交通資料偵測器蒐集交通基本資料，透過時空特性轉換成相同時間間隔（Time Interval）及路段之旅行時間資料，進行資料融合，補足各時間間隔及路段旅行時間資料，藉以提昇整體估計車輛旅行時間之準確度。以模擬分析為基礎獲得相關交通基本資料，並透過各估計演算式，以進行車輛旅行時間資料融合模式。研究成果顯示均方根誤差值於偵測器為 8.59；探針車為 7.97；資料融合為 7.69。成功地顯示資料融合估計車輛旅行時間具有有效性與代表性。

吳金杰[13]運用微觀角度之車流模擬程式產生車輛偵測器與探測車資料，並自行構建一套使用探測車單一資料來源之浮動加總旅行時間預測模式，以及融合車輛偵測器與探測車資料，運用類神經網路構建雙資料來源之類神經資料融合旅行時間預測模式，進而探討不同流量型態、不同資料收集時距、不同探測車比例等相關參數之實驗組合，再以真實資料對於模式輸出結果進行驗證。經由反覆的校估與測試結果得知，所構建之浮動加總旅行時間預測模式與類神經資料融合旅行時間預測模式，其預測效果良好。

綜觀上述文獻，可以發現雖利用實際歷史資料來分析為多數，但仍有以模擬資料進行推估[2-3,10,12-13]，究其原因乃長時間且實際探針車資料所需成本較高，取得不易；此外，利用歷史資料推估行車速率或時間之路段更以高速公路為多[1,7,9-10]，市區道路較少[8,11]，最主要原因在於市區道路車流狀況複雜，需有效區隔車輛實際運行時間或是停等時間方可準確推算行車速率或時間，但目前在區隔方法上，多僅考慮時間因素[8]，或自行定義停等範圍[11]，較為缺乏空間向度之分析；另

一方面，為有效消除探針車之極端值多採用統計方法，如卡門濾波值[3,5]、改變點[11]，或利用資料融合方式[6,9-10,12-13]，相關研究須消除極端值或利用資料融合之原因，其實均與探針車資料數量不足有關，亦即由於統計母體數不夠大，容易因特殊極端值影響結果。

故本研究採用大量且長時間之探針車資料，不僅無需透過資料融合即可有效推估行車速率，由於資料筆數足夠，亦無需利用相關統計方法剔除極端值；更有甚者，本研究之分析與研究方法，均以 GIS 為基礎，除可有效補足前人在空間向度議題之探討外，在停等範圍上更是回歸空間分析的本質，以空間密度分析方法進行停等範圍劃設，於道路服務水準之評估方法上更為準確且有效。

三、市區道路服務水準評估方法

3.1 市區幹道服務水準

依據交通部運輸研究所[14]之定義：「市區幹道(Urban Arterial)指市區中之號誌化街道，其道路連貫性佳，常能穿越半個市區以上，其號誌化交叉路口之間隔通常在 3 公里以內，路寬在 20 公尺以上，且為四線快車道，在各路口之轉向交通量比例通常在百分之二十以下。所以市區幹道主要功能在於承載市區內或聯外之高流量直行車輛旅次。」

市區幹道的車流特性受到道路環境、行人及車輛間交叉干擾、及號誌控制等因素的影響。道路環境因素包括車道數、車道寬、分隔島之設置、交叉口間距、速限、停車設備及停車頻率、行人活動、路旁土地之使用等。行人及車輛間交叉干擾受制於幹道之幾何設計，車輛及行人在交叉口及路段之衝突及交通控制。號誌控制本身又牽涉到許多的因素。從容

量分析的立場而言，這些種種因素的影響不可能逐一並正確的考慮在分析的程序中。[14]

故交通部運輸研究所[14]根據平均旅行速率訂定市區幹道的服務水準如表 1。本研究採用道路等級 II 之劃分標準，做為服務水準劃分之依據。

3.2 停等範圍之區劃

市區道路停等範圍之區劃是否合宜，對於平均旅行速率的計算有極大之影響，但前人研究多利用少量數據，且較為主觀方式的劃設停等範圍，例如吳佳峰[8]以車輛平均速度與車輛最近平均速度誤差最小的範圍，為停等範圍，在利用台汽客運作為探針車之路段為一公里，在利用新竹客運作為探針車之路段則為 750 公尺；張惠汶[11]則求算探針車自行駛速率減速至完全停住行駛之長度，及自停等加速至正常行駛速率之行駛長度，推估出停等範圍為 100 公尺。

本研究為求客觀，乃透過熱點 (Hot Spot) 分析，找尋空間上點群聚密集之處及其可識別的範圍，並採用核密度推估法 (Kernel Density Estimation)，來劃分停等區，這個方法是設計核心區 k_1 、 k_2 ，以一定點 s_1 、 s_2 為核心計算半徑範圍內的事件數，會將多數的事件分配至不同的事件群中，產生密度表面，核心區的半徑長度 τ_1 、 τ_2 會影響估計的精確度。這個分析點空間型態的方法，有助於找出停等位置熱點所在，若 s 代表研究區 R 中一定點， $s_1 \dots s_n$ 為 n 個觀測事件的位置，則在 s 點的核密度 $\lambda(s)$ 可以估計為：

$$\hat{\lambda}_{\tau}(s) = \frac{1}{\delta_{\tau}(s)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{s-s_i}{\tau}\right)$$

四、市區道路服務水準計算

4.1 探針車資料誤差分析

空間向度誤差：主要來自探針車上 GPS 的定位誤差，以 OBU 上面 GPS 晶片解算能力，空間精度在 5-25M，亦即本研究最大空間向度誤差為 25M，平均空間向度誤差約為 15 M。

時間向度誤差：探針車每隔十五秒蒐集一筆資料，由於探針車上之時間紀錄為 GPS 時間其精度很高，但紀錄於資料庫時計算至秒為單位，因此若裝置一切正常，其誤差為正負一秒。

時空採樣誤差：若以單輛車計算，由於每十五秒蒐集一筆資料，以 30KM/H 平均時速計算，每段時間採樣之空間距離約為 125 公尺。但因本研究主要探討重點在平均旅行速率，加上研究範圍全長約四公里，且探針車於研究範圍內採任意空間、時間隨機採樣，加上採樣時間夠長，採樣數量夠多，因此時空採樣誤差可以忽略不計。

因此整體來說，本研究之時間解像力為十五秒。而空間解像力則為 25M。

4.2 探針車資料前處理

由於探針車之原始資料僅紀錄序號、車輛編號、經度、緯度、瞬間速度、GPS 時間等主要欄位資料，為利本研究進行分析，須先進行資料前處理作業，並過濾掉明顯錯誤訊息，以擷取有用資訊供下一階段使用。主要處理流程與步驟分述如下：

步驟一空間關係建立：為利後續 GIS 套疊作業，以及距離之計算，首先將上述資料透過 SuperGIS 軟體，進行時空一致化作業，建立空間關係，並將經緯度統一改算成 TWD67 二度

分帶座標。

步驟二採樣點篩選：由於本研究僅取得道路中心線資料，加上 GPS 誤差最大可達 25M，故利用 GIS 工具之環域 (Buffer) 分析功能，以道路中心兩旁各 30M 之範圍，作環域分析並選取範圍內資料，以利熱點分析。

步驟三路段速率計算：本研究路段速率之計算，參照交通部運輸研究所[14]之計算標準，以調查路段之距離除以行駛時間所得之平均值為各單一採樣區之行駛速率，再將各採樣區依照路段區分計算平均數為路段速率。

步驟四時間尺度切割：將所有資料按時間序列處理，並依照月、週、日、時、分等不同時間尺度切割。時間尺度切割處理完之成果，若擷取其中一台探針車，在 5,448 筆資料中可計算出不同時段平均速率如表 2 所示。由表 2 可以發現無論在那個時間向度上，平均速率均明顯偏低，最主要原因即在未區隔實際行駛區與停等區之範圍。

表 2：未區隔停等範圍前之平均旅行速率

平均值的KM/H	Week							總計
Time_Seg	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
00-07	35.38	24.18	31.78	36.91	28.72	33.38	32.68	32.56
07-09	22.93	19.52	19.71		20.52	16.37	19.02	19.59
09-11	26.21		16.95	24.65	20.44		20.61	21.51
11-15	19.90	22.90	19.21	15.34	19.00	16.81	20.73	18.48
15-17	18.80	19.17	17.45	15.66	14.50	18.89	21.75	17.14
17-19	23.84	14.18	13.04	11.11	11.67	12.52	12.23	12.97
19-24		16.55	15.71	22.70	21.93	8.27		15.47
總計	23.59	18.07	20.04	19.69	18.38	16.46	20.09	19.30

進一步將表 2 轉成折線圖如圖 2 所示，由該圖可以發現儘管平均速率偏低，但仍可找出不同時段的尖峰與離峰時間。例如尖峰產生於週一至週六的 17-19 以及週五的 19-24 時段。

4.3 停等範圍區隔

本研究在市區道路停等範圍區劃設上，考

量 GPS 誤差最大可達 25 公尺，若以單輛車每十五秒蒐集一筆資料，以 10KM/H 平均時速計算，每段時間採樣之空間距離約為 42 公尺，故以平均行車速率 10KM/H 以下之空間採樣點作為定點核心，搜索半徑設 25 公尺，網格式為 5.3 平方公尺，計算半徑範圍內之可能停等點，並產生停等區之熱點與範圍。

本研究自 2004/06/01 至 2004/06/30 探針車資料中，利用研究範圍內平均行車速率 10KM/H 以下共 1,112 筆空間採樣點，採用核密度推估法計算之熱點與範圍，中正路路段如圖 3、南崁路路段如圖 4 所示。

為進一步比對停等熱點範圍與實際停等區之差異，本研究實地調查取得研究範圍內之站牌與紅綠燈交通號誌資料，並考量前節最大空間誤差為 25M 與探針車停等範圍誤差為 25M，故以該等資料為之 50M 環域範圍作為可能停等影響範圍，將所有透過 GIS 資料處理與展示，其中南崁交流道到南竹路口路段如圖 5；南竹路口到錦順街口如圖 6；錦順街口到蘆興街口如圖 7；蘆興街口到富國路口如圖 8。

從圖 5 與圖 6 可以明顯發現，由於站牌與紅綠燈密度很高，加上該等路段車流量較多，故停等熱點範圍與實際停等區差異很小；從圖 7 則可發現不僅停等熱點範圍大幅縮小，與實際停等區差異亦增加，最主要原因在於南亞科技園區前之紅綠燈與鄰近之站牌，其尖峰使用期間為南亞科技上、下班時間，故平常時間不僅紅綠燈秒差較大，且均以綠燈為主，另一方面站牌因無人須上、下車，故探針車無需靠站所致；圖 8 則可發現不僅幾乎無停等熱點範圍，與實際停等區差異亦較大，最主要原因在於亞通客運「201 八德-蘆竹」路線，於富國路右轉，沿南工路繞行後，方回到南崁路上，故

本路段僅「台北-南崁交流道-大園」路線行駛，探針車資料較少，且本區並無站牌，加上本路段之紅綠燈，因車流量較少，故平常時間不僅紅綠燈秒差較大，且均以綠燈為主所致。

為進一步驗證本研究停等區劃分方法之準確性，考量統計學上有所謂漏判（Omission error）及誤判（Commission error）之可能性，對於本研究來說，漏判代表實際是紅綠燈或站牌，但利用前述方法未能劃分出來；而誤判則代表實際不是紅綠燈或站牌，但利用前述方法卻能劃分出來，為評估此種狀態可利用錯差矩陣（Confusion matrix），該矩陣如表 3 所示，其中包含兩個重要的指標，即回應率（Response rate）與反查（Recall）。

表 3：錯差矩陣

	實際停等區	實際非停等區
預測停等區	A	B
預測非停等區	C	D

相關公式如下：

$$\text{準確率}=(A+D)/(A+B+C+D)$$

$$\text{回應率}=A/(A+B)$$

$$\text{誤判}=1-\text{回應率}$$

$$\text{反查}=A/(A+C)$$

$$\text{漏判}=1-\text{反查}$$

茲將本研究前節停等範圍劃分結果之誤差矩陣，彙整如表 4：

表 4：研究範圍路段錯差矩陣

	實際停等區	實際非停等區
預測停等區	16	2
預測非停等區	3	8

由表 4 可計算出其準確率為 82.8%、反應率為 88.9%、誤判為 11.1%、反查為 84.2%、漏判為 15.8%，由上述指標可發現，本研究提出之停等區劃分方式不僅正確率高且較為客觀；此外，無需透過現地調查，即可劃分出停等範圍，可應用於其他路段之程度亦佳。

4.4 道路服務水準

依據前節結果，本節進一步扣除停等範圍內之探針車採樣點共 906 點後，推算出研究範圍區內各路段之實際平均旅行速率，如表 5 所示。由該表可以發現扣除後之平均速率，較表 2 之平均速率整體提升約 16.6%，與前節計算之準確率 82.8% 相比，趨勢一致。若單純以「週」的時間向度來看，平均速率最高的是週日；最低的是週一。若單純以「時段」的時間向度來看，平均速率最高的是 00-07 時段；最低的是 17-19 時段。

表 5：扣除停等範圍後之平均旅行速率

平均值的KM/H Time_Seg	Week							總計
	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
00-07	36.83	30.00	38.06	39.49	32.62	35.71	36.31	36.47
07-09	25.31	24.02	22.38		22.28	18.92	20.84	22.18
09-11	28.95		20.14	26.76	21.08		22.00	23.85
11-15	26.20	24.77	22.53	18.22	22.52	18.42	24.60	21.87
15-17	20.45	20.20	25.06	18.36	17.78	20.80	25.26	20.28
17-19	27.33	16.38	18.13	12.93	15.16	17.84	15.93	16.73
19-24	21.20	16.57	29.37	24.07	15.84			20.88
總計	27.17	21.23	24.66	22.74	21.61	21.43	23.40	23.14

若將表 5 轉成折線圖，則如圖 9 所示，由該圖可以發現平均速率已與實際狀況相近，例如：00-07 離峰時段週一至週日平均速率均已達到 30KM/H 以上；17-19 尖峰時段除週三外平均速率亦達 15KM/H 以上。

由於本研究之時間解像力較高，若進一步依每小時為基準，可得出各小時平均速率如圖 10 所示。由該圖可以發現平均速率最高之三個時段分別為 4 時、5 時、6 時；最低為之三個時段分別為 18 時、20 時、17 時。

為計算道路服務水準，首先將研究範圍劃分為五個分區，分別為：第一區南崁交流道到忠孝西路；第二區忠孝西路到南竹路；第三區南竹路到立德街；第四區立德街到長榮路；第五區長榮路到長興街。各分區之空間範圍如圖 11 所示；各分區平均旅行速率如圖 12-圖 16 所示。

再依據前節時間向度的分析結果，分成週間（週一到週五）與週末（週六與週日）以及尖峰（18 時、20 時、17 時）與離峰（4 時、5 時、6 時），並依表 1 的分類標準，計算出各分區之道路服務水準如表 6 所示。不同時間狀態下，各分區之道路服務水準如圖 17-圖 20 所示。綜上所述，第一區到第三區的服務水準偏低，就算在離峰時間，服務水準亦只有 D；相

較之下，第四區及第五區有較佳之服務水準，但如遇尖峰時間，服務水準則明顯下降；整體而言，本研究範圍內之服務水準並不高，但本路段卻是南崁地區重要幹道，相信以如此服務水準不足以滿足用路人需求，未來值得相關單位加以重視並改進。

五、結論與未來展望

本研究以大量、連續性之探針車資料，結合 GIS 之方法與技術，選取桃園縣蘆竹鄉中正路至南崁路西向東路段，實際評估探針車於市區道路行駛之服務水準，研究結果顯示透過較高時、空解像力之資料，不僅可有效區隔出車輛實際旅行以及車輛停等之時間與範圍，該停等範圍經實際驗證，準確率與為反應率分別高達 82.8%與 88.9%。

此外，本研究提出之停等區劃分方式不僅正確率高且較為客觀；另無需透過現地調查，即可劃分出停等範圍，可應用於其他路段之程度亦佳。

另一方面，本研究成功證明於無 VD 之市區道路路段，亦可估算出可靠之平均旅行速率，同時推算出之道路服務水準亦可作為相關單位交通管理與施政之參考。

儘管本研究已具良好成效，未來應可進一步增加探針車數量與探針車蒐集交通資訊的時間長度；此外，本研究之探針車受限於 GPS 精度，致使研究成果無論在時間或空間之分析上，都難以再提高精度，未來可考慮利用 DGPS 之設備與技術，來減少空間誤差；最後，本研究之探針車為大型車輛，但因本研究範圍內缺乏 VD 所能蒐集之車流量與車速資料，故無法推估大客車當量，若取得相關資料，可於後續研究加入此參數。

參考文獻

- [1] Ashish Sen, et al. (1997) "Frequency of Probe Reports and Variance of Travel Time Estimates", *Journal of Transportation Engineering.*, Volume 123, Issue 4, pp. 290-297
- [2] Bruce R. Hellinga and Liping Fu (1999) "Assessing Expected Accuracy of Probe Vehicle Travel Time Report", *Journal of Transportation Engineering.* Vol 125, No.6, pp. 1-7
- [3] Bruce R. Hellinga and Liping Fu (2002) Reducing bias in probe-based arterial link travel time estimates, *Transportation Research, C* (10) :257-273.
- [4] Frederick W. Cathey and Daniel J. Dailey (2001) "Transit Vehicles as Traffic Probe Sensors", *IEEE ITS Conference Proceedings.*
- [5] Frederick W. Cathey and Daniel J. Dailey (2004) "Estimating Corridor Travel Time by Using Transit Vehicles as Probes", *Transportation Research* ,Record 1855 Paper No. 03-3407.
- [6] Chumchoke Nanthawichit, et al. (2004) "Application of Probe-Vehicle Data for Real-Time Traffic-State Estimation and Short-Term Travel-Time Prediction on a Freeway", *Transportation Research* ,Record 1855 Paper No. 03-2987
- [7] John Rice and Erik van Zwet (2004) "A Simple and Effective Method for Predicting Travel Times on Freeways", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 5:3.
- [8] 吳佳峰 (2001) 「有 GPS 資訊提供下之車輛旅行時間預估模式之研究」, 國立交通大學運輸工程與管理學系研究所碩士論文。
- [9] 李穎 (2001) 「類神經網路應用於國道客運班車旅行時間預測模式之研究」, 國立成功大學交通管理學系碩博士班碩士論文。
- [10] 李季森 (2001) 「應用探測車法預測高速公路旅行時間」, 國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
- [11] 張惠汶 (2002) 「利用公車 GPS 定位資料推估路段行車速率之研究」, 國立交通大學運輸科技與管理學系研究所碩士論文。
- [12] 黃守琮 (2004) 「運用探針車與偵測器資料融合估計車輛旅行時間之研究」, 淡江大學運輸管理學系研究所碩士論文。
- [13] 吳金杰 (2004) 「融合偵測器與探測車資料預測高速公路旅行時間之研究」, 國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
- [14] 交通部運輸研究所 (2001) 「2001 年台灣地區公路容量手冊」。

表 1：市區幹道服務水準劃分標準[14]

道路等級	I	II	III
自由車流速率，kph	55	45	40
服務等級	平均旅行速率 kph	平均旅行速率 kph	平均旅行速率 kph
A	~51	~43	~33
B	51~39	43~32	33~25
C	39~34	32~27	25~20
D	34~29	27~23	20~16
E	29~21	23~17	16~10
F	21~	17~	10~

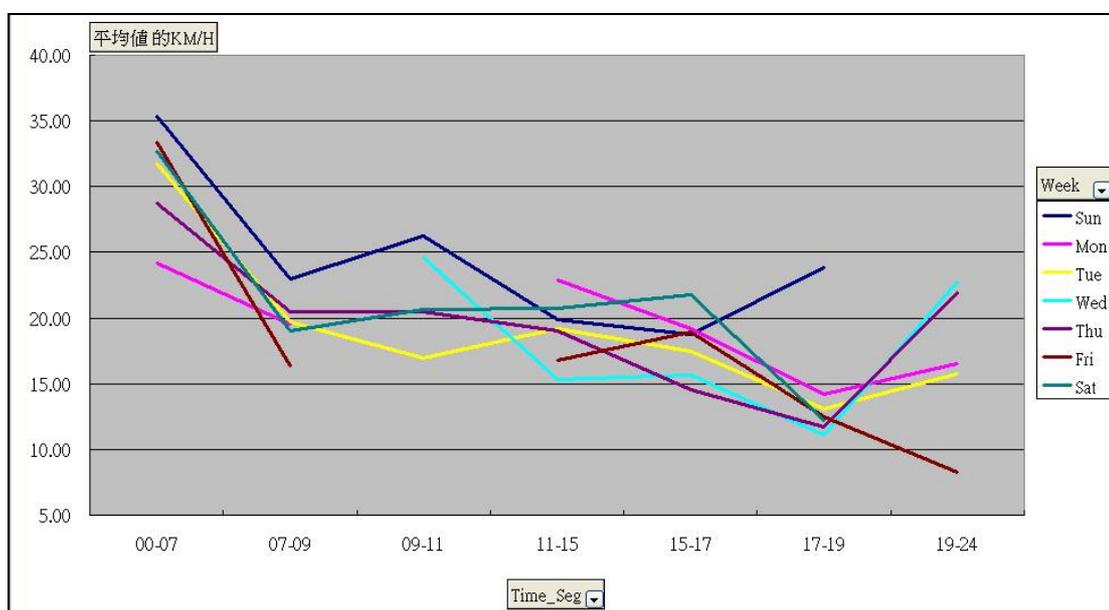


圖 2：未區隔停車範圍前之平均旅行速率



圖 3：南崁路路段停等熱點範圍圖

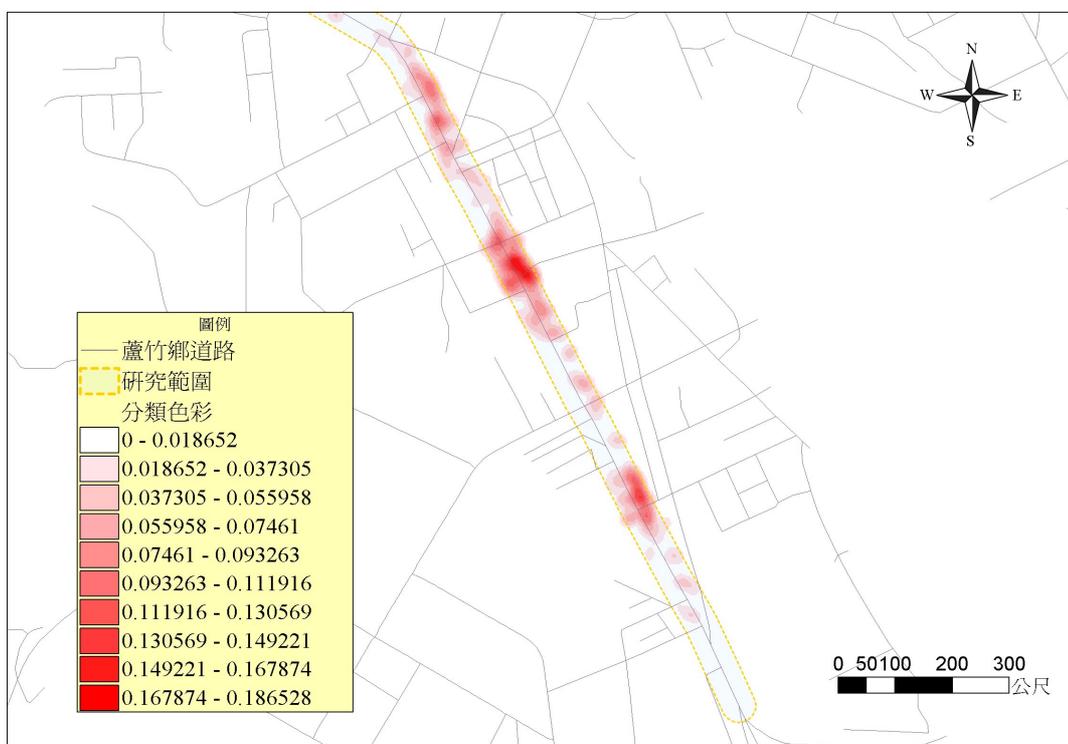


圖 4：中正路路段停等熱點範圍圖

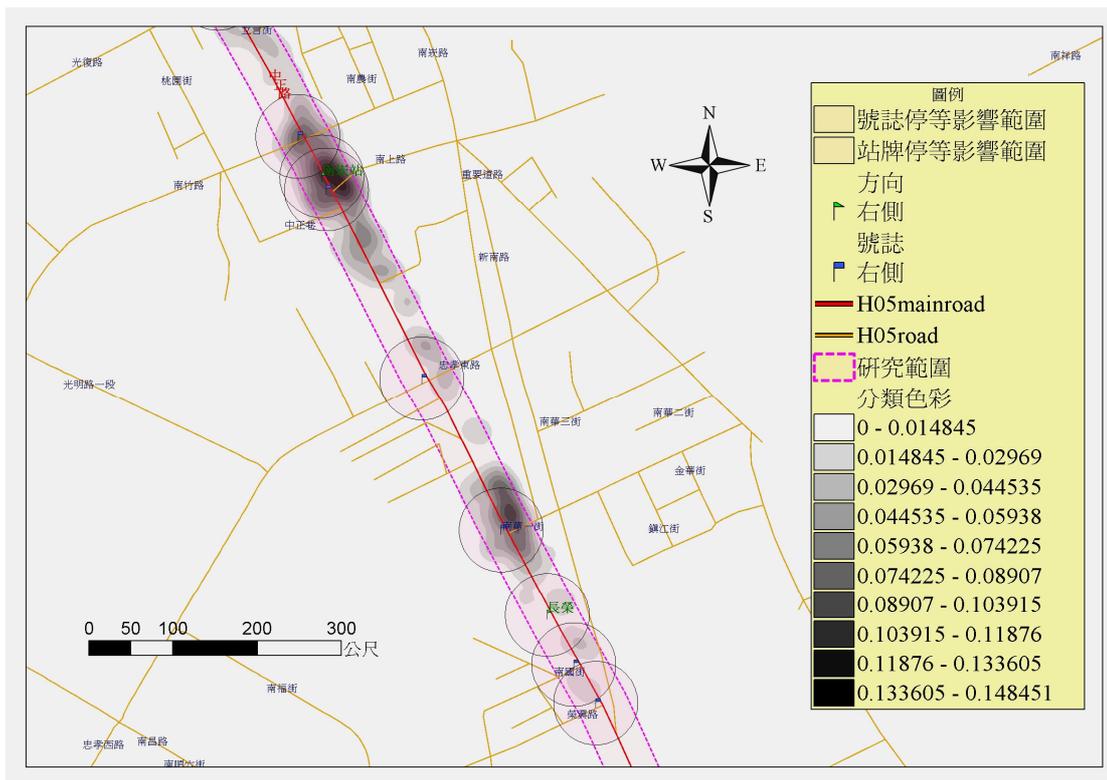


圖 5：南崁交流道到南竹路口路段停等熱點範圍比對圖

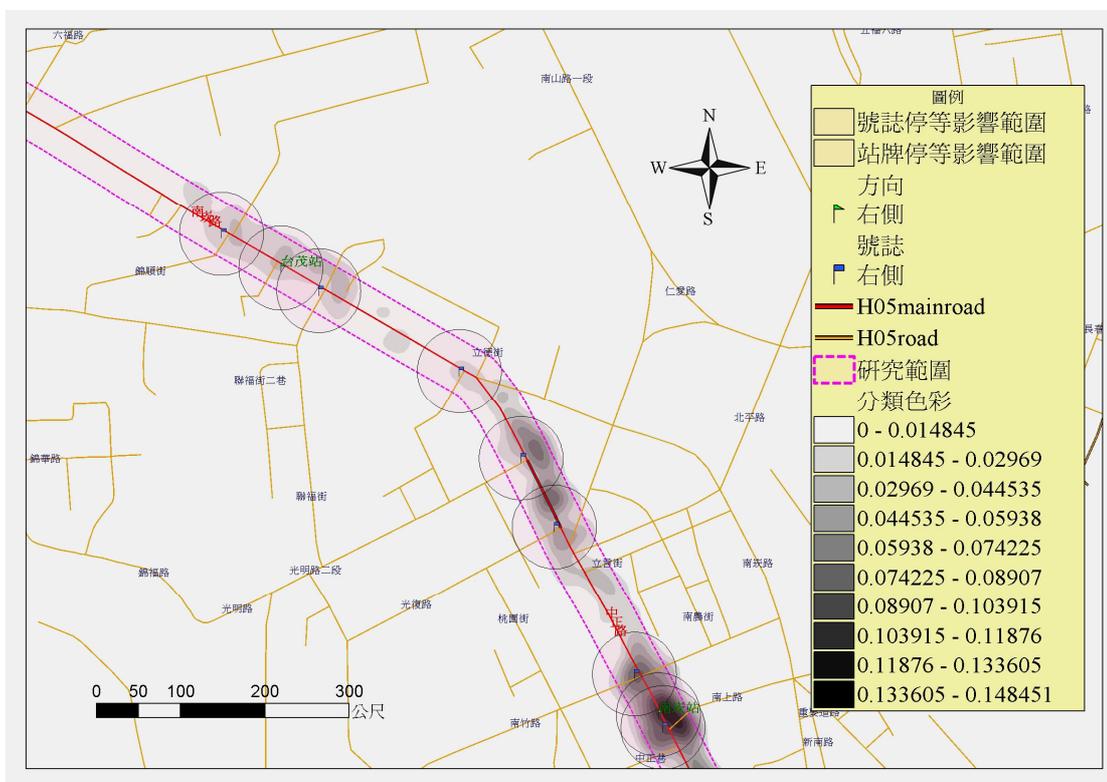


圖 6：南竹路口到錦順街口路段停等熱點範圍比對圖

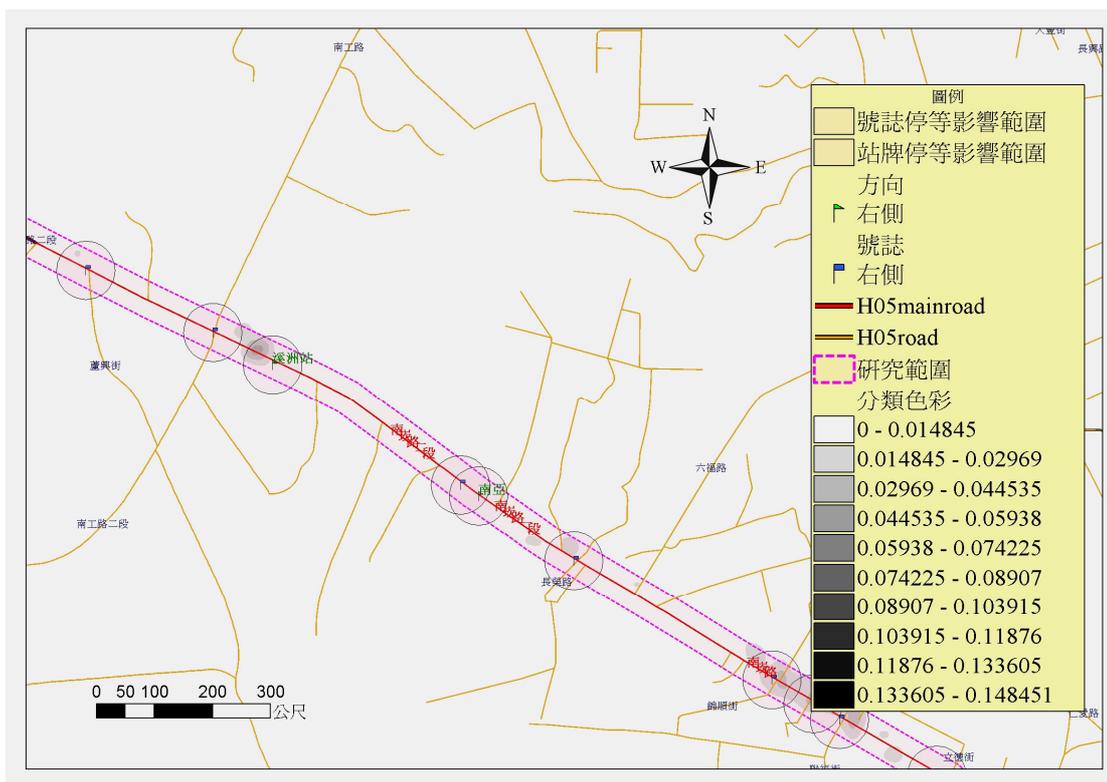


圖 7：錦順街口到蘆興街路口路段停等熱點範圍比對圖

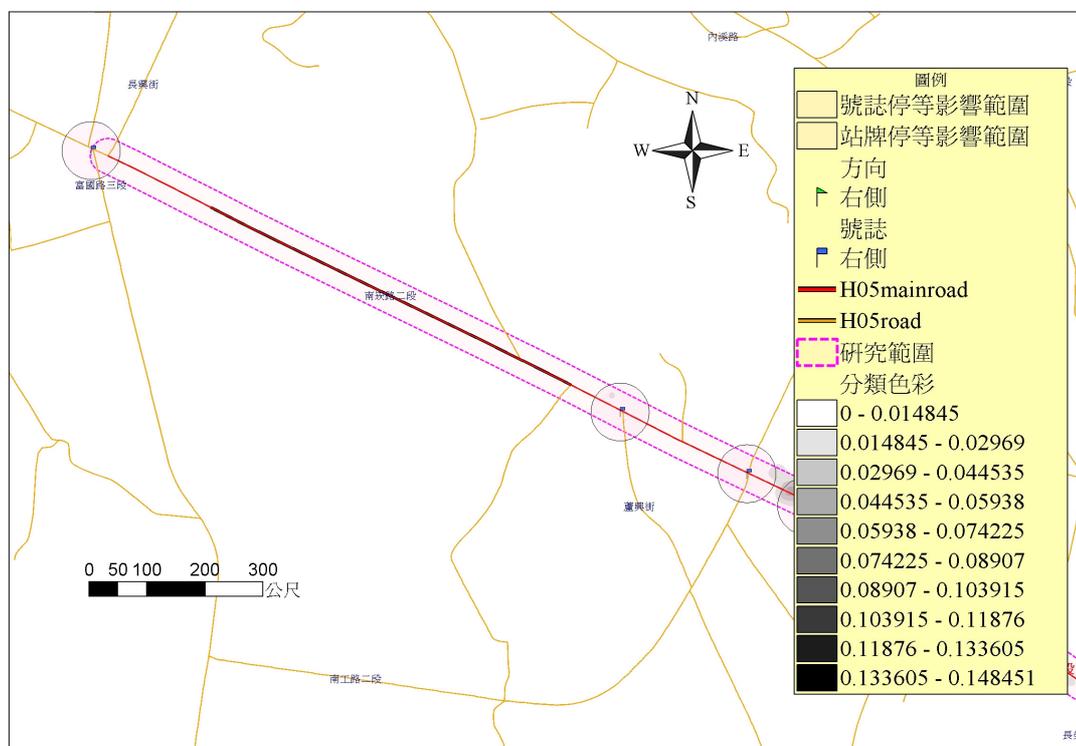


圖 8：蘆興街路口到富國路路口路段停等熱點範圍比對圖

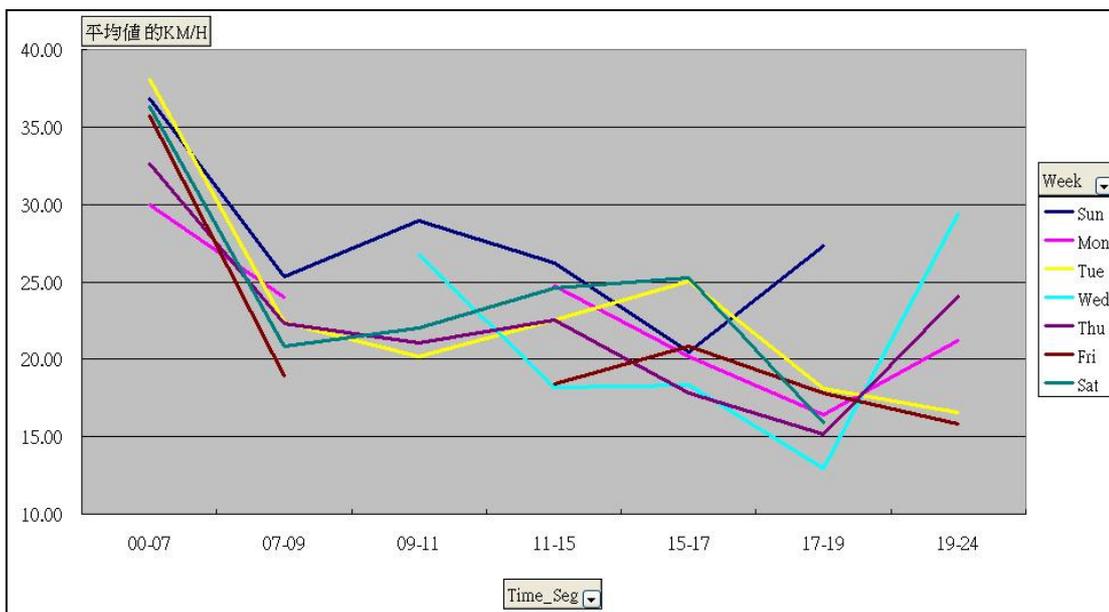


圖 9：扣除停等範圍後之平均旅行速率

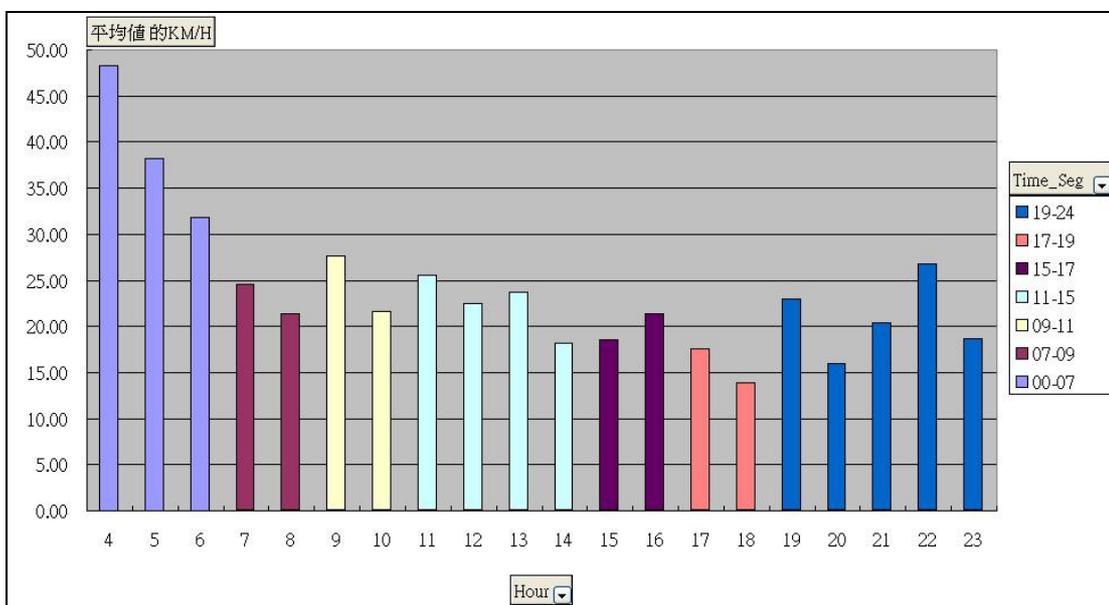


圖 10：各小時之平均旅行速率

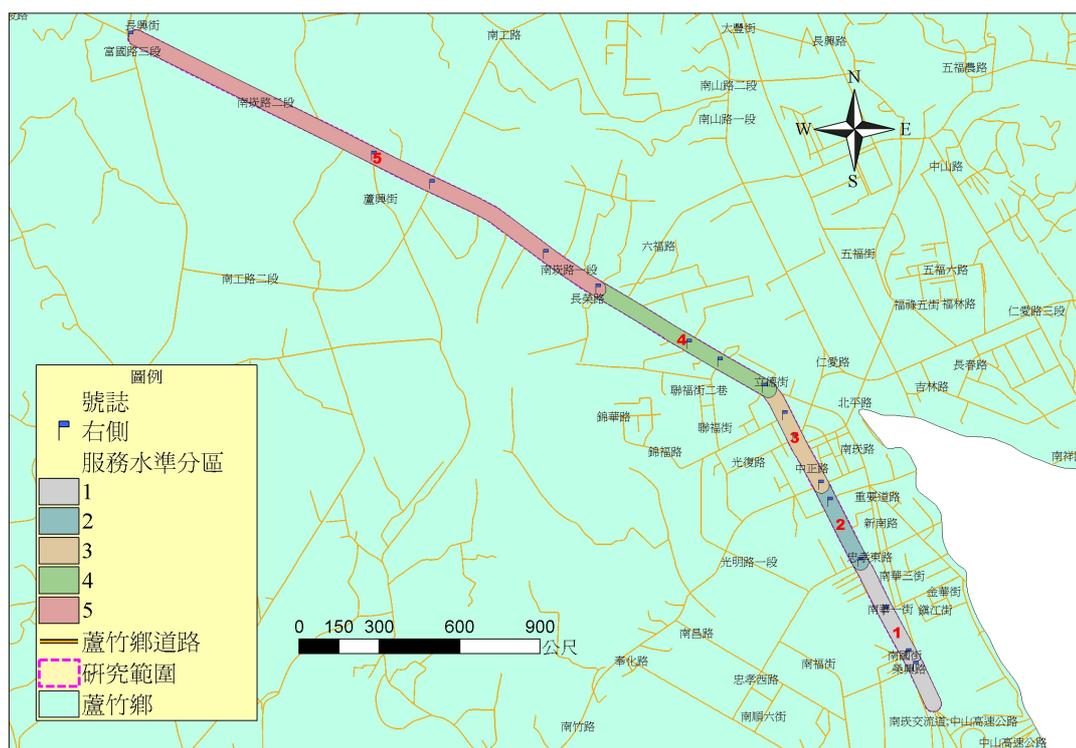


圖 11：道路服務水準分區圖

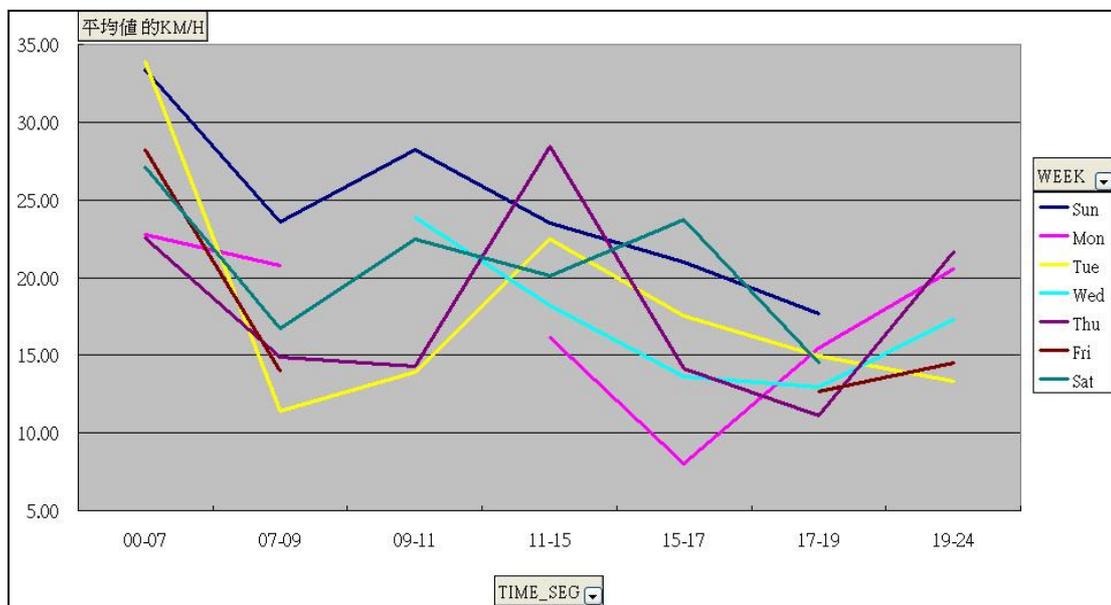


圖 12：第一區平均旅行速率

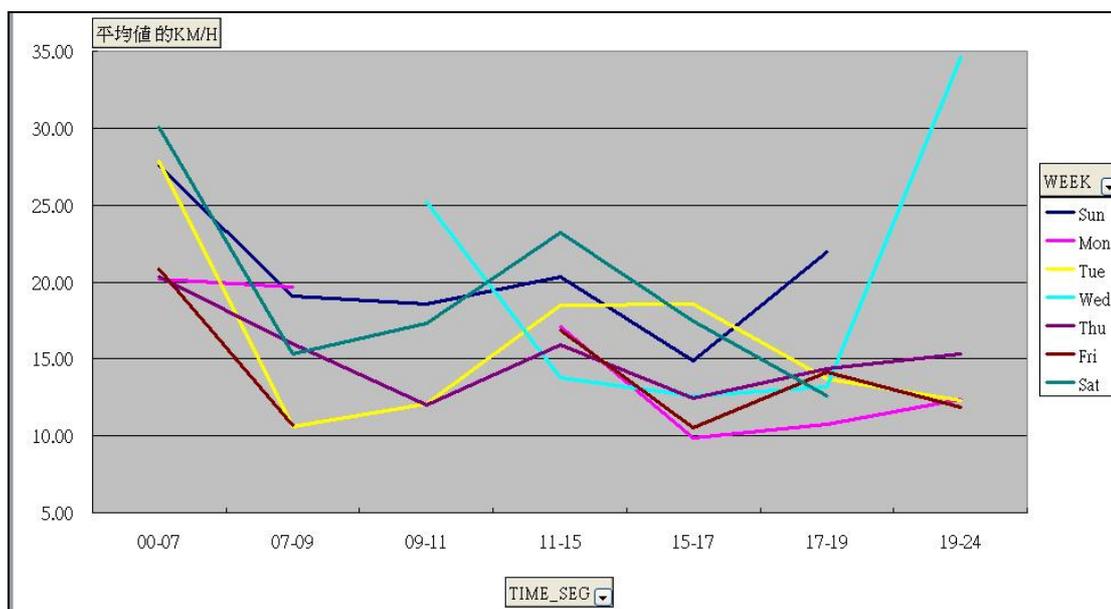


圖 13：第二區平均旅行速率

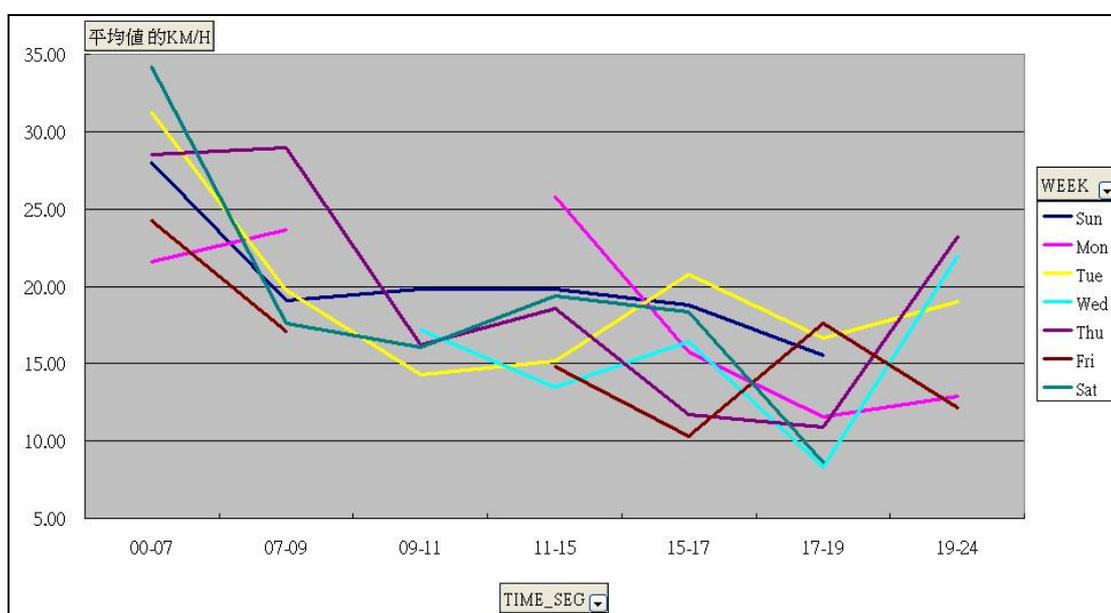


圖 14：第三區平均旅行速率

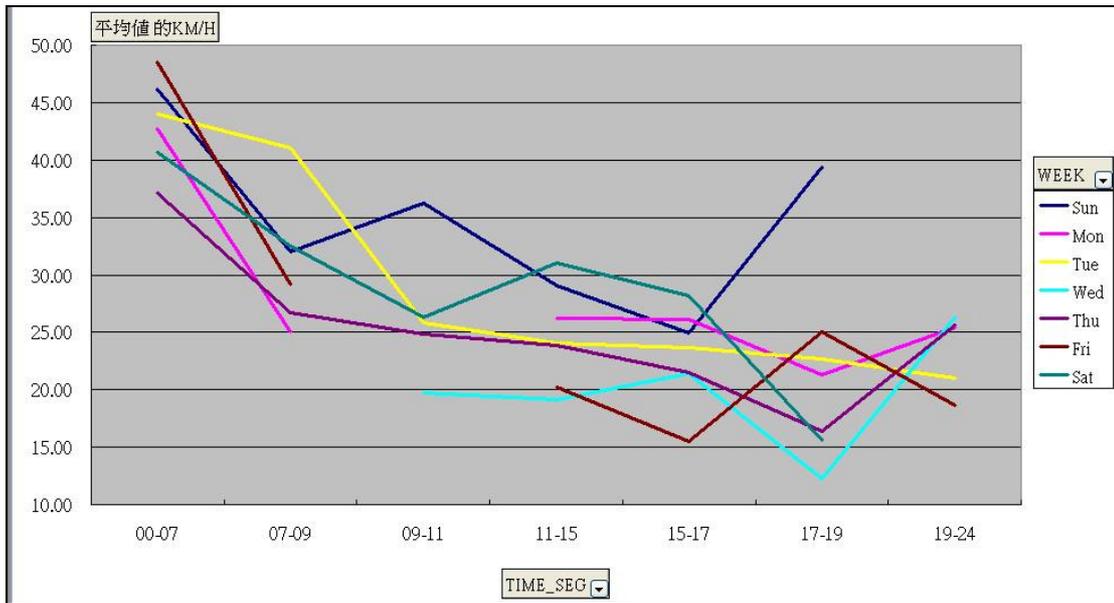


圖 15：第四區平均旅行速率

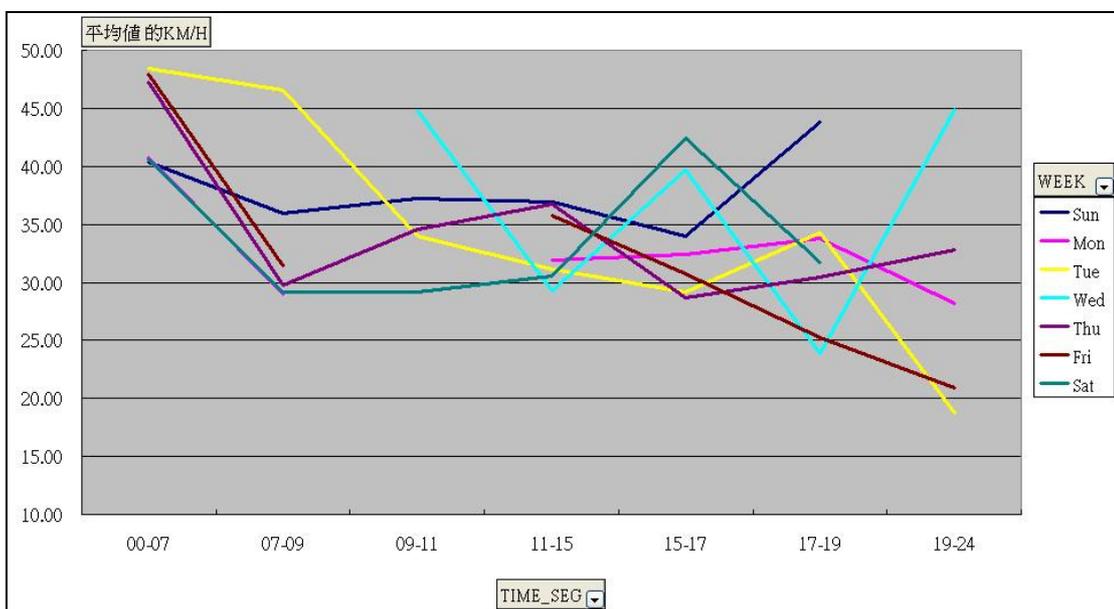


圖 16：第五區平均旅行速率

表 6：各分區道路服務水準總表

	第一區		第二區		第三區		第四區		第五區	
	平均速率	服務水準								
週間	18.42	E	15.73	F	16.94	F	25.69	D	35.21	B
週末	22.33	E	19.12	E	18.37	E	30.17	C	35.60	B
尖峰	14.25	F	13.22	F	11.65	F	18.54	E	28.06	D
離峰	29.71	D	25.17	E	28.21	D	43.12	A	46.66	A

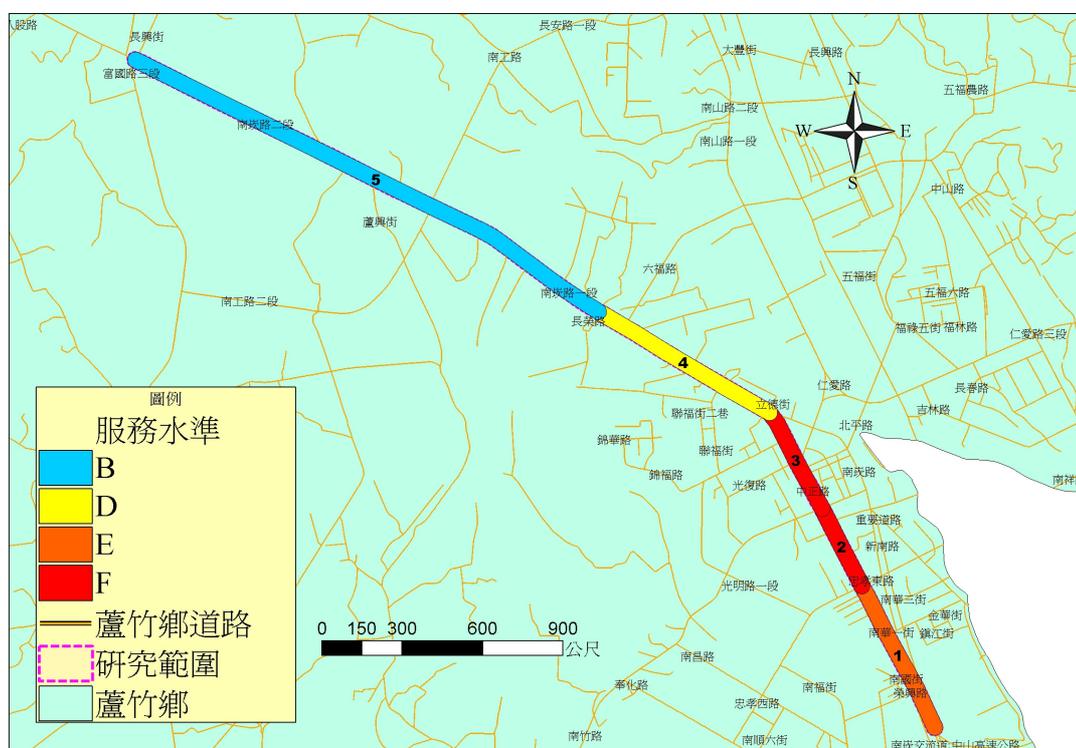


圖 17：週間各分區服務水準

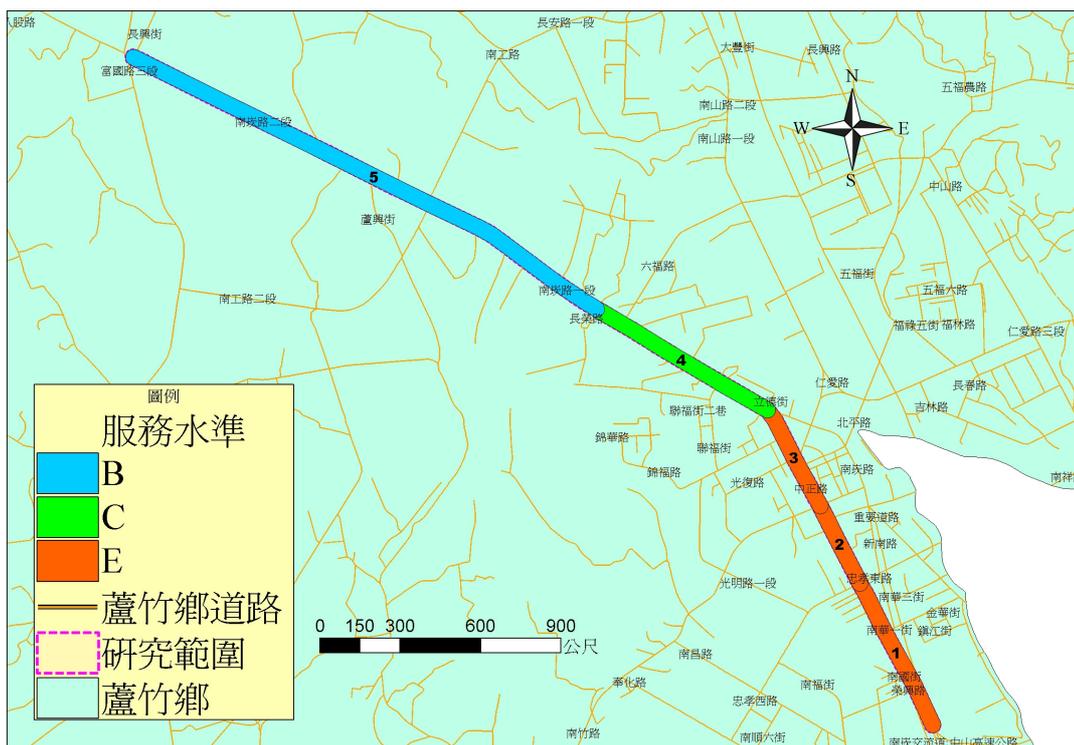


圖 18：週末各分區服務水準

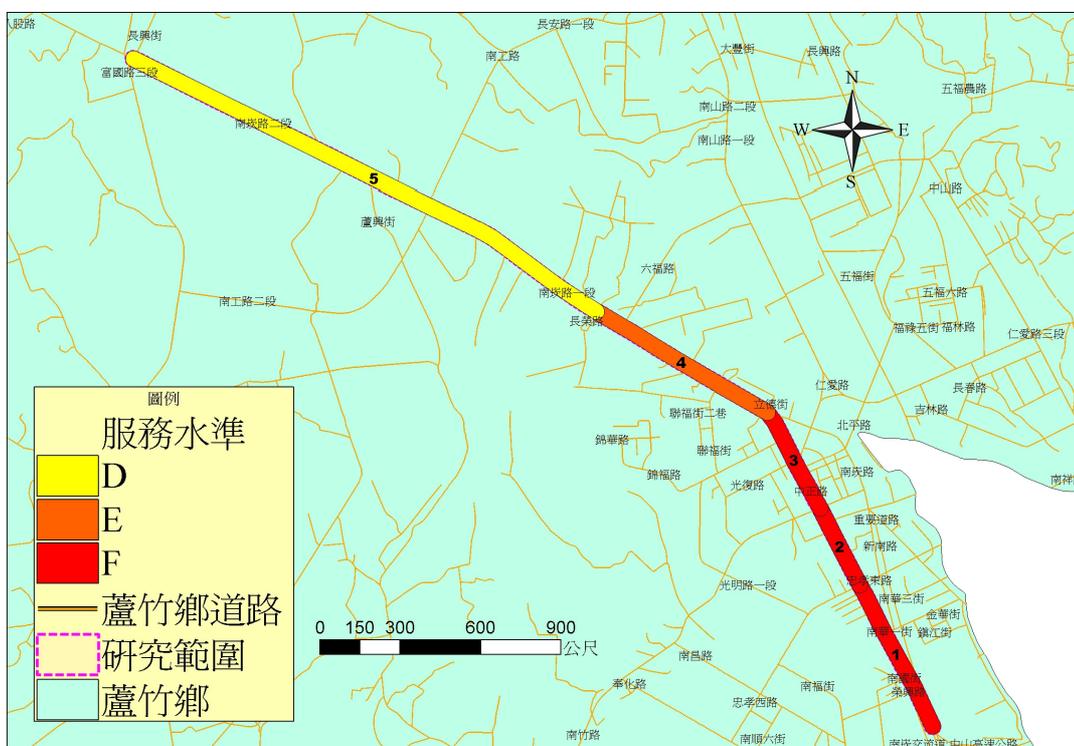


圖 19：尖峰各分區服務水準

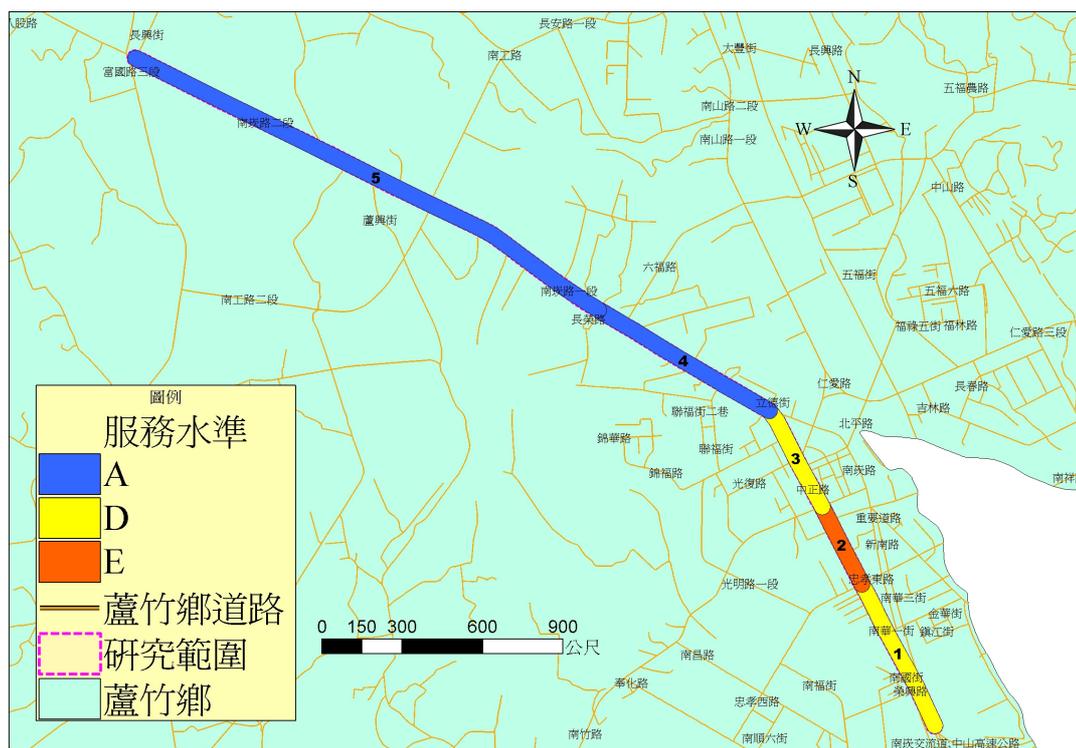


圖 20：離峰各分區服務水準

市場導向型文化、知覺組織支持、轉換型領導與顧客導向行為及服務品質關係之研究

The Relationship between Market-Oriented Organizational Culture, Perceived Organizational Support, Transformational Leadership, and Customer Orientation Behaviors and Service Quality

陳光榮

Kuang-Jung Chen
清雲科技大學 國際企業經營學系
austin@cyu.edu.tw

陳文蓉

Wen-Jung Chen
銘傳大學 管理研究所
eileen515@seed.net.tw

劉菊梅

Chu-Mei Liu
清雲科技大學 國際企業經營學系
chumei@cyu.edu.tw

陳美良

Mei-Liang Chen
致理技術學院 企業管理學系
rich.h99@hinet.net.tw

摘要

金融服務業的競爭與日俱多，為提高競爭力，越來越多的金融產業重視如何提高服務績效以保留與吸引客戶等的相關議題。本研究以組織行為的角度，針對如何產生卓越的服務績效進行探討。透過文獻探討與針對天下雜誌 2002 年標竿企業評比與最會賺錢的國內外八家銀行中位於大台北地區之 63 家分行所進行之問卷調查，結果顯示，顧客導向、競爭者導向、功能間的協調、長期觀點以及利潤觀點等構成有利員工產生顧客導向行為之組織文化因素，而服務品質與顧客導向行為呈顯著的正向關係。

關鍵字：市場導向型文化、知覺組織支持、轉換型領導、顧客導向行為、服務品質 0

Abstract

In order to increase the competitive capacity, more and more financial industries pay attention to improve service performance to retain and attract customers. Drawing on literatures in the field of organizational behavior, the authors examine the process that **leads** to excellent service performance. Through an examination of previous literature and a series of questionnaire surveys on 63 branches at banks in the 2002 Common Wealth benchmarking survey, the results show that customer orientation, competitor orientation, interfunctional coordination, long-term horizon, and profit emphasis **are significant predictors of organizational culture that lead employees' customer orientation behaviors**. Results also indicate that service quality is positively associated with customer orientation **behaviors**.

Key words : Organizational Culture, Perceived Organizational Support, Transformational Leadership, Customer Orientation Behavior, Service Quality³

壹、前言

由於全球化的市場以及持續變革的技術所帶來的劇烈競爭，使企業深刻體認到透過持續提供良好的服務以達到成功的必要性。服務業管理是近年來興起卻廣為學者探討、業界注意的議題。服務業管理所強調的中心精神，就是提昇服務品質以達到服務業經營的目的。服務業不同於其他的產業，其最大的特色在於服務提供者(員工)與服務接收者(顧客)間的互動與接觸，所以此互動與接觸的品質(服務品質)往往與業者的營運績效、營運目的達成與否具有關鍵的影響力。

對服務業而言，最重要的事莫過於接觸員工對待顧客的行為。過去許多服務行銷相關的文獻上，大量探討組織變數對員工反應的影響(Babin & Boles, 1996; Brown & Peterson, 1994; Weatherly & Tansik, 1993)，以及員工的態度或行為與顧客知覺服務品質之間的關係(Bitner, 1990; Bitner et al., 1994; Schneider & Bowen, 1985)；然而，很少的研究同時針對組織-員工以及員工-顧客的整體流程觀點去探討(Mahn, Beatty, & Suh, 2001)。

在過去的十年間，許多學者紛紛針對市場導向的概念(Day, 1994; Jaworski & Kohli, 1996; Kohli & Jaworski, 1990; Narver & Slater, 1990)、如何衡量(Deshpand'e & Farley, 1998; Kohli, Jaworski, & Kumar, 1993; Narver & Slater, 1990)，以及前提與績效結果(Jaworski & Kohli, 1993; Slater & Narver, 1994)等變項進行研究，證實與顧客、競爭者之市場資訊處理的取得、分配與回應等活動有關之市場導向概念，有利於公司的經營績效(如 Baker & Sinkula, 1999)。市場導向的研究有分成兩個不同的概念(Griffiths & Grover, 1998)，一個是行為觀，一個是文化觀。行為觀描述的是市場導向特定行為，如市場情報的取得與分配(Kohli & Jaworski, 1990)；文化觀描述的是組織更深層、基礎的特性(Homburg & Pflesser, 2000)。Narver & Slater(1990)就強調市場導向是一種組織文化，且文化觀比行為觀更重要的原因在於，如果市場導向僅是一種行為，而當組織文化改變時，這種行為很容易被改變。因此，本

研究採取市場導向是一種組織文化的概念。

近年來針對社會交換關係的研究越來越多，令人耳熟能詳的兩種社會交換關係是員工與雇用的組織間被稱作是知覺組織支持(Perceived Organizational Support, POS, 如 Eisenberger, Huntington, & Hutchison, & Sowa, 1986; Masterson, Lewis, Goldman, & Tylor, 2000)以及員工與領導者(主管)間的領導者-成員交換關係(Leader-Member Exchange, LMX)。知覺組織支持是員工信任組織會認可、尊重其貢獻與關懷其福祉的程度。許多學者研究知覺組織支持與組織承諾、員工行為之間的關係，如 Stamper & Masterson(2002)研究發現當員工的知覺組織支持程度越高時，比較會產生自己是特定組織的「圈內人」認知，進而引發出有利組織的行為。

Walker et al.(1979)指出，領導者不同的領導風格可以加強、維持甚或是妨礙部屬的績效表現。最早提及轉換型領導理論的是 Burns(1978)，後來加以延伸與修正的則是 Bass(1985)，他認為轉換型領導者會透過改變部屬目標與信念，而培養其願意超越自我利益接受組織任務的能力。許多研究發現，轉換型領導與領導效果、領導者與部屬滿意度、部屬的努力、整體組織績效間具有正向的關係(Avolio et al., 1988; Bass et al., 1987; Howell & Avolio, 1993; Lowe et al., 1996; Seltzer & Bass, 1990; Waldman et al., 1987; Yammarino et al., 1993)。

過去許多相關的研究指出，影響員工行為主要因素還是來自員工的知覺，以及有鑑於過去很少研究同時針對組織-員工以及員工-顧客的整體流程觀點去探討，所以本研究選擇以員工角度衡量的市場導向型組織文化、知覺組織支持以及轉換型領導等組織與領導者變數，並有鑑於近年來銀行業的市場競爭激烈，為取得及維持市場競爭優勢，必須不斷提供卓越的服務績效；而以銀行業為研究對象，並基於組織-行為-績效的關係架構，探討市場導向型組織文化、知覺組織支持、轉換型領導等組織層面，透過服務提供者(員工)的行為對服務績效之影響。

貳、文獻探討

基於李青芬、李雅婷、趙慕芬(2002)編譯之 Robbins 組織行為學一書中，提及員工的團隊行為會受到團體成員所形成的資源，如知識、技能與能力、性格特質，以及團體結構，如領導關係、角色、規範、地位、團體特性等因素所影響(此模式是由 Goodman, Ravlin, & Schminke, 1987、Hackman, 1987、Bushe & Johnson, 1989、Campion, Medsker, & Higgs, 1993 等學者所提及與驗證)，而後者正是探討有關領導與組織文化等因素；再者，鑑於過去很少研究同時針對組織-員工以及員工-顧客的整體流程觀點去探討，所以本研究以員工的角度，選擇市場導向型組織文化、知覺組織支持以及轉換型領導等組織與領導者變數，探討其對員工行為之影響，進而與顧客的服務知覺之關係，並將相關的理論與文獻分述如下。

一、顧客導向行為與服務績效

顧客導向行為 (Customer-Oriented Behavior) 是近三十年以來最受矚目的行銷概念，是一種具整合性、全方位要求公司所有活動必須都以提供顧客滿意及與市場建立長期的利益關係為宗旨 (Kotler, 1980)。顧客導向行為是員工嘗試去幫助顧客解決問題的行為，Brief & Motowidlo (1986) 認為角色內的顧客導向行為是一種在服務顧客時被預期應被表現出來的行為，這種預期可能來自於工作場合不成文的規定，或清楚明列在組織文件如工作說明書或角色評估表中的工作職責上。這類行為如展現出服務熱誠、具備與產品及服務有關的專業知識、正確無誤的道出顧客名字等行為，許多研究已證實這類行為與顧客滿意、服務品質知覺、忠誠與銷售績效之間具有正向關係 (如 Bitner, Booms, & Tetreault, 1990; Keaveney, 1995; Kelley, Hoffman, & Davis, 1993; Parasuraman, Zeithman, & Berry, 1988)。另一種角色外的顧客導向行為則是近年來一些行銷文獻特別強調在服務接觸時，員工藉由提供一些「額外的努力」、「額外的關懷」以及「主動的服務」來取悅顧客，進而獲得顧客的滿意以及正面的情緒回應 (如 Bitner et al.)，因此，角色外的顧客導向行為是一些員工服務顧客時

超越正式角色要求的自發行為。

近年來服務業中一個引人注意與重要的績效標準就是服務品質。由於服務品質是一個十分抽象、不易理解的概念，不似產品品質可以用客觀的方式來衡量，因此，評估服務品質最佳的方法，就是衡量消費者所認知的品質 (Parasuraman et al., 1988)，亦即服務品質是消費者對事物的主觀反應，並不能以事物的性質或特性予以量化衡量。美國行銷科學協會對服務品質下了一個定義：所謂服務品質是指，顧客的「事前期待」與「實績評量」的相對關係。其中，所謂的「事前期待」是指想要受到某種服務的顧客在其心理必定會有「這些事情總可以得到對方提供服務吧？」的期待，而這種「事前期待」的構成要素有廣告與宣傳、推銷說辭、口碑 (係指曾經接受過該公司服務的第三者所講的話)、顧客過去親身經歷的體驗等四項；所謂的「實績評價」則是指顧客接受某種服務後，對結果的評價。

本研究是以金融服務業為研究的對象，由於金融業的經營重點在於服務的過程，強調顧客所接受銀行服務的過程與相關資源的提供是否能符合其需求與期望。Colletti (1987) 以美國各銀行經理為調查的對象，結果指出各銀行經理一致認為銀行的服務品質是一種銀行所提供的服務能有效滿足顧客的需求與期望的程度。田中掃六 (1992) 將銀行服務品質定義為銀行提供給顧客的服務，其可能的精確程度與適時性，亦即顧客對於銀行服務品質的重視層面在於銀行是否能適時提供正確且符合內心需求的服務。綜合以上，本研究對銀行服務品質所下的定義為：「顧客對銀行所提供服務的一種主觀且經過比較、持續性不易產生變化的認知態度」。

雖然組織越來越強調服務品質的改善，但仍是有了一個重要且實質的問題存在：服務品質依然難以操作定義化 (Vroman & Luchsinger, 1994)。許多製造性產品，其品質可以用客觀內部定義的標準加以評估，然而服務品質因服務的無形及難以標準化這兩個特質，使得服務品質的評估較主觀且主要是由顧客來決定。換句話說，服務品質主要依賴於前

線員工處理顧客問題的效用，因此，其意謂著組織必須小心的管理這些員工，確保他們所表現出來的行為能創造出高度的顧客滿意。然而，因為服務的無形及不易標準化的特質，組織很難將所有員工必須表現的行為正式明定在公司規定或工作說明書等文件中。這些行為如幫助顧客解決問題、幫助其他員工傳遞出高品質的服務、提供品質改善的創新性建議等，為了使公司能產生優質的服務品質，這些行為就顯得特別重要。

學者建議公司必須將確保服務品質的員工行為，明列在正式工作說明書中，並依此訓練員工與提供獎酬 (Jackson & Schuler, 1992)。然而實際上，公司很難將所有必要的員工行為都預先納在公司正式的文件中，甚至公司也可能因為要避免降低員工的內部動機及限制員工面臨意外時的彈性處理能力，而“不願”將所有必要的員工行為列在工作說明書中。因此，組織要維持或提高服務品質，員工的角色外行為就顯得特別重要，尤其是員工的利他行為。本研究中的顧客導向行為是員工嘗試去幫助顧客解決問題的行為，Brief & Motowidlo(1986)認為利他行為針對的對象是指組織成員工作上所接觸及意圖有利於對方的個人，可能包括同事(主管、同事或部屬)或顧客，因此，顧客導向行為是一種利他行為。再者，Katz(1964)認為利他行為可以依據組織是否將其明訂成為正式個人角色或工作要求中的一部份，而區分成角色內以及角色外的利他行為。因此，本研究中的顧客導向行為亦沿用此概念，而包括角色內以及角色外的顧客導向行為。

由相關的文獻可知，利他行為、角色外行為與顧客導向行為這三者概念間的關係，顧客導向行為是利他行為的一種，其概念包括角色內以及角色外顧客導向行為。所以，本研究提出了以下的假設：

H1：顧客導向行為會正向影響顧客的服務品質知覺。

二、市場導向型文化與顧客導向行為

文化的概念起於人類學(Kluckhohn,

1951)，而到 1980 年代早期時，逐漸移轉到組織科學(Allaire & Firsirotu, 1984; Schein, 1984; Smircich, 1983)及企業實務(Deal & Kennedy, 1982; Pascale & Athos, 1981; Peters & Waterman, 1982)等領域來探討。組織文化的定義莫衷一是，但最被廣為接受的定義是 Deshpand'e & Webster(1989)提出之，是一種有助於成員瞭解組織功能運作以及提供他們行為規範的分享價值觀與信念。這個定義強調出組織文化具有三個層面：價值觀、規範、行為。Schein(1984)提出組織文化另一個要素就是人造物，包括故事、儀式、語言等，這是組織文化中有形性程度最高的層面。簡言之，組織文化是包括價值觀、規範、行為、人造物等四個不同但相關的要素。

市場導向的概念有兩個，一個是行為觀，一個是文化觀。行為觀描述的是市場導向特定行為，如市場情報的取得與分配(Kohli & Jaworski, 1990)；文化觀描述的是組織更深層、基礎的特性(Homburg & Pflesser, 2000)。Kohli & Jaworski(1990)企圖瞭解市場導向的概念，包括其產生原因、內涵及結果，透過文獻整理發展出三個核心內涵，包括以顧客為焦點-即顧客至上的觀念、整合行銷-整合跨部門的行銷努力及行銷工具之整合、獲利力-即追求獲利之能力，並透過與 62 位資深經理的深度訪談，將市場導向的概念進一步分成三種組織行為要素，包括取得顧客目前及未來需求之市場情報、將市場情報在組織中散播、組織對市場情報的活動及回應。Kohli, Jaworski, & Kumar(1993)則根據這三個要素，進一步發展出 MARKOR 量表來測量市場導向的程度，該量表是著重在組織實際上採行的活動，而非組織哲學、文化等觀念。

Narver & Slater(1990)認為市場導向是一種能達成建立並維持與顧客間長期且互利關係的組織文化，所以，他們透過文獻與針對一家位於美國西部的森林產品大型公司進行研究，發展出五個相關概念，包括顧客導向、競爭者導向、功能間協調、長期觀點、利潤導向。Kumar, Subramanian, & Yauger(1998)則根據這五個要素，進一步發展出衡量這五個構面的量

表。雖然市場導向的概念有兩種，但基於行為觀只針對組織活動探討，如果忽略組織更深一層的信念系統，當組織文化改變時，市場導向行為也容易隨之改變。這種市場導向文化觀的重要性，亦被 Narver & Slater 所強調。因此，本研究採取市場導向的文化概念，探討市場導向型文化的影響。

Reichers & Schneider(1990)將文化定義為在某環境中該如何做事的一種分享性的知覺，也就是說，文化是置身其中的組織成員對組織的政策、實務與流程的一種認知。Kelley(1992)認為，市場導向型文化的發展，是有賴於員工價值觀的建立，所以員工對文化的知覺會影響其行為。再者，許多與市場導向型文化有關的研究，其衡量也以員工的認知為基礎，如 Harris & Ogbonna(2001)、Homburg & Pflesser(2000)等，所以本研究在衡量市場導向型文化這個概念時，是以群體內個人對文化的認知為基礎。

許多學者證實市場導向與組織績效間具有正向的關係(Jaworski & Kohli, 1993; Narver & Slater, 1990; Slater & Narver, 1994)。Baker & Sinkula(1999)亦發現，市場導向會對新產品開發成功產生正面的助益。Ruekert(1992)認為市場導向是向顧客蒐集資訊，發展出能滿足顧客需求的策略、執行策略以回應顧客的需求，雖然尚未有研究直接證實市場導向與顧客導向行為之間的關係，但由於市場導向是以顧客的滿意為主軸，所推動的策略或鼓勵員工的行為可預期的是都將是以顧客需求為焦點，企圖建立與維持與顧客間長期且互利的關係(如 Kohli & Jaworski, 1990; Narver & Slater, 1990)；且許多研究亦證實市場導向型的組織較有助於達成更高的顧客滿意、保留現有顧客、吸引新顧客以及達成目標成長率及市佔率(Homburg & Pflesser, 2000)，這點與顧客導向行為的目標不謀而合。因此，本研究提出以下之假說：

H2：市場導向型文化會正向影響顧客導向行為。

三、 知覺組織支持與顧客導向行為

Eisenberger et al.(1986)認為知覺組織支持(Perceived Organizational Support, POS)是員工對組織會認可、尊重其貢獻與關懷其福祉的一種全面性的信任，是一種組織對員工的承諾知覺。員工的知覺組織支持會受到組織對待員工的方式所影響，如稱讚、表揚，或其他包括加薪、升遷、工作豐富化等獎酬方式，而使員工產生組織會在其生病、犯錯、表現出卓越的績效時善待自己，及願意支付公平薪資、賦予員工工作意義與趣味性的期望。更進一步來說，知覺組織支持與信任組織將會實現其交換職責(如報償員工)的程度有關。

社會交換理論是一種相信人會對幫助自己的人有所回報之互惠觀點(Gouldner,1960)。學者們認為受惠者會深切體驗到一種虧欠感，而此虧欠感必須透過能引起對方注意的回報行為來降低。所以，近年來一些實證研究支持員工會對其利益給付的對象(如組織、主管)產生回報的行動(McNeely & Meglino,1994)。

基於社會交換的架構，學者認為員工知覺組織支持的程度越高，越會產生情感性的依附(Eisenberger et al., 1986)與表現出工作相關的行為 (Eisenberger, Fasolo, & Davis-LaMastro,1990；Eisenberger et al.,1986)來回報組織。除此之外，社會交換架構也說明員工的知覺組織支持會使其產生支持組織目標及行動的責任感。知覺組織支持會提昇員工認為組織會獎勵配合組織目標的行為之期望(努力-結果期望)，也會促使員工自我認同其組織成員的角色而對組織產生情感性的依附，這種努力-結果期望與情感性的依附，都會促使員工增加符合組織目標的努力或行為。員工知覺組織支持的程度越高，會令自己產生責任感，所以員工不僅會認為應該對雇主有所承諾，也認為應該表現出支持組織目標的行為，以回報雇主對自己的承諾，即員工會表現出與雇主對其承諾程度相當的態度及行為，以在彼此交換關係中尋求一平衡點。許多學者發現，當員工知覺到主管的關懷與支持時，會提高員工的正面態度、投入更多的努力，以及提高工作績效(如 Mahn, Beatty, & Suh, 2001; Singh, 2000)。

根據過去文獻的觀點，由於被組織認可尊重與關懷的知覺(知覺組織支持)會將組織成員與角色地位整合進員工的自我認同中，促使員工努力達成組織的目標，所以可期望員工會因而產生有利組織的行為。Stamper & Masterson(2000)以餐飲業員工為例，發現知覺組織支持會透過圈內人的知覺(PIS)而使員工產生利他行為，如顧客導向行為。因此，本研究提出以下之假說：

H3：員工的知覺組織支持會正向影響顧客導向行為。

四、轉換型領導與顧客導向行為

最早提及轉換型領導一詞的是 Burns(1978)，他認為每個人具有的最終價值觀是無法彼此忽略或交換的，但轉換型領導者能夠改變其部屬的目標及信念。Bass(1985)並將其觀點加以延伸與修正，認為轉換型領導者可以透過魅力、鼓舞激勵、智力刺激與個人考量等領導因素，培養其部屬超越自我利益而接受組織任務的能力。

轉換型領導不似交易型領導，僅簡單透過彼此交換有價值的事物來影響對方，前者意含的是，轉換型領導者會透過結合部屬的價值觀、目標與渴望以產生出價值一致的工作行為(Mackenzie, Podsakoff, & Rich, 2001)；亦即，轉換型領導者不會侷限於報酬、懲罰等工具，而是會透過改變部屬的價值觀、信念等，讓部屬超越自我利益接受組織整體的利益及價值觀，進而產生出有利於組織的行為。許多研究證實在非銷售環境中，轉換型領導行為會正向影響部屬的績效，可是在銷售環境領導風格的研究中，多數是針對交易型領導而非轉換型領導(Humphreys, 2002)；因此，Humphreys 即以銷售型產業為例，發現到轉換型領導會提高部屬的銷售績效。Harris & Ogbonna(2001)研究發現，主管的領導風格，特別是鼓勵員工參與與支持，會正向影響員工的顧客導向行為。因此，本研究提出以下之假說：

H4：轉換型領導會正向影響顧客導向行為。

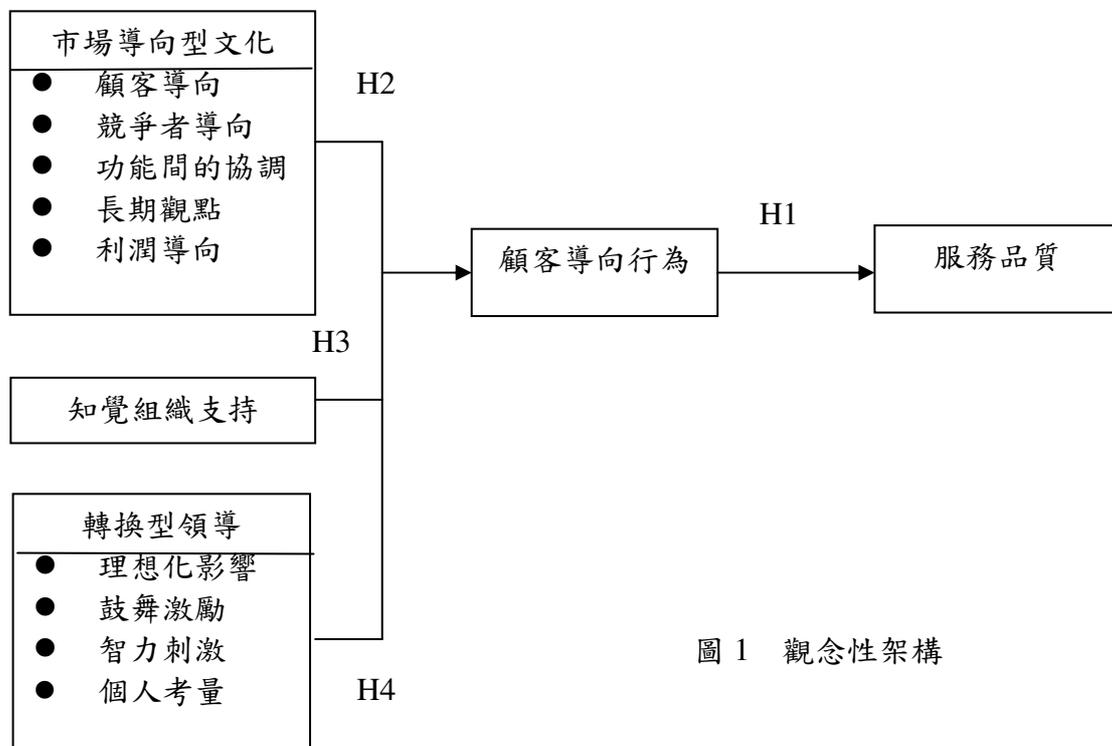


圖 1 觀念性架構

參、研究方法

一、資料收集

台灣地區銀行家數眾多，然而經營績效良窳不一，因此，本研究以天下雜誌每年公布之銀行業標竿企業為研究對象。該標竿企業的評比項目為創新能力、顧客導向、營運績效、人才培育、企業公民責任等，由於行之有年，不僅許多研究以該評比結果作為決定研究對象的依據，且其評比標準符合本研究的目的（如顧客導向等）。因而本研究以這些企業作為研究對象的選擇依據，而非是以全部銀行業者為對象，目的是希望可以更具體的針對具有顧客導向的企業探討其組織與領導因素對員工行為與顧客服務知覺之影響，驗證顧客導向的程度與組織、領導因素以及顧客服務知覺之間的關係。因此，若以全部銀行業者為抽樣母體，恐怕會無法真正擷取出顧客導向的影響力，此乃本研究以天下雜誌每年公佈之銀行業標竿企業為研究對象之原因。因此，本研究以2002年上榜的美商花旗銀行、中國信託商業銀行、香港上海滙豐銀行、荷蘭銀行、建華銀行、富邦商業銀行、英商渣打銀行、中國國際商業銀行等八家國內外銀行作為研究對象。受訪銀行在台灣成立的年數至少都超過10年，成立年數10-20年者有4家、21-40年者有3家、超過40年以上者有一家；員工人數少於1000人者有3家、介於1000-3000人之間的有3家、超過3000員工人數者有2家。

由於此八家銀行全省分行共326家（因考慮簡易分行中有些並無專員駐守，因此去掉簡易分行），經調查發現位於大台北地區（包括基隆、台北縣市、桃園）的分行總計209家，已佔全省分行的64%，因此，以大台北地區分行為抽樣單位。本研究針對八家銀行中位於大台北地區各分行的近兩年內有往來經驗的顧客、第一線行員（包括櫃檯行員及授信員工等直接接觸顧客的員工）及直屬主管為抽樣對象，由於本研究以員工為分析單位，所以要求的受訪顧客與主管樣本皆是以員工行為為考量基準來回答問卷。

本研究於2004年2月時先以電話與八家

銀行的總行高階主管聯絡，並告知其研究目的與進行研究的方式，徵詢過其同意後，再逐一與各家分行經理聯繫。排除掉其中某些分行不方便參與以及分行經理出差等無法參與本研究後，共計63家分行願意參與。2004年3月共寄發出630份問卷給第一線行員（平均每個分行約10份員工問卷）、630份問卷給主管（每位行員的直屬主管）以及3150份問卷給顧客（平均每位行員約有5位顧客評估）。**最後，本研究於2004年6月底前共回收443份員工問卷（回收率70.3%）、205份主管問卷（平均每位主管評估2-3位員工）、1752份顧客問卷（平均每位員工受到3-5位的顧客評估）**，問卷調查為期4個月左右。

為確保本研究之內部效度，亦即取得適當的資訊來源，本研究選擇直接管理受訪行員或對問卷內容較瞭解的人員作答。本研究中的受訪主管，平均在該銀行任職皆超過12年，而負責現任職務亦超過5年，因此，他們的經驗與專業足以確保本研究之內部效度。58.4%的受訪者介於36到45歲之間，教育程度31.6%專科、37%大學，而研究所以以上者超過20%。

二、研究工具

本研究以問卷為研究工具，係參考過去的文獻中各學者對於市場導向型文化、知覺組織支持、轉換型領導、顧客導向行為、服務品質等變項之研究與建議，本研究構念之衡量以現成之量表為主，並配合金融業特性來調整問項的設計，為使問卷更具價值感以及提高受訪者填達的意願，除了將問卷彩色印刷外，還贈送小禮物以為紀念。

本研究問卷共分成三個部分，量表全部採用Likert Scale，每題均依「極端不同意」、「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」、「極端同意」等七種等距尺度，分別給予1-7的分數。

（一）員工填答問卷

此部分的問卷主要針對市場導向型文化、知覺組織支持、轉換型領導等三個研究變項而言。

市場導向型文化的操作性定義為，一種能達成建立並維持與顧客間長期且互利關係的組織文化，包括顧客導向、競爭者導向、功能間的協調、長期觀點、利潤導向等五個構面，採用 Kumar, Subramanian, & Yauger(1998)發展之市場導向量表，問項為 25 題，題目如「目標是依據顧客滿意而定的」、「關於顧客的資訊在整個公司中是溝通無礙的」等，信度值為.92。

知覺組織支持的操作性定義為，員工對組織會認可、尊重其貢獻與關懷其福祉的一種全面性信任程度，並採用 Eisenberger et al.(1990)所發展之知覺組織支持短式量表，問項為 9 題，題目如「銀行主管很少對我表示關懷」(反向題)、「銀行主管會關心我在工作上的滿足感」等，信度值為.93。

轉換型領導的操作性定義為，領導者改變部屬的目標與信念，進而超越自我利益接受組織任務的領導方式，包括理想化影響、鼓舞激勵、智力刺激、個人考量等因素，並採用 Avolio et al.(1995)所提出之轉換型領導量表，問項為 20 題，題目如「告知部屬們有關自己最重要的價值觀與信念」、「向部屬描繪最美好的未來前景」等，信度值為.94。

(二)主管問卷

本部分主要衡量的是員工的顧客導向行為。顧客導向行為的操作性定義為，一種以顧客的利益為優先、幫助顧客解決問題的員工行為，採用 Lance & Stephen(1997)發展出之顧客服務量表，再針對創新之特性加以修正，問項為 10 題，題目如「常常會主動盡全力地為滿足顧客的需求提供有品質的產品」、「達成工作規定中服務顧客的職責」等，信度值為.90。

(三)顧客問卷

本部分主要衡量的是員工的服務品質。服務品質的操作性定義為，顧客對行員所提供服務的一種主觀且經過比較、持續性不易產生變化的認知態度，包括有形性、可靠性、回應性、確實性、關懷性，採用 SERVQUAL 量表來衡量，但由於 SERVQUAL 的全部問項包括

銀行的硬體以及員工等軟體表現，為符合本研究針對員工的行為做探討之目的，所以移除其中有關硬體的問項，如「具備最新的提款機及相關設備」等，最後保留問項為 17 題，題目如「行員的服裝儀容整齊優雅」、「行員未能迅速有效的處理顧客的問題」(反向題)等，信度值為.91。

三、統計分析方法

本研究採用 SPSS for Windows 套裝軟體，分析方法主要是信度分析、描述性統計、因素分析、相關分析、變異數分析與複迴歸分析等。

Organ(1988)主張總和的員工行為對組織績效的影響會比個別的員工行為之影響力為大，因為單只一位員工的行為很難對組織績效的提升有所顯著效益，而且員工間的行為也會產生相互的影響。因此，本研究分析變項時，是採取總和的觀點加以處理，即以分行為單位，計算出各分行各研究變項的平均程度來進行相關分析、變異數分析以及複迴歸分析等。為有效進行問卷的配對，雖然本研究回收員工問卷 443 份、主管問卷 205 份以及顧客問卷 1752 份，但是本研究最終採用 205 份員工問卷、205 份主管問卷，以及 1020 份顧客問卷進行各變項的加總。**在本研究最終採用的問卷中，分行數仍然是 63 家分行。另外，由於本研究的受訪對象包括主管、員工及顧客，為確保同一分行中各主管、員工與顧客間的填答具有一致性，本研究採用 ICC(intraclass correlation)指標進行評估者間的信度分析(Shrout & Fleiss, 1979)。ICC1 表示群體內有足夠的一致性，亦即，可確保本研究以各分行各研究變項的平均數作為分析基礎是恰當的；ICC2 是表示不同群體間的可信度足夠，亦即，可確保本研究三個樣本來源(包括主管、行員及顧客)間達到信度要求(Bliese, 2000)。結果發現，五個研究變項的 ICC1 值分別為市場導向型文化.86、知覺組織支持.79、轉換型領導.79、顧客導向行為.90、服務品質.89；五個研究變項的 ICC2 值分別為市場導向型文化.88、知覺組織支持.91、轉換型領導.80、顧客導向行為.89、服務品質.82。所有**

數值皆達顯著水準(p<.05)，證實不同評估者間具有高度的一致性。

肆、研究結果

一、研究變項描述

由於本研究針對金融服務業作為研究對象，而台灣的金融服務業由於近年來金融法規的開放，新舊銀行以及國營與私有銀行間背景有所差異，為免不同的經營背景會影響本研究之變數，因此利用變異數分析，以成立年數

30年、員工人數1500人的規模為分野，探討銀行背景變項是否對其市場導向型文化、知覺組織支持、轉換型領導、顧客導向行為以及服務品質等變項產生影響。由表1可知，不同成立年數在轉換型領導上有顯著的差異(F=3.89, p<.05)，差異的來源在於智力刺激與個人考量上有顯著的不同；不同的員工人數規模在顧客導向行為(F=3.95, p<.05)與服務品質(F=3.47, p<.05)上有顯著的差異，其中在服務品質上的差異是來自於可靠性與確實性上有顯著不同。

表1 成立年數與員工人數在主要研究變項上的差異分析

研究變項	成立年數		F 值	員工人數		F 值
	<30 年平 均數	>30 年平 均數		<1500 人 平均數	>1500 人 平均數	
1.市場導向型文化	4.79	4.22	.97	3.83	3.51	1.61
2.知覺組織支持	3.98	4.43	1.67	3.85	3.97	1.78
3.轉換型領導	3.25	4.92	3.89**	4.02	3.88	1.91
4.顧客導向行為	4.01	3.74	.61	3.63	4.58	3.95**
5.服務品質	3.75	3.91	.36	4.02	4.89	3.47**

*p<.1 **p<.05 ***p<.01

為確保研究變項之構面穩定性及可信度，乃針對市場導向型文化、轉換型領導與服務品質等三個變項分別進行因素分析、問項對整體之相關分析，以及 Cronbach α 信度分析(如表2)。透過因素分析，本研究發現市場導向型文化有五個不同的因素，且他們的解釋變異量達到84.4%，且它們的問項對整體之相關係數值介於0.70-0.87之間，顯示該變項之構面達到信度的要求水準。比較特別的是轉換型領導方面以及服務品質方面；原本透過文獻探討採用多數相關研究的四個構面，但經因素分析後萃取出五個因素，其中與之前研究不同的地方在於「理想化影響」的因素問項區分成兩個因素，而依據其問項的含意，本研究將之分別命名為「人格的理想化影響」以及「行為的理想化影響」，它們的解釋變異量達到70.5%，且它們的問項對整體之相關係數值介於0.78-0.93之間，顯示該變項之構面具有高度的可信度。而這兩個因素的命名原則，主要是因為原本理念影響的因素問項設計，有比較偏向

人格特性方面的(如：他能令我們心生尊敬)、亦有較偏向行為方面的(如：告訴我們他最重要的價值觀與信念)，因而命名之。

而服務品質方面，原本透過文獻探討採用多數相關研究的五個構面，但經因素分析後萃取出三個不同的因素，它們的解釋變異量達到73.5%，且它們的問項對整體之相關係數值介於0.74-0.89之間，顯示該變項之構面具有高度的可信度。而這三個因素，本研究依據其問項的含意，分別命名為「可信賴性」、「回應性」、「關懷性」。之所以採取這樣的命名，主要原因是在於本研究的因素分析將原本屬於有形性、可靠性與確實性的問項都歸納成同一個因素，而這些問項多屬於問及行員是否能展現出金融專業的形象、能確實完成任務，讓顧客感到信賴，問項如「行員能令我感到信賴」、「行員具備充分的金融專業知識」等，因此將第一個因素命之為「可信賴性」；而第二個與第三個因素分別保留了原來的問項，所以也採用原來的因素命名之為「回應性」與「關懷

性」。整體而言，本研究每個變項及其構面之 α 值皆高於 0.7(介於 0.70-0.94 之間)，表示本研究所採用之量表具有高度的內部一致性。

表 3 整理出各變項之描述統計與信度值，以及各變項間之相關係數。由表 3 可知，市場導向型文化($r=.52, p<.01$)、知覺組織支持($r=.19, p<.05$)、轉換型領導($r=.21, p<.05$)與顧客導向行為呈顯著正向的關係；顧客導向行為與服務品質($r=.08, p<.05$)呈顯著的正向關係。

而就各構面而言，發現市場導向型文化中的顧客導向、競爭者導向、功能間的協調、長期導向、利潤觀點等五個構面皆與顧客導向行為、服務品質呈顯著的正向關係；轉換型領導中的人格的理想化影響、行為的理想化影響、智力刺激與顧客導向行為、服務品質呈現顯著的正向關係，而鼓舞激勵、個人考量則與顧客導向行為呈顯著的正向關係；顧客導向行為與可信賴性、關懷性呈顯著的正向關係。

表 2 因素分析結果-市場導向型文化

問項	轉軸後因素 1 的負荷量	轉軸後因素 2 的負荷量	轉軸後因素 3 的負荷量	轉軸後因素 4 的負荷量	轉軸後因素 5 的負荷量	問項對整體之 相關係數
M-OOC1	.73	.16	.09	.10	.06	.71
M-OOC2	.86	.16	.21	.05	.11	.73
M-OOC3	.78	.24	.13	.14	.06	.84
M-OOC4	.80	.09	.26	.31	.11	.81
M-OOC5	.86	.15	.14	.20	.16	.72
M-OOC6	.73	.26	.03	.28	.10	.81
M-OOC7	.15	.69	.34	.10	.27	.86
M-OOC8	.41	.72	-.10	.19	.18	.82
M-OOC9	.31	.81	.17	.08	.12	.70
M-OOC10	.04	.79	.26	.03	.18	.72
M-OOC11	.18	.10	.65	.31	.27	.77
M-OOC12	.28	.41	.68	.18	.19	.72
M-OOC13	.15	.34	.74	.13	.20	.70
M-OOC14	.41	-.10	.76	.18	.16	.78
M-OOC15	.16	.20	.73	.31	.11	.80
M-OOC16	.09	.33	.15	.78	.14	.84
M-OOC17	.18	.20	.16	.68	.10	.86
M-OOC18	.15	.34	.33	.59	.13	.87
M-OOC19	.31	.27	.10	.82	.08	.83
M-OOC20	.18	.28	.13	.74	.20	.79
M-OOC21	.31	.27	.18	.10	.59	.86
M-OOC22	.41	-.11	.09	.18	.75	.72
M-OOC23	.15	.14	.31	.13	.66	.79
M-OOC24	.05	.34	.20	.18	.80	.86
M-OOC25	.28	.41	.10	-.08	.80	.76

五個因素依據問項內容分別命名為顧客導向、競爭者導向、功能間的協調、長期觀點、利潤導向

五個因素的特徵值分別為 8.62、4.14、3.78、1.93、1.60，累積總變異量=84.4%， $\alpha=.92$

表 2 因素分析結果-轉換型領導(續)

問項	轉軸後因素 1 的負荷量	轉軸後因素 2 的負荷量	轉軸後因素 3 的負荷量	轉軸後因素 4 的負荷量	轉軸後因素 5 的負荷量	問項對整體之 相關係數
TL1	.88	.16	.20	.18	.09	.80
TL2	.83	.20	.13	.31	-.08	.78
TL3	.80	.15	.14	.20	-.11	.83
TL4	.80	.41	-.10	.09	.12	.89
TL5	.16	.84	.10	.24	.16	.88
TL6	.15	.82	.14	.28	.09	.90
TL7	.17	.73	.09	.18	.20	.85
TL8	.15	.70	.34	.14	.07	.81
TL9	.05	.26	.85	.18	.10	.93
TL10	.27	.10	.82	-.03	.18	.90
TL11	.14	.39	.80	-.02	.16	.84
TL12	.31	.13	.78	.10	-.11	.87
TL13	.18	.15	.33	.76	.06	.87
TL14	.10	.28	-.01	.75	.13	.91
TL15	.28	.11	.09	.82	.01	.88
TL16	.31	.27	.10	.81	.09	.90
TL17	.28	-.11	.20	.14	.73	.90
TL18	.05	.13	.31	.10	.73	.91
TL19	.35	.13	-.11	-.10	.83	.87
TL20	.15	.31	.14	.09	.80	.88

五個因素依據問項內容分別命名為人格的理想化影響、
 行為的理想化影響、鼓舞激勵、智力刺激、個人考量

五個因素的特徵值分別為 6.12、4.29、1.30、1.26、1.06，累積總變異量=70.5%， $\alpha=.94$

表 2 因素分析結果-服務品質 (續)

問項	轉軸後因素 1 的負 荷量	轉軸後因素 2 的負 荷量	轉軸後因素 3 的負 荷量	問項對整體之相關 係數
SQ1	.73	.16	.09	.79
SQ2	.71	.20	.18	.85
SQ3	.70	.15	.31	.84
SQ4	.81	.31	.28	.78
SQ5	.73	.16	.19	.81
SQ6	.18	.82	.10	.74
SQ7	.15	.78	.34	.79
SQ8	.24	.88	.16	.83
SQ9	.05	.69	.33	.84
SQ10	.78	.15	.34	.85
SQ11	.82	.10	.19	.82
SQ12	.81	.17	.08	.79
SQ13	.88	.24	.06	.80
SQ14	.20	.12	.84	.89
SQ15	.10	.19	.82	.85
SQ16	.27	.30	.71	.88
SQ17	.33	.09	.79	.88

三個因素依據問項內容分別命名為可信賴性、回應性、關懷性
個因素的特徵值分別為 7.14、3.92、1.35，累積總變異量=73.5%， $\alpha=.91$

問項說明：M-OOC 市場導向型文化、TL-轉換型領導、SQ-服務品質

表 3 研究變項描述與相關分析

研究變項	平均值	標準差	信度值	相關係數				
				4	5	5.1	5.2	5.3
1	3.95	.62	.92	.52***	.21**	.30***	.20**	.23**
1.1	4.07	.83	.87	.54***	.25***	.16*	.27***	.22**
1.2	4.01	.91	.72	.27***	.11*	.09	.05	.06
1.3	3.62	.89	.80	.32***	.32***	.29***	.22**	.20**
1.4	4.09	.87	.78	.23**	.23**	.24**	.13*	.26***
1.5	3.36	.83	.78	.15*	.13*	.17*	.09	.04
2	3.49	.65	.93	.19**	.75**	.30**	.41**	.59**
3	3.62	.94	.94	.21**	.10*	.21**	-.01	.15*
3.1	3.64	.87	.88	.26***	.17*	.24**	.02	.21**
3.2	3.57	.79	.80	.20**	.11*	.29**	.10	.18*
3.3	3.46	.79	.73	.30***	.09	.17	-.02	.14
3.4	3.78	.81	.74	.20**	.22**	.36***	.03	.19*
3.5	3.53	.89	.77	.27***	-.03	.02	-.06	.07
4	4.05	.51	.90		.08**	.11**	.03	.11**
5	3.83	.44	.91					
5.1	3.90	.52	.82					
5.2	3.67	.57	.75					
5.3	3.74	.50	.80					

*p<.1 **p<.05 ***p<.01

變項說明：1-市場導向型文化、1.1-顧客導向、1.2-競爭者導向、1.3-功能間的協調、1.4-長期觀點、1.5-利潤導向、2-知覺組織支持、3-轉換型領導、3.1-人格的理想化影響、3.2-行為的理想化影響、3.3-鼓舞激勵、3.4-智力刺激、3.5-個人考量、4-顧客導向行為、5-服務品質、5.1-可信賴性、5.2-回應性、5.3-關懷性

二、假說檢定

本研究運用複迴歸分析探討市場導向型文化、知覺組織支持以及轉換型領導對顧客導向行為、顧客導向行為對服務品質之關係，以及顧客導向行為是否扮演著中介的角色利用 Baron & Kenny's(1986)的三階段中介效果檢定模式進行分析，結果如表 4、表 5；並以分行成立年數、員工人數作為本研究迴歸模式之控制變項。

假說 1 是指出顧客導向行為會正向影響服務品質，結果發現顧客導向行為會正向影響整體服務品質($R^2 = .39, r = .08, \beta = .22, p < .01$)、可信賴性($R^2 = .29, r = .11, \beta = .15, p < .1$)、關懷性($R^2 = .43, r = .11, \beta = .26, p < .01$)，但對回應性沒有產生顯著的影響力($p > .1$)，員工人數會正向影響整體服務品質($R^2 = .39, \beta = .18, p < .1$)。亦即，當員工越以顧客利益為優先考量，有意願及努力幫助顧客解決問題時，顧客對整體服務品質的評估會越高，特別是會給顧客一種可以信賴行員會確實完成交辦事項、金融的知識夠專業以及關懷顧客特別需求的感覺；因此，支持假說 1。

假說 2、3、4 是指出市場導向型文化、知覺組織支持與轉換型領導對顧客導向行為之影響，結果發現市場導向型文化($R^2 = .48, r = .52, \beta = .25, p < .01$)及其構面(顧客導向、功能

間的協調、長期觀點)、知覺組織支持($R^2 = .48$, $r = .19$, $\beta = .22$, $p < .05$)、轉換型領導($R^2 = .48$, $r = .21$, $\beta = .20$, $p < .05$)及其構面(除了智力刺激外)對顧客導向行為有顯著正向的影響力,員工人數會正向影響顧客導向行為($R^2 = .48$, $\beta = .20$, $p < .1$)。亦即,當組織具有重視與顧客長期且互利關係的文化、讓員工感受到組織重視其貢獻以及主管向員工發展組織願景、培養員工工作能力以及考量員工個別的需求與狀況等時,會

促使員工展現出有利顧客的行為;因此,支持假說 2、3、4。此研究發現可支持社會交換理論的觀點,是一種相信人會對幫助自己的人有所回報之互惠觀點(Gouldner, 1960);學者們認為受惠者會深切體驗到一種虧欠感,而此虧欠感必須透過能引起對方注意的回報行為來降低;對銀行行員而言,會預期藉由提供良好的顧客服務來回報組織以及預期得到組織更好的回報。

表 4 複迴歸分析結果-直接效果

預測變項	依變項					
	顧客導向行為	服務品質	可信賴性	回應性	關懷性	關懷性
直接效果						
H1：顧客導向行為		.22***	.15*	.09	.26***	.26***
控制變項：成立年數		.02				
員工人數		.18*				
H2：市場導向型文化	.25***					
顧客導向	.39***					
競爭者導向	-.09					
功能間的協調	.21**					
長期觀點	.20*					
利潤導向	.08					
H3：知覺組織支持	.22**					
H4：轉換型領導	.20**					
人格的理想化影響	.16*					
行為的理想化影響	.10*					
鼓舞激勵	.35***					
智力刺激	.09					
個人考量	.32***					
控制變項：成立年數	.08					
員工人數	.20*					
R-square	.48	.29.15***	.39	.29	.43	.57.97**
F 值			18.42*	15.91	.43	57.97**

*p<.1 **p<.05 ***p<.01

表 5 後迴歸分析結果-顧客導向行為的中介效果

	市場導向型 文化對服務 品質	市場導向型 文化與顧客 行為對服務 品質	知覺組織支 持對服務 品質	知覺組織支 持與顧客 行為對服 務品質	轉換型領 導對服務 品質	轉換型領 導與顧客 行為對服 務品質
市場導向型 文化	.37***	.16*				
顧客導向 行為		.20**				
R-square	.36	.22.71***	.37	.29.30***		
F 值						
知覺組織 支持			.29**	.20**		
顧客導 向行為				.14*		
R-square			.33	16.22**	.48	31.27***
F 值						
轉換型 領導					.19*	.08
顧客導 向行為						.32***
R-square					.31	19.98**
F 值						3.07*

*p<.1 **p<.05 ***p<.01

再者，本研究利用 Baron & Keeny's(1986) 的三階段中介效果檢定模式來分析顧客導向行為是否扮演著市場導向型文化、知覺組織支持、轉換型領導與服務品質間的中介角色(如表 5)。首先，第 1 個模式是檢定獨立變項是否與依變項呈顯著的關係，研究發現市場導向型文化($R^2 = .36, \beta = .37, p < .01$)、知覺組織支持($R^2 = .33, \beta = .29, p < .05$)、轉換型領導($R^2 = .31, \beta = .19, p < .1$)與服務品質間具有顯著的關係；第 2 個模式是檢定獨立變項與中介變項(顧客導向行為)間是否呈顯著的關係，這點可由之前的迴歸分析檢定假說的結果獲得證實，發現市場導向型文化($R^2 = .48, \beta = .25, p < .01$)、知覺組織支持($R^2 = .48, \beta = .22, p < .05$)、轉換型領導($R^2 = .48, \beta = .20, p < .05$)與顧客導向行為間具有顯著的關係；第 3 個模式是相較於第 1 個模式結果來檢定獨立變項與中介變項(顧客導向行為)對依變項的關係，當獨立變項若是由第 1 個模式到第 3 個模式時仍維持顯著水準，則表示中介變項具有的是部分中介效果；否則，則是具有全面中介效果。結果發現，市場導向型文化、知覺組織支持仍具有顯著水準，亦即，市場導向型文化與知覺組織支持不只是會透過顧客導向行為對服務品質發揮影響力，本身亦會直接影響；然而，轉換型領導則必須透過顧客導向行為才會對服務品質產生影響。所以，就本研究的模式而言，並無法支持顧客導向行為的中介角色。

伍、結論

本研究以 2002 年天下雜誌公布之八家銀行業標竿企業為研究對象，透過表明願意參與本研究之 63 家分行的行員、直屬主管以及往來顧客之問卷調查，探討市場導向型文化、知覺組織支持、轉換型領導對顧客導向行為與服務品質之間的關係。結果發現，顧客導向行為會正向影響整體服務品質、可信賴性、關懷性，但對回應性沒有產生顯著的影響力，亦即，當員工越以顧客利益為優先考量，有意願及努力幫助顧客解決問題時，顧客對整體服務品質的評估會越高，特別是會給顧客一種可以信賴行員會確實完成交辦事項、金融的知識夠專業以及關懷顧客特別需求的感覺。

本研究證實顧客導向行為對金融業服務品質具有攸關的影響力，這點可能是因為行員所表現出來主動幫助顧客解決問題、以顧客利益為優先的行為，比較能加深顧客對此服務銀行的正面服務知覺。再者，本研究亦發現，顧客導向行為與服務品質中的可信賴性、關懷性的顯著正相關程度明顯較高，這點可能是因為行員表現出遵守銀行規定、彼此之間相互協助處理業務與主動幫助顧客解決問題、關懷顧客等行為，較能讓顧客對銀行所提供之服務深切感到信任與依賴，以及注意到自己需求的溫馨感，而有利於顧客對服務銀行正面知覺的建立。

市場導向型文化以及顧客導向、功能間的協調、長期觀點等構面以及知覺組織支持、轉換型領導及其構面(除了智力刺激外)會正向影響顧客導向行為；亦即，組織能充分瞭解及重視目標市場心目中對產品獨特的價值觀及需求、而有效協調組織的資源努力創造顧客的價值，以及考量與重視顧客的意見，會越發鼓舞員工以顧客利益為優先、有利於顧客的行為；另外，銀行若想刺激員工表現出有利銀行服務績效的行為，最大的成效在於銀行與主管能在合理的範圍內，充分授權行員執行工作上的自由判斷空間以及提昇其處理工作的能力，讓員工體會到銀行與主管尊重、認可其對銀行的貢獻，以及主管與行員間建立良好關係、支持與關懷行員的需求與行為，讓行員充分體會到銀行與主管對其的關懷。

再者，本研究利用 Baron & Keeny's(1986) 的三階段中介效果檢定模式來分析顧客導向行為是否扮演著市場導向型文化、知覺組織支持、轉換型領導與服務品質間的中介角色。結果發現，市場導向型文化與知覺組織支持不只是會透過顧客導向行為對服務品質發揮影響力，本身亦會產生直接影響；然而，轉換型領導則必須透過顧客導向行為才會對服務品質產生影響。所以，就本研究的模式而言，並無法支持顧客導向行為的中介角色。此研究發現，說明出顧客導向行為的中介模式值得後續研究再做進一步驗證，或重新探討相關變項之間的關係。

再者，本研究結果亦強調出金融業重要的績效標準-服務品質的影響因素，不只是行員對待顧客的行為，整體銀行所表現出來的經營風格與文化亦會影響到顧客的服務知覺。因此，組織的經營與文化不只會影響到員工的行為，亦會影響到外部顧客的評估。這點與 Homburg & Pflesser(2000)提到的觀點相似，他們認為組織文化是一種更深層的信念系統，會影響員工表現出來的行為，所以外顯的行為有時候其影響力遠不及員工潛藏的價值觀、信念與態度。因此，這項發現亦更證實本研究採取市場導向的文化觀，而非行為觀來探討更具適切性。

根據本研究之理論文獻探討與實證分析結果，分別對金融業與後續研究者提出幾點建議。由於近年來金融業面臨市場的開放，競爭日趨激烈，面對外商銀行與本土銀行的競爭，銀行經營者已不能墨守陳規，默默等待顧客的上門。開發新顧客與留住舊客戶已成為銀行重要的經營課題，而經過無數的理論與研究證實，顧客的去留決定於其知覺服務企業的品質及其所獲利益的多寡而定。因此，服務品質可說是現今企業經營的關鍵因素之一。

在服務接觸中，服務人員的態度及行為會深深影響到服務品質及服務接受者(顧客)對服務企業的感受與評價。而服務人員的行為，亦會受到組織政策、主管領導風格等因素所影響。因此，對於會影響銀行關鍵經營要素的服務品質之相關議題，是不容輕忽的。由於實證結果支持市場導向型文化、知覺組織支持、轉換型領導等對顧客導向行為、服務品質之間的相關性，明顯可知要提昇銀行的服務績效，必須激勵員工表現出有利顧客的行為，而這點可

以透過營造出重視顧客與功能間的整合與協調之文化、尊重與認同員工之貢獻以及改變員工信念、激勵員工、提昇處理工作能力以及關懷個人需求等管理實務著手。

建議銀行經營者規劃一套完善的人力管理政策，關懷員工的需求與發展，適時提供必要的支援，並可定期及不定期的舉辦員工工作上相關技能的培訓課程或講座，尊重員工的工作表現，並公開表揚員工對銀行的貢獻等。良好的人力管理政策，不僅能提升銀行員工的能力與素質，亦能增加其對銀行的認同感與向心力，而表現出有利銀行的行為。

對後續研究者的建議方面；首先，雖然本研究是針對金融服務業進行研究，但研究的焦點仍多放在一般臨櫃服務與授信服務上，有鑑於近年來金融業由於法規的開放，不斷研發與推出各種新金融商品以搶佔市場，但鑑於許多創新的研究仍著重在有形商品的開發(de Brentani, 1995)上，而服務與有形商品之不同特性，以及新服務開發研究之缺乏，建議後續研究者可針對服務業探討組織文化、員工行為與新服務開發(NSD)之間的關係。再者，本研究發現市場導向型文化、知覺組織支持不只透過顧客導向行為對服務品質產生影響(間接影響效果)，也對顧客導向行為與服務品質間關係產生調節效果，所以文化-行為-績效之間的關係仍可進一步研究探討。最後，本研究主要針對的是組織文化、領導風格對成員行為與服務績效之影響，尚未針對組織不同管理政策以及團隊領導者對團隊成員之激發，如高階主管支持、獎勵制度等，因此建議後續研究者可再擴大探討對服務績效有正面影響效果之公司政策與領導因素。

參考文獻

- 田中掃六(1992), 服務業品質管理, 吳宜芬譯, 大展出版社。
- 李青芬、李雅婷、趙慕芬(2002), 組織行為學, 頁 245-260, 華泰。
- Allaire, Y. & M. E. Firsirotu(1984), "Theories of Organizational Culture," *Organization Studies*, 5(3), 193-226.
- Avolio, B. J., B. M. Bass, & D. I. Jung(1995). *Multifactor Leadership Questionnaire Technical Report*, Mind Garden, Redwood City, CA.
- Avolio, B. J., D. A. Waldman, & W. O. Einstein(1988), "Transformational Leadership in a Management Game Simulation," *Group and Organization Studies*, 13(1), 59-80.
- Babin, B. J. & J. S. Boles(1996), "The Effects of Perceived Co-Worker Involvement and Supervisor Support on Service Provider Role Stress, Performance, and Job Satisfaction," *Journal of Retailing*, 72(1), 57-75.
- Baker, W. E. & J. M. Sinkula(1999), "The Synergistic Effect of Market Orientation and Learning Orientation on Organizational Performance," *Academy of Marketing Science*, 27(4), 411-427.
- Bass, B. M., B. J. Avolio, & L. Goodheim(1987), "Quantitative Description of World-Class Industrial, Political, and Military Leaders," *Journal of Management*, 13, 7-19.
- Bitner, M. J.(1990), "Evaluating Service Encounters: The Effects of Physical Surroundings and Employee Responses," *Journal of Marketing*, 54(April), 69-82.
- Bitner, M. J., B. H. Booms, & L. A. Mohr(1994), "Critical Service Encounters: The Employee's Viewpoint," *Journal of Marketing*, 58(October), 95-106.
- Bitner, M. J. B. H. Booms, & M. S. Tetreault(1990), "The Service Encounter: Diagnosing Favorable and Unfavorable Incidents," *Journal of Marketing*, 54(January), 71-84.
- Brief, A. P. & S. J. Motowidlo(1986), "Prosocial Organizational Behaviors," *Academy of Management Review*, 11, 710-725.
- Brown, S. P. & R. A. Peterson(1994), "The Effect of Effort on Sales Performance and Job Satisfaction," *Journal of Marketing*, 58(April), 70-80.
- Burns, J. M.(1978). *Leadership*, Harper, New York, NY.
- Colletti, D. L.(1987), "Retail Banking Success: A Question of Quality," *Bank Administration*, April, 42-48.
- Day, G. S.(1994), "The Capabilities of Market-Driven Organizations," *Journal of Marketing*, 58(October), 37-52.
- de Brentani, U.(1995), "New Industrial Service Development: Scenarios for Success and Failure," *Journal of Business Research*, 32, 93-103.
- Deal, T. E. & A. A. Kennedy(1982). *Corporate Cultures: The Rites and Rituals of Corporate Life*. Reading, MA: Addison Wesley.
- Deshpand'e, R. & J. U. Farley(1998), "Measuring Market Orientation: Generalization and Synthesis," *Journal of Market-Focused Management*, 2(1), 213-232.
- Deshpand'e, R. & F. E. Webster(1989), "Organizational Culture and Marketing: Defining the Research Agenda," *Journal of Marketing*, 53(January), 3-15.
- Eisenberger, R., R., P. Fasolo, & Davis-La Mastro(1990), "Perceived Organizational Support and Employee Diligence, Commitment, and Innovation," *Journal of Applied Psychology*, 75(1), 51-59.
- Eisenberger, R., R. Huntington, S. Hutchison, & D. Sowa(1986), "Perceived Organizational Support," *Journal of Applied Psychology*, 71, 500-507.
- Gouldner, A. W.(1960), "The Norm of Reciprocity: A Preliminary Statement,"

- American Sociological Review*, 25, 161-178.
- Griffiths, J. S. & R. Grover(1998), "A Framework for Understanding Market Orientation: The Behavior and the Culture," in *Marketing Theory and Applications*, Vol.9, Dhruv Grewal and Connie Pechman, eds. Chicago: American Marketing Association, 311-320.
- Harris, L. C. & E. Ogbonna(2001), "Leadership Style and Market Orientation: An Empirical Study," *European Journal of Marketing*, 35(5/6),744-764.
- Homburg, C. & C. Pflesser(2000), "A Multiple-Layer Model of Market-Orientated Organizational Culture: Measurement Issues and Performance Outcomes," *Journal of Marketing Research*, 37(4), 449-462.
- Howell, J. M. & B. J. Avolio(1993), "Transformational Leadership, Transactional Leadership, Locus of Control, and Support for Innovation: Key Predictors of Consolidated-Business-Unit Performance," *Journal of Applied Psychology*, 78(6), 891-902.
- Humphreys, J. H.(2002), "Transformational Leader Behavior, Proximity and Successful Services Marketing," *The Journal of Services Marketing*, 16(6), 487-502.
- Jackson, S. E. & R. S. Schuler(1992). "HRM Practices in Service-Based Organizations: A Role Theory Perspective," In Swartz, T. D. Bowen, & S. Brown(Eds.), *Advances in Service Marketing and Management*, Greenwich, CT: JAI Press, pp.123-157.
- Jaworski, B. J. & A. K. Kohli(1993), "Market Orientation: Antecedents and Consequences," *Journal of Marketing*, 57(July), 53-70.
- Jaworski, B. J. & A. K. Kohli(1996), "Market Orientation: Review, Refinement, and Roadmap," *Journal of Market-Focused Management*, 1(2), 119-135.
- Katz, D.(1964), "The Motivational Basis of Organizational Behavior," *Behavioral Science*, 9, 131-146.
- Keaveney, S. M.(1995), "Customer Switching Behavior in Service Industries: An Exploratory Study," *Journal of Marketing*, 59(April), 71-82.
- Kelley, S. W.(1992), "Developing Customer Orientation Among Service Employees," *Journal of the Academy of Marketing Science*, 20(1), 27-36.
- Kelley, S. W., K. D. Hoffman, & M. A. Davis(1993), "A Typology of Retail Failure and Recoveries," *Journal of Retailing*, 69(Winter), 429-452.
- Kluckhohn, C.(1951), "The Study of Culture," in *The Policy Science*, Daniel Lerner and Harold Dwight Lasswell, eds. Stanford, CA: Stanford University Press, 74-93.
- Kohli, A. K. & B. J. Jaworski(1990), "Market Orientation: The Construct, Research Propositions, and Managerial Implications," *Journal of Marketing*, 54(April), 1-18.
- Kohli, A. K., B. J. Jaworski, & A. Kumar(1993), "MARKOR: A Measurement of Market Orientation," *Journal of Marketing Research*, 30(November), 467-477.
- Kumar, K., R. Subramanian, & C. Yauger(1998), "Examining the Market Orientation-Performance Relationship: A Context-Specific Study," *Journal of Management*, 24(2), 201-233.
- Lowe, K. B., K. G. Kroeck, & N. Sivasubramaniam(1996), "Effectiveness Correlates of Transformational and Transactional Leadership: A Meta-Analytic Review of the MLQ Literature," *Leadership Quarterly*, 7, 385-425.
- MacKenzie, S. B., P. M. Podsakoff, & G. A. Rich(2001), "Transformational Leadership and Transactional Leadership and Sales Performance," *Journal of Academy of Marketing Science*, 2, 115-134.
- Mahn, H. Y., S. E. Beatty, & J. Suh(2001), "The Effect of Work Climate on Critical Employee and Customer Outcomes," *International Journal of Service Industry Management*, 12(5), 500-521.
- Masterson, S. S., K. Lewis, B. M. Goldman, & M. S. Taylor(2000), "Integrating Justice and Social Exchange: The Differing

- Effects of Fair Procedures and Treatment on Work Relationships,” *Academy of Management Journal*, 43, 738-748.
- McNeely, B. L. & B. M. Meglino(1994), “The Role of Dispositional and Situational Antecedents, Correlates, and Consequences of Organizational Behavior: An Examination of the Intended Beneficiaries of Prosocial Behavior,” *Journal of Applied Psychology*, 79, 836-844.
- Narver, J. C. & S. F. Slater(1990), “The Effect of a Market Orientation on Business Profitability,” *Journal of Marketing*, 54(October), 20-35.
- Organ, D. M.(1988). *Organizational Citizenship Behavior: The Good Soldier Syndrome*. Lexington, MA: Books.
- Parasuraman, A., V. A. Zeithaml, & L. L. Berry(1988), “SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Customer Perceptions of Service Quality,” *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.
- Pascale, R. T. & A. G. Athos(1981). *The Art of Japanese Management*, New York: Simon and Schuster.
- Peters, T. & R. Waterman(1982). *In Search of Excellence*, New York: Harper Row.
- Reichers, A. E. & Schneider, B.(1990).Climate and Culture: An Evolution of Constructs. In B. Schneider(Eds.), *Organizational Climate and Culture*. Jossey-Bass, San Francisco.
- Ruekert, R. W.(1992), “Developing a Market Orientation: An Organizational Strategic Perspective,” *International Journal of Research in Marketing*, 9(January), 225-245.
- Schein, E. H.(1984), “Coming to a New Awareness of Organizational Culture,” *Sloan Management Review*, 26(Winter), 3-16.
- Schneider, B. & D. E. Bowen(1985), “Employee and Customer Perceptions of Service in Banks: Replication and Extension,” *Journal of Applied Psychology*, 70, 423-433.
- Seltzer, J. & B. M. Bass(1990), “Transformational Leadership: Beyond Initiation and Consideration,” *Journal of Management*, 16(4), 693-703.
- Singh, J.(2000), “Performance Productivity and Quality of Frontline Employees in Service Organizations,” *Journal of Marketing*, 64(April), 15-34.
- Slater, S. F. & J. C. Narver(1994), “Does Competitive Environment Moderate the Market Orientation-Performance Relationship?,” *Journal of Marketing*, 58(January), 46-55.
- Smircich, L.(1983), “Concepts of Culture and Organizational Analysis,” *Administrative Science Quarterly*, 28(September), 339-358.
- Stamper, C. L. & S. S. Masterson(2002), “Insider or Outsider? How Employee Perceptions of Insider Status Affect Their Work Behavior,” *Journal of Organizational Behavior*, 23(8), 875-894.
- Vroman, H. W. & V. P. Luchsinger(1994). *Managing Organizational Quality*, Burr Ridge, IL: Irwin.
- Waldman, D. A., B. M. Bass, & W. O. Einstein(1987), “Leadership and Outcomes of Performance Appraisal,” *Journal of Occupational Psychology*, 60, 177-186.
- Walker, O. C., G. A. Churchill, & N. M. Ford(1979), “Where Do We Go From Here? Selected Conceptual and Empirical Issues Concerning the Motivation and Performance of the Industrial Sales Force,” in Albaum, G. & G. A. Churchill(Eds.), *Critical Issues in Sales Management: State-of-the-Art and Future Research Needs*, University of Oregon Press, Eugene, OR, pp.10-75.
- Weatherly, K. A. & D. A. Tansik(1993), “Managing Multiple Demands: A Role-Theory Examination of the Behaviors of Customer Contact Service Worker,” in Swartz, T. A., Bowen, D. E. & S. W. Brown(Eds.), *Advances in Services Marketing and Management*, 2, JAI Press, Greenwich, CT, pp.279-300.

Ymmarino, F. J., W. D. Spangler, & B. M. Bass(1993), "Transformational Leadership and Performance: A Longitudinal Investigation," *Leadership Quarterly*, 47(1), 81-102.

大專特優級女子排球教練領導行為與選手滿意度之研究

Perception and Satisfaction of Female Volleyball Players on Coaches' Leadership

董金龍¹ 周麗華² 劉松岩³ 吳國輝⁴

Doong Jin-Long¹, Lee-Hua Chou², Liu Sung-Yen³, Wu Kuo-Hui⁴

南亞技術學院^{1,3,4} 清雲科技大學²

jldong@nanya.edu.tw¹

lhchou@cyu.edu.tw²

摘要

本研究以參加九十四學年度大專排球聯賽特優級之 12 支女子球隊，共 108 位選手為研究對象，並以自編之「大專排球教練之領導行為與選手滿意度調查問卷」為研究工具，探討大專特優級排球教練領導行為與選手滿意度之關係。研究結果發現：(一) 體保生選手較非體保生選手喜歡教練有較高的「訓練與指導」及「關懷行為」。(二) 球齡在 5 年以上的選手較球齡在 3-5 年的選手喜歡教練有較高的「專制行為」；球齡在 5 年以上的選手較球齡在 3 年以下的選手喜歡教練有較高的「訓練與指導」及「獎勵行為」。(三) 縣市級的選手較校隊級的選手喜歡教練有較高的「專制行為」。(四) 十~十二名較一~三名、四~六名及七~九名喜歡教練有較高的「訓練與指導」。(五) 球齡在 5 年以上的選手較球齡在 3 年以下的選手知覺教練有較高的「專制行為」。(六) 國家級、縣市級及聯賽級的選手較校隊級的選手知覺教練有較高的「專制行為」。(七) 十~十二名較一~三名、四~六名及七~九名知覺教練有較高的「訓練與指導」；十~十二名及七~九名較四~六名知覺教練有較高的「關懷行為」。(八) 知覺的獎勵行為、喜歡的民主行為、知覺的關懷行為，等三個構面可以有效預測大專特優級女子排球選手的滿意度。

關鍵詞：大專特優級、排球、教練領導行為、選手滿意度

Abstract

This research puts an emphasis on the perception of 12 female volleyball teams, 108 players, on coaches' leadership in 2005. The relationship between players' satisfaction and coaches' leadership behavior is also examined. A questionnaire survey is conducted in the first class of the college female volleyball league. The results revealed that: (1) players with being recommended have higher perceptions on coaches' "training and guidance" behavior than players without recommendation; (2) players with experiences more than 5 years have higher perceptions on coaches' "tyrannous", "training and guidance" and "rewarding" behaviors than ones with 3-5 year experiences; (3) City-level players have higher perceptions on coaches' "tyrannous" behavior than national-level plays do; (4) players ranking tenth to twelfth like coaches' "training and guidance" behavior than players ranking first to ninth do; (5) players with experiences less than 5 years have higher perceptions on coaches' "tyrannous" behaviors than ones with experiences more than 5 years; (6) Nation- and city-level players like coaches' "tyrannous" behavior than school team players do; (7) players ranking tenth to twelfth like coaches' "training and guidance" and "caring" behaviors than players ranking first to ninth do; (8) the satisfaction of first class female volleyball players could be effectively predicted by means of perceptions on coaches' "rewarding", "democratic" and "caring" behaviors.

Key words : First class of the college leagues, volleyball, leadership, satisfaction

壹、緒論

一、研究背景

自人類出現之後，就開始有領導的概念及行為出現（陳彥君、劉志華，2003），而相關研究的正式記載，約在十二世紀左右（楊純碧，1998）。領導行為最初是使用在工商業界，希望藉以打破主管與員工的階級觀念，後來由於時空的轉變及需求的增加，逐漸的將領導行為應用在其他的領域範圍之中，而運動教練領導行為的研究範疇即是如此。盧俊宏（1994）指出，領導是在一個有組織的群體中，領導者運用其影響力使群體朝向某一目標前進的過程，而運動團隊本質上就是一個正式的組織（Chelladurai, 1990），因此，可以透過各項對影響領導行為因素的研究，並依據不同的運動情境需求來加以應用。

運動領導情境理論的主要研究方向，是在探討「教練」、「選手」與「情境」三者之間的交互作用關係，透過對各項影響領導行為因素的研究，找出適用的領導模式，提供給從事運動訓練的領導者，作為參考之依據（陳玉娟，1995）。目前國內從事教練領導行為的研究者，大多採用美國運動情境領導理論學者 Chelladurai & Carron（1978）提出的多元領導模式（multidimensional model of leadership）與 Chelladurai（1994）以探討選手喜歡的與知覺的教練領導行為及教練自我知覺的領導行為關係，所設計的運動領導行為量表（Leadership Scale for Sports, LSS），作為探究教練領導行為的研究工具。

一位成功的運動教練，必須表現出教練的智慧及大膽的作風，來提昇球隊的士氣（陳全壽，1994）。而教練在球場上的精神表現，往往會影響到球員的演出及團隊的成績。所以一位優秀的教練，不單是只要懂得訓練與戰術，更必須具備全方位的新知及學問。教練尚須具備主要科學（運動生理學、運動心理學、運動生

物力學）的知識、應用科學（運動教練學、體力訓練學）的概念、運動處方的設計及對運動員選材的瞭解。陳玉娟（1995）認為教練的工作除了擬定訓練計畫、執行動作技能及戰術的指導外，球員的升學管道、課業問題、情緒調適、突破瓶頸，乃至於愛情顧問、心理諮商員（鄭志富、方明營，1994）等，皆屬於教練的工作範圍。

王耀聰（2005）研究發現，女性選手知覺其教練展現的「低民主與低關懷」的領導行為，與「低活動本身與低知覺能力」之運動樂趣來源組型有關；女性選手知覺其教練展現的「高訓練與指導、高民主、高關懷與高獎勵」的領導行為組型，亦與「高社交和生活機會、高社會認同和獎勵、高活動本身與高知覺能力」之運動樂趣來源組型有關。賴世堤（2001）研究發現，女性選手知覺教練有較高的「訓練與指導」、「民主行為」、「關懷行為」、「獎勵行為」及「整體領導行為」。蔣憶德等（2001）研究發現，女性選手知覺教練有較高的「訓練與指導」及「社會支持行為」。

Chelladurai（1984）研究發現，當選手心中喜歡的教練領導行為與實際知覺的教練領導行為一致性愈低時，選手對教練的滿意度將隨之降低；且喜歡的與知覺的教練領導行為之差距，會影響選手對教練領導行為及團隊表現的滿意度。Riemer & Chelladurai（1996）發現，知覺的與喜歡的社會支持差異是提昇選手滿意度的重要因素。Chelladurai（1990）指出，教練與選手之間的互動關係，會直接影響選手的滿足感與動機，而團隊情境中知覺的與喜歡的教練領導行為愈趨於一致時，選手的滿意度亦愈高；且不同背景變項（性別、項目、等級）的選手，對教練領導行為（專制、民主、獎勵）的期望會有所不同（鄭敏雄、劉一民，1991；Horne & Carron, 1985）。

排球是團體運動的項目之一，教練必須面

對不同環境背景出身的選手，加上選手本身亦有不同的喜好及需求，因此，找出最適合教練與選手關係的領導行為，才是增進教練與選手之間關係的最有效方法，以使教練獲得選手的信任，而提昇訓練成效與比賽成績。本研究擬以多元領導理論為架構，探討大專特優級排球選手喜歡的與知覺的教練領導行為之差異情形，及其差異是否可以有效的預測選手滿意度，是為本研究動機。

二、研究目的

- (一) 比較不同背景變項大專特優級女子排球選手喜歡的教練領導行為之差異。
- (二) 比較不同背景變項大專特優級女子排球選手知覺的教練領導行為之差異。
- (三) 喜歡的與知覺的教練領導行為對大專特優級女子排球選手滿意度之預測分析。

三、名詞解釋

- (一) 大專特優級女子排球選手

本研究所指之大專特優級女子排球選手，資格為獲得九十三學年度女子組第一級的前九名，與女子組第二級的前三名，共十二支球隊。

- (二) 喜歡的教練領導行為

本研究將喜歡的教練領導行為定義為：選手本身喜愛教練所表現出來的領導行為。教練領導行為分為五個構面：「訓練與指導」、「民主行為」、「專制行為」、「獎勵行為」、「關懷行為」等。本研究所指之喜歡的教練領導行為是大專特優級選手在【喜歡的大專排球教練之領導行為量表】之得分表示之，得分越高，表示喜歡的教練領導行為越高，反之則越低。

- (三) 知覺的教練領導行為

本研究將知覺的教練領導行為定義為：選手感受到教練實際所表現出來的領導行為。教練領導行為分為五個構面：「訓練與指導」、「民主行為」、「專制行為」、「獎勵行為」、「關懷行為」等。本研究所指之知覺的教練領導行為是大專特優級選手在【知覺的大專排球教練之領導行為量表】之得分表示之，得分越高，表示

知覺的教練領導行為越高，反之則越低。

- (四) 選手滿意度

滿意度係指選手對教練領導行為的滿意程度。本研究將選手滿意度定義為：選手對教練整體領導行為的滿意程度，並以大專特優級選手在【選手滿意度量表】之得分表示之，得分越高選手滿意度越高，反之則越低。

- (五) 聯賽成績

本研究將聯賽成績區分為四組：第一組為九十三學年度女子組第一級的一~三名；第二組為九十三學年度女子組第一級的四~六名；第三組為九十三學年度女子組第一級的七~九名；第四組為九十三學年度女子組第二級的一~三名。

貳、研究方法與步驟

一、研究對象

本研究以參加九十四學年度大專排球聯賽特優級之 12 支女子球隊，共 108 位選手為研究對象。

二、研究工具

- (一) 問卷編製

本研究之教練領導行為量表，包含「喜歡的教練領導行為量表」與「知覺的教練領導行為量表」兩部分，此量表原由鄭志富、蕭嘉惠、牟鍾福（1997）根據 Chelladurai（1994）所設計的運動領導行為量表（Leadership Scale for Sports, LSS），所編製而成的運動領導量表（中文版）。並參考蔡博隆（2002）所編製之「高中女子籃球教練之領導行為與選手滿意度調查問卷」，及羅振財（2004）所編製之「苗栗地區國小田徑代表隊教練領導行為與選手滿意度調查問卷」，重新編製 35 題問卷題目，採用李克特式（Likert-type scale）五點量表計分，從非常不喜歡、不喜歡、普通、喜歡、非常喜歡，分別給予 1、2、3、4、5 分。

本研究之選手滿意度量表原由陳玉娟（1995）彙整多位專家學者之意見所編製而成的滿意度量表，並參考蔡博隆（2002）所編製之「高中女子籃球教練之領導行為與選手滿意

度調查問卷」,重新編製 5 題問卷題目,包含「教練整體的領導行為」。

(二) 問卷預試及因素分析

本研究以喜歡的與知覺的大專排球教練之領導行為量表 35 題及選手滿意度量表 5 題為預試問卷,並於九十四年九月一日至九月三十日,以九十四學年度大專排球聯賽男、女組挑戰 A 級之參賽學校選手為研究預試樣本,進行問卷預試。採立意抽樣之方式,抽取 12 支球隊,共計發出 159 份問卷,回收問卷 156 份,有效回收率為 98%。本研究之因素分析採用主成份分析法抽取特徵值大於 1 的因素,其次以斜交轉軸選取因素負荷量大於 .4 之題目,刪除第 3、6、10、11、14、15、17、24、29、30 題目。分析結果得知,大專排球教練之領導行為量表分為「專制行為」、「民主行為」、「訓練與指導」、「獎勵行為」、「關懷行為」等五個因素構面,其解釋變異量分別為 16.15%、11.32%、11.29%、11.21%、10.40%,累積解釋變異量為 60.39%;分量表之 Cronbach α 內部一致性係數分別為 .88、.81、.75、.79、.81,總量表 Cronbach $\alpha = .83$,顯示本量表之信度與效度尚可接受。

三、研究程序

研究量表編製完成後,於九十四年十一月一日至十二月三十一日,以九十四學年度大專特優級排球聯賽之參賽選手為對象,進行問卷調查。問卷由研究者先以電話聯繫,請各校教練予以協助,並說明問卷目的與填答方式,再以郵寄方式至各學校進行調查。本研究針對參加特優級比賽的 12 支球隊,發出 110 份問卷,回收問卷 108 份,剔除填答資料不全者,合計有效問卷樣本為 106 份,有效回收率為 98%。

四、資料分析

本研究回收之問卷以 SPSS 10.0 for Window 統計套裝軟體為分析工具,以探索性因素分析萃取大專排球教練之領導行為量表之內涵因素,再以重複量數單因子變異數分析探討喜歡的與知覺的大專排球教練之領導行為之

內涵差異,並以多元迴歸分析探討教練的領導行為對選手滿意度之預測情形。本研究之統計水準定為 $\alpha = .05$ 。

參、結果與討論

一、不同背景變項大專特優級女子排球選手喜歡的教練領導行為之差異分析

本節將依據本研究之自變項:體保生、球齡、個人最高運動成就及聯賽成績等四個背景變項,來探討喜歡的教練領導行為之差異情形。

(一) 是否為體保生選手喜歡的教練領導行為之差異比較

由表 1 得知,是否為體保生的大專特優級女子排球選手所喜歡的教練領導行為有顯著的差異存在,體保生選手較非體保生選手喜歡教練有較高的「訓練與指導」及「關懷行為」,這與 Garland & Barry (1988) 認為:能力愈好的選手愈強調教練的「訓練與指導」、「關懷行為」及「獎勵行為」的研究結果大致吻合。大專院校的運動選手是屬於層級較高的一個群集,而本研究對象的體保生選手更是此一群集之中的佼佼者,他們的運動技術水準更高、經驗也更豐富。體保生選手本身雖然已經具備了相當程度的運動水準,但為了追求更好的運動成績表現,他們會對運動技術的精進有更高的要求,因此會重視教練的訓練與指導行為。也正因為他們的球技及經驗比較好,所以在練習及比賽的時候,往往就是教練所注重的對象,若教練能展現較多的讚美及獎賞時,對於選手個人技術的發揮及提昇團隊成績的表現,是有正面的助益的。

(二) 不同球齡選手喜歡的教練領導行為之差異比較

由表 2 得知,不同球齡的大專特優級女子排球選手所喜歡的教練領導行為有顯著的差異存在,球齡在 5 年以上的選手較球齡在 3-5 年的選手喜歡教練有較高的「專制行為」;球齡在 5 年以上的選手較球齡在 3 年以下的選手喜歡教練有較高的「訓練與指導」及「獎勵行為」。

鄭敏雄（1992）、蕭嘉惠（2003）等人的研究結果均認為：選手接受訓練時間的長短，並不影響其所喜歡的教練領導行為，但陳玉娟（1995）的研究結果卻認為：選手接受運動訓練時間的長短，往往會影響其所知覺的與喜歡的教練領導行為。是否球齡之長短對教練領導行為的喜好程度並無一定的結論，則有待更進一步的研究及探討。

（三）不同個人最高運動成就選手喜歡的教練領導行為之差異比較

由表 3 得知，不同最高運動成就的大專特優級女子排球選手所喜歡的教練領導行為有顯著的差異存在，縣市級的選手較校隊級的選手喜歡教練有較高的「專制行為」。陳玉娟（1995）、蕭嘉惠（2003）等人的研究結果均認為：層級不同的運動技術水平，並不影響其所喜歡的教練領導行為，但陳其昌（1993）、賴世堤（2002）等人的研究結果卻認為：層級不同的運動技術水平，往往會影響其所喜歡的教練領導行為，此一論點可以支持本研究結果。故運動成就較高的選手，除了希望自身的運動技術得以提昇及突破之外，更期盼教練能嚴格的執行訓練計劃。

（四）不同聯賽成績選手喜歡的教練領導行為之差異比較

由表 4 得知，不同聯賽成績的大專特優級女子排球選手所喜歡的教練領導行為有顯著的差異存在，十~十二名較一~三名、四~六名及七~九名喜歡教練有較高的「訓練與指導」。由第二級晉升上來的 3 支球隊（十~十二名），這些選手無論是在球技、體能、經驗、戰術及戰略上，都比特優級的選手要來得生疏，因此，他們爲了想要拉近與特優級選手之間的差距，往往會希望教練能展現較高的「訓練與指導」。

二、不同背景變項大專特優級女子排球選手知覺的教練領導行為之差異分析

本節將依據本研究之自變項：體保生、球齡、個人最高運動成就及聯賽成績等四個背景

變項，來探討知覺的教練領導行為之差異情形。

（一）是否爲體保生選手知覺的教練領導行為之差異比較

由表 5 得知，是否爲體保生的大專特優級女子排球選手所知覺的教練領導行為並無顯著的差異存在。過去的研究鮮少將選手在同一隊中之「是否爲體保生」列爲自變項目，所以無法與其他的研究進行比較。

（二）不同球齡選手知覺的教練領導行為之差異比較

由表 6 得知，不同球齡的大專特優級女子排球選手所知覺的教練領導行為有顯著的差異存在，球齡在 5 年以上的選手較球齡在 3 年以下的選手知覺教練有較高的「專制行為」。鄭志富、方明營（1994）、楊志顯（1998）等人指出，不同球齡的選手對其所知覺的教練領導行為沒有顯著的差異，但 Chelladurai & Saleh（1978）卻認為：選手接受運動訓練時間的長短，往往會影響其所知覺的與喜歡的教練領導行為。陳玉娟（1995）的研究結果指出，接受訓練 7 年以上的選手較接受訓練 1-3 年的選手感受到教練表現較多的「專制行為」，此研究結果不但印證了 Chelladurai & Saleh 的論述，並且與本研究之結果完全一致。

（三）不同個人最高運動成就選手知覺的教練領導行為之差異比較

由表 7 得知，不同最高運動成就的大專特優級女子排球選手所知覺的教練領導行為有顯著的差異存在，國家級、縣市級及聯賽級的選手較校隊級的選手知覺教練有較高的「專制行為」，這與鄭志富、方明營（1994）、Chelladurai & Carron（1981）等人的研究結果大致相符。層級愈高的選手其運動技術已臻精熟，心智亦趨於穩定、而在排球這種團隊運動項目中，他們往往會是球隊重心的所在及教練倚重的對象，有時甚至要承擔比賽的勝敗責任，因此，無論是在訓練或比賽中，教練對他們的期望會比其他的選手要高，甚至不能容許有錯誤的情

形發生，故在這種壓力之下，可能是讓他們感受到教練表現較高的「專制行爲」之原因。

(四) 不同聯賽成績選手知覺的教練領導行爲之差異比較

由表 8 得知，不同聯賽成績的大專特優級女子排球選手所知覺的教練領導行爲有顯著的差異存在，十~十二名較一~三名、四~六名及七~九名知覺教練有較高的「訓練與指導」；十~十二名及七~九名較四~六名知覺教練有較高的「關懷行爲」。十~十二名是由第二級所晉升上來的 3 支球隊，而七~九名是有可能面臨被降級的 3 支球隊，一是面臨更高技術水平的競賽，另一是耽心聯賽成績不甚理想的問題。而這些教練在面對這種困境時，除了要加強選手技術層面的訓練外，多給予選手正面思想的鼓勵，讓選手有信心的來接受更嚴厲的挑戰，應該是教練最正確且適當的作法。

三、喜歡的與知覺的教練領導行爲對大專特優級女子排球選手滿意度之預測情形

本研究以大專特優級排球選手喜歡的與知覺的教練領導行爲五個構面「訓練與指導」、「民主行爲」、「專制行爲」、「獎勵行爲」、「關懷行爲」為預測變項，進行多元逐步迴歸分析，來探討選手對教練整體領導行爲的滿意度之預測情形，如表 9 所示。知覺的獎勵行爲、喜歡的民主行爲、知覺的關懷行爲，達到顯著差異，這三個變項可以共同解釋教練整體領導行爲之滿意度總變異量達 43%。其中以知覺的獎勵行爲之解釋量 31% 最佳、喜歡的民主行爲之解釋量 7% 其次、知覺的關懷行爲之解釋量 4% 第三。此研究結果與過去國內的研究結果（羅振財，2004；蕭嘉惠，2003；蔡博隆，2002；鄭松益，2001）部分相符合。喜歡的與知覺的教練領導行爲與選手滿意度的關係以標準化迴歸方程式表示，則【選手滿意度 = .36×知覺的獎勵行爲 + .27×喜歡的民主行爲 + .24×知覺的關懷行爲】。

運動員到了大學院校所接受的教育目標，

已經不再是單純的爲了爭取運動佳績而已，往往他們更擔心的是學業能否順利通過，以及將來的就業問題，因此教練在平時的實務工作上，要儘量與選手建立更親近的關係並表現出他對選手的關心，協助並解決他們在生活上與課業上的難題。另一方面，大學階段的選手對於訓練與生活已有一定程度的認知，思想上也比較獨立與自主，他們希望在團隊事務的決策上能有參與的機會，所以教練展現應有的威權性固然重要，但切勿堅持己見、不知變通，如此選手必能全心的投入訓練工作，以爭取最好的團隊運動成績。

肆、結論與建議

一、結論

- (一) 體保生選手較非體保生選手喜歡教練有較高的「訓練與指導」及「關懷行爲」。
- (二) 球齡在 5 年以上的選手較球齡在 3-5 年的選手喜歡教練有較高的「專制行爲」；球齡在 5 年以上的選手較球齡在 3 年以下的選手喜歡教練有較高的「訓練與指導」及「獎勵行爲」。
- (三) 縣市級的選手較校隊級的選手喜歡教練有較高的「專制行爲」。
- (四) 十~十二名較一~三名、四~六名及七~九名喜歡教練有較高的「訓練與指導」。
- (五) 球齡在 5 年以上的選手較球齡在 3 年以下的選手知覺教練有較高的「專制行爲」。
- (六) 國家級、縣市級及聯賽級的選手較校隊級的選手知覺教練有較高的「專制行爲」。
- (七) 十~十二名較一~三名、四~六名及七~九名知覺教練有較高的「訓練與指導」；十~十二名及七~九名較四~六名知覺教練有較高的「關懷行爲」。
- (八) 知覺的獎勵行爲、喜歡的民主行爲、知覺的關懷行爲，等三個構面可以有效預測大專特優級女子排球選手的滿意度。

二、建議

- (一) 教練爲了爭取團隊的最佳成績，往往會表現出較多的訓練與指導行為，而想在技術水準最高、競爭也最激烈的大專特優級中脫穎而出，建議教練應多多充實本身的專業素養與提高訓練與指導的能力，如此，才能滿足選手的需要，以促進團隊的整體發展及提昇運動的成績表現。
- (二) 未來應考慮採用質性訪談或半開放式問卷的方法，使資料的呈現能更具完備；並探究教練、選手、情境的其他可能性之因素，突破前人的研究方向，以便能更進一步的驗證多元領導模式。

伍、參考文獻

- 王耀聰 (2005)：男女田徑選手知覺教練領導行為與運動樂趣來源之相關研究。大專體育學刊，7 卷 3 期，127-140 頁。
- 陳玉娟 (1995)：台灣地區游泳教練領導行為與選手成績表現及滿意度關係之研究。未出版之碩士論文，台北市，國立臺灣師範大學體育研究所。
- 陳全壽 (1994)：運動訓練法。國立體育學院教練研究所課程講義。
- 陳其昌 (1993)：排球教練領導行為對團隊凝聚力的影響暨驗證運動情境領導理論之研究。未出版之碩士論文，桃園縣，國立體育學院體育研究所。
- 陳彥君、劉志華 (2003)：我國運動教練領導行為之探討。大專體育，69 期，44-48 頁。
- 楊志顯 (1998)：大學運動選手背景特性對教練領導行為重要性認知之影響。我國大專運動科學 86 學年度研究獎助專刊，1-8 頁。
- 楊純碧 (1998)：教練領導行為對團隊氣氛與教練-選手關係滿意度之影響。未出版之碩士論文，桃園縣，國立體育學院體育研究所。
- 蔣憶德、陳淑滿、葉志仙 (2001)：教練領導行為與團隊凝聚力之相關研究。體育學報，

30 輯，195-206 頁。

- 蔡博隆 (2002)：台灣地區高中女子甲組籃球教練領導行為與選手滿意度之調查研究。未出版之碩士論文，台北市，台北市立體育學院運動科學研究所。
- 鄭志富、方明營 (1994)：大專院校足球教練領導行為之研究。台北：漢文書局。
- 鄭志富、蕭嘉惠、牟鍾福 (1997)：運動領導量表 (中文版) 編製研究。臺灣師大體育研究，第三期，101-120 頁。
- 鄭敏雄、劉一民 (1991)：教練領導行為與團隊凝聚力之關係研究-以參加 79 年度大專男子排球國手選拔賽之球隊爲例。中華民國大專院校體育總會八十年度體育學術研討會報告書，235-252 頁。
- 鄭敏雄 (1992)：大專院校教練領導行為與運動員滿足感關係之研究。未出版之碩士論文，台北市，國立臺灣師範大學體育研究所。
- 盧俊宏 (1994)：運動心理學。台北：師大書苑。
- 賴世堤 (2001)：高中 (職) 田徑教練領導行為之研究。體育學報，30 期，185-194 頁。
- 賴世堤 (2002)：我國籃球教練領導行為之研究。未出版之碩士論文，台中市，國立臺灣體育學院體育研究所。
- 蕭嘉惠 (2003)：大專排球運動教練領導行為比較研究。花蓮師範學報，17 期，211-240 頁。
- 羅振財 (2004)：苗栗地區國小田徑代表隊教練領導行為與選手滿意度之調查研究。未出版之碩士論文，台北市，台北市立體育學院運動科學研究所。
- Chelladurai, P. (1984). Discrepancy between preferences and preferred leadership behavior and satisfaction of athletics in varying sports. Journal of Sport Psychology, 6, 27-41.**
- Chelladurai, P. (1990). Leadership in sport : A**

- review. International Journal of Sport Psychology, 21(4), 328-354.**
- Chelladurai, P. (1994). Manual for the leadership scale for sports. The Ohio State University.**
- Chelladurai, P., & Carron, A. V. (1978). Leadership. Ottawa : Candian Association of Health, Physical and Recreation.
- Chelladurai, P., & Carron, A. V. (1981). Applicability to youth sports of the leadership scale for sports. *Perceptual and Motor Skills*, 53, 361-362.
- Chelladurai, P., & Saleh, S. D. (1978). Preferred leadership in sports. *Canadian Journal of Applied Sports Sciences*, 3, 85-92.
- Erle, F. J. (1981). Leadership in competitive and recreational sport. Unpublished master's thesis. University of Western Ontario, London, Canada.
- Garland, D. J., & Barry, J. R. (1988). The effects of personality and perceived leader behavior on performance in collegiate football. *The Psychological Record*, 38, 237-247.
- Horne, T., & Carron, V. (1985). Compatibility in coach-athlete relationships. *Journal of Sport Psychology*, 7, 137-149.
- Riemer, H. A., & Chelladurai, P. (1996). Leadership and satisfaction in athletics. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 17, 276-293.

表 1 是否為體保生選手喜歡的教練領導行為差異分析摘要表

體保生	N	專制行為		民主行為		訓練與指導		獎勵行為		關懷行為	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1 是	66	3.27	.78	2.36	.53	2.19	.42	2.18	.47	2.20	.44
2 否	40	2.75	.94	2.25	.66	1.99	.61	2.02	.64	2.10	.63
t		1.41		1.64		7.20*		3.46		5.24*	
p		.23		.20		.008*		.06		.02*	

表 2 不同球齡選手喜歡的教練領導行為差異分析摘要表

球齡	N	專制行為		民主行為		訓練與指導		獎勵行為		關懷行為	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1 3 年以下	30	2.78	.97	2.23	.67	1.90	.61	1.92	.66	2.05	.67
2 3 - 5 年	11	2.74	.74	2.18	.50	2.20	.57	2.20	.40	2.22	.50
3 5 年以上	65	3.27	.81	2.38	.56	2.20	.41	2.20	.48	2.21	.44
F		4.27*		1.05		3.91*		3.11*		1.08	
p		.01*		.35		.02*		.04*		.34	
事後比較		3>2		---		3>1		3>1		---	

*p<.05

表 3 不同最高運動成就選手喜歡的教練領導行為差異分析摘要表

運動成就	N	專制行爲		民主行爲		訓練與指導		獎勵行爲		關懷行爲	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1 校隊級	32	2.70	.95	2.17	.60	1.97	.61	1.93	.67	2.04	.67
2 聯賽級	38	3.21	.76	2.47	.58	2.15	.41	2.25	.40	2.27	.34
3 縣市級	19	3.52	.72	2.36	.55	2.25	.45	2.11	.42	2.07	.44
4 國家級	17	2.99	.92	2.21	.54	2.12	.54	2.21	.59	2.26	.60
F		4.25*		1.78		1.36		2.32		1.49	
p		.007*		.15		.25		.08		.22	
事後比較		3>1		----		----		----		----	

*p<.05

表 4 不同聯賽成績選手喜歡的教練領導行為差異分析摘要表

聯賽成績	N	專制行爲		民主行爲		訓練與指導		獎勵行爲		關懷行爲	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1 一~三名	36	3.26	.74	2.33	.54	2.08	.36	2.17	.44	2.13	.45
2 四~六名	11	2.69	.69	2.41	.59	1.87	.52	2.05	.50	2.00	.54
3 七~九名	46	3.05	.99	2.25	.63	2.07	.57	2.02	.61	2.17	.57
4 十~十二名	13	2.97	.91	2.43	.56	2.53	.39	2.41	.51	2.40	.47
F		1.32		.43		4.29*		1.92		1.31	
p		.27		.72		.007*		.13		.27	
事後比較		----		----		4>1,2,3		----		----	

*p<.05

表 5 是否為體保生選手知覺的教練領導行為差異分析摘要表

體保生	N	專制行爲		民主行爲		訓練與指導		獎勵行爲		關懷行爲	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1 是	66	3.58	.76	2.51	.66	2.16	.54	2.33	.58	2.31	.62
2 否	40	2.94	.91	2.38	.69	2.04	.52	2.21	.60	2.42	.74
T		1.79		.20		.04		.05		1.05	
P		.18		.65		.82		.81		.30	

表 6 不同球齡選手知覺的教練領導行為差異分析摘要表

	球齡	N	專制行為		民主行為		訓練與指導		獎勵行為		關懷行為	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	3 年以下	30	2.96	.90	2.36	.72	1.99	.55	2.16	.63	2.38	.77
2	3 - 5 年	11	3.06	.78	2.41	.62	2.12	.48	2.52	.52	2.56	.68
3	5 年以上	65	3.56	.81	2.52	.66	2.16	.54	2.31	.57	2.30	.63
	F		6.09*		.55		1.09		1.65		.72	
	p		.003*		.57		.34		.19		.48	
	事後比較		3>1		----		----		----		----	

*p<.05

表 7 不同最高運動成就選手知覺的教練領導行為差異分析摘要表

	運動成就	N	專制行為		民主行為		訓練與指導		獎勵行為		關懷行為	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	校隊級	32	2.92	.89	2.32	.69	2.03	.54	2.15	.66	2.31	.74
2	聯賽級	38	3.50	.87	2.54	.60	2.20	.55	2.42	.53	2.47	.64
3	縣市級	19	3.59	.81	2.52	.76	2.17	.59	2.15	.65	2.21	.66
4	國家級	17	3.50	.70	2.49	.68	2.01	.41	2.40	.45	2.33	.62
	F		3.78*		.68		.86		1.80		.71	
	p		.01*		.56		.46		.15		.54	
	事後比較		4,3,2,>1		----		----		----		----	

*p<.05

表 8 不同聯賽成績選手知覺的教練領導行為差異分析摘要表

	聯賽成績	N	專制行為		民主行為		訓練與指導		獎勵行為		關懷行為	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	一~三名	36	3.53	.69	2.38	.61	2.05	.43	2.27	.48	2.16	.60
2	四~六名	11	3.50	.92	2.36	.61	1.78	.22	2.12	.56	1.81	.43
3	七~九名	46	3.24	1.00	2.43	.67	2.10	.60	2.29	.66	2.53	.69
4	十~十二名	13	3.03	.74	2.87	.81	2.60	.48	2.46	.63	2.69	.58
	F		1.44		1.95		5.73*		.63		6.26*	
	p		.23		.12		.001*		.59		.001*	
	事後比較		----		----		4>1,2,3		----		4>2,3>2	

*p<.05

表 9 喜歡的與知覺的教練領導行為對選手滿意度之多元逐步迴歸分析摘要表

預測變項順序	多元相關 係數 R	決定係數 R ²	增加解釋 量 ΔR ²	F 值	標準化迴歸 係數 β
知覺的獎勵行為	.55	.31	.31	46.84*	.36
喜歡的民主行為	.62	.39	.07	32.92*	.27
知覺的關懷行為	.65	.43	.04	26.13*	.24

*p < .05

清雲科技大學 2004 年新生運動傷害現況調查

An Investigation of the Current Status of the Freshmen, Sports Injuries at Ching-Yun Technology University in 2004

蔡德榮

清雲科技大學

摘要

本研究之目的主要在調查清雲科技大學 2004 年入學新生運動傷害的現況。以清雲科技大學 2004 年上學期之新生進行調查，有效樣本共計 976 人為研究對象，並以「清雲科技大學新生運動傷害調查表」之間卷為調查工具。問卷結果以 SPSS 統計軟體進行資料分析，統計方法以描述性統計呈現，其結果如下：(一) 清雲科技大學 2004 年新生基本資料：男生 610 人 (62.50%)、女生 366 人 (37.50%)，平均年齡為 19.65 ± 1.00 歲，平均身高為 167.73 ± 8.68 公分，平均體重為 61.88 ± 26.05 公斤，平均運動量為 3.83 ± 4.03 小時/週。(二) 運動傷害之受傷情形以踝關節最多 (423 人) 佔 43.30%，膝關節次之 (167 人) 佔 17.10%。(三) 受傷當時處理情形以冰敷最多 (473 人) 佔 48.50%，送醫次之 (198 人) 佔 20.30%。(四) 受傷後尋醫對象以中醫最多 (308 人) 佔 31.60%，西醫次之 (242 人) 佔 24.80%。(五) 復原後恢復運動經過時間以一週最多 (229 人) 佔 23.50%，二週次之 (213 人) 佔 21.80%。(六) 受傷、復健期間繼續運動原因以上體育課為最多 (471 人) 佔 48.30%，其他次之 (461 人) 佔 47.20%。由以上結果得知，受訪者每週之運動量明顯不足，應予以加強；受傷、復健期間繼續運動原因以上體育課為最多，教師授課時應深入了解受傷者的實際情形，予以適度的運動負荷，使學生上課時無法偷懶，並可防止受傷者的二度傷害。後續之研究可探討學生運動傷害防護知識及不同療法的療效之相關性。

關鍵詞：運動傷害、中醫、西醫、國術館、推拿

Abstract

This study is primarily focused on the current status of freshmen, sports injuries that occurred at Ching-Yun Technology University in 2004. The investigation was conducted via a survey, Freshman Sports Injuries at Ching-Yun Technology University, which was given to freshmen of the school during the first semester of the 2004 academic year. Valid responses numbered 976. The data from the survey was then analyzed using SPSS.

The findings of this study are as follows. (1) Survey participants include 610 males (62.50%) and 366 females (37.50%), mean of age of which was 19.65 ± 1.00 . In terms of physical stature, the mean of height was 167.73 ± 8.68 cm, with a mean weight of 61.88 ± 26.05 kg. Participants spend an average of 3.83 ± 4.03 hours/week exercising. (2) The chief sports injury was an ankle sprain, found in 423 respondents (43.30%). This was followed by a knee sprain, found in 167 people (17.10%). (3) In terms of treatment, 473 people (48.50%) were treated with ice, while 198 people (20.30%) were sent to hospitals. (4) Questions regarding medicines taken for the injuries revealed that 308 people (31.60%) took Chinese medicine after getting hurt, while 242 (24.80%) took Western medicine. (5) In terms of recovery rate, 229 students (23.50%) recovered from the wounds in a week and 213 (21.80%) in two weeks. (6) When asked if they exercised during recovery and if so, why, it was found that the main reason for doing exercise during the recovery was to attend the physical education classes (471 people or 48.30%), while 461 people (47.20%) marked other.

According to the findings above, some suggestions are offered. Participants' weekly exercising time is obviously insufficient. Also, since the main reason for doing exercise during the recovery was because of physical education classes, it would be advisable for PE teachers to recognize the injured students' real physical conditions and make some proper arrangements are made to keep injured students for sustaining further injury without allowing under-motivated students an opportunity to be lazy. Follow-up research could explore students' knowledge about sports injuries and the effectiveness of different medical therapies.

Key words : sports injury, Chinese medicine, Western medicine, Chinese chiropractors, message therapy.

壹、緒論

隨著台灣經濟的發展，國民生活水準的提高，運動越來越普遍，現已成為生活中不可缺少的一部份。早晨的公園綠地與校園到處可見早起運動的人群，太極拳、土風舞、慢跑、散步……；一到假日各類球場：網球、羽毛球、高爾夫……等，更是人滿為患；職棒的興起、運動比賽節目之轉播廣受歡迎，談論球賽也逐漸成社交熱門的話題。而今，運動不但是日常的休閒活動，更是調節工作過度疲勞的良藥。不僅身心感到舒適與滿足，精神方面也由緊張趨於鬆弛，而更能發揮其功效。

運動是生活中的洗滌劑，然而伴隨運動而來的各類傷害，有的使運動員斷送了運動生涯，也有給人留下傷勢難以復原的遺憾。而運動傷害是由內在與外在因素所造成的各種傷害，若處理得宜，將可把傷害減至最低，但處理不當，也可能導致終生遺憾；因此，運動傷害的預防及受傷後的處理方式，是影響傷害深淺非常重要的關鍵。身為體育運動教學者，更應了解學生運動傷害的原因以及受傷後的處理方式，授課時能說明造成傷害的各種因素以及受傷後正確的處理方法，並更正其不正確的觀念；讓參與運動者從事運動時，能享受運動的果實而避免運動傷害的發生，當運動傷害發生時能正確無誤的處理，接受妥善的治療。

國內近幾年來，有關運動傷害調查研究之相關文獻，呈現成長的趨勢。其主要注重於分析單項運動容易產生傷害的原因、部位、類型、時刻及地點等情形，但對於影響運動傷害後選擇求醫對象的主要因素之研究仍佔少數。因此本研究除了分析運動傷害狀況外，進一步了解其受傷後之尋醫對象，並導正其觀念，減少錯誤的處理方式與求診所造成的二度傷害，甚而遺憾終生，以供從事運動者參考。

貳、研究方法與步驟

一、研究對象

本研究收集問卷時間為 2004 年 9 月起至 2004 年 11 月止，以私立清雲科技大學九十三學年度第一學期修習體育課程之新生為研究對象進行調查，有效樣本共計 976 份。

二、資料來源

本研究之問卷主要以王顯智（2003）「輔仁大學防護室專用運動傷害調查表」，再根據目前清雲科技大學運動設施及鄰近就醫環境所設計之問卷。即「清雲科技大學新生運動傷害調查表」，為問卷調查工具。

三、實施程序

本研究於上課時經由任課老師講解並告知填寫問卷時所須注意事項後，才開始填寫。填寫問卷調查表時，應注意事項為本問卷調查表以最近一次運動受傷的一個部位為主。

四、名詞解釋

（一）運動傷害：本研究所稱之運動傷害，乃指於運動中，因內在或外在的力量作用在身體內部或外部造成身體組織之損傷，致使影響其日常生活之行動及運動表現者。

（二）西醫：指領有中央衛生主管機關或省（市）政府所發給之西醫師證書、行醫證書或行醫執照的合格證書或行醫執照。

（三）中醫：指領有中央衛生主管機關或省（市）政府所發給之中醫師證書、行醫證書或行醫執照的合格證書或行醫執照。

(四) 國術師推拿：未經由中央衛生主管機關或省(市)政府所發給之國術損傷接骨技術員證書或從業執照者。

五、資料處理

問卷結果以 SPSS 10.0 for Window 統計軟體進行資料分析，本資料在描述性統計報告中，連續變數資料以平均值及標準差呈現，不連續變數以百分比呈現，小數點取至二位。

叁、結果與討論

一、基本資料分析

由表 3-1 之結果得知，本研究蒐集之受傷資料中男生佔 610 人 (62.50%)，女生 366 人 (37.50%)；學生平均年齡為 19.65 ± 1.00 歲，平均身高為 167.73 ± 8.68 公分，平均體重為 61.88 ± 26.05 公斤，每週運動量為 3.83 ± 4.03 小時；男生平均年齡為 19.70 ± 1.06 歲，平均身高為 172.38 ± 6.81 公分，平均體重為 67.56 ± 30.80 公斤，每週運動量為 4.59 ± 4.79 小時 (因運動選手每週運動量高達 30 小時，而大部分學生每週運動量僅止於上體育課的時間，因而造成統計上之標準差過高之情形。)；女生平均年齡為 19.56 ± 0.90 歲，平均身高為 159.97 ± 5.23 公分，平均體重為 52.41 ± 9.28 公斤，每週運動量為 2.55 ± 1.06 小時。

表 3-1 學生基本資料

	男		女		總和	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
年齡(歲)	19.70	1.06	19.56	.90	19.65	1.00
身高(公分)	172.38	6.81	159.97	5.23	167.73	8.68
體重(公斤)	67.56	30.08	52.41	9.28	61.88	26.05
每週運動量 (小時)	4.59	4.79	2.55	1.60	3.83	4.03

由資料結果顯示，受訪學生每週運動量僅 3.83 ± 4.03 小時，若扣除每週 2 小時的體育課，則每週運動時間不超過 2 小時；黃惠貞(2004) 研究顯示大學學生每週運動量平均數為 14.6 小時；高小雅(2004) 研究顯示輔仁大學學生每週運動量為 7.96 小時因前兩位研究者之調查對象包含體育系學生，因而其運動量顯然較高。如扣除每週兩小時的體育課，男生每週運動量只有 2.59 小時，而女生每週之運動量僅 2.55 小時，扣除上體育課時間，每週運動量僅 0.55 小時，調查得知：967 名學生中有 550 位學生除去上體育課的時間均未曾參與運動，所佔比率高達 56.36%。由此可知本校新生的運動量明顯之不足；體育教師授課時應多提昇學生運動之興趣，告知運動對身心之益處，使學生能樂於參與體育活動，並能享受運動的樂趣與成果。

二、運動傷害受傷情形分析

(一) 運動傷害之受傷情形

由表 3-2 之結果得知，976 名受訪學生中，其受傷部位以踝關節受傷最多 (423 人) 佔 43.30%，膝關節次之 (167 人) 佔 17.10%，其餘依序為手指關節 (110 人) 佔 11.30%、腕關節 (73 人) 佔 7.50%、腰部 (58 人) 佔 5.90%、肘關節 (44 人) 佔 4.50%、肌肉拉傷 (41 人) 佔 4.20%、肩關節 (37 人) 佔 3.80%、其他 (20 人) 佔 2.00%、髖關節 (3 人) 佔 0.30%。

表 3-2 運動傷害之受傷情形

受傷部位	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
踝關節	423	43.30	43.30	43.30
膝關節	167	17.10	17.10	60.50
肩關節	37	3.80	3.80	64.20
腰部	58	5.90	5.90	70.20
肘關節	44	4.50	4.50	74.70
腕關節	73	7.50	7.50	82.20
手指關節	110	11.30	11.30	93.40
髖關節	3	0.30	0.30	93.80
肌肉拉傷	41	4.20	4.20	98.00
其他	20	2.00	2.00	100.00
總和	976	100.00	100.00	

以上結果與王顯智(2003)、何全進(2001)、高小雅(2004)等人的研究結果相類似。王顯智(1998)曾指出下肢傷害是運動傷害中最容易發生的部位,其原因就人體力學上而言,下肢本身承受身體大部分的重量,而踝關節是身體與地面接觸的第一個關節,而且在整個身體位移上扮演著相當重要的角色,因此更提高受傷的機率,唯有增加踝關節主要肌群的肌力及關節自感神經,以及運動前的熱身運動與伸展運動更不能輕忽;跑步時,腳在著地的同時,踝關節的內翻與足背收縮動作,可以避免腳與地面的巨大撞擊,而且,跑者的體重會沿著足部的外側緣傳遞,此時足部呈輕旋後(supination)(即足尖輕微朝外),接著體重自外側經過橫弓(transverse arch)轉移到足底肉球,此時足部由正中位變為旋前(pronation)(即足尖輕微朝內),使得足部可以平穩的接觸地面,最後在足部恢復旋後之時,以腳趾為固定橫桿來完成離地動作。如果足部太早或太慢才變成旋前姿勢,則在足弓、踝關節、脛腓骨和膝關節皆可能出現運動傷害的可能。事實上,透過跑者跑鞋的磨損情形,及可以清楚的分辨出跑者的著地動作是否正確。跑鞋內側磨損較

多的跑者(例如以腳尖跑步的跑者),顯示他跑步時腳有過度旋前的現象,容易形成下肢運動傷害。

(二) 受傷當時處理情形

由表 3-3 之結果得知,976 名受訪學生中,受傷當時處理的情形以冰敷最多(473 人)佔 48.50%,其次依序為送醫(198 人)佔 20.30%、按摩(187 人)佔 19.20%、不理會(107 人)佔 11.00%、其他(11 人)佔 1.10%。

表 3-3 受傷當時處理情形

	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
冰敷	473	48.50	48.50	48.50
按摩	187	19.20	19.20	67.60
送醫	198	20.30	20.30	87.90
不理會	107	11.00	11.00	98.90
其他	11	1.10	1.10	100.00
總和	976	100.00	100.00	

由以上結果顯示,受訪學生中再受傷當時處理的方式雖然以冰敷最多,但僅達 48.5%,因此對於清雲科技大學新生運動傷害防護的知識仍待加強。

(三) 受傷後尋醫對象

由表 3-4 之結果得知,976 名受訪學生中,受傷後尋醫對象以中醫最多(308 人)佔 31.60%,其次依序為西醫(242 人)佔 24.80%、國術館推拿(224 人)佔 23.00%、自療(127 人)佔 13.00%、不理會(71 人)佔 7.30%、其他(4 人)佔 0.40%。

本研究發現與王顯智(2003)、黃惠貞(2004)、何全進(2001)、黃宏裕等(2001)等研究大專學生運動傷害就醫方式,皆以中醫為最多。當傷害無法改善時才赴西醫就診。值得進一步探討其就醫的因素。

表 3-4 受傷後尋醫對象

	次數	百分比	有效 百分比	累積 百分比
中醫	308	31.60	31.60	31.60
西醫	242	24.80	24.80	56.40
國術館推拿	224	23.00	23.00	79.30
自療	127	13.00	13.00	92.30
不理會	71	7.30	7.30	99.60
其他	4	0.40	0.40	100.00
總和	976	100.00	100.00	

(四) 復原後恢復運動經過時間

由表 3-5 之結果得知，976 名受訪學生中，受傷復原後恢復運動所經過時間以一週最多(229 人)佔 23.50%，其次依序為二週(213 人)佔 21.80%、一個月(158 人)佔 16.20%、沒休息繼續運動(148 人)佔 15.20%、三週(132 人)佔 13.50%、三個月以上(59 人)佔 6.00%、二個月(37 人)佔 3.80%。

表 3-5 復原後恢復運動經過時間

	次數	百分比	有效 百分比	累積 百分比
一週	229	23.50	23.50	23.50
二週	213	21.80	21.80	45.30
三週	132	13.50	13.50	58.80
一個月	158	16.20	16.20	75.00
二個月	37	3.80	3.80	78.80
三個月以上	59	6.00	6.00	84.80
沒休息繼續運動	148	15.20	15.20	100.00
總和	976	100.00	100.00	

由研究的結果發現，復原後恢復運動經過的時間以一週最多，其理由可能是受訪學生受傷情況不嚴重。

(五) 受傷、復健期間繼續運動原因

由表 3-6 之結果得知，976 名受訪學生中，受傷、復健期間繼續運動原因以上課要求最多(471 人)佔 48.30%，其次依序為其他(461 人)佔 47.20%、教練要求(44 人)佔 4.50%。

表 3-6 受傷、復健期間繼續運動原因

	次數	百分比	有效 百分比	累積 百分比
教練要求	44	4.50	4.50	4.50
上課要求	471	48.30	48.30	52.80
其他	461	47.20	47.20	100.00
總和	976	100.00	100.00	

由調查結果顯示，受傷、復健期間繼續運動的原因以上課要求最多，可能體育老師授課時為防止學生偷懶而疏忽學生傷害情形，受傷、恢復期間師生之間的互動應加強並對受傷學生多予關懷，並了解傷害程度及復原之情況，給予適度的運動負荷，以免造成二度傷害而後悔與遺憾。

綜合以上調查之結果顯示，受訪學生每週運動量為 3.83 小時，受傷部位以踝關節最多，本研究結果與黃惠貞(2004)、高小雅(2004)、王顯智(2003)等研究結果類似；受傷當時處理情形以冰敷最多，本研究結果與黃建人等人(2002)的研究結果類似；受傷後尋醫對象以中醫最多，本研究結果與王顯智(2003)、黃惠貞(2004)、何全進(2001)、黃宏裕等(2001)的研究結果類似；受傷復原後恢復運動經過的時間以一週最多；受傷、復健期間繼續運動的原因以上課要求最多。

肆、結論與建議

在清雲科技大學 2004 年運動傷害受訪的新生，每週的運動量僅 3.83 小時，男生的運動量也只有 4.59 小時，而女生更低，每週僅 2.55 小時，而除了上體育課以外均未參予運動之人

數高達 56.36%；運動傷害受傷部位及類型以踝關節扭傷最多；受傷時處理方式以冰敷（48.50%）最多；受傷後尋醫對象以中醫最多，西醫次之；復原後恢復運動經過時間以一週最多，二週次之；受傷、復健期間繼續運動原因以上課要求最多，其他次之。

由研究結果得知，清雲科技大學 2004 年新生每週運動量明顯不足，整理資料時發現有 56.36% 的新生每週之運動量僅限於上兩節體育課，並無其他運動時間，因此，授課教師應於上課時加強學生參與運動的正確觀念，並引導學生使其能享受運動的樂趣。

運動傷害受傷部位及類型以踝關節扭傷最多，除了解剖構造因素之外，應增強踝關節主要肌群的肌力及關節的自感神經，才能減低踝關節的受傷率；受傷後尋醫對象為國術館推拿與自療者高達 36.00%，此乃受傳統觀念所誤導，王顯智（2003）之研究曾指出：當一個人受傷後最佳之途徑是尋求醫療，而尋求西醫治療的運動傷害病患，其再度受傷的機率比其他療法低，在此建議運動受傷後尋求正確的醫療才能減低傷害的程度。

受傷復原後恢復運動經過時間多數為一至二星期，可能傷害的程度並不相當嚴重，但一般的觀念認為不痛即已復原，尚不知受傷部位之結疤組織仍未恢復原有的彈性，於此情況下繼續運動，引發再度傷害的機率相當高，傷者不可不慎。而受傷、復健期間繼續運動原因以上課要求最多，體育運動教學者應特別注意學生的傷勢復原情形，給予指導並建議以適度的運動量參予活動，授課時勿因擔心受傷者學習過程中偷懶而要求其繼續從事與一般學生相同運動量的運動，如此對受傷者可能造成二

度傷害，與受傷學生之間的互動更應加強，如此才能達到真正的教育效果。

最後本研究在此建議，體育課程於授課時應增加運動傷害防護知識的授課時間，導正學生錯誤的觀念；授課之內容能多提昇運動的樂趣，使學習者能享受運動的樂趣；後續之研究可探討學生運動傷害防護知識及不同療法之療效與尋醫對象之相關性。如此方能更了解傷後尋醫對象的主要依據，並提昇從事運動者對運動傷害預防的知識以及傷後能作最佳之處理。

參考文獻

- 王顯智（1998）。踝關節肢解剖與傷害之機轉。
中華體育，46，101-109。
- 王顯智（2003）。大學生運動傷害之分佈與再度傷害之危險因子。*體育學報*，35，15-23。
- 何全進（2001）。國立中興大學籃球運動傷害防護調查。*國台灣體育學院體育系所學刊*，2，35-44。
- 高小雅（2004）。輔仁大學學生運動傷害現況調查。*2004 年國際體育發展學術研討會論文集·輔仁大學*，30-38。
- 黃宏裕、黃娟娟、吳福明（2001）。大專院校女子第一級排球選手運動傷害調查研究。*大專體育學刊*，3（2），63-71。
- 黃建人、邱文頊、黃麗蓉（2002）。武術散手運動傷害調查研究。*台灣體育運動與健康休閒發展趨勢研討會專刊*，219-224。
- 黃惠貞（2004）。大專學生運動傷害現況與求醫行為之調查研究-以輔仁大學學生為例。天主教輔仁大學碩士論文。

附件一

清雲科技大學新生運動傷害調查表

姓名		班級		生日	/ /	學號	
性別	男 <input type="checkbox"/> 女 <input type="checkbox"/>	身高	cm	體重	kg	填表日期	/ /
吸菸習慣	<input type="checkbox"/> 曾經吸菸現已戒除 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有...每天 支 吸菸時間： 年 月						
每週運動量（小時）	1.訓練		2.上課		3.其他	4.總共	

（本調查僅供研究不做他用，懇請詳實填答，謝謝）

一、受傷部位及狀況：

● 關節受傷部位（只選一項）：

1. 踝關節 2. 膝關節 3. 肩關節 4. 腰部 5. 肘關節
6. 腕關節 7. 手指關節 8. 髖關節

● 肌肉拉傷部位（只選一項）：

- 內收肌群（大腿內側）後腿肌 股四頭肌 腓腸肌 其他_____
- 其他受傷部位：_____

二、受傷處理及治療情形：

1. 受傷當時處理情形：冰敷 按摩 送醫 不理會
其他_____
- （如兩個以上，請以 1.2.3.之順序填寫）
2. 受傷後尋醫對象：中醫 西醫 國術師推拿 自療不理會
其他_____
- （如兩個以上，請以 1.2.3.之順序填寫）
3. 目前是否仍有疼痛感：天天偶而否
4. 目前是否繼續求醫：是 否
5. 同一部位以前是否亦曾受過傷：無 一次 二次以上
6. 受傷、復健期間繼續運動是因為：教練要求上課要求其他_____
7. 如果等復原才恢復運動，中間經過多久時間：
一週 二週 三週 一個月 二個月 三個月以上沒有休息，繼續運動

新竹縣市公私立高中職體育教師教學態度之研究

THE STUDY OF SENIOR HIGH SCHOOL PE TEACHERS' ATTITUDE TOWARD TEACHING IN HSHINCHU AREA

戴興豪

Hsing-hao Tai

清雲科技大學 體育運動組

hhtai@mail.cyu.edu.tw

風貞豪

Chen-Hao Feng

親民技術學院 體育運動組

fjh@ms.chinmin.edu.tw

摘要

本研究之目的在探討新竹縣市公私立高中職體育教師教學態度之現況。以自編問卷「新竹縣市公私立高中職體育教師教學態度研究問卷」為研究工具，測量新竹縣市 21 所公私立高中職體育教師教學態度之現況，共計發出研究問卷 96 份，回收有效問卷 77 份，有效問卷回收率為 80.2%，並獲得以下重要發現：一、新竹縣市高中職體育教師之整體教學態度屬於中等程度，對於「專業知能」之教學態度最為積極，對於「教學環境」之教學態度最不積極。二、新竹縣市高中職不同性別之體育教師之教學態度並無顯著差異存在。但不同學歷、婚姻狀況、年資、資格（有無合格教師證）之體育教師，其教學態度有顯著差異。三、新竹縣市高中職不同學歷體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」兩個構面有顯著差異，研究所以以上學歷之高中職體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」得分明顯高於大專學歷之體育教師。四、新竹縣市高中職不同婚姻狀況體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」兩個構面有顯著差異，未婚高中職體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」得分明顯高於已婚之體育教師。五、新竹縣市高中職不同年資體育教師在教學態度之「專業知能」、「教育原理」、「教學設計」、「教學環境」等構面及「整體教學態度」有顯著差異。六、有合格教師證之體育教師在「教育原理」及「教學設計」兩構面之得分及整體教學態度明顯高於無合格教師證之體育教師；而無合格教師證之體育教師在「專業知能」構面之得分則明顯高於有合格教師證之體育教師。

關鍵字：高中職體育教師、教學態度

Abstract

The purpose of this study was to investigate the senior high school PE teachers' teaching attitude in Hsinchu county and city. Data collection was carried out by self-designed questionnaires. The population was the senior high school PE teachers in Hsinchu county and city. In addition, 96 questionnaires were delivered and there were 77 valid samples recovered. Finally, the collective data was analyzed with t-test and one-way ANOVA. The findings in this study were as follows:1. The teaching attitude of senior high school PE teachers show middle degree, the 「 professional knowledge 」 attitude is the best, while the 「 teaching environment 」 attitude is the weakest.2. Different factors, such the elementary school teachers' difference in marriage status, educational background , qualifications and teaching seniority will cause significant difference in PE teachers' teaching attitude; while gender will not cause notable differences in PE teachers' teaching attitude.

Key words : PE teacher, teaching attitude

壹、緒論

一、問題背景

在升學主義掛帥的前提下，我國學校體育教學一直不受重視，也產生被「邊緣化」的危機，讓體育課程淪為可有可無的附庸角色，導致體育課毫無專業性與教學品質可言，體育教師之教學態度也普遍不甚積極（杜壬昌，2002），這種情況如果持續惡性循環，將使學校體育一蹶不振，也會讓國民體能持續的低落。

「態度」，係指個體內在的心理狀態與精神狀態，以環境中的人、事、物為對象，並以其感受作正面或負面的評估後，具有持久一致性的行為傾向（Gagne, 1986；Kearny, 1956）。學者張春興（1993）認為，態度包含認知、情感與行動等三個要素，而態度一旦形成，就有一種自動延續與強化的特質，會造成改變上的不易（侯世昌，1995），因此，態度對於個體的影響至深且鉅，具有持續性而難以改變。而教學態度，指的是教師對於教學工作有關人、事、物及概念的一種持久和一致的應對行為傾向，教學態度又包含專業知能、教育原理、教學設計、教學環境等四個主要部分（侯世昌，1995；蘇萬生，2001）。

教育目標的實現與學生個人發展繫於教師態度之良窳（陳英豪等，1993）；要提升教師的素質，必須從提升教師之教學態度著手（杜壬昌，2002）。而體育教師扮演著推動學校體育與學生體適能發展的重要角色，其對於教學之態度，會影響其體育教學之熱忱與成效。學者黃金柱（1980）認為，態度有強度上的區分，體育教師雖然對體育教學懷有積極的態度，但其程度上仍會有強弱的區別，因而可以將體育教師之教學態度區分成不同的等級，而態度的強弱又與其行為之影響力成正比，亦即態度越強，對於行為之影響越大。目前國內有關體育教師教學態度之研究範圍多

僅侷限於國民小學（林春鳳，1993；黃金柱，1980；黃榮宗等，2000；劉文忠，1999；劉仲成，1997），**而前開研究之結果均發現，國小體育教師之教學態度對會影響教學成效，也顯示體育教師之教學態度對於教學成效具有關鍵性的影響，體育教師之教學態度也是學校體育推展成功與否的重要指標之一**，但目前有關高中職體育教師教學態度仍未有相關研究論及，在學校體育普遍不受重視的前提之下，高中職體育教師之教學態度究竟為何？**高中職體育教師之教學態度受否受到其個人背景變項之影響？**也形成本研究之研究動機。

由於教師之教學態度影響教學成效與學生學習至深且鉅，在教育行政主管機關大力推動學校體育的今日，體育教師也應積極配合，並展現積極的教學態度。本研究希望透過新竹縣市公私立高中職體育教師教學態度之研究，來瞭解體育教師教學態度各個構面之現況與差異，並提供具體建議，作為學校及教育行政主管機關之參考，俾有效提升體育教師之教學態度，進而讓提升體育教學成效。

二、研究目的

- （一）探討新竹縣市公私立高中職體育教師教學態度之現況。
- （二）探討新竹縣市公私立高中職不同背景變項體育教師教學態度之差異情形。

三、名詞操作型定義

（一）高中職體育教師

本研究所稱之高中職體育教師，係指任職於公私立普通高級中學、高級職業中學、綜合高中、完全中學，並依法取得教師資格（包含合格、代理代課教師）之體育教師。

(二) 教學態度

本研究所稱之教學態度，係指體育教師對於體育課所抱持之教學態度，包含四個部分，分別是「專業知能」（即體育教師所具備之專業知識與能力，是否願意持續進修以維教學品質）、「教育原理」（即體育教師從事教育工作所應具備之教育理念是否為正面而積極）、「教學設計」（即體育教師對於教學設計所投入之程度）、「教學環境」（即體育教師教學態度受到教學環境影響之程度），並以受試者在本研究問卷當中第一部份「新竹縣市公私立高中職體育教師之教學態度」得分作為解釋之依據，得分越高，代表受試者對於體育教學越積極，反之，則較為消極。

貳、研究方法

一、研究對象與範圍

本研究以新竹縣市各公私立普通高級中學、高級職業中學、綜合高中、完全中學依法取得教師資格（包含合格、代理代課教師）之 96 位體育教師為研究對象。研究範圍僅限於討論新竹縣市公私立高中職體育教師之教學態度現況，並未探討影響體育教師教學態度之變項。

二、研究工具編制與計分方式

(一) 研究工具內容

本研究參考相關文獻，以自編問卷「新竹縣市公私立高中職體育教師教學態度研究問卷」為研究工具。問卷內容共分為二部分，第一部份為「高中職體育教師教學態度問卷」，由於教師教學態度之評量，最廣為使用為 Cook 等人在 1951 年所編製之明尼蘇達教師態

度量表 (Minnesota Teacher Attitude Index)，且學者多認為該量表可以有效的辨別出優良教師 (杜壬昌，2002；陳英豪等，1993)，因此，本研究問卷第一部份「高中職體育教師教學態度問卷」即以明尼蘇達教師態度量表為基礎，並參照相關體育教師教學態度之研究 (林春鳳，1993；黃金柱，1980；黃榮宗等，2000；劉文忠，1999；劉仲成，1997) 進行編製，共計 45 題。第二部份則是體育教師之基本資料，包含性別、學歷、婚姻狀況、任教年資、職務狀況、教師資格等共計六項。

本研究問卷第一部份「高中職體育教師教學態度問卷」係採用 Likert 五點量表計分，得分越高表示體育教師之教學態度越為積極。

(二) 研究工具之信、效度

研究工具於預試結束後，採用因素分析剔除不適當之題目 (問卷初稿為 45 題，修正後為 35 題)，第一部份「高中職體育教師教學態度問卷」之題目，可以解釋 76.12% 的總變異量，顯示本研究量表具有良好之建構效度。此外，研究問卷第一部份亦採用 Cronbach's α 信度分析檢驗量表之內在一致性程度，問卷題目各構面及整體內容之 Cronbach's α 值分別為介於 0.68 與 0.89 之間，代表本研究量表具有良好的信度 (詳表一)。

表一 「高中職體育教師教學態度問卷」
各構面信度值一覽表

因素分析	題號	Cronbach α
專業知能	1、2、3、4、5、6、7、8、9	.73
教育原理	10、11、12、13、14、15、16、17	.68
教學設計	18、19、20、21、22、23、24、25、26	.88
教學環境	27、28、29、30、31、32、33、34、35	.89
整體係數		.81

表二 「高中職體育教師教學態度問卷」
各構面之因素分析摘要表

構面	題號	特徵值	解釋變異量
專業知能	1、2、3、4、5、6、7、8、9	2.24	17.4%
教育原理	10、11、12、13、14、15、16、17	2.09	20.13%
教學設計	18、19、20、21、22、23、24、25、26	1.10	12.56%
教學環境	27、28、29、30、31、32、33、34、35	2.54	15.18%
累計解釋變異量			72.29%

三、研究程序

本研究之母群體為新竹縣市各公私立高中職體育教師，研究者先以電話聯繫及網路資料取得各校之體育教師人數（計 21 所學校 96 位體育教師），並於九十二年十一月選擇新竹縣市公、私立高中職各 5 所共 40 位體育教師進行問卷預試，回收問卷 32 份，回收率為 80%。預試問卷經修正後，正式問卷則於九十三年三月郵寄至新竹縣市各公私立高中職所有體育教師，並於九十三年四月底進行電話催

收，總計問卷共發出 96 份，回收 82 份，扣除無效問卷 5 份，計回收 77 份有效問卷，有效問卷回收率為 80.2%。

四、資料處理

本研究於問卷回收後，以 SPSS 8.0 統計軟體進行以下統計分析：

(一) 以 t 檢定考驗不同性別、婚姻狀況、職務狀況、任教資格、學歷、是否擔任教練之體育教師，其教學態度是否有差異。

(二) 以單因子變異數分析考驗不同年資之體育教師其教學態度是否有差異。

參、結果與討論

一、體育教師教學態度之現況分析

由表三可以看出，新竹縣市高中職體育教師之教學態度，以「專業知能」(3.42)之平均得分最高，「教育原理」(3.22)及「教學設計」(3.05)之平均得分次之，「教學環境」(2.91)之平均得分最低，而整體教學態度之平均得分為 3.15。可以發現，新竹縣市高中職體育教師之整體教學態度屬於中等程度，對於「專業知能」之教學態度最為積極，對於「教學環境」之教學態度最不積極（平均得分 2.91，低於五點量表之平均值 3）。

此一研究結果，與林盛基（2003）研究發現，國小教師在「健康與體育」學習領域之教學態度為積極取向之結果不同，且與杜壬昌（2002）研究發現國小體育教師之教學態度平均得分為 4.13 之結果不同，可以發現高中職體育教師之教學態度不若國民小學體育教師積極，此外，高中職體育教師在「教學環境」之教學態度最不積極，也顯示高中職體育教師礙於實體教學環境之限制，對於改善教學環境

之態度不甚積極，此一部份頗值得教育行政主管機關省思，應如何改善高中職之體育教學環境，讓體育教師能夠在適當的體育教學環境中發揮所長，以求整體教學態度之增進。

表三 新竹縣市高中職體育教師之教學態度分析表

排序	構面	題數	平均數
1	專業知能	9	3.42
2	教育原理	8	3.22
3	教學設計	9	3.05
4	教學環境	9	2.91
整體教學態度		35	3.15

二、不同背景變項體育教師之教學態度差異分析

(一) 不同性別體育教師之教學態度差異分析

不同性別之高中職體育教師在教學態度各構面及整體教學態度並無顯著差異存在 ($P < .05$)，顯示體育教師之教學態度並不因為性別不同而有所差異。此一研究結果，與林盛基 (2003) 之研究結果相同，但與杜壬昌 (2002) 研究發現男性國小體育教師之教學態度較女性國小體育教師積極之結果不同，且與陳照明 (1998) 研究發現男性師院學生之教學態度較女性師院學生積極之結果不同。由相關研究也可以看出，國小體育教師之教學態度有男性較女性積極的現象，而這種現象是由於女性體育教師必須兼顧家庭所造成的，但本研究結果發現，高中職學校體育教師之教學態度並不因為性別不同而有所差異，可能是因為高中職體育教師授課時數與負擔不若國小教師沈重，讓女性體育能夠兼顧家庭與工作，並表現出與男性體育教師一樣積極的教學態度。

(二) 不同學歷體育教師之教學態度差異分析

由表四可以看出，不同學歷高中職體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」兩個構面有顯著差異 ($P < .05$)，研究所以學歷之高中職體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」得分明顯高於大專學歷之體育教師，顯示學歷越高之體育教師，確實在專業知能與教學設計能力展現出較為積極的態度，**教育行政主管機關應提供適當的進修管道，讓高中職體育教師能夠藉由進修以及學歷之提升，來改善其教學態度之「專業知能」與「教學設計」兩個構面，以求高中職體育教師整體教學態度之提升。**此一研究結果，與林盛基 (2003)、杜壬昌 (2002)、黃金柱 (1980) 等人研究發現不同教育背景教師之教學態度有差異存在之結果相同。

表四 不同學歷體育教師教學態度之 t 考驗結果表

構面	學歷	人數	平均得分	標準差	t 值
專業知能	大專	62	30.07	4.79	-3.18*
	研究所以以上	15	33.71	4.88	
教學設計	大專	62	26.88	3.37	-2.88*
	研究所以以上	15	29.78	4.16	

* $p < .05$

(三) 不同婚姻狀況體育教師之教學態度差異分析

由表五可以看出，不同婚姻狀況體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」兩個構面有顯著差異 ($P < .05$)，未婚高中職體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」得分明顯高於已婚之體育教師，可能是由於未婚之體育教師，可以將比較多的時間與精力放在體育專業知能的充實與教學設計之準備工

作，因此，會比已婚體育教師在專業知能與教學設計能力展現出較為積極的態度。此一研究結果，與黃金柱（1980）研究發現國民小學已婚體育教師之工作態度較未婚體育教師積極之結果不同。

表五 不同婚姻狀況體育教師之教學態度

t 考驗結果摘要表

構面	婚姻狀況	人數	平均得分	標準差	t 值
專業	已婚	51	28.36	4.62	-6.11*
知能	未婚	26	35.52	5.24	
教學	已婚	51	25.28	4.37	-6.87*
設計	未婚	26	31.71	4.88	

*p<.05

(四) 不同年資體育教師之教學態度差異分析

由表六可以看出，不同年資體育教師在教學態度之「專業知能」、「教育原理」、「教學設計」、「教學環境」等構面及「整體教學態度」均有顯著差異存在（P<.05），經事後比較發現，年資「1-5 年」之體育教師在「專業知能」及「教學設計」兩構面之教學態度高於年資為「11 年以上」之體育教師；年資為「6-11 年」之體育教師在「教育原理」構面之教學態度高於年資「1-5 年」之體育教師，且在「教學環境」構面之教學態度高於年資為「11 年以上」之體育教師；而年資為「1-5 年」及「6-11 年」之體育教師在整體教學態度則明顯高於年資為「11 年以上」之體育教師。

由以上結果可以發現，年資「1-5 年」較資淺之體育教師可能由於初入職場，因此在「專業知能」及「教學設計」構面會較資深體育教師展現出較多的教學熱忱，因而有較積極之教學態度；而年資為「6-11 年」之體育教師在「教育原理」及「教學環境」構面之教學態度分別高於年資為「1-5 年」及年資為「11 年

以上」之體育教師，可能是由於教學經驗使然，因此在「教育原理」構面會高於年資為「1-5 年」之體育教師，而年資 11 年以上之體育教師，可能是因為資深且即將退休，因此對於「教學環境」構面之教學態度不若年資為「1-5 年」之體育教師。此一研究結果，與黃金柱（1980）研究發現，資淺及資深中等之國民中小學體育教師之專業態度最為積極之結果相同。因此，**教育行政主管機關，應視不同教學年資體育教師專業知能與教學態度之需求，積極開辦適當之在職進修課程，並鼓勵資深體育教師再進修，以彌補資深體育教師在教學熱忱與教學態度上的不足，才能整體提升高中職體育教師之教學態度。**

表六 不同年資體育教師之教學態度變異數分析摘要表

構面	分組	人數	平均數	標準差	F 值	Scheffe 事後比較
專業知能	1.1-5 年	28	33.24	5.62	8.27*	1>2
	2.6-10 年	16	30.22	5.47		1>3
	3.11 年以上	33	28.96	5.11		
教育原理	1.1-5 年	28	24.13	5.47	4.28*	2>1
	2.6-10 年	16	26.99	5.12		
	3.11 年以上	33	26.54	4.99		
教學設計	1.1-5 年	28	29.01	4.89	4.58*	1>3
	2.6-10 年	16	27.69	4.77		
	3.11 年以上	33	26.01	4.65		
教學環境	1.1-5 年	28	26.51	4.33	5.87*	2>3
	2.6-10 年	16	28.33	4.41		
	3.11 年以上	33	24.88	4.29		
整體教學態度	1.1-5 年	28	112.89	12.11	7.58*	1>3
	2.6-10 年	16	113.23	12.01		2>3
	3.11 年以上	33	106.56	11.86		

*p<.05

(五) 不同職務狀況體育教師之教學態度差異分析

由表七可以看出，專任體育教師在「專業知能」及「教學設計」兩構面之得分明顯高於兼任行政工作之體育教師 ($P<.05$)。此一結果，與林盛基 (2003) 研究發現國小專任教師較兼任行政工作教師對於「教學設計」抱持著較為積極的教學態度之結果相同。可能是由於專任體育教師毋需辦理行政庶務，較兼任行政工作之體育教師能夠心無旁騖的將時間與心思用在體育專業知能的充實與體育教學設計上，**因此，建議高中職學校，能夠體恤兼任行政工作體育教師，並適當的調整其職務與工作負荷，讓體育教師在繁忙的行政工作之外，能有餘力補充專業知能並做好教學準備，才能夠提升兼任行政工作體育教師在「專業知能」及「教學設計」之教學態度。**

表七 不同職務狀況體育教師之教學態度
t 考驗結果摘要表

構面	婚姻狀況	人數	平均分	標準差	T 值
專業知能	專任體育教師	53	31.89	4.62	4.11*
	兼任行政工作	24	28.32	5.24	
教學設計	專任體育教師	53	29.01	4.37	7.87*
	兼任行政工作	24	24.00	4.88	

* $p<.05$

(六) 不同任教資格體育教師之教學態度差異分析

由表八可以看出，有合格教師證之體育教師在「教育原理」及「教學設計」兩構面之得分及整體教學態度明顯高於無合格教師證之

體育教師；而無合格教師證之體育教師在「專業知能」構面之得分則明顯高於有合格教師證之體育教師 ($P<.05$)。由於並無相關體育教師工作態度之研究以「任教資格」來進行差異分析，本研究結果無法進行比較討論，此一結果，可能是由於有合格教師證之體育教師已經受過完整之師資培訓，因此在「教育原理」及「教學設計」兩構面及整體教學態度會表現出較積極之教學態度；而無合格教師證之體育教師在「專業知能」構面之得分則明顯高於有合格教師證之體育教師，可能是由於無合格教師證之體育教師仍未具工作保障，因此較積極進修以取得正式教師資格，而在「專業知能」表現出較積極之教學態度。**建議教育行政主管機關與高中職學校應積極輔導所屬體育教師取得合格教師證，並在取得教師證的過程中，在「教育原理」及「教學設計」兩構面之教學態度有所增進，以求整體提升高中職體育教師之教學態度。**

表八 不同任教資格體育教師之教學態度
t 考驗結果摘要表

構面	婚姻狀況	人數	平均分	標準差	t 值
專業知能	有合格教師證	61	30.30	4.97	-3.82*
	無合格教師證	16	32.58	5.62	
教育原理	有合格教師證	61	26.33	4.37	6.37*
	無合格教師證	16	23.58	4.18	
教學設計	有合格教師證	61	27.98	4.82	2.88*
	無合格教師證	16	25.42	4.24	
整體教學態度	有合格教師證	61	111.27	11.37	5.87*
	無合格教師證	16	106.36	10.88	

* $p<.05$

肆、結論與建議

一、結論

- (一) 新竹縣市高中職體育教師之整體教學態度屬於中等程度(平均得分為 3.15)其對於「專業知能」之教學態度最為積極,對於「教學環境」之教學態度最不積極。高中職體育教師之教學態度不若國民小學體育教師積極,頗值得教育行政主管機關省思。
- (二) 新竹縣市高中職不同性別之體育教師在教學態度各構面及整體教學態度並無顯著差異存在 ($P<.05$)。
- (三) 新竹縣市高中職不同學歷體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」兩個構面有顯著差異,研究所以學歷之高中職體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」得分明顯高於大專學歷之體育教師。
- (四) 新竹縣市高中職不同婚姻狀況之體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」兩個構面有顯著差異,未婚高中職體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」得分明顯高於已婚之體育教師。
- (五) 新竹縣市高中職不同年資體育教師在教學態度之「專業知能」、「教育原理」、「教學設計」、「教學環境」等構面及「整體教學態度」有顯著差異。
- (六) 有合格教師證之體育教師在「教育原理」及「教學設計」兩構面之得分及整體教學態度明顯高於無合格教師證之體育教師;而無合格教師證之體育教師在「專業知能」構面之得分則明顯高於有

合格教師證之體育教師。

二、建議

(一) 導正高中職體育教學

研究結果發現,高中職體育教師之教學態度屬於中等程度,且明顯低於國民小學體育教師之教學態度。這種現象,除了反映出高中職體育教師缺乏教學動機外,也印證體育教學在高中職不獲得重視之現況,而高中職學校普遍對於體育教學不甚重視,體育教師自然不會有積極的教學態度。建議教育行政主管機關應舉辦相關研習活動,來充實體育教師之體育教學知能與態度,並落實高中職體育教學,從制度面來導正目前體育教學不受重視之現象(如教育部目前辦理之學校體育訪視,即可增加訪視頻率並改採普查方式進行),讓體育教學獲得重視,進而提升高中職體育教師之教學態度。

(二) 建立體育教師願景

高中職體育教師之教學態度屬於中等程度,仍有非常大的空間可以提升。目前高中職體育教師之體育教學並無「願景」可言,或許也是讓體育教師教學態度不振的主因,建議教育行政主管機關可以協助體育教師建立共同願景,如「提升高中職學生體適能」、「深耕學校體育教學,揚威國際體壇」,讓體育教師在體育教學時有一共同奮鬥的目標,應該可以有效提升高中職體育教師之教學態度。

(三) 給予體育教師進修管道

研究結果發現,研究所以學歷之高中職體育教師在教學態度之「專業知能」與「教學設計」得分明顯高於大專學歷之體育教師。建議教育行政主管機關可以暢通體育教師之進

修管道，並協助排除不利於體育教師進修之窒礙因素，普遍提升高中職體育教師之學歷，也可以提升高中職體育教師之教學態度。此外，研究亦發現有合格教師證之體育教師在「教育原理」及「教學設計」兩構面之得分及整體教學態度明顯高於無合格教師證之體育教師，也建議教育行政主管機關協助目前無合格教師證之體育教師依法取得正式教師資格，俾增進其教學態度。

參考文獻

中文部分

- [1] 杜壬昌 (2002)：不同個人背景之國民小學體育教師對教學態度與教學成效的影響。台北市立師範學院國民教育研究所碩士論文。
- [2] 林春鳳 (1993)：屏東縣國小教師對體育課循環教學態度之研究。國立體育學院體育研究所碩士論文。
- [3] 林盛基 (2003)：桃園縣國小教師健康與體育學習領域教學態度之研究。國立體育學院體育研究所碩士論文。
- [4] 侯世昌 (1995)：國民小學組織氣氛與教師教學態度關係之研究。國立台灣師範大學教育研究所碩士論文。
- [5] 陳英豪等 (1993)：新制師院生教學態度及其相關因素之研究。國立台南師院學報，25，1-28。
- [6] 陳照明(1998)：師範學院學生體育教學專業態度之調查研究。國立體育學院體育研究所碩士論文。
- [7] 黃金柱 (1980)：國民小學教師體育教學專業態度之研究。國立台灣師範大學體育研究所碩士論文。
- [8] 黃榮宗等 (2000)：國小教師體育教學態

度及其相關因素的研究。新竹師院學報，12，261-292。

- [9] 張春興 (1993)：現代心理學。台北：東華書局。
- [10] 劉文忠 (1999)：新竹市國小低年級教師體育教學態度之研究。國立體育學院體育研究所碩士論文。
- [11] 劉仲成 (1997)：南投縣國小教師體育教學態度之研究。國立體育學院體育研究所碩士論文。

英文部分

- [12] Gagne, R. M. (1974). *Essentials of learning for instruction*. New York : Dryden press.
- [13] Kearny, N. C. & Riccio, P. D. (1956) . The effect of teacher education on the teacher's attitude. *Journal of Education Research*, 49, 703-708.

國際網路傳輸語用教學對台灣大學生語用能力發展之影響

THE DEVELOPMENT OF TAIWANESE EFL LEARNERS' PRAGMATIC COMPETENCE THROUGH INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION

謝怡娟

Yi-Chuan Hsieh

清雲科技大學 應用外語系

ychsieh@cyu.edu.tw

劉佳寧

Chia-Ning Liu

Department of Teaching, Learning and Culture

Texas A&M University, College Station, USA

chianing@tamu.edu

摘要

對英語為第二外語的台灣學生而言，語用能力的具備關乎其是否能用英語創造出適當且有意義的溝通對話。本研究透過國際網路傳輸語用教學，探討其對台灣學生語用能力發展之影響。台灣某科技大學應用外語系的學生與美國德州的研究生在本次研究中透過網路通訊，進行語用學中「請求」用法之相關概念學習。研究過程所得資料，採量化與質化並重的方法分析。研究結果顯示此種教學法對台灣大學生語用能力之發展有正面成效。

關鍵字：語用學，第二外語教學，電腦協助溝通

Abstract

The development of pragmatic competence is essential for foreign language learners to be able to produce meaningful communications in the target language. This study investigated the effect of pedagogical intervention through telecommunication connection with Texan tutors on Taiwanese college students' development of pragmatic competence. Data collected in school settings were analyzed quantitatively and qualitatively. The results showed that learning pragmatics through telecommunication enhanced Taiwanese EFL learners' pragmatic competence.

Key words : pragmatics, foreign language teaching, computer-mediated communication (CMC)

1. Theoretical Background

With the prevalence of the communicative approach in the foreign language instruction, educators have put more emphasis on language learners' achievement of functional abilities in the target language. The development of second language pragmatic competence involves in a learner's ability to use a wide range of speech acts appropriately, such as how to greet, to apologize, to congratulate, or to express condolence. Among them, making requests has been one of the most studied speech acts. Various studies have indicated that requesting is one of the most frequently used speech acts in communication (Ellis, 1992; Rintell & Mitchell, 1989; Rose, 1999). In this study, the speech act function of requesting is the focus of the research interest.

"Pragmatic competence" refers to an individual's appropriate use of language in communicative contexts. In Canale's (1983) model, pragmatic competence is described as sociolinguistic competence, which encompasses both "appropriateness of meaning" and "appropriateness of form". Further, from the perspectives in Bachman's language competence model (1990), language competence is divided into two main areas consisting of "organizational competence" and "pragmatic competence". "Organization competence" refers to knowledge of linguistic units and the rules of using them together in a structure form of sentences (grammatical competence) and discourse (textual competence). "Pragmatic competence" comprises of illocutionary competence which means knowledge of speech acts and speech functions, and sociolinguistic competence. Sociolinguistic competence is the ability to use

language properly in sociocultural contexts. These elements demonstrate that to be communicatively competent, an individual must master not only the linguistic forms of a language, but also the sociocultural contexts in which the language is used.

It may be argued that pragmatic knowledge in the second language can be acquired by utilizing universal pragmatic knowledge, and that some aspects from the learner's first language can be transferred to the second language. However, Bialystok (1993) reported that in order to acquire processing control over the existing pragmatic foundations, adult second (or foreign) language learners need to develop new representations of pragmatic knowledge which do not exist in their first language. Moreover, research has shown that many aspects of pragmatic competence cannot be acquired without a focus on pragmatics instruction (Kasper, 2000). Even with the calling for need in pragmatic instruction in the present theory and research reports, English-as-a-Foreign Language (EFL) classrooms remain their focus on grammar-oriented instruction, and pragmatic development of language learners is overlooked. Previous studies remarked that when pragmatics is not a planned subject in a second or foreign language classroom, the opportunities for developing pragmatic competence is quite limited (Kasper, 2000). The EFL learners who have studied English for many years may still face problems in using English appropriately in communicative contexts.

Learning English is rather difficult in an EFL learning environment compared to an English-as-a-Second-Language (ESL) one because EFL learners do not have the

opportunity to interact with native speakers of the target language as ESL learners do. Language class activities in EFL settings often focus on decontextualized language practices, which do not expose learners to the types of sociolinguistic input that may facilitate pragmatic competence acquisition.

To date, many studies have examined the effects of explicit instruction in pragmatic competence on the development of EFL learners' pragmatic competence. The results of those studies indicated the positive effect of pedagogical intervention, and concluded that the pragmatic ability can be developed through planned classroom activities (Bouton, 1994; Rose, 1999; Takahashi, 2001; Tateyama, 2001).

Over the past two decades, computers have become a common instructional tool in the ESL/EFL classrooms. It was found that computer-mediated communication (CMC) offers a variety of merits in classroom settings. "CMC refers to the exchanges of ideas, thoughts, and information among people through network computers" (Cifuentes and Shih, 2000); namely, CMC allows interactions via telecommunications. The most widely acclaimed benefits of CMC are that it allows more equal participations and increased participation than regular face-to-face based classroom activities (Blake, 2000; Cahill & Catanzaro, 1997; Chun, 1994; Kern, 1995; Sullivan & Pratt, 1996), and have greater students' empowerment with decreased teacher control and dominance (Sullivan & Pratt, 1996). Moreover, CMC promotes meaningful human interaction that fosters the language learning process (Warschauer, 1997).

Cifuentes and Shih (2001) further stressed

that CMC provided an authentic context for learning functional abilities by having EFL learners interact with English-as-a-first-language speakers. With explicit instruction in how to communicate in the virtual environment, CMC might benefit the intercultural teaching and learning (Shih and Cifuentes, 2003).

One type of CMC widely adopted in instructions is the collaborative email exchange. Email discussion in pair has gained a great deal of attention in second or foreign language teaching classrooms because it enables students to have meaningful and authentic conversations with others in the target language (Chun, 1994; Sullivan & Pratt, 1996).

In this study, we provided Taiwanese EFL college students with the pragmatic instruction through telecommunication connection with their Texas partners. Hopefully, by this pedagogical intervention, Taiwanese EFL learners may become aware of the importance of pragmatic competence and develop their pragmatic competence, so as to produce meaningful communication in the target language.

2. Purpose of the Study and Research Questions

This study integrated technology into Taiwanese EFL classrooms. CMC was implemented in the foreign language learning environment, with a special focus on teaching and learning pragmatics regarding the speech acts of requesting. With the role of technology being carried out as a potential tool for learning, especially in the foreign language education, an attempt was made to explore how technology might enhance Taiwanese EFL learners'

pragmatic competence through e-communication.

The present study aimed to answer two research questions: (1) Did Taiwanese EFL students who received the pragmatic instruction through telecommunication connection with their Texan tutors demonstrate better pragmatic competence than those students who did not do so? (2) What were Taiwanese EFL students' perceptions of learning pragmatics through computer-mediate communication (CMC)?

3. Methods

This study applied a pretest-posttest control group experimental design. Quantitative and qualitative data collection and analyses were conducted. The instruments of the study contained the English reading comprehension pretest, the Discourse Completion Task (DCT) pretest and posttest, the students' perceptions survey, and the interview questionnaire. The independent variable was the treatment with two different levels: the control group, and the experimental group. The dependent variable was students' pragmatic competence productions.

Participants

Participants were 63 undergraduate students majoring in applied foreign languages from a university in the Northern Taiwan. The other 13 participants were the graduate students with a major in teaching English as a second language at a university from the Southern Texas.

Sixty-three Taiwanese college students from two intact classes were randomly assigned into two treatment groups—(1) the control group

that received the instruction that did not address pragmatics in the teaching contents, (2) the experimental group that learned pragmatics through telecommunication connection with their Texan tutors. There were 34 students in the control group and 29 students in the experimental group.

In Texas, each of the thirteen graduate students was randomly assigned to be the tutor for two or three Taiwanese experimental group participants. These students interacted with their Taiwanese learners through email correspondences and the WebCT discussion. All Texan participants received the instruction as part of their curricular activities in the class.

Instruments

General English Reading Comprehension Pretest: This test contained 30 multiple choice items derived from the Taiwan General English Proficiency Test Bank for Intermediate English Learners (published by the Taiwanese Language Learning & Testing Center) that measured Taiwanese EFL learners' reading comprehension skill. For the purpose of scoring students' responses to the comprehension test items, 4 points were given for a correct answer and no credit was given for incorrect or unanswered questions. The comprehension test had a reliability coefficient of 0.77.

The Discourse Completion Task Pretest and Posttest:

Discourse Completion Task (DCT) is a measure of learners' speech act performance, consisting of a written speech act discourse completion task. The same content of DCT was administered prior to the treatment (pretest) and after the treatment (posttest). In this study,

DCT included twelve situations designed to probe how participants respond in different situation in terms of the social status, power, and impositions. The social contexts specified in the DCT containing the relationships between a professor and a student, a boss and an employee, among friends. The purpose of this design was to see how participants interacted or responded to certain situations from different points of view. The situational descriptions were given in English and the participants were asked to provide appropriate request responses for each situation.

The Students' Perceptions Survey: After the experimental group' completion of the DCT posttest, these students was asked to fill out the "Students' Perceptions Survey". This survey was a student self-report instrument. It covered several questions, such as: (a) Did you think that this learning experience benefited your learning of pragmatics? (b) Did this learning experience have any impact on your communication with foreigners? (c) What remained to be improved in the course of learning pragmatics? (d) What were the advantages and disadvantages of learning pragmatics through computer-mediated communication? (e) In terms of this learning experience, what might affect your use of English in daily life? (f) Did you think this learning experience help you recognize the importance of pragmatics? (g) Could you completely understand the instructional materials provided by your Texan tutors? If not, what were your suggestions?

Interviews: There were ten-minute face-to-face interviews with ten selected students from the experimental group on the last day of the study. These ten students were randomly

selected from different gender to assure the collection of diverse opinions. The interview questions were an oral repeat of the perceptions survey statements to probe areas that might be practically difficult for students to articulate in the written form.

Procedures

All participants took part in this study for 100 minutes each week. The study lasted for ten weeks. Before the differential treatments, students in two intact classes were asked to complete the Discourse Completion Task (DCT) pretest. Because of the lack of random selection of individuals to groups, evidence of groups' equivalence in terms of language proficiency was extremely important. General English Comprehension Test provided us the opportunity to see groups' language proficiency at the initial stage. During the study, two groups were given differential treatments. Students in the control group received the classroom instruction with no emphasis on pragmatics. Students in the experimental group received the instruction with a focus on pragmatics. They also had the opportunity to interact with their Texan tutors through telecommunication connection. They learned pragmatics from their Texan tutors via email correspondences and WebCT discussion.

Following the ten weeks treatments, all students were asked to take the Discourse Completion Task (DCT) posttest. At the end of the study, the experimental group took the students' perceptions survey. Furthermore, interviews were conducted by one of the researchers in Taiwan with 10 students from the experimental group on the last day of the study. The interview lasted ten minutes for each student.

Students were asked to further explicate their attitudes toward learning pragmatics, attitudes toward using email and WebCT in learning, and perception of learning from Texan tutors. The interview was an informal conversation, which provided students opportunities to explain their written answers as well as to orally express their feelings that might affect their learning outcomes.

4. Data Analyses

Students' scores in the general English reading comprehension pretest were compared between groups.

Two raters rated the participants' Discourse Completion Task (DCT) pretest and posttest productions based on a customized rating system. This rating system was adapted from the rating system proposed by Hudson, Detmer, and Brown (1995), containing six components as the followings: (1) the ability to use correct speech acts, (2) expressions, (3) the amount of information, (4) levels of formality, (5) levels of directness, and (6) levels of politeness. In this case, the last three components were combined as one (levels of politeness) due to the overlapping elements of speech existing among the three components. The raters rated participants' performance based on 5 point rating scale ranging from 1 to 5. The value for interrater reliability was reached to an acceptable level of agreement ($r > 0.9$).

Moreover, researchers' journal entries were used to gain understanding of the natural classroom learning environment (Shulman, 1997). The two-phase process of content analyses was used to analyze the qualitative data (Emerson, Fretz, and Shaw, 1995).

5. Quantitative Results

The results of the descriptive statistics indicated that the control group produced higher mean scores in the general English reading comprehension pretest ($M=31.18$, $SD=8.06$) than that of the experimental group ($M=28.97$, $SD=8.01$). However, the independence-samples t-test result showed that there was no significant difference between groups in the general English reading comprehension pretest scores. Two groups did not differ in their entry level of the general English reading comprehension ability.

Table 1 displayed the descriptive statistics results of the DCT pretest scores by group. There were four request response scores, including (1) the score on the ability to use correct speech act, (2) the score on expressions, (3) the score on the amount of information, and (4) the score on levels of politeness. In order to avoid increasing experimentwise error while conducting multiple t-test to test group differences, the repeated measures MANOVA was used (four dependent variables to be analyzed simultaneously). The results showed that there was no significant group effect for the DCT pretest scores at the $p < .05$ levels; that is, the control group and the experimental group did not differ in their performance in the DCT pretest prior to the treatment.

Table 1: Descriptive Statistics Results of the DCT Pretest Scores by Group

Rating Components		Groups	
		Control (N=34)	Experimental (N=29)
Speech act	Mean	46.55	48.45
	SD	5.88	4.63
Expressions	Mean	42.90	45.79
	SD	5.49	3.90
Information	Mean	46.00	47.00
	SD	5.56	4.53
Politeness	Mean	45.16	48.07
	SD	5.66	5.32

Further, as indicated in Table 2, there existed greater discrepancy between the mean scores of the control group and the experimental group in the DCT posttest. Against four rating components, the performances of the experimental group were better than those of the control group by surpassing more than 4.5 points in each of the four rating elements.

Table 2: Descriptive Statistics Results of the DCT Posttest Scores by Group

Rating Components		Groups	
		Control (N=34)	Experimental (N=29)
Speech act	Mean	45.81	52.45
	SD	4.58	4.45
Expressions	Mean	41.00	47.66
	SD	4.83	4.52
Information	Mean	45.65	50.10
	SD	3.77	4.24
Politeness	Mean	45.52	50.83
	SD	4.39	4.55

Based on the repeated measures MANOVA results, the DCT posttest performances were significantly different between the control and the experimental groups (See Table 3).

Table 3: The repeated measures MANOVA Results of the DCT Posttest Scores

Source of Variation	SS	df	MS	F	p
Between Subjects					
Group (A)	1993.1	1	1993.1	31.4	0.0*
Within Subjects					
Residual (S x A)	3679.0	61	63.4		
Rating Component s (B)					
Rating Component s x Group (B x A)	793.6	3	264.5	53.3	0.0*
Within Subjects					
Residual (S x B)	52.1	3	17.4	3.5	0.02*
Within Subjects					
Residual (S x B)	863.3	183	5.0		

*p < .05

By viewing Figure 1, it demonstrated an interaction as the two lines differed significantly from parallel. The expression scores yielded by two groups were significantly lower than other components scores. For both groups, the performances were significantly better in their ability to use correct speech act than other rating components.

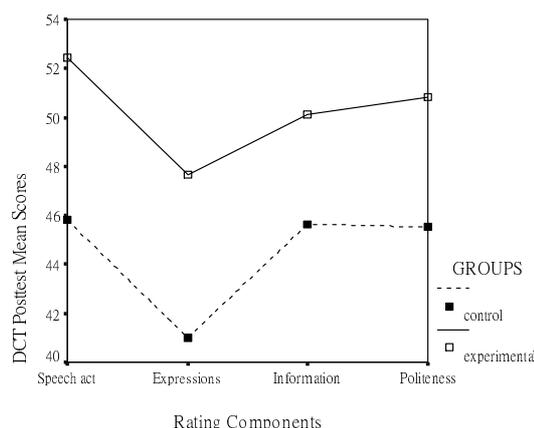


Figure 1. The interaction effect between the group and the four rating components on the means scores of the DCT posttest

After ten week receiving pragmatic instruction, the experimental group showed significant improvement in the DCT productions. For the experimental group, when compared to their DCT pretest mean scores, their DCT posttest mean scores for each rating component demonstrated an apparent increase, ranging from 1.8 to 4 points (See Table 4).

Table 4: Descriptive Statistics Results of DCT Pretest and Posttest Scores for the Experimental Group

Rating Components		DCT	
		Pretest	Posttest
Speech act	Mean	48.45	52.45
	SD	4.63	4.45
Expressions	Mean	45.80	47.66
	SD	3.90	4.52
Information	Mean	47.00	50.10
	SD	4.53	4.24
Politeness	Mean	48.07	50.83

	SD	5.32	4.55
--	----	------	------

Further, the repeated measures MANOVA results indicated that there was a significant difference between the DCT pretest and posttest mean scores for the experimental group (between subjects $F=7.44$, $df=1$, $p=0.009$). Compared with the performances in their DCT pretest, the experimental group produced significantly higher means in the DCT posttest in terms of three rating components: (1) the ability to use correct speech act, (2) amount of information, and (3) levels of politeness ($p<.05$). The mean scores on the ability to use correct speech act displayed the greatest improvement from the DCT pretest to the DCT posttest (MDCT pretest=48.448, SDDCTpretest=4.626; MDCTposttest=52.448, SDDCT posttest=4.445). Other than that, the mean scores on the amount of information and on levels of politeness also fairly improved after the treatment.

6. Qualitative Results

This part intended to understand the experimental group participants' perceptions of learning pragmatics through computer-mediated communication, their attitudes toward the Texan tutors, and their perceptions of the content in pragmatics instruction.

The Students' Perceptions of Learning Pragmatic through CMC: Twenty out of 30 students believed that this learning experience improved their English writing and communicative abilities, and they had more English vocabulary at their disposal. One student even expressed that her English listening ability became better because of the frequent online chatting with her Texan tutor. Overall, students indicated that from this learning

experience, they not only learned how to use certain English words and idiomatic expressions precisely, but they also understood more communicative strategies used by foreigner, and experienced the diversity of international cultures.

Some students pointed out that because the communication was not held face-to-face; therefore, they felt more comfortable and braver to talk to foreigners. Nevertheless, a majority of students mentioned that writing emails in English was quite challenging. Every time when they opened their mailbox with lengthy English texts, it was intimidating; which, in turn, might lead them to stop responding emails to their Texan tutors at the moment.

Yet, with such a learning experience, the Taiwanese participants started to realize that their English reading and writing abilities remained a great amount of improvement. For some students, this was the first time for them to conduct English online communication with foreigners; they progressively learned how to write English essays logically, and how to develop English passages in the way Americans could accept. They engaged much time in formulating their thoughts in writing emails. Nevertheless, one student was afraid that while mutual correspondences focused more in the content exchange, his Texan tutors might not spend time correcting his grammar and spelling mistakes. He was uncertain whether he had made serious grammar errors.

On the other hand, some students indicated the disadvantages of such kind of learning. With limited Internet access in campus and off-campus housing, 10 or 11 students were unable to perform the email correspondences or

WebCT regularly. Five students with no computer hooked to Internet at their places felt it inconvenient to write emails and participate in WebCT discussion every week. Two students' personal computers were broken in the course of the study; thus, they had difficulty responding emails and participating in the discussion board on time. Several students therefore suggested not asking them to keep up email correspondences so frequently.

Besides, seven or eight students thought that learning pragmatics required much time and effort in that the topics were new to them. When the learning tasks turned out to be more difficult than they thought, they needed more guidelines and directions to tell them how to respond to the questions in the assignments. Sometimes, they chose to not respond to their Texan tutors' emails because they were intimidated to write something shown their limited English ability and less understanding in pragmatics. Taiwanese participants were not very confident to write emails back to their tutors if they were not well prepared with adequate answers for each question. With the difficulty level gradually increased in the assigned learning tasks, Taiwanese students' email responding speed became slower and slower and their participation in the WebCT discussion was not active.

Additionally, two or three students complained that they were more interested in discussing fashion, daily news, and cultural issues with foreigners, and they hoped that their Texan tutors could present more concise, non-academic, and personal instructional materials, instead of the provision of formal English essays writings with lengthy

explanations of pragmatic concepts.

The Students' Attitudes toward Their Texan Tutors: The majority of the students expressed that their Texan tutors were very friendly to work with; they were also patient and passionate to teach them in pragmatics. Five students said that instead of using difficulty English words and phrases in the text, their Texan tutors often wrote English in the way that they could understand and they did not need to spend much time looking up the new vocabulary in dictionaries during communication. These students felt less anxious when their Texan tutors encouraged them to express their thoughts without the consideration of grammar rules.

Another student felt so warm when her Texan tutor was concerned about the damages of her house due to the typhoons in Taiwan. Five students felt that their Texan tutors were very nice people and always responded to their emails very quickly. Another student indicated that his Texan tutor could talk about her own family and campus life which interested him and they become good friends. One student mentioned that her Texan tutor even sent her a greeting card on the Thanksgiving Day, which made her so cheerful and liked to interact with the tutor.

Several students revealed that their Texan tutors tended to use a high level of English, and they had a great difficulty reading the texts, not to mention how they responded to queries. Four students added that their Texan tutors were quite demanding, and they were under stress because their Texan tutor asked them to write more (at least 300 words) in the homework assigned per week. Further, because of the quick response from the Texan tutors, some students were very stressful and anxious in

writing emails back. One or two students also felt that what their Texan tutors said was not very reliable. The Texan tutors sometimes did not fulfill their promises, which made them not know how to react, or whether to believe in their Texan tutors.

Most Taiwanese students expressed that their Texan tutors were patient and kind enough to explain the learning tasks for them, and directed them to discuss pragmatics issues. Only a minority of Taiwanese students mentioned that it was necessary to evaluate the personal characteristics of Texan tutors prior to the instruction, so as to avoid the encounter of foreign people with bad attitudes and discriminatory natures.

The Students' Perceptions of the Content in Pragmatics Instruction: Most students thought that the pragmatics instruction provided by their Texan tutors helped them understand more in English pragmatics. Compared to the content presented in the conventional English reading or writing textbooks, the content of this pragmatic instruction was more practical and useful for their daily communication. For example, one student stated that he knew the accurate meaning of "You rock" until his Texan tutor explained it to him. "You rock" in the United States meant "You are so cool", and this student was pleased to learn more daily idiomatic expression from his tutor. Another student said that the pragmatic instruction was beneficial to her for it helped her to make appropriate requests in the airport while traveling aboard. One student also mentioned that he was strongly aware of the differences between Chinese and English pragmatics from communicating with his Texan tutor, and he regarded this learning experience as

a valuable one because he hardly had the opportunity to interact with foreigners.

With this pragmatic instruction, most students learnt how to make requests in a proper and acceptable way. For example, there were at least three ways to make requests: (a) Open the window, John. (b) It's very hot. (c) Would you mind opening the window for me? Two students even made compliments in their Texan tutors' instructional strategy. They recalled that their Texan tutors always presented examples for them in the first place, and then after the tutors made sure they completely understood the content, the tutors would ask them to provide more examples to strengthen the concepts.

However, more than half of the students responded that some English words and phrases used by their Texan tutors were not readily understandable, and they had difficulty figuring out the meanings of certain messages. Students also reflected that the content of instruction could be more situational, more animated with graphs, sounds, or short movies. Meanwhile, the content should be presented from the easier level to the more difficult level.

Some students thought that the design of the content in the homework needed to be improved. The Texan tutors should avoid posting similar and ambiguous questions every week, which bored the Taiwanese participants. One student mentioned that in order to answer his Texan tutor's questions, he invested much time and effort to write short formal essays independently, which made him feel so insulated, exhausted and frustrated. Another student later expressed that because he cared so much about the social status of this Texan tutor, he regarded

his Texan tutor as a formal teacher with a Master degree; hence, he had less will to express his thought and he dared not challenge this tutor in certain issues.

Even so, half of the students were aware of the importance of pragmatics, and they realized that English was not as difficult as they thought before. They felt this learning experience was challenging, but interesting. It helped them to have international vision and gain more knowledge in foreigners' thinking patterns and writing styles.

7. Discussion

Similar to the results of previous studies (Bouton, 1994; Eslami, 2005; Tateyama, 2001; & Takahashi, 2001), we found that the explicit instruction in pragmatics was fruitful to Taiwanese EFL students' pragmatic competence. The students in the experimental group scored significantly better on the DCT posttest than did the students who received no pragmatic instruction. The pragmatic instruction through telecommunication connection with the Texan tutors provided Taiwanese EFL students the opportunity to develop the pragmatic competence by recognizing the pragmatic functions, linguistic characteristics, and the meanings of their occurrence in different social and cultural contexts. With ten week treatment, the Taiwanese participants progressively developed their pragmatic competence with sufficient practices, and with Texan tutors' feedback regarding the appropriateness of their language use in diverse communicative contexts. They were therefore more able to use the target language appropriately in contexts and generate meaningful conversations.

In this case, the pedagogical intervention through telecommunication connection had a positive impact on Taiwanese EFL learners' development of pragmatic competence. With the appropriate management and the Internet access of computers, the students in the experimental group engaged themselves in the learning of pragmatics, and computers functioned as "cognitive tools" for students to reflect, refine, and assess their structural knowledge (Jonassen, 2000).

Nevertheless, the qualitative results informed us that several Taiwanese participants in the experimental group disliked making the writings of dense and lengthy emails as a learning requirement. It was found that this process of learning pragmatics required learners to highly concentrate their time and effort on learning tasks, and to be willing to think deeply, organize, and process what they learned. Rather than investing time in responding to their Texan tutors' emails, Taiwanese pupils are more likely to attach to a quick and easy memorization strategy to master something new. Taiwanese students rarely have the chance to be exposed to the types of sociolinguistic input that facilitates pragmatic competence acquisition. The findings of this study urge educators to integrate technology in helping Taiwanese EFL learners build up expertise in how to use English language appropriately, so that they can develop the ability to comprehend and generate productive communicative acts.

Moreover, based on the qualitative findings, a majority of students in the experimental group hoped that their Texan tutors would give them more time on tasks. In this case, more than half of the participants became anxious and stressful

after the first two weeks due to the time constraint for the assignment. Most students stated their learning process as the following: (1) Firstly, they would read the content in their Texan tutors' emails and messages in the WebCT discussion board, and then they tended to translate the meanings of those textual messages into Chinese for comprehension. During this process, they spent a large amount of time looking up unknown words in the English-Chinese dictionary. (2) Secondly, they would formulate their thoughts, answers and ideas in Chinese initially, and then they translated those Chinese expressions into English. It took them enormous time to consult the Chinese-English dictionary.

It was apparent that the Taiwanese EFL learners did not naturally think and write in English. Accordingly, the Taiwanese students required more time to process the English textual information and to respond in English. If they were given more time on tasks, they might feel less concerned and threatened, and became more responsible for their own learning.

The present study also showed that due to the dissimilar writing systems, when confronted with the dense text-embedded emails from Texan tutors, the Taiwanese EFL learners felt less interested. Riding (1994) indicated that Western people tend to be verbalizers considering the information they read or see in words or verbal associations; whereas Chinese tend to be imagers who experience fluent spontaneous and frequent pictorial mental pictures when they read or consider information (p. 48). This might explain the reason why Taiwanese participants' suggested more pictorial and animated information during their learning of pragmatics,

instead of lengthy texts (Riding & Douglas, 1993).

Last, one student was concerned that he might not be able to transfer what he learned this time to the face-to-face communication with foreigners. In this study, because the learning pragmatics online only lasted for 10 weeks, considering the English language learning as a long-term process, the Taiwanese participants expected a longer period of time of learning diverse pragmatics, so as to internalize the pragmatics knowledge, and put it into practice in daily English communication.

8. Conclusion

The results of this study furthered our understanding of integrating CMC into the pragmatic instruction to enhance EFL learners' pragmatic competence in different cultural settings. The findings indicated that Taiwanese EFL college students might benefit from the core instruction in speech act of requesting, and to help strengthen their awareness of pragmatic competence.

Taiwanese EFL learners indeed need additional activities that can broaden their range of speech acts. Those learning tasks may provide a broader variety of models and opportunities for learners to supplement classroom setting of learning (Bardovi-Harlig, & Hartford, 1993; Bardovi-Harlig, 1996). When pragmatics is explicitly taught to foreign language learners, they can acquire the essential skills faster (Bouton, 1994 ; Eslami, 2005).

References

- Bachman, L. (1990). *Fundamental*

- considerations in language testing*. Oxford: Oxford University Press.
- Bardovi-Harlig, K. (1996). Pragmatics and language teaching: Bringing pragmatics and pedagogy together. In L. F. Bouton (Ed.), *Pragmatics and Language Learning* Vol. 7 (pp. 21-39). Urbana, IL: University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Bardovi-Harlig, K., & Hartford, B. (1993). Learning the rules of academic talk: A longitudinal study of pragmatic development. *Studies in Second Language Acquisition*, 15, 279-304.
- Bialystok, E. (1993). Symbolic representation and attentional control in pragmatic competence. In G. Kasper & S. Blum-Kulka (Eds.), *Interlanguage Pragmatics* (pp. 43-57). Oxford: Oxford University Press.
- Blake, R. (2000). Computer mediated communication: A window on L2 Spanish interlanguage. *Language Learning and Technology*, 4(1), 120-136.
- Bouton, L. F. (1994). Conversational implicature in the second language: Learned slowly when not deliberately taught. *Journal of Pragmatics*, 22, 157-67.
- Cahill, D., & Catanzara, D. (1997). Teaching first year Spanish on-line. *CALICO Journal*, 17(3), 453-474.
- Canale, M., & Swain, M. (1983). Theoretical bases of communicative approaches to second language teaching and testing. *Applied Linguistics*, 1, 1-47.
- Chun, D. (1994). Using computer networking to facilitate the acquisition of interactive competence. *System*, 22(1), 17-31.
- Cifuentes, L., & Shih, Y. D. (2001). Teaching and learning online: A collaboration between U.S. and Taiwanese students. *Journal of Research on Computing in Education*, 33(4), 456-474.
- Ellis, R. (1992). Learning to communicate: A study of two language learners' requests. *Studies in Second Language Acquisition*, 14, 1-23.
- Emerson, R. M., Fretz, R. I., & Shaw, L. L. (1995). *Writing Ethnographic Fieldnotes*. Chicago: University of Chicago Press.
- Eslami, Z. (2005). Raising the pragmatic awareness of language learners. *ELT Journal*, 59(2), 199-208.
- Hudson, T., Detmer, E., & Brown, J. D. (1995). *Developing prototypic measures of cross-cultural pragmatics*. Honolulu, HI: Second Language Teaching & Curriculum Center, University of Hawaii.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking*. Upper Saddle River: Merrill.
- Kasper, G. (1997). *Can pragmatic competence be taught?* (Net Work#6) (HTML Document) Honolulu: University of Hawaii, Second Language Teaching & Curriculum Center. <http://www.111.hawaii.edu/nf1rc/NetWorks/NW6/>
- Kasper, G. (2000). *Four perspectives on L2 pragmatic development*. Plenary address, Annual Meeting of the American Association of Applied Linguistics, Vancouver, British Columbia, March.
- Kern, R. (1995). Restructuring classroom interaction with networked computers: Effects on quantity and characteristics of language production. *Modern Language Journal*, 79(4), 457-476.
- Riding, R. J. (1994). *Cognitive styles*

- analysis*. Birmingham, England: Learning and Training Technology.
- Riding, R. J., & Douglas, G. (1993). The effect of learning style and mode of presentation on learning performance. *British Journal of Educational Psychology*, 63, 273-279.
- Rintell, E., & Mitchell, C. J. (1989). Studying requests and apologies: An inquiry into method. In S. Blum-Kulka, J. House, & G. Kasper (Eds.), *Cross-cultural Pragmatics* (pp. 248-272). Norwood, N.J.: Ablex.
- Rose, K.R. (1999). Teacher and students learning about request in Hong Kong. In E. Hinkel (Eds.), *Culture in Second Language Teaching and Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shih, Y.C. D., & Cifuentes, L. (2000). Online ESL learning: An authentic contact. In S. Young, J. Greer, H. Maurer, & Y. Chee (Eds.), *Proceedings of the 8th International Conferences on Computers in Education 2000* (pp. 1255-1262). Taipei, Taiwan: National Tsing Hua University. (ERIC Document Reproduction Service No. ED451713)
- Shih, Y. C., & Cifuentes, L. (2003). Taiwanese intercultural phenomena and issues in a United States-Taiwan telecommunications partnership. *Educational Technology Research and Development*. 51(3), 82-90.
- Shulman, L. S. (1997). Disciplines of inquiry in education: A new overview. In R.M. Jaeger (Ed.), *Complementary Methods for Research in Education* (pp. 3-29). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Sullivan, N., & Pratt, E. (1996). A comparative study of two ESL writing environment: a computer-assisted classroom and a traditional oral classroom. *System*, 24(4), 491-501.
- Takahashi, S. (2001). Role of input enhancement in developing pragmatic competence. In K. Rose & G. Kasper (Eds.), *Pragmatics in Language Teaching* (pp. 171-199). Cambridge: Cambridge University Press.
- Tateyama, Y. (2001). Explicit and implicit teaching of pragmatic routines. In K. Rose & G. Kasper (Eds.), *Pragmatics in language Teaching* (pp.200-222). Cambridge: Cambridge University Press.
- Warschauer, M. (1997). Computer - mediated collaborative Learning: Theory and Practice. *Modern Language Journal*, 81(4), 470-481.

異質性合作學習教學之理念與實踐
——以通識教育「中國經典英譯賞析」為例

**Practice of heterogeneous cooperation learning of teaching method:
To take an example of “Appreciation and Analysis of English Translations of
Chinese Canons” in General Education**

姚振黎

Yao, Chen-Li

清雲科技大學教授

minn@cc.ncu.edu.tw

摘要

有鑒於中、英文成爲世界強勢語文乃大勢所趨，開發語文學習興趣、啓導終身知識管理、會通科際整合 (interdisciplinary)、閱讀經典文學、拓展思惟視野，並藉由精確、簡明且典雅之英譯，提升學生經典研讀；以異質性 (heterogeneous) 合作學習教學法，達成博雅 (liberal arts) 教育、全人教育 (holistic education) 之教學目標與理想。

本文寫作方法 (methodology) 以教學設計爲經、講授「中國經典英譯賞析」爲緯，經定緯成，使理論與實務兼顧。全篇分爲四部分：壹、異質性合作學習之意義與特質；貳、異質分組合作學習教學法之實施——以「中國經典英譯賞析」爲例；參、落實全人教育核心精神；結語：舊學商量加邃密，新知培養轉深沉，蘄對通識教育之教學成效，盡棉薄之力。

關鍵字：教學方法 (teaching methods)、教學設計 (instructional design)、全人教育 (holistic education)、異質分組 (heterogeneous group)、合作學習 (cooperation learning)

Abstract

Chinese and English become the powerful languages which are the trend of the times. Therefore, how can the general education stimulate learning-interesting of language, to enlighten the knowledge management in lifelong, to intersect different fields into interdisciplinary, to arouse literature canon-reading, to broaden thoughts and views? Can the course select the correct Chinese version and standard, concise, refined English translations in order to promote students' learning of Chinese and English? The teaching method of heterogeneous cooperation learning may help teachers to achieve the teaching goal and purpose of liberal arts education, and holistic education.

The methodology of this article adopts instructional design to be the warp, and teaching “Appreciation and Analysis of English Translations of Chinese Canons” to be the woof. It gives consideration to both of theory and implementation. The article includes four parts, 1. the significance and characteristic of heterogeneous cooperation learning, 2. the implementation of heterogeneous group and cooperation learning, to take the example of the course of “Appreciation and Analysis of English Translations of Chinese Canons”, 3. to fulfill holistic education. 4. Conclusion. The author's expectation is to improve the teaching result of generation education.

Key words: teaching methods, instructional design, holistic education, heterogeneous group, cooperation learning

當通識教育淪為「營養學分」；當期末考將屆，聽到學生們異口同聲許願是「通識歐趴」；當管理學院的學生竟然不知道「彼得杜拉克」是何許人也，對通識教育懷抱憧憬的教師是否冷汗涔涔？

有鑒於中、英文成為世界強勢語文乃大勢所趨，為開發語文學習興趣、啓導終身知識管理、會通科際整合 (interdisciplinary)、閱讀經典文學、拓展思惟視野，藉由精確、簡明與典雅之英譯，激發經典研讀；解決通識教育淪為營養學分，補苴罅漏；以「中國經典英譯賞析」為例，蘄供改進教學法之金鍼，張皇幽眇。遂提出以異質性 (heterogeneous) 合作學習教學法，達成博雅 (liberal arts) 教育、全人教育 (holistic education) 之教學目標與理想。

本篇就異質性合作學習之教學原理、教學設計、落實學生小組成就區分法、小組協力教學法與合作統整閱讀寫作法、團體探究法、協同合作法、共同學習法，使師生共學、經驗分享。

壹、異質性合作學習之意義與特質

一、合作學習的意義

在科技急速發展下，社會不斷變遷；在教育改革衝擊下，各種學習與教學型態不斷強調以學生為中心，又為加強學生基礎專業知能及語文教學，強調母語、外語能力之養成。

教育改革最重要的趨勢在於強調「人文主義」的體現，其目的在於重視培養學生主動學習、推理、思考、創造、解決問題的能力 (歐用生，民 87)。這些能力的培養，必須依賴多元化的教學方法、相互靈活運用，始能達成。

可見教學方法的改弦易轍有其必要性。

如何在學習過程中，增加課程的附加價值？合作學習教學法為一極佳之教學規劃模式。根據派克 (Parker, 1985) 認為「合作學習是提供一種合作的學習環境，且指出學生在異質小組中與同儕一起學習，從中彼此互相幫助，提供資源，批判或修正彼此的觀點，最後分享發現的成果。在這種合作的學習環境中，能潛移默化的培養出更多的合作行為」(盧富美，民 81)。是知合作學習在同學間互動下，對學習成就、興趣、態度等方面，比一般教學有增強效果及培養人際關係的能力。相較之下，傳統的教學，則缺乏此種學生適性發展的理念與目標。

綜上所述，如何充實學生的基本智能，培養學生主動學習、推理、思考、創造、解決問題的能力，並增加其附加價值，以達適性發展之目標，乃目前教育之研究方向；利用合作學習教學法，正是達成上述目標的方法之一。

合作學習是一種教學策略，在此策略中，學生們於教師授課之後，被分成若干組，得在小組裡一起學習，以達成個人績效和小組目標。(李隆盛，民 81) 合作教學法將不同特質的學生分配在同一小組中學習，學生彼此間的關係是積極互賴的，學習目標和工作要彼此合作來達成，資源必須分享，成員在小組中也要分擔各種角色，為小組作出貢獻。(黃政傑，民 83) 因此，欲使合作學習教學發揮成效，可依學生成績表現作異質性分組。

歸納言之，合作學習係指在一個有計畫、有系統且經設計之教材大綱、核心教材中，將學生依程度表現採異質性分成若干小組，給予不同或相同的單元，發揮教師專長領域以指導學生練習，師生間共同合作學習，以達成教學

預期目標。

二、異質性合作學習之功能

「異質分組」(heterogeneous group)的合作學習，對大學校園中，來自不同系所、學門、甚至國籍之學生，因選課而濟濟一堂的學習，彼此可提供有效的幫助；學生在異質組中可獲得認知與情意方面之增強。因為小組成員間的差異較高，不同觀念彼此交流，且經組員互動後，可增進同儕間人際關係，降低能力差距間之隔閡，有效縮短高成就與低成就學生群體間學業上的差異；低能力學生在異質編組下，可彌補基本知識之不足。

每種教學法均有其理論依據，合作學習的理論基礎，可從建構主義、認知衝突理論、鷹架理論與潛能發展區間、及社會學習理論四部分加以說明。同時針對每種理論基礎，說明其適用於異質性團體更甚於同質性團體的特性。

(一) 建構主義

建構主義認為，知識並非獨立於外界實體，而是經由人與世界持續不斷的接觸後所建構出來的。強調讓學生產生多元化的觀點，利用已存有的知識體系，對新的知識加以解釋、討論、思考，產生新知識以完成學習。易言之，由建構理論的觀點，不同語文程度與能力的學生之合作學習，可以增進思考問題的角度與表達方式的多元；互異的討論模式、多元答案的激盪，提供學生另一種建構知識體系的方法。

(二) 認知衝突理論

瑞士的皮亞傑 (Piaget) 強調在社會互動的歷程中，由於觀念不同，個體的內在認知會產生衝突與失衡，此時個體會藉由「調適」與

「同化」的歷程，將原有的認知體系加以重新整理，以求取認知的平衡。藉由學生異質性團體成員的互動合作學習，彼此思想觀念有較多的衝突與交換，學生有機會學習檢視自我的認知體系，重組新的知識與觀念。

(三) 鷹架理論與潛能發展區間

俄國心理學家維高斯基 (Vygotsky) 在教學上提出學習「鷹架」(scaffolding) 與「潛能發展區間」(zone of proximal development, 簡稱 ZPD) 的概念。鷹架，係指教師或高能力者，對於生手或低能力者，在學習與問題解決時提供支援，包括：說明或線索暗示，幫助逐漸養成問題解決的能力；潛能發展區間，則指生手或低能力者目前能完成的作業表現，與在教師或高能力者協助下所能完成的作業表現，兩者之間的差距。由 Vygotsky 的理論觀之，個體的認知會經由他人與環境的影響而產生改變，且所接觸的環境與他人，與個體的異質性愈大，所能提供的鷹架支柱與可能激發的潛能發展區間則愈有利。學生的學習能力或問題解決策略，可藉由異質分組的合作學習方式，為分組成員扮演「鷹架」的角色，成員的潛能區間因此一合作學習模式而得以開發。

(四) 社會學習理論

班都拉 (Bandura) 的社會學習理論，主張學習的發生在於個體處於某種學習情境中，個體經由觀察楷模，產生內在認知歷程的改變，藉由內化與模仿產生學習效果。此外，個體觀察的楷模異質性愈大，可學習的條件則愈多。在「中國經典英譯賞析」的教學中，由於不同氣質性向、專業學門、生涯規劃，甚至國籍的成員能力或條件差異極大，更應加強不同特質學生之間的合作能力訓練。合作技能不佳，將可能導致學習的無效。¹

¹ 游惠美〈特殊兒童不是教室中的「客人」：談合作學習〉。 <http://enews.aide.gov.tw/doc/talk/030629.htm>

異質分組合作學習的研究發現：不同於教師的直接教學；由於成員的能力或條件差異極大，更應加強不同特質學生之間的合作能力訓練。

貳、異質分組合作學習教學法之實施—以「中國經典英譯賞析」為例

雖然不同的合作學習模式採取不同之小組學習方式，唯藉由小組異質分享及成員互助合作，其學習本質是相同的。所謂異質性包含：學習能力及成就之異質性，學習動機與行為表現之異質性，學生特質之異質性。教師重視小組每一成員對小組皆能有所貢獻，最後，教師在教學過程全部完成時，應有一總檢討，以反省教學設計是否適當？每一步驟之實施是否妥切？教學目標是否達成？其中之利弊得失應如何強化或改進，俾便發揮最大之教學效果。

將異質分組合作學習運用至本課程，基於學生來源，或中／英文學習動機、興趣、程度各異，甚或外籍生之地域差異、文化背景懸殊。唯於 93 學年度第一學期、在清雲科技大學初次開設，94 學年度在中央大學開課，均獲回響；且有外籍教師亦每每以中國經典資料文獻，如《昭明文選》、郭璞〈江賦〉、宋朝楊萬里詩……等，親來提問，並謂：「比我在德國中文所博士班原來的老師們好；中文、英文都可通，太好了！」學生對於本課程授課教師既有之中國文學研究，並得以英文的解說與詮釋，藉由所選教材，使有時讀不懂之中文古籍，經由英文翻譯或詮釋，原典文意依舊，因而看得懂。且開課教師已發表與課程相關之論文著作，補充至每一單元／主題，作為延伸教學、學生討論之引言。

一、教學目標與教材教法

(一) 教學目標

1、導引經典研讀，提升人文素養

相傳為南宋學者王應麟所編、家喻戶曉的啓蒙讀物《三字經》有云：「人遺子，金滿籩；我教子，唯一經。」泊乎晚清曾國藩《曾文正公日記》所反映之讀書生活，均是鼓勵吾人周而復始的研誦經典。以「中國經典英譯賞析」課程為例，於一學期時間，審慎嚴選中國經典篇章，供修課者作鼎鑊之嘗，並得以認識中國經典之贍富，使經典之珠璣與智慧，活化成為學習者未來人生有機的一部分，得以在日常生活、為人處世、安身立命、生涯發展中體現出來。

是故，經由經典作品研讀，認識汗牛充棟的文學、歷史、哲學，活學活用，使能夠批判思考、瞭解自我存在的意義，並尊重不同之思想。

2、提升經典閱讀及英文能力，裝備英檢與職場能力

經由思想與文學的表述，進而認識文化的比較與會通，得以面對國際化，因「知己知彼」，由認識、瞭解，而謙遜、大度。

3、研讀不同文字、文學與文化，培養冷靜的腦、熱誠的心。

《莊子·秋水》有云：「計四海之在天地之間者，不似壘空之在大澤乎？計中國之在海內，不似稊米之在太倉乎？」藉由所提供之中文典籍與英譯教材，使學生因前人的智慧與經驗，豐富自己的智慧與經驗，以因應全球化，開闊、包容，走向自己的道路！

(二) 教材教法

《莊子·養生主》曰：「吾生也有涯，而知也無涯。以有涯隨無涯，殆已；已而為知者，殆而已矣。」吾人生命有限，而知識無窮，以有限的生命去追求無窮的知識，自是精勞神疲。既然如此，還要去汲汲追求知識，那就只有終身疲困。職是之故，教材教法顯得格外重要。

教材之選取依下列三項考量：

1、引發學習動機、提升學習興趣，選擇親切有味、歷久彌新之典籍篇章，使學習者認識「經也者，恆久之治道，不刊之弘教。」《文心雕龍·宗經》

2、藉由「神入」(empathy，或譯作同理心。)以詮釋並體認作者當時之情境思想，藉前人經驗以豐富自己經驗。

3、提高學習成效、培養學習者情操；藉由經典研讀之潛移默化，開發學習者潛能，進而養成知識分子之風骨。

教學法以下列三者為標竿：

1、因材施教，合乎《禮記·學記》所云：「扣之以小者，則小鳴；扣之以大者，則大鳴。」

2、古為今用，詮釋作品務求深入淺出、親切有味。

3、活學活用，使學習者認識經典乃「放諸四海而皆準，行諸百世而不惑」。並得學以致用至日常生活、處世態度、開闊眼界與胸襟。

這是一個高度競爭的時代，也是一個亟須合作的時代。美國前總統雷根的科學顧問基沃斯提出科學創新的「2 T」理論，即科學創新

依靠天才(Talent)與團隊(Team work)。教育事業從歷史觀之，即為一集體事業，師生相互尊重、教師教學相長，因師生共學、小組討論、異質分組、合作學習，建置課程網路平台，教師得以繼續開發教材教法，研定課程設計，除專心致力於學術研究，可栽培更多接班人，薪盡得以火傳，使身處 21 世紀，於培育人才之學、教、研均能與日俱進、更上層樓。

二、分組討論之規畫

(一) 作業／專題報告設計

本課程作業與專題報告設計分下列 12 個重要單元，依序進行：

- 1、從《莊子》看先秦諸子
- 2、「化悲憤為力量」的司馬遷與《史記》
- 3、田園詩人之宗：陶淵明詩
- 4、言談機鋒的教本：《世說新語》
- 5、欲上青天攬明月的李白詩與文
- 6、赤子情懷的「詩聖」杜甫
- 7、老嫗孺子均能解的白居易詩
- 8、唐人傳奇小說：以《虬髯客傳》為例
- 9、從「無題」到「愛情」：李商隱
- 10、擁有初遇世界的天真——李後主
- 11、女性創作考察——以李清照為例
- 12、唐宋八大家——以歐陽脩、蘇東坡為例的作品賞析

異質分組以小組為單位，全班分作八組，每組一學期繳交兩份小組報告。

報告主題於第一次上課時依照：

1、每周講授主題。

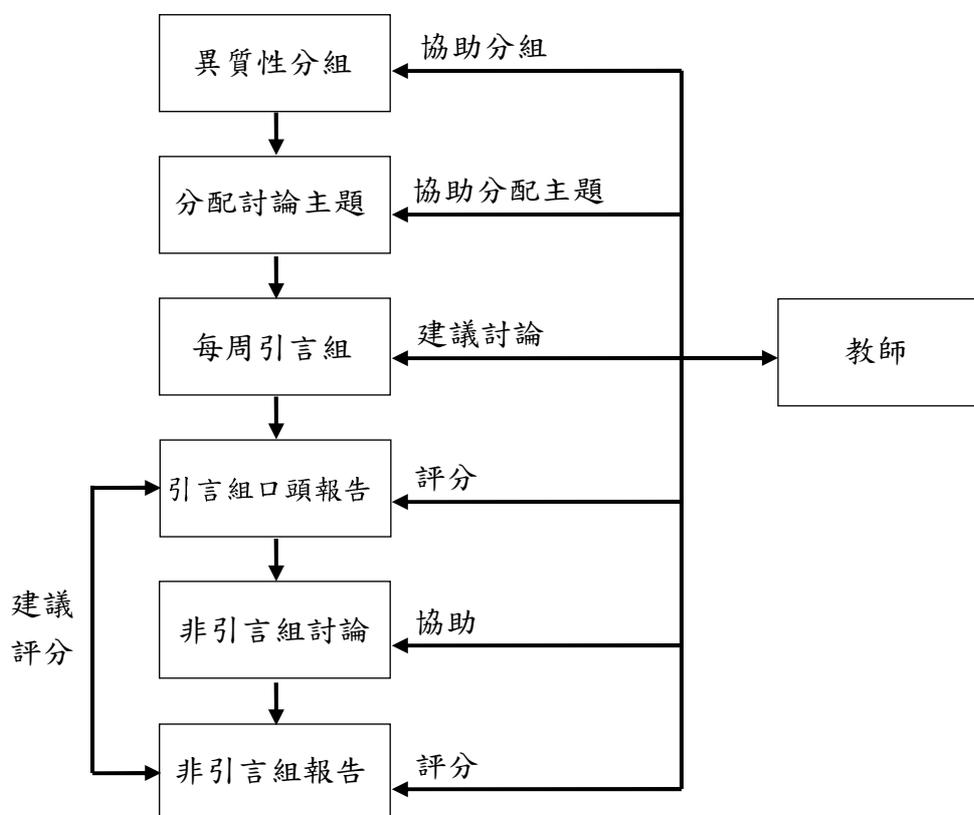
2、參酌學生性向、科系專業背景與學習興趣，或自由選擇，或教師代為決定。小組名單與合作報告者經確定後，學生依照報告規則，製作專題，內容包括：封面、報告名稱、成員資料、摘要、關鍵字、前言、正文內容、論點說明、心得與結語、參考資料。又於教師每周講授主題完畢，隨後於分組討論時間提出。討論之前，必須閱讀開學時分送提供給學生之講義與延伸閱讀資料。

(二) 分組討論與教學助教之規劃

本課程設計十二次小組討論，除期中／期末考試兩周暫停小組討論外，每次兩小時；小組討論地點為校內固定教室。進行方式為：先將全班學生分作八組，分組方式為異質性分組

(強制將不同年級、科系背景，甚至性別的學生分作一組)，每次小組討論依序由兩組為引言組，各進行二十分鐘的引言報告，引言報告主題在開學時分配給各組，其他非引言組必須各準備三個相關問題，四十分鐘引言結束後，引言組分散至各組去參與討論二十分鐘，最後由各非引言組推派一位代表(該代表不可為引言組成員)發表其討論結果。

引言組的每位成員均須明確報告其個人準備的部分，每位成員皆須上台報告。在每次小組討論前一周，引言組必須將準備妥之資料與 power point，以電子郵件給教師，教師給引言組建議，使引言組瞭解其資料、報告內容是否切題？又增刪、潤飾、補強處為何？最後的非引言組發表討論結果必須輪流，俾使每位組員皆有機會發表意見。



三、創意及特殊規劃

在評鑑大學教學效能中，對學生創造力發展影響較為直接和明顯的是「教學計畫」與「評量制度」。通識教育「中國經典英譯賞析」課程之開設，包括下列五項創意與特殊規劃：

(一) 教學計畫：分組討論、以開發學生異質性合作；建置課程網站、使隨時進行自主學習；進而因材施教

「富而好禮」的社會是人人嚮慕的！

台灣高等教育在教學計畫的製訂與實施中，通常以專業或單科為依據，因此造成缺乏靈活性與彈性。專業比重過大，不能展現學生整體人格發展的要求，這對發展大學生的創造力是不利的。為使大學生的創造力得到發展，教學計畫的製訂與實施必須以開發大學生創意為主軸。是故要求教學計畫拓寬基礎、注重學生的人文素養，特別是道德修養，增加方法性、綜合性課程；減少共性制約，為學生個性發展提供廣闊時空。

但是，要使教學計畫符合大學生創造力發展時，必然遇到如下矛盾：拓寬基礎知識面、加強人文素養等需要增加學時，而發展特質與創造力又需要減少學時。為解決此一矛盾，就必須突破狹義的課堂教學模式，並進行科際整合（interdisciplinary），建構豐富多采的大教學網路。

首先，應增加學術交流和社會實踐的比重。某些課程可以引進外校教研現況以進行之，俾將共性化的學時分解到個性化的社會活動中，使教學計畫的完成與大學生的個性發展得以調和。例如，有些專業課結合學生課外創新活動進行，這種活動不拘一格，學生按各人

特長、興趣、愛好和自身條件得以自由選擇，他們不僅不會感到學時的加重，相反的，這些活動更能激發學生的積極性、主動性和創造性。人文課的學時可以分解到課外文化活動中，致使大學生得以融學習、思考、寓教於樂、薰陶漸染於一體。

其次，要加重大學生自主學習的硬體設施。一部分課程內容的學習場所可由課堂拓展到圖書館、閱覽室、電算中心等，使大學生根據自己的時間安排在圖書館等場所，藉由影帶、網際網路等媒介隨時進行自主的學習，使得大學生學習的方式、時間、內容有高度的自主性。

第三、增加選修課的比重和靈活性。課程學時多、負擔重，主要是由於共性制約過重。如果學時的分配與大學生的個性特質、興趣、動機相符合，則不存在學時多的問題。因而，增加選修課的比重實際上能緩解學時多的壓力。此外，選修課的實施應採取靈活方式進行，例如：採用課堂教學、社會活動、大學生參加教師的研究室等。中央大學的研發處甚至有「高中生暑假進駐教授研究室」計畫，即為成功例證。²

最後，應充分開發學科教學的功能。促進大學生創造力發展的人文教育，使滲透至學科教學中。學科課程不僅是一個知識體系，同時也是一個歷史體系、文化體系、思想方法體系。充分開發學科教學的潛在功能，即能提高教學效益，從而相對減少學時，通識教育「中國經典英譯選讀」之講授，即為一例。

² 2003年7-9月、筆者於國立中央大學研究室執行學校政策：接待三名高中生，指導渠等利用暑假學習治學與研究方法，即為一例。

(二) 評量制度：修課學生共同參與的評量

從當前台灣大學生的學習效能觀之，大學教育中對學生的評量實際上是一種單一的專業知識與能力的評價。這種評量制度僅能反應學生的專業水準，卻不足以反映其全面的素質與創造力。因此，這樣的評量不能促進學生創造力的發展。

評鑑既有客觀測量的功能，也有啓導的作用，要使評鑑促進學生的創造力發展，就必須改革評量制度。首先，在評鑑內容上，應對學生進行專業技能、人文素養、道德水準、身心健康等多方面、多層次的綜合測評，建立科學、合理的綜合測評體系。其次，在評鑑方式上，應採用開卷與閉卷、口試與筆試、報告會、成果發表或展示、創意小發明、專題或小論文等多種形式來評價學生的成績。除此之外，在評量主體上，應改變單一的以教師為評量主體的模式，讓學生參與對自己的評鑑，如此突出學生的主體意識，有利於他們的創造力發展。

本課程之評量，打破單一、由上而下的教師為評量主體模式，即為一例。

(三) 群體環境：帶動學生同儕，群策群力，盍興乎來！

美國社會學家乍克曼對 1901 年至 1972 年在美國工作並獲得諾貝爾獎的 92 名傑出人士進行研究，結論出：諾貝爾獎得主中師生現象十分明顯；在 92 名獲獎者中，有 48 名曾作為另一些諾貝爾獎獲得者的學生或低一級的合作者，這個比例超過半數以上，說明：傑出

³美國、乍克曼著 (1987)，《諾貝爾獎獲獎奧秘》，勞永光譯。北京：教育科學出版社。1987，頁 89-92。

的發展，具有極大的促進作用。³

在乍克曼的研究基礎上，阿姆貝爾的研究進一步指出：在一個人的專業發展中，如果能早些接觸到創造性的榜樣，能較早獲得創造性成就。尤其是群體人際關係中的相互激勵、友誼、互助意識等為個體帶來的影響是有利於創造力發展。達爾文的《物種起源》發表後，受到保守派、特別是教會的強烈反對，帶給達爾文不小打擊。此時達爾文的好友、英國博物學家赫胥黎挺身而出，公開支持達爾文。在赫胥黎與許多朋友的支持下，達爾文更加堅定，使這項對人類具有重大意義的創造活動得以繼續進行。⁴

是故，「中國經典英譯選讀」以異質性合作學習教學法，藉由小組討論，建立學術情感；無論授課教師與學生、同學與同學之間的企圖心與團隊熱誠，於焉產生！

(四) 文本詮釋：還原經典的洞見與精神，將學習者從歷史的沈浸中拔出，轉換進入經典作者的情境

文本 (text) 的詮釋起源於希臘的教育系統。但是詮釋方法的發展與初步成形，卻要等到宗教改革時期對於教會壟斷聖經解釋的攻擊。當時屬於路德教派的神學家佛拉休斯 (Flacius) 批評教會用天主教的教義來解釋聖經裡一些模糊的段落。他並且主張應該以聖經的文字本身來理解聖經，亦即藉由語言的分析與解釋，以揭示蘊藏在聖經中的神的旨意。此時，理解的對象，即神的旨意，被視為獨立於理解之外存在的東西。理解的過程，是聖經文字背後原意的再現。

⁴張漢如等著 (1996)，《當代科學創造論》。濟南：山東教育出版社。1996，頁 124-126。

上述的觀念已經隱含了「現代詮釋學」理論的一個基本原則，即文本應依其自身而非外來的獨斷教義以理解，因此理解需要的不是教條，而是對於詮釋規則的系統性運用。(Warnke, 1987) 詮釋的循環 (hermeneutic circle) 是最主要的一個規則，亦即對於「部分」的理解為「整體」之意義所引導，而對於整體的理解又有賴於對部分的理解以達成。

許萊爾馬赫 (Schleiermacher, 1985)，為神學家與語言學家，致力於建立普遍的詮釋學，使之做為理解的藝術，無論此文本是法律文件、宗教經典或是文學作品。他認為過去的詮釋理論重視語言文字的分析，忽略了作者的洞見與精神。對他而言，理解乃是「再經驗」(re-experience) 作者的心智過程。

狄爾泰 (Dilthey, 1985) 承續許萊爾馬赫欲尋求一普遍的詮釋方法學的志業，嘗試拓寬詮釋方法的領域；認為可以在詮釋的過程中，藉由「神入」(empathy) 去理解另一個時代的體驗，亦即將自己從歷史的沈浸中拔出，轉換自己以進入他人的情境中。

高達美 (Gadamer, 1989) 發展出哲學詮釋學 (philosophical hermeneutics)。他認為理解的先決條件既不是現代西方哲學所執著的「方法」，也不是古典哲學的「主體」，而是啟蒙運動以來，哲學所致力清除的「成見」(殷鼎, 1990)。詮釋者總是受到個人自己的一套「成見」(prejudice) 所指引。

文本與詮釋者有其傳統與視域 (horizon)。視域是從一特定的角度所看見的整個視野。然而，跳脫自己的立足點以進入他人的視域是不可能的，高達美強調：任何理解與批判的歷史性格，我們找不到一個絕對的立足點，但是合法的批評仍是可能的。

是故，本課程之講授將本諸《孟子》「知人論世」的原則，進而回歸作者之文本，例如詮釋《莊子》文本時，必為莊子之莊子，而非授課教師個人的莊子。

(五) 師生互為主體性

本諸「師生互為主體性」的原則，本課程教學加強師生之間雙向的往復論辯，亦即運用所謂的「蘇格拉底教學法」(Socratic method)。林麗真調查選修通識課學生的反應，結果發現高達 73% 的學生企盼突破單向講授法；贊同採行雙向或多向溝通互動的論辯教學法，其贊同比率高達 73%。林麗真在 83 學年度 (自民國 83 年 9 月、至 84 年 6 月) 特別設計一門以論辯教學法為主的通識課程，名為「中國哲學問題討論」，試作實驗教學，結果發現：這種論辯教學法的實施，必須有配合的條件。⁵ 例如：

課程性質：以涉及人文學與社會學中足以啟發學生提出問題、作深度思惟及宏觀視野的課程為主。若屬於技術性或專門知識領域的課程，則恐不宜推廣此種教學方式。

課程設計：教師於課前或課中，皆宜有精密的規劃與適當的引導。

師生配合：學生的程度與參與情況，也應配合得上。⁶ 是故，教師之教材教法應淺深得宜。

早在 19 世紀，德國的大學開始使用課堂討論法。英文單字 seminar 是從拉丁語 seman 衍生而來，意思是「種子」；因為在討論中形

⁵ 黃武雄，〈通識教育中的科學教育——理性的叛逆與解放 (上)〉，《通識教育季刊》第一卷第一期 (1994 年 3 月)，頁 1-19。

⁶ 黃俊傑 (2000)，《大學通識教育的理念與實踐·第三章·大學通識教育的理論 (一)》中華民國通識教育學會，2000，頁 69。

成的靈感或新觀點，猶如種子，經由討論，如播撒種子的功能。然而，將課堂討論正式納入教學計畫，做為一種補充教學方法，則是美國哈佛大學於 1904 年所首創。目前，這種教學形式在國外十分流行，內容也是多種多樣。

近年來，中國許多大學開始有「第二課堂」活動，得到良好效果。何謂第二課堂？第二課堂當然是相對於第一課堂而言，如果我們將教學計畫以內的教學活動稱作第一課堂，則教學計畫以外，與學習有關的活動，就稱之為「第二課堂」。第一課堂對於培養合格的大學生是重要的，而「第二課堂」的作用與功能是不可忽視的。「第二課堂」的重要性在於培養學生廣泛的興趣、交流訊息、增長實際的才幹，以彌補第一課堂之不足。⁷

參、落實全人教育核心精神

學習型態可分為合作、競爭與個別三種方式。競爭方式會使學生互相猜忌、敵視，拼得你死我活，形成自私自利的人格；而個別型態有利於個別化教學之實施；合作型態，有助於促進積極的人際互動，故後二者均有益於學習效果之提升。

雖然不同的合作學習模式採取不同之小組學習方式，唯藉由小組異質分組和成員互助合作，而學習的本質是相同的。所謂異質性包含：學習能力和成就的異質性，學習動機和行為表現的異質性，也包含學生特質或背景的異質性。教師應對學習的成果進行學習表揚，也重視小組每一成員對小組都能有所貢獻。最後，教師在教學過程全部完成時，應有一總檢討，以反省教學設計是否適當？每一個步驟的

實施是否妥切？教學目標是否達成？以及其中的利弊得失，應如何改進？俾能發揮最大的教學效果。⁸

本課程落實下列五項全人教育核心精神：

一、培養學生文學素養

近年來，文學經典的地位備受質疑與挑戰。反對者理由不外是：「什麼時代了，還需要閱讀『經典』嗎？」這種觀點看似有道理，卻無法抹煞經典的重要性。無論我們喜歡或不喜歡，任何經典作品都是它本身文化體系的結晶，並且在那個文化裡造成了深遠而不可磨滅的影響。閱讀經典於是成為理解文化的重要途徑。今天，我們想要提倡全人教育、啓導終身學習、拓展國際視野、成就知識管理……，閱讀經典作品，並藉由信雅達之英譯，正可落實這些理想。

二、開發學生生命智慧

「經典」一詞，無論在中國或西洋，原本均帶有宗教的意味。經典的英文是 *canon*，源於希臘文，意為「規範、測量用的細桿」，因此成為宗教上的準則、律法或「正典」——以別於「偽書」。用在文學上，經典就是眾所公認的重要之作；是世俗創作中的「聖品」。古今中外，歷來多有「必讀書目」，反映的就是對經典的尊崇。在 20 世紀，前芝加哥大學教授艾德樂 (Mortimer J. Adler, 1902-2001) 首創「偉大作品」(Great Books) 閱讀課程，強調經典之必要，至今仍為人所樂道。

《文心雕龍·宗經》說：「經也者，恆久之至道，不刊之鴻教也。」經典所承載的，就是永恆的、絕對的道理，不可磨滅的偉大教

⁷ 劉道玉 (2002)，《創造教育概論》，武漢：湖北教育出版社，2002，頁 116-117。

⁸ 黃政傑、林佩璇《合作學習》台北：五南圖書出版公司，1996 年 4 月。

導。經典可說是洞察了人類性靈奧秘的場域，探究並掌握了文章的神髓精華。若不閱讀，誠屬可惜！然而，如何跨出第一步，探究其中深邃奧妙，本課程導引當今學子，無論本地生或外國籍，學子進入經典世界，開發「放諸四海而皆準，行之百世而不惑」的生命智慧世界，使眾學子發現經典原是如此可親可感。

三、提升學生思辨能力

人生長度不變，寬度無限；追求身心健康、富足與快樂，是可以達成的目標。藉由「中國經典英譯賞析」，使學生認識經典文學的贍富，開闊學生眼界，「學，然後知不足」，努力向學。沉潛涵泳、潛移默化，進而得以批判思考，瞭解、尊重不同生命與文明的價值、對宇宙充滿好奇，進而知曉如何進行探索。

藉由言近旨遠的教材、深入淺出的教法，佐以小組討論，且可隨時進入本課程網站的「他山之石」討論區，切磋激盪，提升學生思辨能力。

四、培訓表達溝通技巧

「和同學在一起聊天，真羨慕他們能侃侃而談，我都不知該說什麼，每次只有聽的分。因此，老師您每次講到一個段落問我們心得或意見時，給我很大壓力。老師是否發現很多同學低著頭；也和我一樣。我們國中時，老師不是這樣的……。」

「我想讀書，卻讀不進去；無法專心，怎麼辦？」

「如何培養讀書的興趣？」

「如何讓我在大庭廣眾之前侃侃而談？」

「我的未來何去何從？」

無論研究型國立大學或私立科技大學，也無論是中大或清雲，在學生的專題報告、讀書心得中，都可看到上述反映。然而，溝通技巧的前提是：我有什麼可以說？我可以說什麼？「積學以儲寶，酌理以富才，研閱以窮照，馴致以懌辭。」《文心雕龍·神思》仍是顛撲不破的至理。

努力學習，像儲存珍寶一樣的將知識積累起來；要斟酌辨析各種事理，用它們來豐富增長自己的才能；要研究閱歷各種情況，務必窮根究柢透徹明瞭；要逐漸順著發言前構思的情狀，尋求使用恰當美好的言辭。然後才能使具有透徹見解的心靈，將獨到看法，條理清晰、脈絡分明、簡明扼要的表述。

本課程即藉由親切有味、融會貫通的教材，縱貫古今、觸類旁通的教法，空間上，有「橫向移植」、中西會通；時間上，有「縱向繼承」、流變延續。佐以小組討論，提升學生溝通能力。

五、建置終身學習成長動力

教學，是點一盞燈，不是填一隻桶。蔡元培先生是近代傑出的教育家，他也反對「填鴨式」、「注水式」的教學方式，曾說：「我們教書，並不像注水瓶一樣，注滿了就算完事。最重要的是引起學生讀書的興味，做教師的，不可一句一句，或一字一字的都講給學生聽。最好使學生自己去研究，教師不講也可以，等到學生實在不能用自己的力量瞭解功課時，才去幫助他。」《蔡元培文集》此乃《禮記·學記》所謂之「導而弗牽，強而弗抑，開而弗達」。蓋「錄音機」、「背多分」、「講光抄」式的教學方法，不僅不能適應於培養創造性人才的要

求，還會戕害人才、扼殺學生學習興味與意願。

導引學生認識「學習，是一輩子的事。」本課程之教學目標落實上列五項全人教育核心精神。

結語：舊學商量加邃密，新知培養轉深沉。

值此「梅迪奇效應」(*The Medici Effect*)⁹在全球研發界甚囂塵上之際，鼓勵造就不同學科領域或文化的異場域碰撞，唯在 *breakthrough insights at the intersection of ideas, concepts, fields and cultures* 之科際整合 (*interdisciplinary*)、跨領域研究的呼聲中，為配合教育部提升本地學生英語能力、各校要求學生通過英文檢測，及為提升外籍學生華語文能力、提升全體學生之人文素養，遂將文學經典予以包裝，除「提升華／英語文能力」，邀請學生進入經典研讀的世界，翱翔其中，何等快樂！

其一、教師得以「因材施教」，使班級人數龐大的教學中，每位學生的獨特性不被忽略；

其二、學生得以「觀摩勸善」，在來自同儕的智性刺激中，獲得更多自我表達的訓練；

其三、師生得以「切磋琢磨」，理解授課教師之治學方法、課程進度與內容安排、教學方法、班級經營、師生／同學互動、強化專業／廣博背景知識，為往後之研究或終身學習生涯紮根奠基；

此外，網站提供「薰陶漸染」的學習機會，

人人得以隨時加入本課程學習團隊。最終達成下列四項目標：

1、經由親切有味、發人深省，甚至耳熟能詳的經典作品，學生溫故知新。並以優美之英譯，導引學生自不同視角卻殊途同歸的詮釋經典。

2、透過平易近人、深入淺出的經典中英文教法，提升語文學習樂趣。

3、開發幽暗意識¹⁰、人文關懷，造就機敏睿智之現代學子。

4、藉由經典文學作品之研讀與討論，培育「身心融合、內外交輝」的品質，成為「有本有源而與宇宙大化在精神上往來的人」。¹¹

當前教育改革，無論台灣、香港、美國，最重要的趨勢在於強調「人文主義」的體現，其目的在於重視培養學生主動學習、推理、思考、創造、解決問題的能力(歐用生，民 87)，這些能力的培養，必須依賴多元化的教學方法相互靈活運用，始能達成。可見教學方法的改弦易轍有其必要性。

¹⁰所謂「幽暗意識」是發自對人性中或宇宙中與始俱來的種種黑暗勢力的正視和省悟：因為這些黑暗勢力根深抵固，這個世界才有缺陷，才不能圓滿，而人的生命才有種種的醜陋、種種的遺憾。這種對人生和宇宙中陰暗面的正視，並不代表價值上的認可。實際上，這種幽暗意識是以強烈的道德感為出發點的，惟其從道德感出發才能反映出黑暗勢力之為「黑暗」；之為「缺陷」。因此，它和中外文化傳統中各種形形色色的現實主義，如：中國的法家、西方思想家如馬基維利

(Machiavelli)與霍布士(Thomas Hobbes)等人的學說，在精神上是迥異其趣的，同時它也和西方現代的功利主義和道德唯我論(ethical egoism)有極大的不同。後者在價值上接受人的私慾和私利，而以此為前提去考慮個人與社會的問題。而幽暗意識卻在價值上否定人的私利和私慾，然後在這個前提上求其防堵，求其疏導，求其化彌。因此它對現實人生、現實社會常常含有批判的、反省的精神。可參看張灝《幽暗意識與民主傳統》聯經出版公司，2000年，頁4。

¹¹同注6，頁50。

⁹可參看 Frans Johansson, *The Medici Effect*, Harvard Business School Press, January 2004.

現今教學多數採單一教師進行單一科目教學，缺乏利用教師間不同專長領域，也無統合設計以核心教材進行教學，致使學生學習片段之知識，無法實用。又缺乏教師與教師／教師與學生，甚至與社區交互合作，因此，未來實施合作教學，必須使教師間、各科間及師生間共同合作學習（林炎旦，民 85）。

教學情境千變萬化，往往不是任何單一的理論可以解釋清楚，而單一的學習理論與策略也未必能滿足特定的教學需要，面對通識教育開設課程，上自天文、下至地理，人文社會、自然科技、經濟管理、創意生活無所不包的課題，其教學理論固然要考慮文化傳統，（含校園文化），但更關心如何善加利用已有的文化模式以達到各種具體的教學目的。¹²唯萬變不離其宗者：教導學生溫故而知新，對知識、真理的掌握，雖因學生個人的氣質、性格各有所偏，加以時代背景、環境變遷，物質追求往往左右青年學子，唯有教導多學博覽、取精用弘，方能明白道理、身體力行，進而不斷發展完善的道理。宋、朱熹（1130—1200）所云：「舊學商量加邃密，新知培養轉深沉。」¹³迄今仍是顛撲不破的至理。基於此，在教學設計和安排教學內容時，採取異質性合作學習教學法，不失為目前提升大學通識基礎教育可以參考的做法。

參考書目

Cyril Birch (1965), *Anthology of Chinese Literature: From Early Times to the Fourteenth Century*. New York: Grove Press.

Richard Mather (2002), translated with introduction and notes. *A New Account of Tales of the World, (Shih-shuo Hsin-yu)* second edition, Ann Arbor, Michigan: Center for Chinese Studies, the University of Michigan.

Ann Knepler (2003), *Crossing Cultures: Readings for Composition*, sixth edition. New York: Longman Publishers.

秦夢群主編（2005）《教育概論》。台北：高等教育文化出版。

黃政傑、林佩璇（1996）《合作學習》。台北：五南圖書出版公司。

黃俊傑（2000），《大學通識教育的理念與實踐》。中華民國通識教育學會。

賈冠杰（2003），《外語教育心理學》。南寧：廣西教育出版社。

趙毅衡（2004），《雙單行道：中西文化交流人物》。台北：九歌出版。

本文原講於 2006 年 6 月 3 日（星期六）
國立台北科技大學舉辦：教育部技職院校提升
大學基礎教育教學研討會。文稿經再次修訂、
審查後刊登。

¹² 秦夢群主編（2005）《教育概論》〈第七章·教學〉，頁 243。台北：高等教育文化出版。

¹³ 宋·朱熹 47 歲時，應好友呂祖謙之邀，與陸九齡、九淵兄弟在江西鵝湖寺見面討論學問，史稱「鵝湖之會」。朱熹主張應先多學博覽，才能明白道理。「鵝湖之會」三年後，朱熹仍強調讀書窮理的重要，作和陸九齡原韻一首七律、〈鵝湖寺和陸子壽〉：「德義風流夙所欽，別離三載更關心。偶扶藜杖出寒谷，又枉籃輿度遠岑。舊學商量加邃密，新知培養轉深沉。卻愁說到無言處，不信人間有古今」。

附錄：上課補充教材、講義（樣張舉隅）

COURSE DESCRIPTION

According to preliminary statistics, there are 46,000 foreign students studying Chinese in Mainland China. There are 25 million students learning Chinese worldwide. In all, 2,100 universities in 85 countries offer Mandarin Chinese courses. In the US, 700 universities offer Chinese as one of their general knowledge courses. Over 95% of the universities in Japan offer Chinese as their second foreign language. If we judge the significance of the statistics, Mandarin Chinese is really the only powerful language that is able to keep pace with English.

In the past, when foreigners studied Mandarin, it was usually because they admired Chinese culture or art. Nowadays, more overseas business entrepreneurs and organizations are entering Mainland China, resulting in a sharp increase in foreigners who learn Chinese for work reasons. Many foreigner business people are required to have a certificate of Chinese proficiency before they can be employed.

When China joined the world market, Chinese became the second most powerful language in the world after English. Foreigners believe that learning Chinese is a necessity if one wants to improve one's ability to compete. Although Taiwan had the earliest Chinese learning center, Mainland China has caught up, and is now surpassing Taiwan. This is causing competition on both sides of the Taiwan Strait. On the other hand, as both Chinese and English become powerful global languages, Taiwan should emphasize the educational goals of teaching both Chinese and English. One cannot pay attention to one, and ignore the other.

Economic strength and language power are closely related. English language expanded through the British Empire beginning in the 16th century and continued to expand through American power in 20th century. When the Japanese economy was successful, Americans and Europeans liked to learn Japanese. When Japanese power declined, Chinese learning replaced Japanese learning.

Currently, there is a desire throughout the whole world to learn Chinese. Foreigners who come to Taiwan to learn Chinese start out with no understanding of the language at all and many eventually learn to read Chinese classical literature. Currently, less than 10,000 students come to Taiwan every year to learn Chinese. Every year, 70,000 to 80,000 students go to Mainland China to learn Chinese. In addition, a large percentage of the world population speaks Chinese as their mother tongue. Foreigners are very concerned about this world trend.

Although Chinese teaching in Mainland China had a late start, it has developed surprisingly fast. Since 1980, Mainland China has become more open, resulting in the feverish expansion of Chinese learning throughout the country. Nowadays, there are Mandarin Language Centers at the university campuses in Beijing, Wuhan, Shanghai, etc.

Although English is the first language globally, Chinese follows closely in importance. Many teachers of Chinese point out that both Chinese and English proficiency makes one more competitive. It is easier to access first hand information, and allows one to broaden one's views. Moreover, Chinese is the basic language for the Taiwanese. Even foreigners spend much time learning it. The Taiwanese cannot ignore the fact that it is popular for

foreigners to learn Chinese. If we are proficient in our native language and literature, the younger generation will have greater access to the work market, to career development, and to academic research. As far as English learning is concerned, we also must not limit ourselves.

Due to globalization trends, modern people must learn to be bilingual. In educational circles especially, interdisciplinary abilities are all the more important and urgent.

開課背景 (COURSE BACKGROUND)

強化華語文能力，導引進入經典世界

現在全球正是一片華語熱，來台灣學華語的外國人，從完全不懂中文、至可看懂中國古典文學者都有，台灣目前一年有不到一萬的外籍學華語人口，大陸每年約七、八萬。加以中文為母語的人口數量非常龐大，在其他國家也都有龐大的中國人；歐美對此現象非常關注。

中國語文教學，在大陸雖然起步晚，近幾年發展卻非常驚人。自從八〇年代起，大陸改走改革開放路線後，學中文熱潮已由台灣延燒至大陸，如今大陸的北京、武漢、上海都有大學附設語文中心。

雖然英語已成為全球的第一語言，但中文的重要性仍然緊跟在後，多數華文教師皆指出：中英文俱佳將讓我們更有競爭力。至少在第一手資訊取得與閱讀，方便活絡許多，進而開拓聽聞與視野。至於中文是台灣的基礎語言，外籍人士都還花許多時間來學中文，現在華語已開始掀起熱潮，自己人更不宜輕視。精熟自己的母語及文學，對青年學子的未來，將是「進可攻、退可守」，無論求職就業、生涯規劃、學術發展，尤其須以高標準檢視之。至

於外語能力，亦不宜畫地自限，以免如《禮記·學記》所言：「人之學也，或失則多。」

由全球化趨勢來看，現代人避免不了雙語學習。台灣中小學課程改革走向九年一貫的今天，語文課程包括國文、英文、河洛語、客語、原住民語的統整，雙語能力，在今天台灣教育界強調「第二專長」、學生必須具備雙語能力乃大勢所趨，在「跨領域結合能力」的教育界，越發顯得重要與迫不及待。

《史記·卷七·項羽本紀·垓下之圍》

項王軍壁垓下，兵少食盡，漢軍及諸侯兵圍之數重。夜聞漢軍四面皆楚歌，項王乃大驚曰：「漢皆已得楚乎？是何楚人之多也！」項王則夜起，飲帳中。有美人名虞，常幸從；駿馬名騅，常騎之。於是項王乃悲歌愴慨，自為詩曰：「力拔山兮氣蓋世，時不利兮騅不逝。騅不逝兮可奈何，虞兮虞兮奈若何！」歌數闋，美人和之。項王泣數行下，左右皆泣，莫能仰視。

於是項王乃上馬騎，麾下壯士騎從者八百餘人，直夜潰圍南出，馳走。平明，漢軍乃覺之，令騎將灌嬰以五千騎追之。項王渡淮，騎能屬者百餘人耳。項王至陰陵，迷失道，問一田父，田父給曰「左」。左，乃陷大澤中。以故漢追及之。項王乃復引兵而東，至東城，乃有二十八騎。漢騎追者數千人。項王自度不得脫。謂其騎曰：「吾起兵至今八歲矣，身七十餘戰，所當者破，所擊者服，未嘗敗北，遂霸有天下。然今卒困於此，此天之亡我，非戰之罪也。今日固決死，願為諸君快戰，必三勝之，為諸君潰圍，斬將，刈旗，令諸君知天亡我，非戰之罪也。」乃分其騎以為四隊，四嚮。漢

軍圍之數重。項王謂其騎曰：「吾為公取彼一將。」令四面騎馳下，期山東為三處。於是項王大呼馳下，漢軍皆披靡，遂斬漢一將。是時，赤泉侯為騎將，追項王，項王瞋目而叱之，赤泉侯人馬俱驚，辟易數里。與其騎會為三處。漢軍不知項王所在，乃分軍為三，復圍之。項王乃馳，復斬漢一都尉，殺數十百人，復聚其騎，亡其兩騎耳。乃謂其騎曰：「何如？」騎皆伏曰：「如大王言。」

於是項王乃欲東渡烏江。烏江亭長檣船待，謂項王曰：「江東雖小，地方千里，眾數十萬人，亦足王也。願大王急渡。今獨臣有船，漢軍至，無以渡。」項王笑曰：「天之亡我，我何渡為！且籍與江東子弟八千人渡江而西，今無一人還，縱江東父兄憐而王我，我何面目見之？縱彼不言，籍獨不愧於心乎？乃謂亭長曰：「吾知公長者。吾騎此馬五歲，所當無敵，嘗一日行千里，不忍殺之，以賜公。」乃令騎皆下馬步行，持短兵接戰。獨籍所殺漢軍數百人。項王身亦被十餘創。顧見漢騎司馬呂馬童，曰：「若非吾故人乎？」馬童面之，指王翳曰：「此項王也。」項王乃曰：「吾聞漢購我頭千金，邑萬戶，吾為若德。」乃自刎而死。王翳取其頭，餘騎相蹂踐爭項王，相殺者數十人。最其後，郎中騎楊喜，騎司馬呂馬童，郎中呂勝、楊武各得其一體。五人共會其體，皆是。故分其地為五：封呂馬童為中水侯，封王翳為杜衍侯，封楊喜為赤泉侯，封楊武為吳防侯，封呂勝為涅陽侯。

項王已死，楚地皆降漢，獨魯不下。漢乃引天下兵欲屠之，為其守禮義，為主死節，乃持項王頭視魯，魯父兄乃降。始，楚懷王初封項籍為魯公，及其死，魯最後下，故以魯公禮葬項王穀城。漢王為發哀，泣之而去。

諸項氏枝屬，漢王皆不誅。乃封項伯為射陽侯。桃侯、平皋侯、玄武侯皆項氏，賜姓劉。

太史公曰：吾聞之周生曰：「舜目蓋重瞳子」，又聞項羽亦重瞳子。羽豈其苗裔邪？何興之暴也！夫秦失其政，陳涉首難，豪傑蠶起，相與並爭，不可勝數。然羽非有尺寸承執，起隴畝之中，三年，遂將五諸侯滅秦，分裂天下，而封王侯，政由羽出，號為「霸王」，位雖不終，近古以來未嘗有也。及羽背關懷楚，放逐義帝而自立，怨王侯叛己，難矣。自矜功伐，奮其私智而不師古，謂霸王之業，欲以力征經營天下，五年卒亡其國，身死東城，尚不覺寤而不自責，過矣。乃引「天亡我，非用兵之罪也」，豈不謬哉！

【賞析】

司馬遷的《史記》被魯迅稱作是「史家之絕唱，無韻之《離騷》」，在中國史學與文學方面，都有劃時代的意義。在文學上，他不僅開創了中國傳記文學，而且為所有的文學形式成功提供了一系列新的塑造典型人物形象的藝術手法。在《史記》人物傳記中，最能代表司馬遷藝術成就的，當屬〈項羽本紀〉，他成功刻劃了一個在動蕩時代所特有的狂飆式的典型性格，塑造了一位叱吒風雲的悲劇性英雄形象，並在各種人物的衝突中，展現了秦漢之際錯綜複雜的社會變革。〈垓下之圍〉節選自〈項羽本紀〉，他所描寫的正是項羽最終慘敗的人生經歷。

本篇在塑造項羽此一人物形象時，運用了各種藝術手法，主要的是選擇最能影響項羽命運發展的關鍵事件，同時也是最能體現他個性特徵的事件來展開具體的描述，通過故事情節的發展以展示人物的命運與人物的性格特徵。〈垓下之圍〉主要寫了三個事件：垓下絕

唱、東城快戰、烏江自刎。當項羽大軍被圍垓下，軍情何等急迫！作者卻以舒緩的筆調去寫項羽夜起帳飲，慷慨悲歌，傾訴對虞姬與駿馬的難捨之情，唯有如此描寫，才能表現出項羽一腔怒憤與英雄失路託身無所的悲情。東城突圍，項羽兵剩無幾，面對失敗，他認輸但不服氣，爲了證實此是天意而非自己的過失，他賭注似的爲部下表演「快戰」，斬將擐旗，再現當年喑鳴叱吒，千人皆慶的英姿，然而描寫也多是突出其徒有匹夫之勇而胸無良謀的特徵了。兵退烏江，本可渡江以期東山再起，但項羽因愧見江東父老而寧死不辱，表現他知恥不苟活卻又自暴自棄的性格特徵。至於以自己的坐騎贈亭長、將自己的首級送故人，則進一步突出了他慷慨豪爽、重義氣的風度。

本篇巧於構思，善於將複雜的事件安排得井然有序，絲毫沒有雜亂之感。作者在激烈的軍事衝突中，突然插入情意纏綿的悲歌別姬一段，使情節發展急徐有致，節奏疏密相間成趣。對突圍、快戰諸場面，描摹的異常精采。各戰事皆有高潮疊起，各情節之間連接緊密，過渡自然，整篇結構渾成，氣勢磅礴。同時再鋪以對人物富有性格特徵的言語、行動的生動描寫，不同性格人物互相映襯等藝術手法，使所塑造的人物活靈活現，幾乎達到呼之欲出的程度。篇末的「太史公曰」熱情歌頌了項羽在滅秦過程中建立的豐功偉績，充分肯定了他的歷史貢獻，同時也批評了他自矜武力以經營天下的錯誤，對他的失敗寄予惋惜與同情。作者的評價公允深刻，而且寓有作者的身世感，使項羽這個悲劇人物形象具備了濃厚的抒情色彩。

[英譯]

The Death of Hsiang Yu

Hsiang Yu's army had built a walled camp at Kai-hsia, but his soldiers were few and his supplies exhausted. The Han army, joined by the forces of the other leaders, surrounded them with several lines of troops. In the night Hsiang Yu heard the Han armies all about him singing the songs of Chu. "Has Han already conquered Chu?" he exclaimed in astonishment. "How many men of Chu they have with them!" Then he rose in the night and drank within the curtains of his tent. With him were the beautiful lady Yuh, who enjoyed his favor and followed wherever he went, and his famous steed Dapple, which he always rode. Hsiang Yu, filled with passionate sorrow, began to sing sadly, composing this song:

My strength plucked up the hills,

My might shadowed the world;

But the times were against me,

And Dapple runs no more,

When Dapple runs no more,

What then can I do?

Ah, Yuh, my Yun,

What will your fate be?

He sang the song several times through, and Lady Yu joined her voice with his. Tears streamed down his face, while all those about him wept and were unable to lift their eyes from the ground. Then he mounted his horse and,

with some eight hundred brave horsemen under his banner, rode into the night, burst through the encirclement to the south, and galloped away.

Next morning, when the king of Han became aware of what had happened, he ordered his cavalry general Kuan Ying to lead a force of five thousand horsemen in pursuit. Hsiang Yu crossed the Huai River, though by now he had only a hundred or so horsemen still with him. Reaching Yin-ling, he lost his way, and stopped to ask an old farmer for directions. But the farmer deceived him, saying, "Go left!" and when he rode to the left he stumbled into a great swamp, so that the Han troops were able to pursue and overtake him.

Hsiang Yu once more led his men east until they reached Tung-ch'eng. By this time he had only twenty-eight horsemen, while the Han cavalry pursuing him numbered several thousand.

Hsiang Yu, realizing that he could not escape, turned to address his horsemen: "It has been eight years since I first led my army forth. In that time I have fought over seventy battles. Every enemy I faced was destroyed, every one I attacked submitted. Never once did I suffer defeat, until at last I became dictator of the world. But now suddenly I am driven to this desperate position! It is because Heaven would destroy me, not because I have committed any fault in battle. I have resolved to die today. But before I die, I beg to fight bravely and win for you three victories. For your sake I shall break through the enemy's encirclement, cut down their leaders, and sever their banners that you may know it is Heaven which has destroyed me and no fault of mine in arms!" Then he divided his horsemen into four bands and faced them in four directions.

When the Han army had surrounded them several layers deep, Hsiang Yu said to his horsemen, "I will get one of those generals for you!" He ordered his men to gallop in all four directions down the hill on which they were standing, with instructions to meet again on the east side of the hill and divide into three groups. He himself gave a great shout and galloped down the hill. The Han troops scattered before him and he succeeded in cutting down one of their generals. At this time Yang His was leader of the cavalry pursuing Hsiang Yu, but Hsiang Yu roared and glared so fiercely at him that all his men and horses fled in terror some distance to the rear.

Hsiang Yu rejoined his men, who had formed into three groups. The Han army, uncertain which group Hsiang Yu was with, likewise divided into three groups and again surrounded them. Hsiang Yu once more galloped forth and cut down a Han colonel, killing some fifty to a hundred men. When he had gathered his horsemen together a second time, he found that he had lost only two of them. "Did I tell you the truth?" he asked. His men all bowed and replied, "you have done all you said."

Hsiang Yu, who by this time had reached Wu-chiang, was considering whether to cross over to the east side of the Yangtze. The village head of Wu-chiang, who was waiting with a boat on the bank of the river, said to him, "Although the area east of the river is small, it is some thousand miles in breadth and has a population of thirty or forty thousand. It would still be worth ruling. I beg you to make haste and cross over. I am the only one who has a boat, so that when the Han army arrives they will have no way to get across!"

Hsiang Yu laughed and replied, "It is Heaven that is destroying me. What good would it do me to cross the river? Once, with eight thousand sons from the land east of the river, I crossed over and marched west, but today not a single man of them returns. Although their fathers and brothers east of the river should take pity on me and make me their king, how could I bear to face them again? Though they said nothing of it, could I help but feel shame in my heart?" Then he added, "I can see that you are a worthy man. For five years I have ridden this horse, and I have never seen his equal. Again and again he has borne me hundreds of miles in a single day. Since I cannot bear to kill him, I give him to you."

Hsiang Yu then ordered all his men to dismount and proceed on foot, and with their short swords to close in hand-to-hand combat with the enemy. Hsiang Yu alone killed several hundred of the Han men, until he had suffered a dozen wounds. Looking about him, he spied the Han cavalry marshal Lu Ma-t'ung. "We are old friends, are we not?" he asked. Lu Ma-t'ung eyed him carefully and then, pointing him out to Wang Yi, said, "This is Hsiang Yu!"

"I have heard that Han has offered a reward of a thousand catties of gold and a fief of ten thousand households for my head," said Hsiang Yu. "I will do you the favor!" And with this he cut his own throat and died.

Wang Yi seized his head, while the other horsemen trampled over each other in a struggle to get at Hsiang Yu's body, so that twenty or thirty of them were killed. In the end cavalry

attendant Yang His, cavalry marshal Lu Ma-t'ung, and attendants Lu Sheng and Yang Wu each succeeded in seizing a limb. When the five of them fitted together the limbs and head, it was found that they were indeed those of Hsiang Yu. Therefore the fief was divided five ways, Lu Ma-t'ung being enfeoffed as marquis of Chung-shui, Wang Yi as marquis of Tu-yen, Yang His as marquis of Ch'ih-chuan, Yang Wu as marquis of Wu-fang, and Lu Sheng as marquis of Nieh-yang.

With the death of Hsiang Yu, the entire region of Ch'u surrendered to Han, only Lu refusing to submit. The king of Han set out with the troops of the empire and was about to massacre the inhabitants of Lu. But because Lu had so strictly obeyed the code of honor and had shown its willingness to fight to the death for its acknowledged sovereign, he bore with him the head of Hsiang Yu and, when he showed it to the men of Lu, they forthwith surrendered.

King Huai of Ch'u had first enfeoffed Hsiang Yu as duke of Lu, and Lu was the last place to surrender. Therefore, the king of Han buried Hsiang Yu at Ku-ch'eng with the ceremony appropriate to a duke of Lu. The king proclaimed a period of mourning for him, wept, and then departed. All the various branches of the Hsiang family he spared from execution, and he enfeoffed Hsiang Po as marquis of She-yang. The marquises of T'ao, p'ing-kao, and Hsuan-wu were all members of the Hsiang family who were granted the imperial surname Liu.

Translated by Burton Watson

《清雲學報》第二十六卷 第二期

發行人／楊潔豪

出版者／清雲科技大學

總編輯／姚振黎

編輯委員／

理工：林仲廉（清雲科技大學 機械）
王國雄（國立中央大學 機械）
史建中（淡江大學 機械與機電）
李天錫（國立中央大學 機械）
林清彬（淡江大學 機械與機電）
黃以玫（國立中央大學 機械）
楊永斌（國立台灣大學 土木）
楊勝明（淡江大學 機械與機電）

資電：呂海涵（國立台北科技大學 光電）
孫慶成（國立中央大學 光電科學）
李正中（國立中央大學 光電科學）
張宏鈞（國立台灣大學 光電工程）
雷添福（國立交通大學 電子）
廖德誠（國立交通大學 電機與控制）
魏慶隆（國立中央大學 電機）

商管：白健二（國立台灣大學 工商管理）
何榮桂（國立臺灣師範大學 資訊教育）
余志民（國立高雄大學 應用經濟）
周惠文（國立中央大學 資管）
徐麗振（國立政治大學 財政）
張東生（國立中央大學 企管）
張炳騰（東海大學 工業工程與經營資訊）
莊瓊嘉（國立台灣大學 工商管理）
黃家齊（東吳大學 企管）
鄭明松（國立中央大學 企管）

人文：方進隆（國立臺灣師範大學 體育）
何德華（靜宜大學 英國語文）
劉子鍵（國立中央大學 學習與教學研究所）
鄭志富（國立臺灣師範大學 運動與休閒學院）
Mark Shiu-Kee（香港大學 教育學院）

出版日期／2006 年 9 月 15 日

出版地點／台灣桃園縣中壢市健行路 229 號 清雲科技大學

Ching-Yun University, Chung-Li, Taiwan 32097

E-mail： chenliyao@cyu.edu.tw ,

minn@cc.ncu.edu.tw