

模糊分析層級法評選產品改善公路貨運業 行車風險研究

Prioritizing AVCSS Products by Fuzzy AHP for Highway Freight Carriers

黃國平 Kevin P. Hwang¹

洪禎祥 Moore Hung²

摘 要

本論文針對改善公路貨運行車風險的問題特性，選用模糊分析層級程序評估法，建立評估系統，進行模糊權重評估，之後選取科技產品市場中與運輸安全有關且趨近於成熟的數位行車紀錄器、車輛路線規劃及派遣系統、即時衛星定位及回報系統、運輸安全警示系統四種，評定其方案模糊績效值，再經由準則權重與方案績效的模糊乘績運算求取選擇方案的排序。評估過程中，並就(不)考慮成本加以比較，在不考慮建置成本時，方案的優先順序分別是數位行車紀錄器、運輸安全警示系統、即時衛星定位及回報系統、車輛路線規劃及派遣系統。若考慮建置成本，則優先順序的排序修正為運輸安全警示系統、數位行車紀錄器、即時衛星定位及回報系統、車輛路線規劃及派遣系統。僅第一順位與第二順位者略有變動。在模糊分析層級的架構中，因為行車風險與派車及對應管理作業密切相關，故以「改善公路貨運行車安全」為目標，以「組織互動」、「安全態度」、「安全實務」為標的，以「安全紀錄與獎懲」、「資訊監控管理」、「安全認知」、「工作排班」、「工作熟悉程度」、「安全管理的需求程度」、「安全裝備級人員訓練」、「車輛及設備檢查」為準則。模糊評估之結果顯示「安全態度」標的下的「安全認知」其權重居總體評估準則之首，「安全態度」標

¹ 黃國平，國立成功大學交通管理科學系副教授 E-mail:hwangis@mail.ncku.edu.tw

² 洪禎祥，國立成功大學交通管理科學系碩士、三福化工管理師 Distribution Department Driver Adviser, Air Products San Fu Co. Ltd.

的下的「工作熟悉程度」居次，準則中權重值最低者為「安全態度」標的下的「工作排班」準則。

關鍵詞：模糊分析層級評估、公路貨運風險、先進車輛控制安全系統
產品

Abstract

This paper uses FAHP to evaluate 4 kinds of AVCSS (Advanced Vehicle Control and Safety System) products to lower the operating risk of the highway freight carrier. Improving highway freight operation safety is chosen as the goal for the system, and organization interaction, safety attitude, safety practice are the objectives in the second hierarchy of the FAHP structure. To practically apply the weight conclusion of the FAHP criteria, four market available products are evaluated. They are 1, tachograph, 2, vehicle routing and dispatching system, 3, GPS-assisted finding and reporting system and 4, vehicle safety warning system. Analysis with or without cost analysis is conducted and compared. They are ranked in the order 1, 4, 3, 2 without the considering costs, and 4, 1, 3, 2 order when considering costs. For the evaluation criteria, safety recognition under safety climate is considered the most important; familiar with the working environment is the second. Work assignment is viewed as the least important.

Key word : *Fuzzy AHP, Freight Risk, AVCSS Products*

壹、前言

1.1 環境背景

由於電子與通訊科技的快速進步，自 1990 的近十五年來交通運輸領域已經陸續發展出多種成熟的智慧運輸系統，包括 ATMS、ETC、ATIS 等，在車輛的自動化與安全化方面，居全球車輛製造重心的美國、西歐與日本亦為車輛資訊與通訊成長最快速的三大主要區域(Telematics Research Group，工研院經資中心，民 91，Workshop on Environmental Telematics, 1999; IBM Thomas J. Watson Research Center, 2002; Lee, et al., 2005; JASPAR, 2006)，其中美國地區因為尊重個人隱私，車輛資訊與通訊服務以強調安全、保全、LBS(Location-based Service)資訊及提供導航系統服務為訴求重點(IBM

Thomas J. Watson Research Center, 2002)，現階段美國的 Onstar、ATX 與 Wingcast 等車輛通訊與資訊服務(ISP)系統，皆不斷加強其所提供的資訊內容，這些設備藉由整合先進的電腦、資訊、電子以及感測科技，透過即時資訊的溝通、連結及交換，改善人、車、路之間的互動關係，增進運輸系統效率及安全，同時企求減少交通運輸活動對於環境的衝擊(Workshop on Environmental Telematics, 1999)。台灣裕隆汽車的 Tobe 系統亦朝向利用車輛保全、導航、協助駕駛者避免被超速取締，發展與顧客服務的策略(王昭鼎，民 92；廖銀河，民 93)，以求裕隆在汽車功能與行銷上得以結合為一並求突破。

ITS 的發展在運輸安全上的首要目標即是利用資訊及控制等科技，輔助駕駛人行車，以增進交通安全。這方面的系統有碰撞預防系統(Pre-crash Restraint Development)(Moritz, 2000；Bendjellal, 2002)及 AHS 自動公路系統(Huang, 1996；Jing, 1997)。此外，藉由佈設先進交通控制系統(ATMS)，可以有效減少延滯及旅行時間，提昇道路服務品質，增進交通安全減少交通事。然而駕駛車輛行為截至目前仍然與個人操作及跟車行為有關，無法去除個人因素，而達到自動控制的目的，因此隨著科技的進步，不少團體投入先進車輛控制安全系統(Advanced Vehicle Control and Safety System, AVCSS)的研究(MOT, 1998；Farrell et. al., 2000；Shladover et. al., 2001；Kindberg et. al., 2002；Sievers, 2005)，以求降低交通事故與傷亡。其中特別是加州柏克萊大學運輸研究所(Institute of Transportation Studies)的系列研究(Farrell et. al., 2000；Shladover et. al., 2001)對於整合 GPS 以及各式模型系統的測試評估，特別突出。Coroama(2004, 2006)則討論如何進行背景演算、結合智慧行車紀錄器的資料，及無所不在的通信系統以大幅降低個人運輸成本與事故風險。

1.2 研究動機與目的

周文生等(民 88)指出台灣地區公路貨運的安全問題長久以來即因事故的後果嚴重而受到公私部門極高的關注；然而因為交通部未能對貨車事故提供獨立之統計數據，因此在欠缺具體統計資料情形下，本研究僅能借助交通部公布之 84 至 93 年台灣地區高速公路肇事統計資料略以顯示貨車事故問題的嚴重性，其中貨運車輛在 84 至 93 年十年中雖然各類大小型貨車肇事發生數逐年減少，但是長期則仍佔了大約 40%~50%的 A1 列管肇事次數，其比例並無明顯降低，暗示著貨運車輛因為體積及重量多較大的因素，故所引發的事

故損害往往較一般小客車事故來的嚴重(交通部，民 94)。

由於有關提升公路貨運營運效率的規劃牽涉相當廣泛的範圍，包括流量、節點、節線、服務組合效率等，為使運輸規劃所獲得的結果得以實際套用於實務運用上，相關研究著述中，陳惠國等(民 90)所著之「運輸網路分析」即將物流作業劃分靜態規劃與動態營運兩大類核心問題加以介紹，表示動態追蹤或派遣是不可忽略的課題。

然而智慧型運輸系統於台灣實際應用於商用車輛乃至於物流配送系統約始於 2000 年左右，本研究訪談得知實際如台塑、大榮、新竹車隊採用此等設備後的營運成效分析在台灣仍極有限且並未廣泛流傳，使得貨運業者因為缺乏評估 ITS 應用於貨運所能產生的效益而不敢冒然投資 ITS 設備以提昇其管理能力。

本研究因此針對公路貨運業採用智慧運輸系統改善安全營運管理的評估課題，藉由模糊層級分析的架構，結合台灣市場上已漸成熟的方案產品，探討並評估其等應用於實務作業領域時可能需考慮的因素，並經由產官學研評選當前可用於改善公路貨運業安全營運的方案及其優先順序，以回應公路貨運業者對環境不確定性與技術採用的疑惑。由於本研究不是委託研究計畫，因此無法大規模進行實作分析，此為研究之限制。

貳、命題與文獻

2.1 AVCSS 與駕駛行為研究

有關 AVCSS 與駕駛行為的關連研究目前仍不多，且多著重在數位行車紀錄器的相關研究成果，其餘則較少見。

改善行車風險的研究中，荷蘭 Wouters 等(2000)曾應用監控車隊駕駛之車內資料以尋求改善交通事故風險，研究中針對 11 組不同作業型式的車隊加以分類，並利用超過 840 台不同型式的車輛（其中有 270 台車輛裝設了行車記錄器）進行分析。在將分析所得的行為缺失回饋予駕駛員，並經過長期資料的交叉比對分析，得出安裝行車記錄器之車輛駕駛員其事故率降低了約 20%。

國內劉致言(民 91)亦曾針對車內監視系統進行研究，探討將 ITS 科技導入貨運車輛進行車內監控，是否能有成效；結果發現行車記錄器可記錄四種與

人為肇事因素有關的不安全駕駛行為，分別為「超速駕駛」、「未依規定減速」、「未保持安全距離」及「未注意車前狀態」，此四種行為累積百分率達 45.8%，該研究因此推論接近五成的貨運車輛肇事能有潛在的改善空間。此外研究並推論，當公司對司機的控管程度越強時，司機的感受程度將越強烈，修正危險駕駛行為的程度自然也就越多，安全效益也可能由此而生。因此就數位行車記錄器而言，由於其可記錄之行車間隔較短、內容較完整、資料分析較容易等，因此可以使司機更明確感受到公司對於駕駛行為之監控，因而更趨向於安全駕駛。此一研究與 Srour(2006)所發表如何應用行車紀錄器資料以規劃可能的貨運改善計畫可以相對照。

成功大學林佐鼎教授曾指導一系列學生針對對某國道客運業者數位行車紀錄器的資料進行分析，其中張家誠(民 94)利用逐步迴歸對行車紀錄資料建立穩定性羅吉斯迴歸模式，得到年齡、引擎轉速次數與時間會影響或能反映駕駛員不當超速時間的機率，駕駛員的最大減速度與其不當駕駛的最大加速度相關。

陳芳正(民 94)利用倒傳遞類神經網路進行駕駛績效分析，發現超速次數、急加速次數、與緊急剎車次數可用以區別駕駛績效。隨著車輛最高行車速度增加，駕駛績效亦隨之降低，當車輛行車速度達到 120 公里時，駕駛績效下降至「差」的等級。類似張家誠(民 94)所得結果，陳芳正(民 94)結論駕駛年齡會影響駕駛績效，績效隨著年齡由 20 歲上升至 50 歲，之後又逐漸下降，60 歲以後最差，呈倒微笑曲線。

王詩涵(民 95)結合張家誠(民 94)與陳芳正(民 94)的研究結果，利用集群分析與多項羅吉斯迴歸對行車紀錄資料進行駕駛行為與績效分析，得到利用超速次數、公司獎勵、懲處均可以將駕駛員分為三群，而急加減速與個性敏感度(神經質)有關，懲處與個性是否外向有關，獎勵與駕駛經驗有關，影響整體績效最強烈的是駕駛者個性的敏感度。此一研究是國內少數將駕駛者行為特徵與績效、獎懲加以連結的研究。本研究曾與該國道客運業者就上述論文成果交換意見，得知該業者已運用該等研究結果做為司機教育、考核的重點，並有效提升大客車每公升用油行車公里數。

Anderson(1998)的研究，則指出數位行車紀錄器，可以有效管控排班之司機是否正確駕駛派遣之車輛，避免產生保安上之漏洞。因此 AVCSS 與駕駛行為的研究相當程度集中在數位行車紀錄器(Tachograph)的探討上。

外在環境影響行為的研究中，稍早期蔡明志(民 88)的研究顯示，警政單位嚴格取締大型車輛超載、超速，以及一般社會及民眾對於大貨車駕駛的負面認知與印象，無形中會增加司機工作時的壓力與排斥感，反而更易引發貨車肇事；此外，國內約有 70%之大貨車駕駛員需於駕駛外執行其他如搬卸貨、記錄帳目等工作，多重角色亦增加司機工作的負擔。國外 Braver et al.(1992)研究亦指出，約有近四分之三的曳引車駕駛會因經濟利益的考量而違反交通規則。

探討一般駕駛行為的研究數量頗多，Summala(1996)曾以功能取向、階層、人因要素分類駕駛行為，顯示行為與人、車、路間具有密不可分之關係；得嘗試對此三要素加以完整控制，才可能得以降低行路發生事故機率。圖 1 呈現 Summala 所示車輛旅運因子要素組成關係。

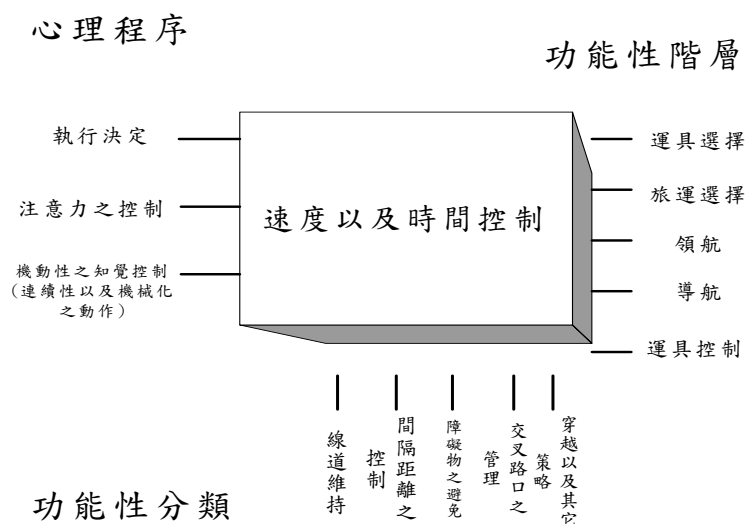


圖 1 車輛旅運要素分類

黃國平、蔡米育與許慶祥(民 94) 回顧應用先進的衛星、通信科技是否可以發展資訊透明、改善道路安全環境的現況條件，指出目前衛星與通信科技的精度以及傳輸效率，仍無法及時精確的標定意外事件位置，並廣播傳輸予其他用路人，以避免短距離短時間內發生相關的二次意外事件；故現階段 AVCSS 的主要功能仍在於能導引車輛避開較早的事故現場以避免陷入擁塞，至於能否迴避二次意外事件則仍待用路人自行以視覺加以判斷。

2.2 AVCSS 的發展與選擇研究

Brackstone 及 McDonald(2000)針對美國與歐盟在 AVCSS 的發展時間與車輛控制作了當期的文獻整理與比較，並探討發展 AVCSS 的優缺點及障礙。研究指出歐盟著重在發展自動化系統，美國著重在發展推動 AVCSS 的合作關係，其次安全的效益在美國已獲得實際的證實，歐盟則待進一步研究予以比較。駕駛人對 AVCSS 的反應則已被用來進行更細緻的設計。研究最後提到對 AVCSS 的發展規劃是必要的。

Khattak et al. (2006)不是直接針對 AVCSS，而是針對整體 ITS，分析過去相關案例的成敗經驗並建置一個專家系統以協助使用者詢問需求及既有能力，以決策並選擇建置尚未完整評估的 ITS 方案。

Dick et al. (2006)則整理美國聯邦汽車安全部(The Federal Motor Carrier Safety Administration, FMCSA)與美國運輸研究所(American Transportation Research Institute, ATRI)對現有產業與使用者所做的量化問卷以呈現現階段運用科技以改善商車營運安全的可能做法，同時呈現現有需求與科技間的落差。

Johnston et al. (2006)並未針對選擇 AVCSS 而是針對可變標誌利用風險管理的方法在資源固定的限制條件下，就安全、效率、可靠度及環境影響進行分析。

加州柏克萊大學運輸研究所的 Shladover 等(2001)針對加州目前的駕駛環境如何能夠達到自動化車、路駕駛提出漸進式的發展策略，其中提出兩種不同發展路徑供地方政府選擇採用，研究報告比較屬於整合規劃，類似於國內魏健宏等(民 94)對台灣發展駕駛模擬器所作之規劃。而不是著重在方案選擇。

經由文獻檢索得知，截至 2006 年底，即使針對 ITS，目前的文獻仍多止於個案之績效分析，如何適切選擇 AVCSS 則仍沒有妥適的方法可以作為依循的原則。亦即表示 AVCSS 仍是尚未成熟普及可供具體比較與評估的產品。因此雖然在決策理論上可據以引用的方法很多，但是因為缺乏量化資料，因此量化評估 AVCSS 的結果幾乎無法檢索得知。

參、研究方法與架構

3.1 研究方法

因為缺乏廣泛評估各種 AVCSS 性能的文獻，以及缺乏決策選擇 AVCSS 的方法，使得欠缺研發測試經費的業者面對建置 AVCSS 以求降低行路風險時，便存有難以決斷的困難。因此面對決策問題，雖然可以邀 AVCSS 廠商進行討論評比，但是缺乏客觀準則，因此現階段，如何選擇適當的 AVCSS 產品，仍具有模糊的特質；因此在決策方法上便有可以適用模糊理論的機會。此外因為問題與對應改善方法，涉及熟悉營運環境但是不熟悉 AVCSS 的業者管理層面，與了解 AVCSS 但是不熟悉公路營運管理的供應商與學者，因此就決策的架構而言亦具有層級的概念。所以針對改善貨運業行路風險，本研究選擇模糊分析層級法(Fuzzy Analytical Hierarchical Process, FAHP)作為建立改善準則並決定相對權重的方法，再以模糊分析層級法結合模糊綜合評判做為現階段評估 AVCSS 的方法。對此一方法，Saaty(1991, 2003)於其關於預測以及計畫的著作中，說明了 AHP 方法綜合了兩種主要方法的運用：1.是因果關係的程序，2.是有目標的活動程序。在較早期的分析中，「行為」被敘述成是一個包含特殊結果的事件。在此一前提下，行為的先後順序就是動機→事件。動機可能是事件由內部或外部影響到系統內。在有目標的活動程序中，此順序就變成了是動機→事件→結果。因此在 AHP 的分析中，行為並不完全等同於事件。系統參與者的行為控制了事件的結果，並且參與者將可選擇那些他們認為較為有利的行為。因此為進行本研究 AHP 架構的建立與 AVCSS 產品的評量，必須針對關係與目標來建立研究架構。

有關 AHP 或是 FAHP 的應用，Tsaur (1997)曾結合 AHP 及模糊多準則決策方法，於旅運風險評估研究中，以顧客行為、旅運風險以及安全知覺作為研究構面，以 AHP 方法先行釐清旅運風險重要因素並加以判斷及分析。結果指出旅運風險認知中，以法令及排程、運輸活動及衛生安全在評估旅運風險上是屬於較重要的認知，因此，當有非法之傾向、政策上之不穩定以及傳染病之問題時，將大幅提高旅運風險。國內陳協勝（民 81）應用「模糊多準則決策方法」評估都市公車民營化方案；陳曉玲（民 84）以模糊理論中的「三角模糊數」彙整專家意見，篩選評估準則，藉以評估航空站設置區位；楊庸昇（

民 88) 應用「灰色統計法」與「模糊層級分析法」，藉由專家篩選確立完整的評估架構，引入具有運輸經濟概念之「灰色聚類法」，建立替選方案績效評估程序；李昭蒂 (民 89) 以「模糊德菲法」選取評估準則，應用「層級分析法」(AHP) 決定評估準則的相對權重，最後採用 TOPSIS 衡量各航空公司飛安績效指標並評估整體綜合績效；陸建浩 (民 91) 引用 Saaty (1980) 指稱幾何平均數表示專家意見效果較佳的結論並加以驗證；王文良 (民 94) 利用模糊德菲法，探討影響汽車營業據點區位選擇的重要因素，並藉模糊層級分析法與相似性整合法，求算各要素之重要性程度；許碧芳 (民 94) 則提到利用模糊層級分析法來選擇最佳網路廣告聯播中心等均是 AHP 或 FAHP 的應用。

3.2 研究架構

在建立層級架構時，Summala(1996)的文獻提醒用路人及其組織(公路貨運者)若能從心理程序、功能性階層、功能性分類降低駕駛人超載以及危險駕駛行為的頻率，便可能可以降低駕駛的行路風險。其中監控駕駛行為、分析並回饋予駕駛人知道，據以管理，幫助駕駛人警覺行路時前方路況，規劃其工作行程與內容(排程)，可能可以有效降低公路貨運業者安全管理的風險(MOT Report, 1998; Srour, 2006)。

而以往對於公路貨運安全課題的研究，多傾向於以統計資料以及事故紀錄進行資料評析，此只能反映事故發生時之風險問題，於時效上較為落後，並且無法反應全面性之風險管理需求。若欲全面審視公路貨運業安全課題，較根本辦法即是要從公路貨運業企業安全管理著手，檢視及改善其相互影響關係，藉此來預防事故的發生及降低風險。而對於行車風險，蔡明志(民 89)亦指出風險是客觀存在的，然而，風險予人的感受卻是主觀的。「風險氣候」即被用以描述對安全的認知，表 1 轉摘吳聰智(民 90)整理歷年文獻有關安全氣候之定義，顯示學者利用安全氣候以建立改善安全績效的連結。

謝美鳳(民 92)針對國道客運的研究成果亦指出風險氣候，實質影響風險績效，且國內客運業已經開始建立影響產業風險績效的因素。所以在建構層級架構時，有必要將影響風險氣候的內容予以納入。

因此在建立改善營運風險的層級分析架構中，本研究先根據上述文獻回顧、與業者訪談相關產業工作經驗後設定以「改善公路貨運行車安全」為目標，以風險氣候中的四大構面「風險知覺」、「組織互動」、「安全態度」、「安

表 1 安全氣候定義

作者	年代	定義
Zohar	1980	組織員工關注安全的整體認知
Brown and Holmes	1986	為一整體知覺，關注安全事項之議題
Niskanen	1994	員工對組織特定的整體知覺，而該知覺會受到組織政策與作為的影響
Cooper and Philips	1994	員工對工作環境所共享的知覺之總合
Coyle et al.	1995	對組織健康和 safety 議題的客觀衡量
Diaz et al.	1997	員工對組織工作環境整體知覺，且該知覺會影響員工的安全行為
Williamson et al.	1997	一種描述組織中安全倫理的概括觀念，反映員工對安全的信念
Cooper	1998	個人對安全態度及安全行為模式的知覺
Mearn and Flin	1999	員工對風險和安全的知覺、態度和信念
Neal et al.	2000	組織氣候中的特殊型式，用來描述個人對工作環境中安全的價值

資料來源：吳聰智(民 90)安全氣候與安全績效相關研究

全實務」為標的，並從文獻與訪談中歸納以「安全紀錄與獎懲」、「資訊監控管理」、「安全認知」、「工作排班」、「工作熟悉程度」、「安全管理的需求程度」、「安全裝備及人員訓練」、「車輛及設備檢查」為準則。此一結構經由對業者的初測得到業者對「風險知覺」有不同的體認，而文獻檢索查核到 Rundmo(1997, 2000)所作的研究結果得到若欲以「風險知覺」預測安全行為，並進一步建立影響安全績效的關係，由於心理狀態難以事先預測，因此欲測量員工是否可能顧慮潛在的風險時，可能會因為較不客觀而難以建立顯著且穩定的關係，因此在衡量風險知覺上產生誤差是可以預期的，所以可能會發生意見上的爭議衝突，因此本研究在正式調查時刪除了「風險知覺」標的。正式的 AHP 架構如圖 2 所示。

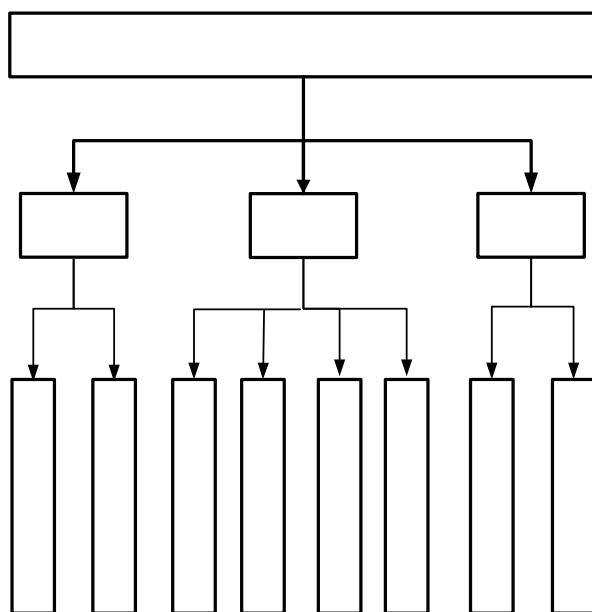


圖 2 AHP 問卷架構

根據文獻回顧所呈現改善公路貨運業行路安全績效的不可直接量測之模糊特性，以及每一決策問卷，不論是專家或是業者，所考量事項以及作業環境之差異，對於各項準則或方案的評估皆可能產生相當之差異，相對容易導致評估結果偏向於某一準則或方案，因此必須設法消除此等偏差，方能使研究結果較公正、客觀。因此本研究對於圖 2 的架構先以簡單層級分析法對回收問卷加以運算，篩檢求出最小值、幾何平均數值以及最大值，以此作為後續模糊運算中之模糊權重數值，並以此運算求得各評估準則初始模糊數。最終結合問卷中專家及貨運管理者所給定之模糊語意變數，以模糊乘積運算最終結果，並執行敏感度分析，以進一步驗證測試此運算結果的可信度。最後並以問卷訪談時所考量的成本因素再次評估模糊運算所得的採購方案順序，得出最後選擇 AVCSS 的排序結論與建議。

本論文因此參考 Saaty(1991, 2003)對 AHP 分法因果關係與程序的說明，以及 Tsaur (1997)的實做應用經驗，採用模糊語意的方式對圖 2 的架構進行調查，進行模糊權重評估，之後選取台灣市場中已經成熟或接近成熟的 AVCSS 產品，進行評定方案模糊績效值，最後再利用模糊乘積運算模糊綜合評判得到選擇方案的排序。因此研究與演算流程可以圖 3 加以表示。

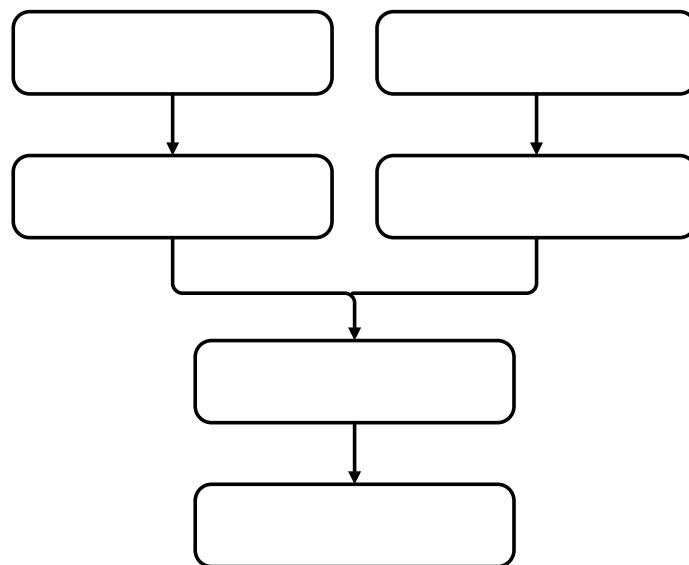


圖 3 模糊層級分析法化之流程及運算程序

在計算模糊權重值時，AHP 的發展者 Saaty (1980) 認為以幾何平均數表示專家共識的效果較佳，因為幾何平均數算出的數值才能滿足模糊正倒矩陣的定義；Buckley (1985) 提出幾何平均模糊權重法，藉以計算模糊成對比較矩陣中各準則之模糊權重，如此不但可以考慮一致性，而且也能達到正規化的概念；因此本研究亦採用幾何平均數的方式加以運算。

在進行模糊績效評判前，本研究藉助「很低」、「低」、「中」、「高」、「很高」五種語意變數，先標定受訪者的評判標準，再讓問卷受訪者對改善公路貨運風險的方案針對各準則賦予模糊績效值，藉此以排除個別主觀評分標準不一所導致的落差，以避免個別主觀評判所導致分析結果的偏誤。

肆、科技改善方案

由於 AVCSS 的產品包括針對個人的定速控制(cruise control)等設備及針對企業的行車紀錄器、即時車輛追蹤、車隊派遣等設備，這些設備可以即時監控車輛，或藉助行車紀錄的分析，教育改善或是獎懲司機的駕駛行為，此等設備均可以視為可以改善公路貨運業行車安全的方案，本研究在調查前測專業訪談後歸納業者可以用合理營運成本取得並考慮未來可能建置的系統，

同時避免學術上研究已有成果但仍需市場開發尚未成熟或是價格仍高之科技主題，俾利學者與業者可以具體予以評比。以下為所選擇四種科技方案在問卷內之概述：

(1)數位行車紀錄器

數位行車紀錄器：由傳統行車紀錄器功能改良而來，記錄內容除傳統之車速、里程以及時間之外，已擴增至運具所有電子訊號，並將內容記錄數位化，以有效降低資料誤差。可紀錄資料如行車位置（座標）、開關燈、開關車門、溫度、載重以連結駕駛員編號等；利用資料則可計算車速、加減速等。每具價格約在 NT\$18,000~30,000 間不等。問卷時，以圖 4 配合文字予以說明。



圖 4 數位行車紀錄器範本

(2)車隊路線規劃及派遣系統

車隊路線規劃及派遣系統：為一管理派遣界面系統，用以幫助管理者全面性管理公司車隊之派遣程序包括路線規劃。此系統包含了各類不同功能之

子系統，如工作排程、貨品資訊、運具維修、報表分析以及獎懲措施等系統，使作業程序較能接近「事前預測並規劃」之需求。每系統不含每車得配置的車機(Onboard Unit, OBU)價格約在 NT\$250,000~400,000 間不等。問卷時，以圖 5 配合文字予以說明。

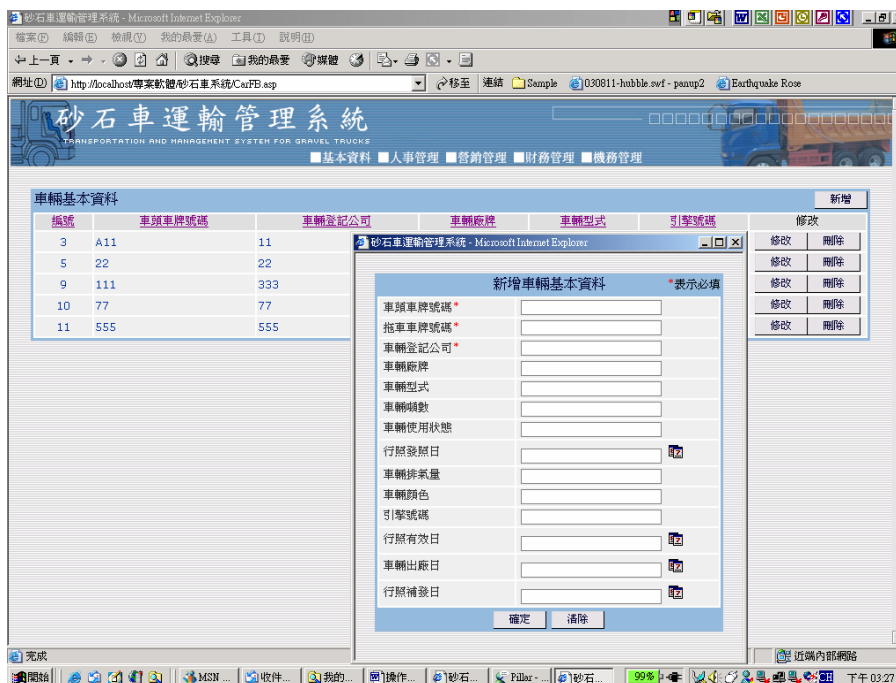


圖 5 車隊路線規劃及派遣系統

(3)即時衛星定位及回報系統

即時衛星定位及回報系統：衛星定位系統（GPS）發展初期，只有定位及導航之效益，近期的發展與應用已普遍利用 2.5G 行動電話 GPRS 或 3G 行動電話執行定位回報之功能；為能達到營運者「即時管控」之效果，更進一步可與車隊路線規劃及派遣系統結合，以達到即時派遣的境界。每具價格約在 NT\$20,000~35,000 間不等(目前系統均不必建置監控中心，透過供應商之 web 網路，即可以監控車輛)，費用不含每月約 300~600 元通訊傳輸費(96 年 GPRS 通訊傳輸費用，94 年問卷調查時約 500~1,000 元)。問卷時，以圖 6 及 7 配合文字予以說明。



圖 6 即時衛星定位及回報系統車載物件

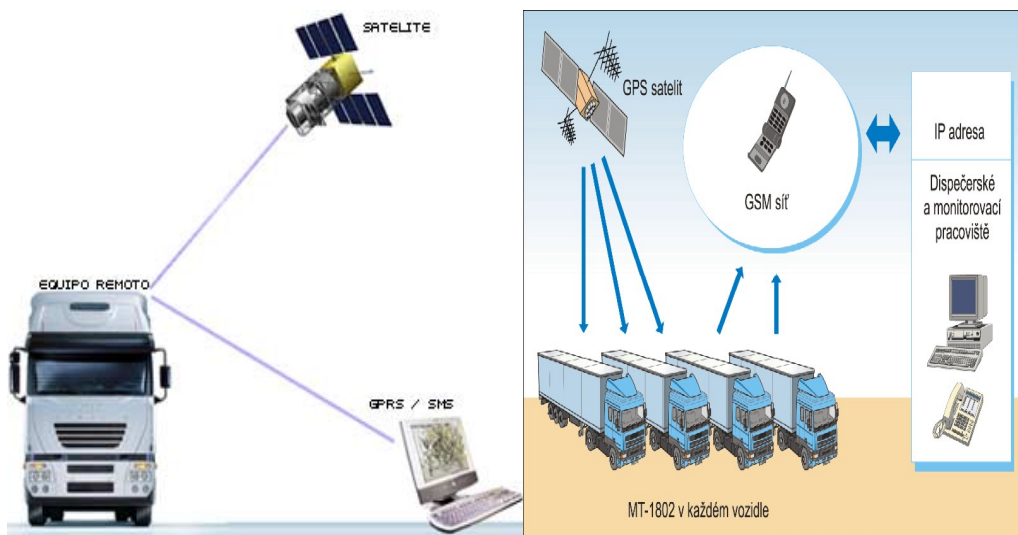


圖 7 即時衛星定位及回報系統作業方追蹤方式

(4)運輸安全警示系統

運輸安全警示系統：目前發展內容係針對行駛中的車輛提出偵測及警示接近前車的功能，未來持續發展目標則與行車資訊，諸如路況資訊系統、貨品及車輛狀況監控系統以及車內人因監控系統等合併為整體性之運輸安全警

示系統，使駕駛者能更全面性地知覺運輸資訊，及時作出反應。不具中心監控功能者每具價格約在 NT\$6,000~25,000 間不等。問卷時，以圖 8 及 9 配合文字予以說明。



圖 8 運輸安全警示系統車內資訊設備界面



圖 9 運輸安全警示系統路側資訊系統及車內資訊系統

伍、調查、分析與測試

正式問卷時共發放 26 份問卷。發放日期為 94 年 3 月及 4 月兩次；第一階段進行準則之成對比較調查，第二階段則對 AVCSS 產品就滿足各項準則之效能進行模糊評判。其中，樣本群體包含學術界對於科技與運輸安全素有專精之學者專家 13 人，以及實務界中運輸公司之中高階主管及負責人、大型企業集團中運輸部門之主管人員 13 人。問卷全部回收後，經一致性檢定篩檢(CR 值 ≤ 0.1)，得到有效樣本專家 10 份，業者 10 份，總共 20 份。有效問卷回收

率為 77%。

本研究針對圖 2 所列示 3 項標的以及 8 項準則，執行專家問卷檢定一致性指標後，求算出各個準則間相對權重，得到評估準則模糊權重值如表 2 所示。

表 2 各評估準則模糊權重值

準則\數值	Min	Average	Max
W11(安全紀錄與獎懲)	0.0262	0.0744	0.3859
W12(資訊監控管理)	0.0090	0.0445	0.3214
W21(安全認知)	0.0319	0.1847	0.4768
W22(工作排班)	0.0258	0.0537	0.1709
W23(工作熟悉程度)	0.0335	0.1053	0.4769
W24(安全管理的需求程度)	0.0335	0.1299	0.3140
W31(安全裝備及人員訓練)	0.0430	0.1202	0.3889
W32(車輛及設備檢查)	0.0238	0.0823	0.2300

若以上表 W11 準則為例解釋模糊權重值，以圖形表示則如圖 10 所示：

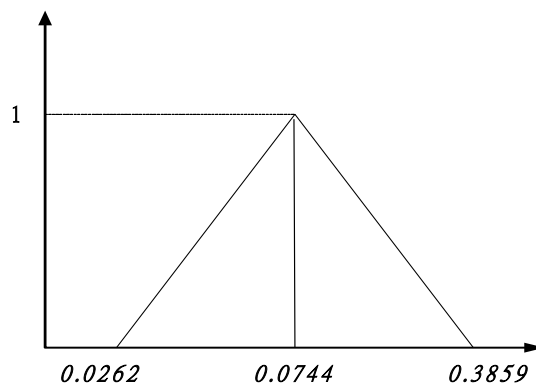


圖 10 準則 W11 三角模糊數

5.1 基礎運算

對表 2 之模糊權重最小值、平均值、最大值利用算術平均數求解其重心

所在位置，得到下表 3 中所示之初始模糊數值及其排序。可知欲「改善公路貨運行車安全」時，圖 2「安全態度」標的中的「安全認知」權重居總體 8 項評估準則的首位，亦即其為評選方案時的最重要準則。其次則為「安全態度」標的中的「工作熟悉程度」，接序則為「安全實務」標的中的「安全裝備及人員訓練」，至於準則中權重值最低者為「安全態度」標的中的「工作排班」。

表 3 各準則初始模糊數值及排序

編號	準則內容	初始模糊數值	排序
W11	安全紀錄與獎懲	0.1622	4
W12	資訊監控管理	0.1250	6
W21	安全認知	0.2311	1
W22	工作排班	0.0835	8
W23	工作熟悉程度	0.2052	2
W24	安全管理的需求程度	0.1591	5
W31	安全裝備及人員訓練	0.1840	3
W32	車輛及設備檢查	0.1120	7

得到初始模糊數值後便於第二階段調查時進行方案評選，在此採用「很低」、「低」、「中」、「高」、「很高」等五種語意變數，使評選者依其主觀認定評定各方案對應各項準則之等級，並於 0-100 尺度中，填寫上其所認定之尺度範圍。如此，樣本於層級分析法主觀認定所產生之差異，將可藉由語意變數的計算而消抵，而可獲得較為一致的認知標準。表 4 所示即為決策人員填答主觀認定後結果；表中已同時列示了主觀認知之模糊運算內容，於本研究後續估算過程中即依此填答內容執行後序方案決定運算。於本表排序中，前十位受訪者為貨運業管理人員，後十位受訪者為學者專家：

表 4 受訪樣本語意變數主觀認知

樣本	很低	低	中	高	很高
1	0,0,20	21,40,59	60,65,70	80,85,90	91,100,100
2	0,0,15	25,32.5,40	41,53,65	66,73,80	80,100,100
3	0,0,30	30,37.5,45	45,52.5,60	60,70,80	80,100,100
4	0,0,20	21,30.5,40	40,49.5,59	60,70,80	80,100,100
5	0,0,20	20,30,40	40,50,60	60,70,80	80,100,100
6	0,0,40	40,50,60	60,70,80	80,85,90	90,95,95
7	0,0,20	21,30.5,40	41,50.5,60	61,70.5,80	81,100,100
8	0,0,19	20,39.5,59	60,65,70	70,80,90	90,100,100
9	0,0,21	22,33,44	45,53.5,62	63,72.5,82	83,100,100
10	0,0,25	25,35,45	45,52.5,60	60,70,80	80,100,100
11	0,0,30	30,45,60	60,70,80	80,85,90	90,100,100
12	0,0,20	21,30.5,40	41,50.5,60	61,70.5,80	81,100,100
13	0,0,20	20,32.5,45	45,55,65	65,77.5,90	90,100,100
14	0,0,20	20,30,40	40,50,60	60,70,80	80,100,100
15	0,0,20	20,32.5,45	40,52.5,65	60,72.5,85	80,100,100
16	0,0,20	20,30,40	40,50,60	60,70,80	80,100,100
17	0,0,30	31,45,59	60,67.5,75	76,82.5,89	90,100,100
18	5,5,30	30,45,60	60,67.5,75	75,82.5,90	90,98,98
19	0,0,20	20,30,40	40,50,60	60,70,80	80,100,100
20	0,0,20	20,30,40	40,50,60	60,70,80	80,100,100

將上列語意變數運算所得之方案模糊績效值，與準則初始模糊數值進行包括模糊加法以及模糊乘法的模糊運算，以求取整體受訪樣本對各方案的評量值，便可得出模糊綜合評判值，但此模糊綜合評判值具有模糊特性無法明確、清楚表示其重要性以供優先順序排序。

對此，本研究採用模糊理論之「重心法則」公式(1)來解算各方案最佳非模糊數，亦即 DF 值，如此各方案之評選便可以明確數值進行排序。各方案 DF 值計算公式如下

$$DF_i = [UR_i - LR_i] + (MR_i - LR_i) / 3 + LR_i, \quad \forall i \quad \dots\dots\dots(1)$$

表 5 是經模糊乘積運算，解模糊化後之最終結果。可以知道解模糊後，最佳因應研究目標「改善公路貨運行車安全」的 AVCSS 方案是「數位行車紀錄器」，然而與排名第二的「運輸安全警示系統」，在解模糊值上的差異並不大。

表 5 方案 DF 值計算結果及排序

	近似 TFN 值	DF 值	排序
A.數位行車紀錄器	0.0168,0.0705,0.2685	0.1186	1
B.車輛路線規劃及派遣系統	0.0140,0.0584,0.2396	0.1040	4
C.即時衛星定位及回報系統	0.0157,0.0663,0.2601	0.1140	3
D.運輸安全警示系統	0.0163,0.0697,0.2639	0.1167	2

5.2 敏感度分析

為了解簡單層級分析法計算所得評估準則模糊權重值(表 2)對最終模糊綜合評判排序的影響，本研究藉敏感度分析測試各準則評估初始權重值變動後之影響(個別予以增加 20%)，並重新計算變動後，對評選方案非模糊績效值(DF)值所產生的變動量及排序變動，以求取影響評選總體方案最為強烈之單一準則，表 6 為總量變動後之數值，其中 A、B、C、D 方案即表 5 中的各項方案。經由敏感度分析可以確知，即使變動各準則權重後，A、B、C、D 方案的排序仍然維持 1、4、3、2 的順序，沒有改變。此一運算結果表示 20 位專家所給予方案模糊績效值的影響相對較 8 項評估準則為高。

表 6 準則權重變動對於整體非模糊績效值變動排序

準則\方案	A 方案	排名	B 方案	排名	C 方案	排名	D 方案	排名
W11	0.1219	1	0.1065	4	0.1172	3	0.1198	2
W12	0.1212	1	0.1064	4	0.1167	3	0.1191	2
W21	0.1229	1	0.1075	4	0.1182	3	0.1213	2
W22	0.1199	1	0.1058	4	0.1156	3	0.1178	2
W23	0.1217	1	0.1079	4	0.1175	3	0.1197	2
W24	0.1219	1	0.1067	4	0.1170	3	0.1197	2
W31	0.1220	1	0.1066	4	0.1170	3	0.1202	2
W32	0.1208	1	0.1054	4	0.1158	3	0.1189	2

接續上表所列示各準則變動量，進一步計算變動各準則權重對各方案計算綜合評判的影響，計算結果列示如下表 7，可以知道 W21（「安全態度」標的中的「安全認知」）與各方案模糊績效值的模糊運算，在四個方案中，僅有當增加 W23（「安全態度」標的下的「工作熟悉程度」）權重值 20%時，W21 在 B 方案會落到第 2 排名，其餘均維持排名 1，顯示該準則的重要性與穩定性。此與表 3 中「安全認知」在 8 項準則排序最高的分析結果一致。

表 7 敏感度分析結果

準則\方案	A 方案	排名	B 方案	排名	C 方案	排名	D 方案	排名
W11	2.8376	3	2.3883	5	2.7792	3	2.6978	3
W12	2.2583	6	2.2810	6	2.3330	6	2.1039	6
W21	3.6676	1	3.3534	2	3.6654	1	3.9981	1
W22	1.1197	8	1.6985	7	1.3999	8	0.9500	8
W23	2.6409	5	3.7916	1	3.0657	2	2.5894	5
W24	2.7655	4	2.5864	3	2.5673	5	2.6496	4
W31	2.8563	2	2.5147	4	2.6178	4	3.0722	2
W32	1.8541	7	1.3860	8	1.5718	7	1.9390	7

此外由表 7 中的數值內容可得知，個別準則對各項科技替選方案有不同影響程度，但「安全態度」標的下的「安全認知」準則 W21 的變動，對於大部份替選方案非模糊績效值變動量的影響最大，而「安全態度」標的下的「工作排班準則」W22 的變動，所產生的影響則最小，此運算內容亦間接驗證了前述模糊層級分析法運算結果的可靠性。

5.3 成本影響建議選項排序

本研究之專家問卷設計中，提出參考市場價格之各項 AVCSS 方案的成本區間，並委請專家及貨運業者分兩階段(不)考量成本預算對各科技方案予以排序(在第一階段時，並不提供成本資料)。本研究將此排序內容，對 20 位專家排序結果以算術平均數的運算方式予以整理，並將其與模糊層級分析法運算得到結果相互比較，以進一步構成更為客觀及完整之結論。下表 8 為此排序

內容計算後的結果。由於進行本節以前之 AHP 模糊綜合評判時，並沒有納入成本的準則因素，因此從表 8 可以看到考慮成本因素時方案 A 與 D 的排序結果會略有變動，然而變動程度不大，此亦顯示本研究所建立模糊 AHP 綜合評判的內容在此一課題上的可靠性與穩定性。由於表 5 中數位行車紀錄器的得點僅略高於運輸安全警示系統，因此綜合兩次的比較，「運輸安全警示系統」勝出「數位行車紀錄器」。

表 8 成本影響下總體受訪者建議採購科技方案排序

總體	數位行車紀錄器	車輛路線規劃及派遣系統	即時衛星定位及回報系統	運輸安全警示系統
平均值	2.25	3.45	2.35	1.95
成本影響之排序結果	2	4	3	1
排序內容	運輸安全警示系統 > 數位行車紀錄器 > 即時衛星定位及回報系統 > 車輛路線規劃及派遣系統			
表 5 排序結果	1	4	3	2
排序內容	數位行車紀錄器 > 運輸安全警示系統 > 即時衛星定位及回報系統 > 車輛路線規劃及派遣系統			

5.4 科技選擇意涵

本研究業者及專家學者第一階段所篩選出之準則內容，於正式分析後可知：「安全認知」準則是影響「改善公路貨運行車安全」及選擇 AVCSS 方案最為強烈的因素。

在不考慮成本限制下，結合模糊層級分析法所建立的權重與模糊綜合評判運算所得的 AVCSS 排序結果是「數位行車記錄器」對於安全管理之輔助效益略為強烈，但受訪者在考量成本後所建議採購用來輔助安全管理之科技工具則是直接有利駕駛員的「運輸安全警示系統」，表示成本會影響專家業者評估選擇方案的優先順序。

此外運算結果亦顯示，比較總體方案選擇結果與建議採購排序，「車輛路線規劃及派遣系統」對於安全的改善程度最低且在成本因素考量下其被建議採購使用的排序亦是排在最後的，表示該系統的「事前預測並規劃」功能與價值，現階段與「改善公路貨運行車安全」的目標尚未能被充分連結。

陸、結論與建議

6.1 結論

本研究針對「改善公路貨運行車安全」提出模糊 AHP 架構，作為現階段台灣公路貨運業者改善行路風險的努力準則，並可以之作為評選 AVCSS 方案的依據。得到結論如下：

1. 雖然文獻指出 AVCSS 屬於目前仍未被廣泛評估而繼續演進成長的設備，亦缺乏客觀評選準則，然而就本研究的命題「改善公路貨運行車安全」而言，所建立的模糊分析層級法仍有其可以發揮之處，在 AVCSS 使用功能與效益資訊不充分的情況下，透過 FAHP 及適當的敏感度分析，可以對可能欲做的選擇，提供一些可以參考的客觀評選依據，作為決策層級的參考。
2. 「改善公路貨運行車安全」除了仰賴駕駛直接的操作注意之外，若欲以系統與管理的角度加以面對，相關工業安全的文獻指出可以利用「安全氣候」作為評估的架構，而「組織互動」、「安全態度」、「安全實務」可以作為反應「安全氣候」的標的。本研究初步的訪談結果對照文獻顯示「風險知覺」在管理上仍不確切會具體有助於提升「安全氣候」，相關的衡量項目有待進一步發展。
3. 「安全氣候」中的「安全態度」標的及其部份準則如「安全認知」對於公路貨運業影響較為強烈；並且「安全態度」之優劣，亦將強烈影響到組織架構整體互動以及對於安全課題之實務作業。
4. 透過專家以及貨運管理者整體評選結果，認為「安全態度」標的下的「安全認知」是評選改善「改善公路貨運行車安全」的最重要準則。
5. 針對「改善公路貨運行車安全」評選 4 項 AVCSS 方案的結果，顯示現階段「數位行車紀錄器」是被認為較能改善公路貨運行車安全之方案，接下來排序依序為「運輸安全警示系統」、「即時衛星定位及回報系統」以及「車輛路線規劃及派遣系統」。
6. 前一項結論與謝美鳳(民92)及 Wouters (2000)的研究指出駕駛者對自己行為的認知與經由駕駛者的參與可以有效降低風險的結論吻合。同時顯示國內對於行車紀錄器的使用與分析漸趨成熟。

7. 在總體方案選擇排序上，在是否納入考量成本因素限制條件下，「數位行車紀錄器」以及「運輸安全警示系統」都有可能是第一或第二順位選擇。

6.2 建議

決策與選擇涉及方法及程序，資訊的完整與否影響過程中可能量化的水準，因此是相當困難且繁複的，本研究所採行的 FAHP 雖然符合命題特性，然而亦只是眾多計算方法中之一種，而所採用的指標或許無法涵蓋整體「改善公路貨運行車安全」課題。所以後續相關研究中，可嘗試涵蓋其他指標、研究方法並與本研所得現階段的結果交叉比較，可使決策評估改善行路安全的架構更趨完整，選擇評估 AVCSS 之課題更為完善。

雖然科技方案會隨時代進步而改變，包括技術革新、成本降低，而會使得本研究提出之方案排序關係改變，然而本研究利用模糊分析層級評估法指出「安全態度」標的下的「安全認知」是改善公路貨運行車安全的最重要準則。因此選用科技方案以改善公路貨運風險時必須著重在提升改善操作者的「安全認知」。

有關評述國內 AVCSS 使用效能的文獻仍極有限，建議交通運輸學術界可以接受採用個案研究的方式，呈現研究成果，以利資訊的交換。此外產品的功能、價格均會隨時間，隨製造、販售商而變，本研究顯示的是調查階段的業者反應，代表著階段性的調查與分析結果，至於產品對於環境與時代變遷的適用結果，則有賴未來後續研究的彰顯。

最後，因為結論顯示是否納入考量成本因素限制條件，「數位行車紀錄器」以及「運輸安全警示系統」都有可能是第一或第二順位選擇，因此公路貨運業者可考量採行「數位行車紀錄器」搭配「運輸安全警示系統」的做法，將此兩項科技設備相互搭配輔助採行。至於國內 ITS 產業中的 AVCSS 研發或供應商則可以考慮將此二項產品的發展逐漸整合成為一項產品，以滿足業者的需求。

柒、參考文獻

1. 王昭鼎(民 92)，「從顧客關係管理 CRM 探討汽車產業與水平周邊產業發展策略—以裕隆汽車為例」，中原大學企業管理學系碩士論文。

2. 王詩涵(民 95)，國道客運駕駛員駕駛行為、駕駛表現與人格特質之探討，成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
3. 交通部(民 94)，「臺灣地區高速公路肇事概況及車種」，交通部網站。
4. 李昭蒂(民 89)，航空公司飛航安全績效評估之研究，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
5. 吳聰智、康自立、江金龍(民 90)，「安全氣候與安全績效之相關研究」，弘光技術學院學報，第 38 期，55-63 頁。
6. 周文生，程玉傑，曾平毅(民 88)，「運送砂石車輛現況分析與行車安全診斷之研究」，交通部專案研究計畫。
7. 陳協勝(民 81)，模糊多準則決策應用在都市公車民營化方案評估之研究，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
8. 陳曉玲(民 84)，航空站區位選擇評估程序之研究，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
9. 陳惠國等(民 90)，「運輸網路分析」，五南圖書出版公司。
10. 陳芳正(民 94)，長途客運業駕駛績效之探討，成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
11. 陸建浩(民 91)，台中市都市防災系統動態模擬模式之研究，朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文。
12. 許碧芳(民 94)，「應用模糊層級分析法及灰關聯分析評選最佳網路廣告聯播中心」，台灣行銷研討會論文集光碟片，E4：頁 1-16。
13. 張家誠(民 94)，長途客運業駕駛穩定性之探討，成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
14. 黃國平、蔡米育、許慶祥(民 94)，「應用衛星、通信科技改善道路安全環境現況條件分析」，都市交通季刊，第二十卷，第一期，45-62
15. 楊庸昇(民 88)，台南都會區大眾運輸技術選擇之研究：兼論輕軌運輸系統之適用性，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
16. 蔡明志、葉純志、林金美、蘇建誌(民 88)，「砂石車駕駛人工作環境與違規肇事之相互關係探討」，砂石車安全管理研討會論文集。
17. 蔡明志(民 89)。「風險管理在大眾運輸安全管理管制課題之發展應用」，運輸計畫季刊，第二十九卷第一期，181-212 頁，
18. 經濟部工業技術研究院(民 91)，「汽車產業結合電子資訊系統之分析與展

- 望—Telematics，經濟部工業技術研究院」。
19. 劉致言(民 91)，先進車內安全監控技術對安全效益影響之研究，高雄第一科技大學運輸與倉儲營運研究所碩士論文。
 20. 謝美鳳(民 92)，「探討安全氣候影響安全績效之研究—以國道客運駕駛員為例」，中華民國運輸學會第 18 屆論文研討會論文集。
 21. 廖銀河，(民 93)，「企業價值創造與評估—裕隆汽車製造公司為例」，朝陽科技大學財務金融系碩士論文。
 22. 魏健宏、何志宏、黃國平、林佐鼎、王攀智、林豐福、張仲杰，(民 94)，「國內發展駕駛模擬器之應用領域與時程規劃」，警察大學交通學報第五卷第 1 期，79-109
 23. Anderson, Ross (1998) On the Security of Digital Tachographs *Lecture Notes in Computer Science* Volume 1485 111-125
 24. Bendjellal, F., Diboine, A., Walfisch, G., Guyancourt, R., and Cedex, F. (2002), "Airbag & Belt Adaptive Systems: Development and Performance in Frontal Impact," Proceedings of the 6th International Symposium and Exhibition on Sophisticated Car Occupant Safety Systems.
 25. Brackstone, M., and M. McDonald (2000) A comparison of EU and US progress in the development of longitudinal advanced vehicle control and safety systems (AVCSS) *Transport Reviews*, V. 20, No. 2, 173 ± 190
 26. Braver, E. R., Preusser, C. W., Preusser, D. F., Baum, H. M., Beilock, R., and Ulmer, R. (1992), "Long Hours and Fatigue: A Survey of Tractor-Trailer Drivers," *Journal of Public Health Policy*, Vol.13, pp.341-366.
 27. Coroama, V., Bohn, J. and Mattern, F. (2004) Living in a smart environment – implications for the coming ubiquitous information society. In *Proceedings of the International Conference on Systems, Man and Cybernetics 2004* (IEEE SMC 2004), pages 5633–5638, The Hague, The Netherlands
 28. Coroama, V. (2006) The smart tachograph - Individual accounting of traffic costs and its implications Pervasive Computing, *Lecture Notes in Computer Science* 3968: 135-152
 29. Dick, V., Murray, D., and Houser, A. (2006) Synthesis of Commercial Motor Vehicle Safety Technology Surveys: What Has Been Learned? *Transportation*

- Research Record*, 1969, 107-114
30. Duri, S., Gruteser, M., Liu, X., Moskowitz, P., Perez, R., Singh, M., Tang, J.M., (2002) Framework for security and privacy in automotive telematics, IBM Thomas J. Watson Research Center, *Proceedings of the 2nd international workshop on Mobile commerce*, International Workshop on Mobile Commerce
 31. Farrell, Jay and Matthew Barth (2000) Integration of GPS-aided INS into AVCSS California PATH Research Report, UCB-ITS-PRR-2000-22, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley
 32. Huang, Y. W., Jing, N., and Rundensteiner, E. A. (1996), "Path View Algorithm for Transportation Networks: The Dynamic Reordering Approach," ACM Workshop on Geographic Information Systems (ACM GIS'96), Washington, D.C.
 33. JASPAR, <https://www.marketlines.com/ja/jaspar.jsp/>
 34. Jing, N., Huang, Y. W., Rundensteiner, E. (1997), "Hierarchical Encoded Path Views for Path Query Processing: an Optimal Model and its Performance Evaluation," *TKDE*, Vol. 19, No. 1, pp. 102-119.
 35. Johnston, K., Ferreira, L., and Bunker, J., (2006) Using Risk Analysis to Prioritize Intelligent Transport Systems: Variable Message Sign Case Study in Gold Coast City, Australia *Transportation Research Record*, 1959, 28-36
 36. Khattak, A., Dahlgren, J., & Patrick McDonough (2006) Tools for Supporting Intelligent Transportation Systems Implementation Decisions *Transportation Research Record*, 1944, 41-50
 37. Kindberg, T., Barton, J., Morgan, J., Becker, G., Caswell, D., Debaty, P., Gopal, G., Frid, M., Krishnan, V., Morris, H., Schettino, J., Serra, B., and Spasojevic, M. (2002) People, places, things: Web presence for the real world *Mobile Networks & Applications* 7 (5): 365-376
 38. Lee, W., Tak, Y.J., Byun, W., and Pae, Y.W. (2005) *Toward an open telematics infrastructure* 情報処理学会研究報告. UBI, [ユビキタスコンピューティングシステム] Vol.2005, No.60(20050609) pp. 443-448
 39. Moritz, Rainer, and Gmbh, Robert Bosch (2000), *Pre-crash Sensing – Functional Evolution based on Short Range Radar Sensor Platform*, Society of

Automotive Engineers, Inc.

40. MOT Report (1998) Traffic accident prevention plan for commercial vehicles using digital tachograph *JSAE Review*, 19, 87-88
41. Saaty, T. L. and Vargas, Luis G. (1991), *Prediction, Projection and Forecasting*, Kluwer Academic Publishers.
42. Saaty, T. L. and Ozdemir, M. (2003), "Negative Priorities in the Analytic Hierarchy Process," *Mathematical and Computer Modeling*, Vol. 37, pp.1063-1075.
43. Shladover, S., VanderWerf, J., Miller, M.A., Kourjanskaia, N., and Krishnan H. (2001) *Development and Performance Evaluation of AVCSS Deployment Sequences to Advance from Today's Driving Environment to Full Automation* California PATH Research Report, UCB-ITS-PRR-2001-18, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley
44. Sievers, Michael (2005) Improving the safety of Europe's roads, *Card Technology Today*, June 11
45. Srour, F.J., and Newton, D. (2006) Freight-Specific Data Derived from Intelligent Transportation Systems: Potential Uses in Planning Freight Improvement Projects Transportation Research Record, 1957, 66-74
46. Summala, Heikki (1996), "Accident Risk and Driver Behavior," *Safety Science*, Vol. 22, No.1, p.103-117.
47. Tsaur, S. H., Tzeng, G. H., and Wang, K. C. (1997), "Evaluating Tourist Risks from Fuzzy Perspectives," *Annals of Tourism Research*, Vol. 24, No.4, pp.796-812.
48. Workshop on Environmental Telematics - targeting European local government representatives (1999) Technical and Institutional Challenges of Data Management, The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe
49. Wouters, Peter I. J. and Bos, John (2000), "Traffic Accident Reduction by Monitoring Driver Behavior with In-car Data Recorders," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 32, pp.643-650.

(96/5/8 收稿，96/12/5 第一次修改，96/12/17 第二次修改，96/12/24 定稿)