

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以駕駛模擬器探討先進行車資訊系統對駕駛行為之影響

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2211-E-216-008-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：中華大學交通管理學系

計畫主持人：陳菟蕙

計畫參與人員：高桂娟與劉眉君

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 3 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
期中進度報告

以駕駛模擬器探討先進行車資訊系統對駕駛行為之影響

Effect of Advanced Driving Information System on Driver Behaviors
Using A Driving Simulator

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 93-2211-E-216-008 -

執行期間： 93年8月1日至94年7月31日

計畫主持人：陳菟蕙

計畫參與人員：高桂娟、劉眉君

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中華大學運輸科技與物流管理學系

中 華 民 國 94 年 7 月 31 日

以駕駛模擬器探討先進行車資訊系統對駕駛行為之影響

Effect of Advanced Driving Information System on Driver Behaviors Using A Driving Simulator

摘要

車內資訊系統(In Vehicle Information System, IVIS)可協助駕駛者更容易且安全地到達目的地，在眾多的 IVIS 中，防撞警示系統與路線導航系統是對駕駛者有用且具吸引力的先進車內駕駛輔助系統。但若系統之使用者介面設計不佳，則駕駛者可能會因為分心使用這些系統而影響行車安全，本研究利用焦點團體探討駕駛者對防撞警示系統與路線導航系統之系統介面設計偏好，並進行駕駛模擬實驗以瞭解防撞警示系統與路線導航系統之系統介面設計對駕駛績效之影響。本研究發現最喜歡之防撞警示系統介面是以嗶嗶聲提示，並以 HUD 或 LCD 指示出危險方向，或嗶嗶聲加語音指示出危險方向來提供警示資訊（如嗶-嗶-右邊）。由本研究建立之迴歸模式可知，語音音量大小與資訊類別及是否聽音樂有關係，語音導航與防撞警示嗶嗶聲之音量需與駕駛環境背景聲相同即可，防撞語音警示聲音量需比駕駛環境背景聲大 5 分貝。由駕駛模擬實驗資料分析結果可知，LCD 與 HUD 之導航系統對駕駛反應時間之影響則受駕駛經驗所影響。由眨眼次數分析得知，有導航系統相較於無導航系統所需的視覺工作負荷較大。

關鍵字：車內資訊系統、語音介面、視覺介面、焦點團體討論、駕駛模擬器

ABSTRACT

With the assistance of In-Vehicle Information Systems (IVIS), drivers may reach their destinations more easily and safely. Among the various IVIS, Collision Avoidance Warning Systems (CAWS) and in-vehicle Route Guidance Systems (RGS) can be helpful and attractive to drivers. However, a poorly designed user's interface may distract the driver's attention and threaten safety. Using focus groups and a driving simulator experiment, this study investigates drivers' preferences regarding audible and visual interface designs for CAWS and RGS. For CAWS, participants in the focus groups preferred to either hear beeps and have the danger direction information displayed on a HUD or LCD, or have an audible message that was a combination of beep sounds and a voice message regarding the direction of danger (e.g., beep-beep-“right”). In terms of preferred volume level, audible information type (i.e., voice warning message, beep warning message or voice route guidance message) and background music (i.e., whether or not the participants listened to music) were shown to be significant factors. It is suggested that the volume of an audio interface that provides RGS or warning beeps be set to the same level as the surrounding decibel in the vehicle, and the volume of voice CAWS be set to a level that is 5 dB higher than the surrounding sounds. It was found in the analysis of driving simulation experiment data that the effect of using LCD and HUD on drivers' perception reaction time was influenced by driving experience. Additionally, the results of drivers' eye blink frequency analysis indicates that compared to not using the route guidance system, drivers' visual workload is larger when

they used the route guidance system.

Keywords: In-vehicle information systems (IVIS), audible interface, visual interface, focus group, driving simulator

一、前言

車內資訊系統(In Vehicle Information System, IVIS)可提供駕駛者有用的行車資訊，如道路速限資訊與即時的路線導航資訊，讓駕駛者更安全且輕鬆地到達目的地。在眾多的 IVIS 中，防撞警示系統與路線導航系統日益受到重視，由於許多事故的發生原因是由於駕駛者注意力不足、分心或視距障礙所導致，若 IVIS 能在危險狀況出現時，及時地將警示訊息提供給駕駛者，則駕駛者或可因提早反應而避免事故的發生或至少可減低事故的嚴重性。此外，路線導航系統可依據路況即時提供駕駛者最佳行車路線，該系統已是許多新款車輛會加裝且在行銷上特別強調的配備之一。因此，本研究將探討之車內資訊系統範圍界定為防撞警示系統與路線導航系統。

無論是防撞警示系統或路線導航系統都是很好的駕駛輔助系統，但若系統之使用者介面設計不佳，則駕駛者可能會因為分心地使用這些系統而增加工作負荷(workload)，進而可能會影響駕駛者的行車安全，因此許多相關研究之探討重點均是不同使用者介面設計對駕駛績效或工作負荷的影響[1-10]。由上述系統介面設計相關研究中可發現，語音介面（包括 beep sound and voice）與視覺介面（包括 heads-up display (HUD) and liquid crystal display (LCD)）是主要探討的介面。語音訊息因無視覺負荷，許多研究均發現駕駛績效在使用視覺與聽覺複合介面或聽覺介面的情況較視覺介面為佳。在聲音的特性方面，Moriya-ch 曾提出若警示 beep 聲為高頻率，則駕駛反應時間較短。一般在音量設計時會考慮以高於駕車環境聲音（如引擎聲）來設計警示聲音音量，這是因為無論是語音導航與防撞警示系統，若聲音太小聲怕駕駛者聽不到；但是相對地若聲音太大聲又怕會太吵，而讓駕駛者煩躁，SAE J2400[11]規範中曾提到，語音的警示系統之音量可設定為 75 分貝為佳。由於音量過大或過小對駕駛者皆有不良影響，防撞警示系統與路線導航系統功能不同，因此，需分別瞭解駕駛者對此二系統之語音音量的觀感和偏好。在視覺資訊部分，LCD 會造成視線偏問題，而駕駛者觀看 HUD 是屬於近焦距注視，此近焦距注視與注意前方路況的遠焦距注視對駕駛者視覺負荷是不同的，因此需深入探討如何顯示資訊，以減輕駕駛者的視覺負荷。此外，目前文獻大多分別針對防撞警示系統與路線導航系統單一系統對駕駛行為之影響，然而未來 IVIS 系統極可能須同時顯示此兩種系統之資訊，因此需深入探討駕駛者對此二系統介面組合的偏好。

本研究利用焦點團體討論及駕駛模擬器實驗探討：1)防撞警示系統與路線導航系統之系統介面設計偏好，2)防撞警示系統與導航系統之語音音量偏好差異性分析，3)防撞警示系統與路線導航系統最佳介面組合分析，)車內資訊系統介面對駕駛反應之影響。

二、導航系統與防撞警示系統語音介面設計

● 語音導航系統與防撞警示系統之音量偏好分析

本研究實際量測三款新車在一般市區道路行駛時的引擎聲約為 65 分貝，本研究將導

航系統與防撞警示系統之音量以 5 分貝為一間隔，從 50 分貝至 85 分貝共分為 8 等級，並以是否聽音樂，分別探討 8 位年輕（24-29 歲）與 8 位中年（35-45 歲）參與者對此 8 等級音量的感受與偏好，參與者對音量感受可勾選包括聽不到、聽不清楚、聽得到與太大聲等四種選項，此外參與者需再選出最喜歡的音量（可複選）。本研究所撥放的音樂為輕音樂，引擎聲加該音樂聲之音量約為 67 至 70 分貝（單獨量此音樂聲之音量約為 64 至 66 分貝）。主要發現包括：

- 1) 太小或太大聲的音量：無論是導航系統語音、防撞警示系統之 beep 或語音聲，或有無聽音樂，幾乎所有受測者皆反應 50 分貝（即低於駕駛環境背景聲 15 分貝）之音量聽不到或聽不清楚內容，80 及 85 分貝之音量則太大聲（即高於駕駛環境背景聲 15 分貝以上）。
- 2) 年齡及音樂對最喜歡的音量之影響：無論是導航系統語音與防撞警示系統之 beep 聲，年輕人聽音樂時最喜歡的音量較未聽音樂升高了 5 分貝，導航系統語音從 65 分貝升高至 70 分貝，防撞警示系統之 beep 聲從 60 或 65 分貝升高至 65 或 70 分貝；至於防撞警示系統語音聲，年輕參與者最喜歡的音量則從 65 或 70 分貝而變為較多人偏好 70 分貝。在中年人部分，無論是導航系統語音與防撞警示系統之 beep 聲，中年人聽音樂時最喜歡的音量較未聽音樂並未明顯升高，最喜歡的導航系統語音為 60 或 65 分貝，防撞警示系統之 beep 聲為 65 或 70 分貝；至於防撞警示系統語音聲，中年人聽音樂時最喜歡的音量較未聽音樂升高了 5 分貝，即音量則從 65 或 70 分貝升為 70 或 75 分貝。此外，另一個年齡層影響之觀察結果為：中年人最喜歡的音量較年輕人分散許多，且上述年輕人所喜歡的音量並沒有其他年輕人認為太大聲，反觀中年人最喜歡的音量就有其他中年人覺得太大聲。由此可見，中年人聽力狀況與偏好差異頗大。
- 3) 語音與 beep 聲比較：許多年輕參與者及部分中年參與者反應他們對語音音量（無論是導航或防撞警示語音聲）需求高於警示 beep 聲，這是因為語音部分需清楚聽到其敘述內容為何，如下一個轉彎處有多遠？是需左轉或右轉？警示狀況是要注意前面、左邊或右邊？因此，若能配合以視覺介面提供資訊則應有助於駕駛者分辨情況，防撞警示系統介面是以嗶嗶聲提示，並以 HUD 或 LCD 指示出危險方向，或嗶嗶聲加語音指示出危險方向來提供警示資訊（如嗶-嗶-右邊）。在語音防撞警示部分，參與者認為 beep 聲的高頻率聲比語音警示聲更容易提醒駕駛者。
- 4) 部分焦點團體參與者（尤其是年輕人）提到音量的部分就由駕駛者自己設定即可，但若駕駛者開音樂或從市區開到高速公路都要因駕駛環境音量改變，而重設車內駕駛輔助系統音量，則會增加駕駛者操作系統的工作負荷，因此建議先進車內資訊系統可考慮主動偵測音量功能，依車內駕駛環境音量改變提供駕駛者適合的音量聲，才不會讓駕駛者因為開車狀況的改變使得原先設定音量聲太大聲或太小聲了，尤其若是因駕駛環境音量改變，使得防撞警示資訊變得太小聲而聽不到，則可能因而產生危險。

● 語音導航系統與防撞警示系統之音量自動設定值分析

受測者對最喜歡音量的分貝數可多重選擇，本研究進一步分別以受測者最喜歡音量的最小聲音分貝數與最大聲音分貝數建立二個多元迴歸模式，以瞭解不同的車內語音資訊內容在不同情況下，可自動設定的音量值，此二多元迴歸模式如表 1 所示。由該二模式可

發現，無論是最小聲的最喜歡音量（即 Model A）或最大聲的最喜歡音量（即 Model B），年輕人與中年人對最喜歡的音量無顯著差異，而最喜歡的音量大小會受是否聽音樂以及車內語音資訊內容所影響。

本研究所設定的情形是當車內只有引擎聲時，車內駕駛環境音量為 65 分貝，若加上大約 65 分貝左右（即 64 至 67 分貝）的輕音樂，則車內駕駛環境音量會增加 3 至 4 分貝（即 68 至 70 分貝），由表 1 之最喜歡音量的模式 A 與模式 B 結果可知，若駕駛者聽音樂，語音系統分貝數約增加 3 至 4 分貝，此增加音量分貝數與車內駕駛環境音量因聽音樂增加的音量分貝數是一致的。在資訊內容方面，最喜歡音量之 beep 聲防撞警示聲與語音導航聲無差異，最小聲的最喜歡音量約 62 分貝，最大聲的最喜歡音量約 65 分貝；語音防撞警示聲則需高於 beep 聲防撞警示聲與語音導航聲，其最小聲的最喜歡音量約 66 分貝，最大聲的最喜歡音量約 69 分貝。由上述分析結果並考慮中年人聽力之差異性，若車內資訊系統之聲音介面提供語音導航資訊或 beep 聲防撞警示聲，則其音量可設定為車內駕駛環境音量之分貝數；若車內語音資訊系統提供語音防撞警示訊息，則音量可設定為高於車內駕駛環境音量 5 分貝。若駕駛環境音量是因聽音樂而改變，則車內語音資訊分貝數增加量可自動依駕駛環境因聽音樂的增加量來調整即可。本研究僅探討車內資訊系統之聲音介面提供單一資訊內容，即提供導航資訊或防撞警示資訊，建議後續研究進行同時提供此二資訊內容之音量設計之探討。

表 1 最喜歡音量之多元迴歸模式

Parameter	Model A (最小聲的最喜歡音量)		Model B (最大聲的最喜歡音量)	
	Estimate	Pr > t	Estimate	Pr > t
常數	62.148	<.0001	64.926	<.0001
聽音樂	3.572	<.0001	3.035	0.0010
未聽音樂(比較基準)	-	-	-	-
語音防撞警示系統	3.710	0.0005	4.516	<.0001
beep 聲防撞警示系統	0.426	0.6748	0.529	0.6281
語音導航系統 (比較基準)	-	-	-	-
年輕參與者	0.655	0.4308	0.118	0.8947
中年參與者(比較基準)	-	-	-	-

三、視覺介面設計偏好

駕駛者除了短暫地將視線偏移至後視鏡或車內的設備外，其視線應該要專注於前方的路況，因此，視覺資訊的顯示裝置應該要安裝於駕駛者的視線範圍內，以減少駕駛者的視覺偏移（eyes-off-the-road）時間。AAM[11]建議資訊顯示的介面若為 LCD，其位置應架設在水平向右 40 度內及側向向下 30 度內之位置，此一側向向下角度設計會因身高而需修正。HUD 顯示資訊範圍部分，SAE J2400[12]規範中提出，視覺警示資訊若提供在駕駛者的正前方，其位置應位於駕駛者視線上 10 度圓錐體之範圍內。本研究依此設計原則設計二個 LCD 放置位置如圖 1 所示，此二位置為目前最常見的 LCD 放置位置。HUD 顯示位置共有 9 個，其位置如圖 1 所示，5 號位置為駕駛眼睛注視的中心位置。

年輕參與者偏好的 LCD 擺放位置為圖 1 之 A 位置，但由於安全考量，許多參與者反應不會使用 LCD，因為以 LCD 顯示導航地圖需視線偏移且怕看不清楚，若以 LCD 顯示防撞警示資訊，怕沒注意到而無法及時反應。中年人在位置選擇上與年輕人不同，由於擔心反光及干擾到駕駛之視線，所以最喜歡圖 1 之 B 位置。此外，有參與者建議 LCD 除了高低位置之考量，LCD 設備應可依駕駛者需要調整各種角度。HUD 顯示位置部分，年輕參與者偏好圖 1 之下方兩排位置（即圖 1 之 4 號至 9 號位置），中年參與者偏好圖 1 之 7 號與 9 號二個位置，尤其是 7 號的位置。此外，無論是年輕參與者或中年參與者，均有部分參與者提出以跳動位置方式顯示資訊，即若導航資訊是右轉的提示，則顯示在右邊，左轉則顯示在左邊；若顯示防撞警示資訊之注意右側訊息，則顯示在右邊，注意左轉則顯示在左邊，注意前方則顯示在正前方。



圖 1 LCD 擺放位置（左圖）與 HUD 資訊顯示位置（右圖）示意圖

導航路線資訊內容部分，本研究提供附有詳細路名之導航地圖與附加主要導航資訊之導航地圖（如圖 2 所示）以供參與者比較，無論是年輕或中年參與者，多位參與者表示，詳細路名之導航地圖與附加主要導航資訊之導航地圖可並行使用，當要看大範圍的路線資訊就需要詳細路名的導航地圖，當開車時，附加主要導航資訊之導航地圖提供之轉彎路口名稱、距目前位置所剩距離以及所需轉向以能充分地提供駕駛者所需的路線資訊。若以語音方式提供導航資訊，上述內容亦是所需的導航資訊（如前方 300 公尺四維路左轉），此外，有參與者表示，圖示方式比語音方式更快瞭解導航內容，但他們仍然擔心看地圖需視線偏移或因光線太強而無法看清楚地圖等問題。

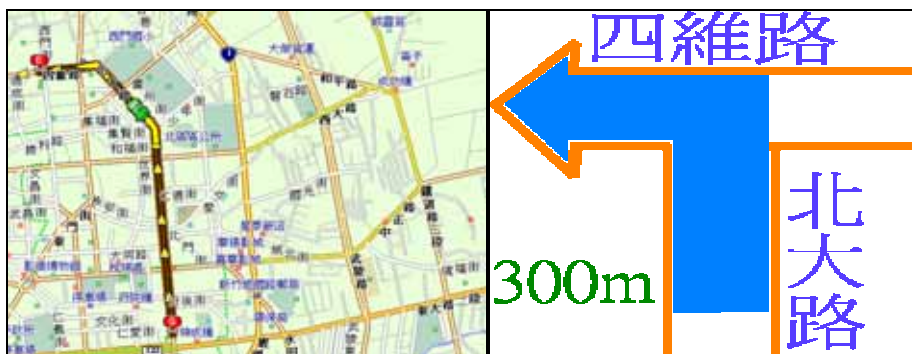


圖 2 詳細路名（左圖）與主要導航資訊（右圖）之導航地圖

本研究依據 SAE J2400 [12]中所使用之建議防撞警示圖型來提供防撞警示資訊，其顏色為紅底黑圖，在焦點團體討論中，參與者可自由選擇不同顏色，以瞭解參與者對防撞警示圖型偏好的顏色組合，嘗試多種顏色組合後發現，參與者仍然最喜歡圖 3 之紅底黑圖，但

由於要凸顯危險方向，參與者建議以不同顏色標示出危險方向，經由多種顏色嘗試，參與者建議以黃色標示危險方向，此外，並有參與者進一步建議，以閃爍方式顯示黃色標示的危險方向。



圖 3 紅底黑圖之防撞警示圖型

四、導航系統與防撞警示系統之最佳系統介面組合偏好分析

本研究在焦點團體討論結束前，請參與者寫下自己經由討論過後所認為若要同時提供防撞警示資訊與導航資訊的最佳介面組合問卷，問卷填寫結束後並再一次進行互動討論，其結果如表 2 所示。參與者最喜歡之防撞警示資訊提供介面是「HUD+語音」，其主要考量是防撞警示跟安全息息相關，若以 LCD 提供防撞警示資訊，怕會沒看到，若能以聲音方式提供警示，再搭配以 HUD 提供相關警示內容，則駕駛者會更快且容易瞭解警示狀況。參與者最喜歡之路線導航系統介面非常分歧，較多人選的資訊提供方式包括：「LCD+HUD」、「HUD+語音」以及「LCD+HUD+語音」三種。參與者再一次進行互動討論之主要結論為：防撞警示資訊需有聲音的提供方式，若搭配視覺系統介面，則 HUD 優於 LCD。導航系統資訊部分，參與者認為可在 HUD 以簡圖顯示較小導航範圍（如下一個轉彎路口的相關訊息），以 LCD 顯示如何到達目的之較完整地圖，並提供可縮小或放大地圖比例功能，至於是否以語音方式提供導航訊息，參與者意見仍非常分歧。

表 2 導航系統與防撞警示系統之最佳介面組合偏好

最佳介面組合	防撞警示系統 (人數)			路線導航系統 (人數)		
	年輕人	中年人	小計	年輕人	中年人	小計
LCD	0	0	0	0	1	1
HUD	2	0	2	3	0	3
語音	1	1	2	0	0	0
LCD + HUD	0	0	0	5	0	5
LCD + 語音	0	1	1	3	5	8
HUD + 語音	14	6	20	0	2	2
LCD + HUD+語音	0	0	0	6	0	6
合計	17	8	25	17	8	25

五、駕駛模擬實驗

本實驗共設計導航顯示類型、有無語音防撞警示以及導航指示轉向方向等三個實驗因子，其中導航顯示類型包括 HUD 與 LCD 兩個水準，語音防撞警示分為有警示與無警示兩種，而導航內容則有左轉與右轉兩類，實驗因子與水準如表 3 所示。感知反應時間定義為前方事件車突然緊急煞車時至受測者有明顯放開油門動作時的時間，駕駛者感知反應時間平均數為 0.78 秒、中位數為 0.76 秒、標準差為 0.34 秒、最小值為 0.17 秒以及最大值為 1.66 秒。

表 3 實驗因子與水準一覽表

因子	導航顯示類型	有無語音防撞警示 (隨機)	導航指示轉向方向
水準	LCD HUD	有 無	左轉 右轉
水準數	2 水準	2 水準	2 水準

本研究考慮之 X 解釋變數包括導航顯示類型、有無防撞警示、導航指示轉向方向、是否為第一個路口、事件距轉向路口距離以及駕駛頻率。本研究建立感知反應時間之 ANOVA 模式 A 分析如表 4 所示，由該表得知影響因子包括是否為第一個事件、語音防撞警示以及導航顯示類型與駕駛頻率之交互影響因子，而導航指示轉向方向以及事件距轉向路口之距離無顯著影響；其中「駕駛頻率」係以每星期開車天數來區分，每星期開車不滿一天代表駕駛者的駕駛頻率低，反之，每星期開車一天以上則代表駕駛者的駕駛頻率高。

表 4 ANOVA 模式 A 分析表

變數名稱	自由度	平方和	均方和	F 值	P 值
是否為第一個事件	1	1.0	1.0	11.00	0.0011**
導航顯示類型	1	0.89	0.89	9.70	0.0803 *
語音防撞警示	1	0.40	0.40	4.35	0.0385**
駕駛頻率	1	1.26	1.26	13.78	0.2590
導航顯示類型&駕駛頻率	1	0.39	0.39	4.22	0.0415**

註：**達到顯著水準($\alpha=0.05$)，*達到顯著水準($\alpha=0.10$)

六、結論與建議

本研究利用焦點團體探討駕駛者對防撞警示系統與路線導航系統之系統介面設計偏好，並進行駕駛模擬實驗以瞭解防撞警示系統與路線導航系統之系統介面設計對駕駛績效之影響，主要研究結論與建議包括：

1. 本研究發現焦點團體參與者最喜歡之防撞警示系統介面是以嗶嗶聲提示，並以 HUD 或 LCD 指示出危險方向，或嗶嗶聲加語音指示出危險方向來提供警示資訊（如嗶-嗶-右邊）。
2. 由本研究建立之迴歸模式可知，語音音量大小與資訊類別及是否聽音樂有關係，語音導航與防撞警示嗶嗶聲之音量需與駕駛環境背景聲相同即可，防撞語音警示聲音量需比駕駛環境背景聲大 5 分貝。

3. 由駕駛模擬實驗資料分析結果可知，影響駕駛者感知反應時間之影響因子包括是否為第一個事件、語音防撞警示以及導航顯示類型與駕駛頻率之交互影響因子。

七、參考文獻

- 1) Cheng, B., M. Hashimoto, and T. Suetomi. Analysis of Driver Response to Collision Warning During Car Following. In *JSAE Review*, Vol. 23, 2002, pp. 231–237.
- 2) Ben-Yaacov, A., M. Maltz, and D. Shinar. Effects of an In-Vehicle Collision Avoidance Warning System on Short-and Long-Term Driving Performance. *Human Factors*, Vol. 44, No. 2, 2002.
- 3) Moon, Y.-J., J. Lee, and Y. Park. System Integration and Field Tests for Developing In-Vehicle Dilemma Zone Warning System. In *Transportation Research Record 1826*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2003, pp. 53-59.
- 4) Belz, S. M., G. S. Robinson, and J. G. Casali. A New Class of Auditory Warning Signals for Complex Systems: Auditory Icons. *Human Factors*, Vol. 41, No. 4, 1999.
- 5) Suetomi, T., Niibe, T. A Human Interface Design of Multiple Collision Warning System. Paper presented at the International Symposium on Human Factors in Driving Assessment, Training and Vehicle Design. Aspen, Colorado, 2001.
- 6) McGehee, D.V., Brown, T.L., Lee, J.D., Wilson, T.B. Effect of warning Timing on Collision Avoidance Behavior in a stationary Lead Vehicle Scenario. In *Transportation Research Record 1803*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2002, pp.1-7.
- 7) Harder, K.A., Bloomfield, J., Chihak, B.J. The Effectiveness of Auditory Side-and Forward-Collision Warnings in Winter Driving Conditions. Technical Report No. MN/RC 2003-14, Minnesota Department of Transportation Office of Research Services, June 2003.
- 8) Nowakowski, C., and P. Green. *Map Design: An On-the-Road Evaluation of the Time to Read Electronic Navigation Displays*. Technical Report No. UMTRI-98-4, 1998.
- 9) Liu, Yung-Ching. Comparative Study of the Effects of Auditory, Visual and Multimodality Displays on Drivers' Performance in Advanced Traveler Information Systems. *Ergonomics*, Vol. 44, No. 4, 2001, pp.425-442
- 10) Harms, L; C. Patten. Peripheral Detection as a Measure of Driver Distraction: A Study of Memory-Based Versus System-Based Navigation in a Built-up Area. *Transportation Research. Part F: Traffic Psych & Behaviour*, Vol. 6, No. 1, 2003, pp. 23-36.
- 11) AAM Driver Focus-Telematics Working Group. Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver Interactions with Advanced In-Vehicle Information and Communication Systems, Alliance of Automobile Manufacturers, Washington, D. C., 2003.
- 12) Society of Automotive Engineers (SAE). *Human Factors in Forward Collision Warning Systems: Operating Characteristics and User Interface Requirements (SAE J2400)*. Society of Automotive Engineers, 2003.

八、計畫成果自評

本研究計畫之研究內容已達成預期研究目標，目前正將相關研究成果撰寫成二篇學術論文文章，並將投稿至知名國際研討會或學術期刊發表。