

# 智慧運輸系統發展建設計畫

## 需求申請書

### 高雄市用路人危險行為監控與語音警示 系統試辦計畫

第 0.0 版

109 年 11 月

申請機關：高雄市政府

聯絡人：交通局智慧運輸中心 江綺惠

電話：(07) 2223300分機 128

傳真：(07) 2299806

e-MAIL：chiang00@kcg.gov.tw

## 版本修改紀錄

版本	生效日期	說明
V0.0	109年11月10日	提案申請版
V1.0	(本部核定日期)	初版

說明：

1. 生效日期格式為：民國○年○月○日，如 110 年 1 月 1 日。
2. 版本異動時，請於說明欄註記主要變動處。
3. 初版經本部核定後，以再修訂 1 次為原則。

# 高雄市用路人危險行為監控與語音警示系統試辦計畫

計畫類別：

- 國家交通核心路網數位基礎建置
- 營造智慧交通行動服務生活環境
- 營造永續與幸福運輸服務
- 其他新興技術應用創新

## 壹、前言

據統計 107 年 1-10 月，高雄市騎機車傷亡人數，占所有運具傷亡人數比例，約 65%，為各車種之冠；行人受傷人數與去年同期相比，增加 2.1%，超過 5 成比例是在過路口時發生；因高雄過往朝工業發展，大型車數量全國第一，107 年 1-10 月，因大型車所導致的死亡人數，占 A1 事故比例約 12%，多以機車族命喪輪下；在肇事型態上，則以側撞居冠，占所有事故的 33%。因此，除了透過教育宣導外，高雄市對於弱勢用路人的安全，思索著如何透過適當的科技設備與工程設計，將不好的交通行為予以導正，或採危險預警，提早讓用路人有所警覺，進而採取較好的應對方式，達到避免事故發生的目的。

## 貳、計畫內容

### 一、計畫說明

#### 1. 計畫目的

為降低高雄市的交通事故情況，提升交通安全品質，本府申請辦理「高雄市用路人危險行為監控與語音警示系統」建置計畫，應用創新道路監控與警示科技，期讓市民了解交通違規可能產生的風險，進而減少市民的交通違規行為，同時透過科技 AI 影像分析的技術，可自動化且 24 小時持續監控可能之危險道安違規事件，達到提升高雄市整體用路安全之目的。

#### 2. 計畫內容

##### (1) 現況問題分析

分析本市於民國 102 年至民國 107 年交通事故資料，發現號誌化路口的違反號誌管制或指揮及未依規定讓車情況嚴重，顯示號誌化路口闖紅燈行為是本市交通事故的重要肇因之一。

表 1、高雄市交通事故 30 日內死亡事故主要肇因

主要肇因	號誌化路口	無號誌路口	路段	其他	總計
未依規定讓車	81	102	16	19	218
<b>違反號誌管制或指揮</b>	<b>176</b>	0	0	17	193
未注意車前狀態	23	15	74	18	130
酒醉(後)駕駛失控	19	3	80	19	121
超速	7	2	55	22	86
未保持行車安全距離	10	4	42	9	65
未保持行車安全間隔	9	2	41	7	59
左轉彎未依規定	31	13	7	6	57
違反特定標誌(線)禁制	10	18	25	3	56
逆向行駛	3	4	34	13	54
不明或其他原因	156	71	291	90	608
其他(已知違規)	75	50	217	64	406
總計	600	284	882	287	2,053

表 2、所有事故當事者(不分受傷嚴重性)的個人肇因

個別肇因	有號誌路口	無號誌路口	路段	其他	總計
未依規定讓車	16,560	26,990	4,559	5,101	53,210
未注意車前狀態	11,420	9,348	15,809	4,300	40,877
<b>違反號誌管制或指揮</b>	<b>27,014</b>	206	88	1,621	28,929
未減速	2,022	19,160	1,972	3,870	27,024
未保持行車安全距離	8,214	2,257	12,357	3,730	26,558
左轉彎未依規定	9,490	4,229	1,830	894	16,443
違反特定標誌(線)禁制	3,816	4,478	3,374	618	12,286
未保持行車安全間隔	3,380	1,158	6,027	1,511	12,076
起步未注意其他車(人)安全	1,283	1,765	6,732	559	10,339
右轉彎未依規定	5,856	1,666	936	358	8,816
迴轉未依規定	1,259	1,168	4,513	507	7,447
變換車道/方向不當	1,324	540	4,303	592	6,759

個別肇因	有號誌路口	無號誌路口	路段	其他	總計
逆向行駛	1,842	1,468	2,796	571	6,677
違規停車不當	786	1,097	3,206	391	5,480
酒醉(後)駕駛失控	1,099	604	2,521	874	5,098
超速	1,535	487	1,504	595	4,121
尚未發現肇因	83,398	32,810	87,703	23,400	227,311
不明或其他原因	58,864	21,803	50,235	12,888	143,790
其他(已知違規)	4,336	3,552	14,066	2,799	24,753
總計	243,498	134,786	224,531	65,179	667,994

根據淡江大學運輸管理學系提出之本市闖紅燈事故分析結果顯示(如圖 1)，機車闖紅燈發生事故的情況最為嚴重，且以 18 至 20 歲的年輕人佔大多數，事故發生時間也以早上七點至九點最多，顯示早晨尖峰通勤通學時段最容易有闖紅燈的情況發生。

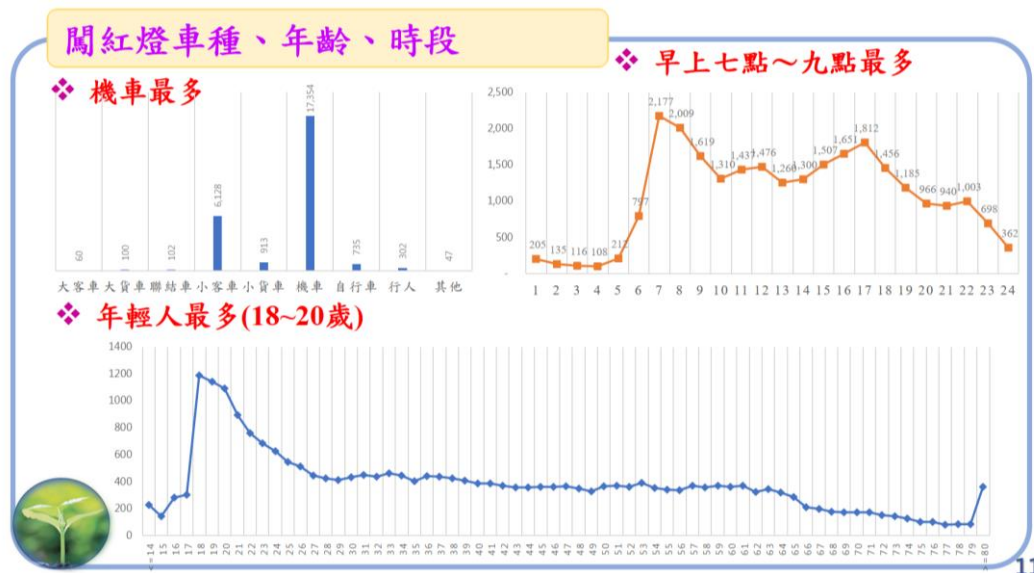


圖 1、高雄市闖紅燈事故當事人特性分析(資料來源：淡江大學)

除了闖紅燈之外，本府警察局交通警察大隊亦提出之高雄市執法重點，其中重點取締項目為「闖紅燈」、「轉彎未依規定」、「行車未禮讓行人」、「超速」、「逆向行駛」、「違規停車」(在交岔路口、公共汽車招呼站十公尺內停車，併排停車)。此外，根據交通大學之高雄市交通安全文化調查分析結果顯示(如圖 2)，「紅燈右轉」、「未禮讓行人」是高雄市最需改善的交通安全問題。因違規行為係屬於從眾行為，如能事先加以警示或提醒用路人(包含行人及駕駛)，以讓用路人了解違規行為之風險，即可降低違規行為發生次數。

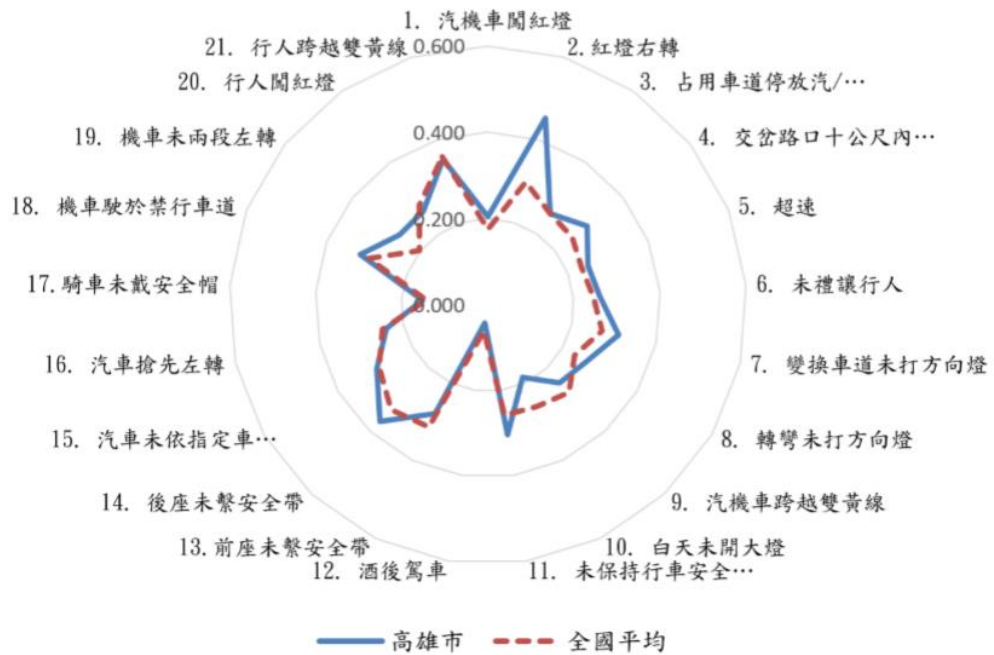


圖 2、高雄市交通安全文化調查(資料來源：交通大學)

## (2) 計畫施作範圍與必要性

本計畫應用 AI 影像辨識技術，於號誌化路口建立試辦系統，期望減少違規案件、降低肇事率；擬挑選二處易肇事路口或已建置相關攝影機及現有 AI 影像分析應用之路口(闖紅燈違規偵測警示系統：施作場域包含大寮區市 188/鳳林二路口、市 188/華中路口、鳳山區中山東路/博愛路口、中山東路 /光遠路口；未禮讓行人違規偵測警示系統：施作場域包含新興區中山一路/五福二路口及左營區博愛二路/裕誠路口)進行試辦。

## (3) 執行策略

本計畫擬新增路口影像設備(或擴充現有影像設備)，即時蒐集與路口人車號誌之路口活動影像，透過即時運算判斷路口車輛是否有違規行為，當違規行為發生時，即發出警示提醒用路人有違規行為，以藉此讓用路人了解違規行為實屬危險行為，避免違規再次發生，同時亦教育其他用路人違規行為的危險性。綜上所述，本計畫技術發展大致區分為三大部分，分別為違規行為發生樣態採集、路口道路條件盤點與影像辨識功能開發及警示內容設計。

### A. 違規行為發生樣態採集

#### a. 行為採集

透過交通事故資料分析高雄市常見違規行為，配合路口影像設備探討路口常見且危險之違規行為，表 3 為號誌化路口事

故當事者(不分受傷嚴重性)的個人肇因，由表中可發現號誌化路口中，違反號誌管制或指揮與未依規定讓車為最重要之事故肇因，本計畫亦擬針對主要違規行為進行深入分析。

表 3、號誌化路口事故當事者(不分受傷嚴重性)的個人肇因

肇因	年期						
	102	103	104	105	106	107	總計
不明原因	6,838	9,249	9,149	10,921	3,985	1,737	41,879
違反號誌管制或指揮	5,479	5,260	5,279	3,740	3,984	3,272	27,014
未依規定讓車	2,787	3,081	3,535	2,436	2,380	2,341	16,560
其他違規	893	1,348	1,187	1,352	5,376	6,006	16,162
未注意車前狀態	1,494	1,619	1,343	2,083	2,452	2,429	11,420
左轉彎未依規定	1,336	1,677	1,493	1,757	1,778	1,449	9,490
未保持行車安全距離	1,265	1,501	1,774	1,276	1,316	1,082	8,214
右轉彎未依規定	734	904	713	1,247	1,216	1,042	5,856
違反特定標誌(線)禁制	677	689	737	533	561	619	3,816
未保持行車安全間隔	520	582	560	490	618	610	3,380
未減速	323	514	438	306	237	204	2,022
逆向行駛	353	369	333	294	306	187	1,842
超速	235	248	276	260	313	203	1,535
變換車道/方向不當	170	237	230	189	251	247	1,324
起步未注意其他車(人)安全	163	199	220	214	266	221	1,283
迴轉未依規定	210	213	223	204	228	181	1,259
酒醉(後)駕駛失控	290	235	206	158	128	82	1,099
駕駛搶越行人穿越道	226	171	223	128	101	106	955
違規超車	134	135	200	119	114	102	804
違規停車不當	132	151	158	132	116	97	786
尚未發現肇因	12,870	14,898	15,397	13,708	13,935	12,590	83,398
其他項目	490	594	598	598	540	580	3,400
總計	37,619	43,874	44,272	42,145	40,201	35,387	243,498

b. 事前事後評估

為評估系統建置之成效，本計畫擬於設備建置後先蒐集影像資料進行分析，探討在路口未架設警示設備前的違規情況，再與警示系統完成後用路人的行為進行比較，以評估系統建置的成效。

## B. 計畫路口道路條件盤點

### a. 路口交通量調查及道路條件勘查

盤點計畫路口交通量及違規、肇事統計，並勘查道路幾何條件，以做設備佈設規劃。

### b. 設備規劃

本計畫選定之路口，初步預計先進行現有設備清點，包含數量與設置位置等，針對路口設備不足的部分，視情況增購設備，如感測設備、顯示設備及運算系統等，結合本計畫開發之影像辨識技術，針對路口違規行為進行監控，設備增購項目則以計畫執行後選定的路口設備情況而定。

## (4) 執行創意

本計畫應用創新道路監控與警示科技，除了降低市民的違規情況，亦讓市民了解交通違規可能產生的風險，進而減少市民的交通違規行為，達到提升高雄市整體用路安全之目的。

## (5) 所採用之 ITS 技術

本計畫擬利用深度學習影像辨識技術開發路口違規警示系統，主要分為四大階段：車輛偵測辨識、車輛追蹤、車輛違規判斷以及車牌辨識，其流程如圖 3 所示。

首先利用影像處理技術辨識交通號誌，當交通號誌為紅燈時，利用訓練完的深度學習網路進行路口汽車、機車、行人、腳踏車等物件偵測與辨識。當有物件被辨識為汽機車時則開始追蹤其移動軌跡，接著利用追蹤的影像座標代入自行開發的影像處理演算法，判斷是否超越停止線，若超過停止線將會進一步判斷是否越過預設定之左轉及右轉線，區分為闖紅燈違規事件或紅燈左右轉違規事件。同時須提供多個物件之同時軌跡追蹤及相對位置關係之即時判斷，以期提供後續人車移動之安全偵測與告警，如：未禮讓行人、行人穿越警示來車系統…等 AI 智慧影像交通分析應用。利用現有路口影像畫面及道安事件之自動訓練與學習，達到多樣態的人車辨識、軌跡追蹤、軌跡連動分析及道安或違規事件之 AI 自動判斷，再通過對應之預警告警設備提示用路人。



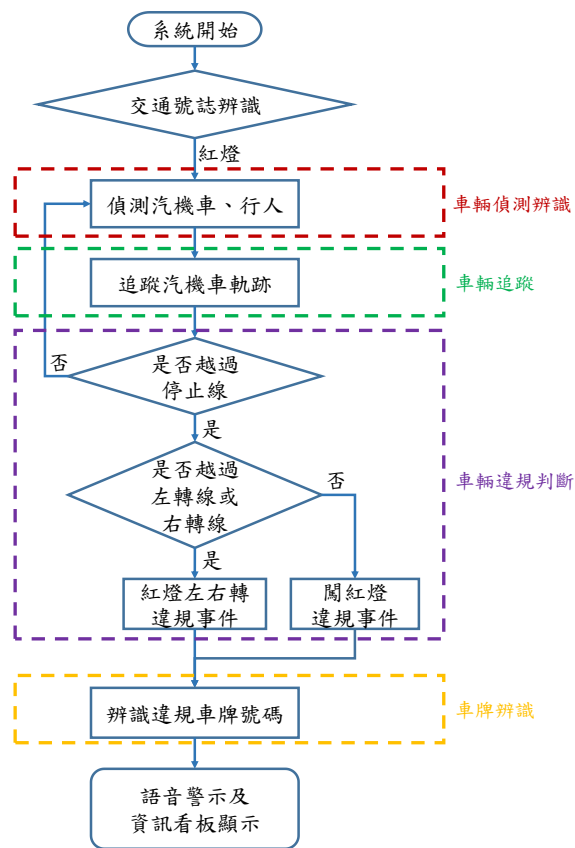


圖 3、高雄市用路人危險行為監控與語音警示系統

#### A. 車輛偵測辨識

本計畫利用深度學習之方法進行路口物件辨識及偵測，首先蒐集路口的影像進行標記，其物件類別分為：汽車、機車、行人、腳踏車、公車等，並輸入 YOLO(You Only Look Once, YOLO)卷積網路架構進行訓練，當圖像經過此卷積網路架構便能判斷出影像中路口物件的類別及位置，如圖 4 所示，實現路口交通事件的多目標即時檢測，以利後續汽機車的行車軌跡追蹤。

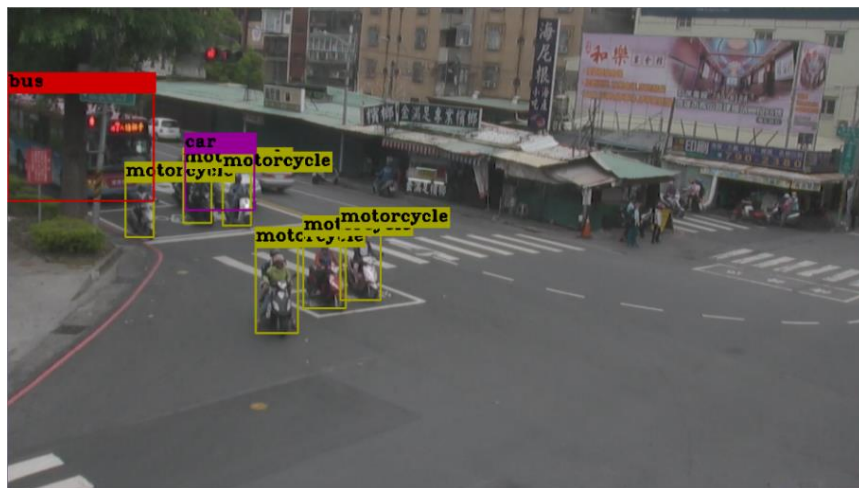


圖 4、路口多物件偵測辨識初步結果

## B. 車輛與行人追蹤

利用卡爾曼濾波演算法，將深度學習網路偵測所得到之物件種類以及位置代入，接著經過不斷的預測及更新兩大階段，得知車輛與行人的行駛軌跡，進而方便於判斷違規行為事件發生(如圖 5)，紅色及綠色線分別為行車軌跡。

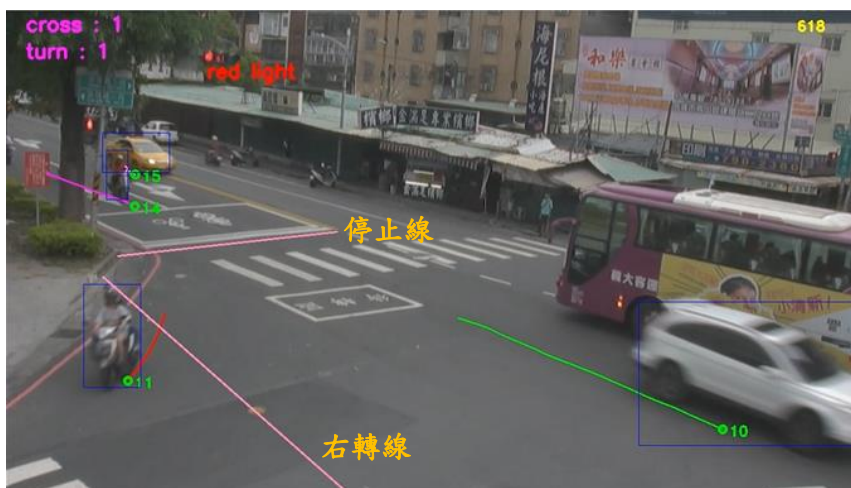


圖 5、行車軌跡追蹤初步成果

## C. 車輛違規判斷

完成追蹤後，可分別記錄每輛汽機車的行駛軌跡點，將點代入自行開發的決策演算法，判斷車輛是否越過停止線，是則回溯之前車輛軌跡是否在停止線之前，此時已構成違規的初始條件，接著再判斷車輛當前軌跡點是否超越右轉線，以上述之條件決定是屬於闖紅燈違規事件或是紅燈左右轉違規事件。

## D. 車輛移動安全事件判斷

透過車輛之軌跡追蹤，同時可連動多個車輛物件之相對位置變化，判斷可能之道安事件並加以預警，例如：車輛闖紅燈、車輛於路口未禮讓行人等預警系統。

## (6) 系統架構

### A. 具深度學習的車牌影像辨識系統

本計畫為能克服開放式環境下的車牌辨識，將大量搜集並建立路口多元複雜的行車環境，尤其是陰天及雨天或深夜的環境資料，並建立一個具深度學習的車牌偵測與辨識系統(License Plate Detection and Recognition)，如圖 6 所示為具 9 層卷積式神經網絡

(convolutional neural networks, CNN)架構，並經過次取樣、池化及卷積式運算求得出精確的車牌辨識結果。

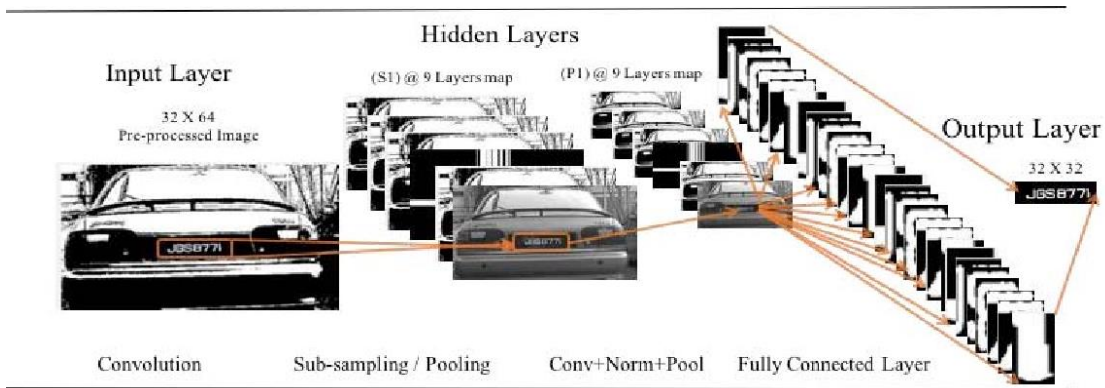


圖 6、具深度學習的車牌偵測與辨識系統  
(來自 A Next-Generation Secure Cloud-Based Deep Learning License Plate Recognition for Smart Cities)

#### B. 佈設位置與警示內容設計

本案偵測設備規劃設置於路口處(雙向雙車道)，預計共設置 4 個車道(含)以上之偵測設施，每向車道各安裝一個車輛行為用途的攝影機以及一個車牌辨識用途的高階車牌辨識攝影機，其安裝概念如圖 7 所示及其警示內容設計如圖 8 所示(實際佈設位置及數量可能會依未來各路口所需偵測之道安事件分析樣態而有所微調)。

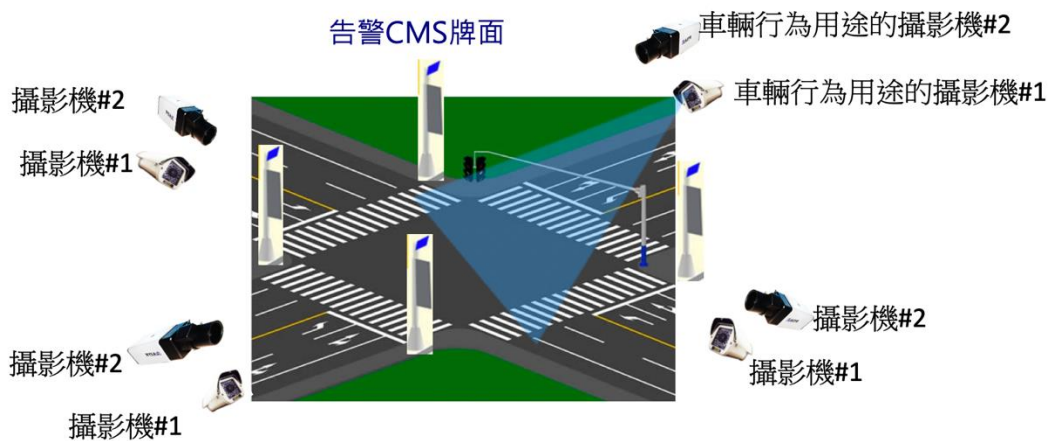


圖 7、系統架設位置



圖 8、CMS 警示內容設計

本計畫監控對象為號誌化路口之違規行為，包含車輛闖紅燈、未禮讓行人，表 4 為這些事故肇因之用路人交通行為與事故風險分析。

表 4、號誌化路口危險交通行為開發規劃

事故肇因	用路人交通行為	監控行為	風險		
			高	中	低
車輛闖紅燈	車輛闖紅燈	紅燈時穿過停止線直行、左轉或右轉	V		
	車輛加速搶黃燈	直行、左轉或右轉（若能停車，則應停車。） 距路口約 30~50 公尺內區域	V		
	綠燈未亮提早起步	直行、左轉或右轉	V		
未禮讓行人	未禮讓行人	車輛行經行人穿越道未依規定禮讓，致使行人停讓	V		

#### (7) 推動組織架構

本計畫範圍參與單位包含高雄市政府交通局、警察局，並由高雄市政府交通局智慧運輸中心擔任主要計畫執行工作。

#### (8) 計畫推動風險控管（預期風險及因應）

計畫推動各階段所面臨之風險與因應方式如下：

##### A. 第一階段(發包)

計畫發包階段主要風險為確實掌握得標廠商執行計畫能力，包括廠商成員之知識、執行經驗。可於招標書內妥善訂定相關條件，同時妥善規範計畫時程以確保廠商可順利完成計畫內容。

## B. 第二階段(執行)

計畫執行階段主要風險為確認計畫執行之實際進度和規劃內容相符。可於計畫執行時定期召開工作會議，並邀請計畫相關學者進行期中與期末審查會議，確保計畫進度與品質。

## C. 第三階段(維運管理)

計畫執行後之主要風險為系統維運，須確認計畫之系統完成後，得標廠商規劃之維運方式可順利進行。可於計畫合約中明訂各項設備與系統保固時間與項目，同時於計畫報告中訂定標準作業程序，於各審查階段即可檢視該作業程序是否符合維運需求。

### 3. 與同轄區內其他智慧運輸計畫或其他相關計畫(例如:智慧城市發展計畫、公路公共運輸多元推升計畫)之關係

本府於 108 年於前鎮區中華五路/正勤路、中華五路/時代大道應用 AI 車種影像辨識技術與 AVI 車牌影像辨識技術之結合，建置機車違規左轉辨識系統，針對未依規定二段式左轉之機車進行監控及取締，成效顯著、違規率降低 80%以上；在本計畫中可擴大應用範圍，本計畫進一步利用路口影像設備，即時蒐集路口人、車及號誌之活動影像，透過即時運算判斷路口行人與車輛是否有違規行為，當違規行為發生時，即發出警示提醒用路人有違規行為，以藉此讓用路人了解違規行為實屬危險行為，以避免違規再次發生，進而減少肇事。

### 4. 分年期工作項目

- (1) 109 年已完成計畫招標、系統功能軟硬體整體規劃、中心硬體建置工作，並完成工作計畫書、期中報告。
- (2) 110 年續進行系統整合測試、上線運作、績效評估等作業。

## 參、預期進度

表 5 109-110 年計畫辦理時程規劃表

工作內容	109-110 年											累計進度 (%)	累計支用金額 (千元)	備註： 1. 計畫總期程 2. 重要檢核點請標註
	D+30	D+60	D+90	D+120	D+150	D+180	D+210	D+240	D+270	D+300	D+330			
1. 招標作業												20%		※
2. 路口設備盤點、新增或調整												70%		※
3. 系統調教、違規偵測，項目包含： (1) 車輛闖紅燈 (2) 車輛未禮讓行人														
4. 期末驗收												100%		※

## 肆、經費分析

### 一、計畫經費概估

本計畫經費計 1,100 萬元。

### 二、補助款請領期程及經費來源

表 4 執行項目分年期經費表（單位：元）

年度	申請撥付期別	執行項目	撥付比率	請款期程	中央補助經費	地方自籌經費	合計經費
109   111 年	第 1 期	完成招標作業	30%	109/07	2,804,930	495,070	3,300,000
	第 2 期	完成路測設備建置，期中階段工作，違規偵測包含 1.車輛闖紅燈 2.車輛未禮讓行人	50%	109/12	4,674,883	825,117	5,500,000
	第 3 期	完成期末工作，系統驗收	20%	110/4	1,869,953	330,047	2,200,000
合計			100%		9,349,766	1,650,234	11,000,000

## 伍、預期成果效益

針對汽、機車作闖紅燈及未禮讓行人的預警，透過資訊可變標誌及語音警示，期降低機車、汽車違規率達 50%，及路口肇事率達 20%。