



國立臺北科技大學

National Taipei University of Technology

電動車暨省油車技術發表會

子計畫3：行車安全輔助技術

陳柏全、黃有評、尤正吉、曾百由、陳彥霖

● 簡報大綱

● 前言

● 執行項目規劃

● 技術內容簡介

智慧+綠能



綠能

Information Technology

IT

智能

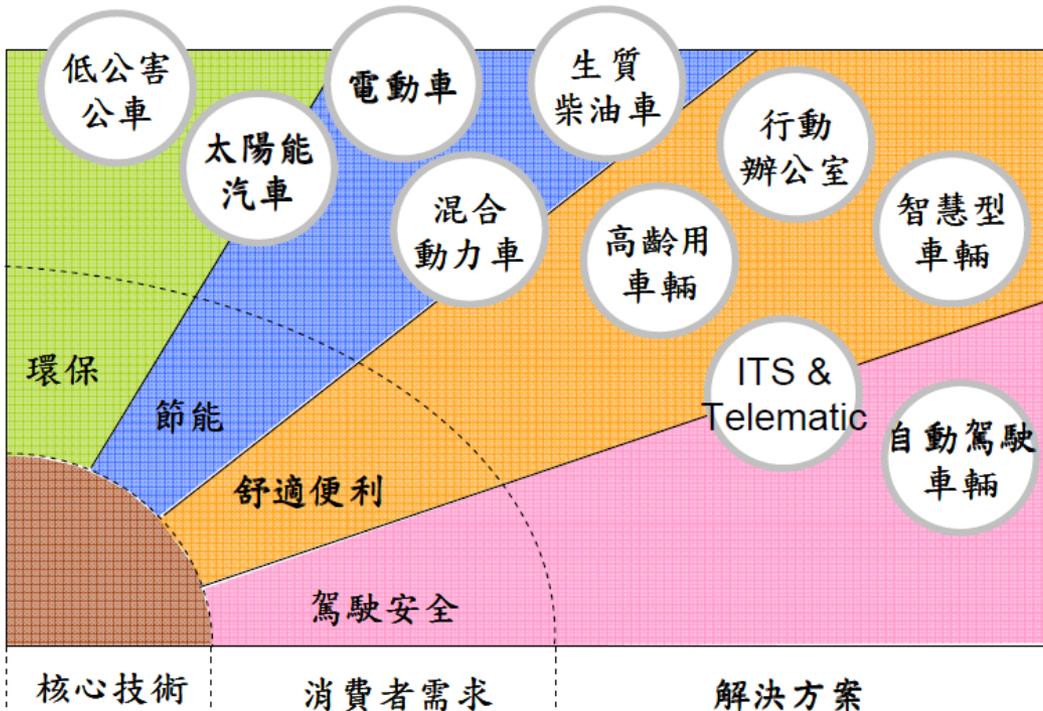
Vehicle

Energy Technology

ET

綠能

創新技術核心定位

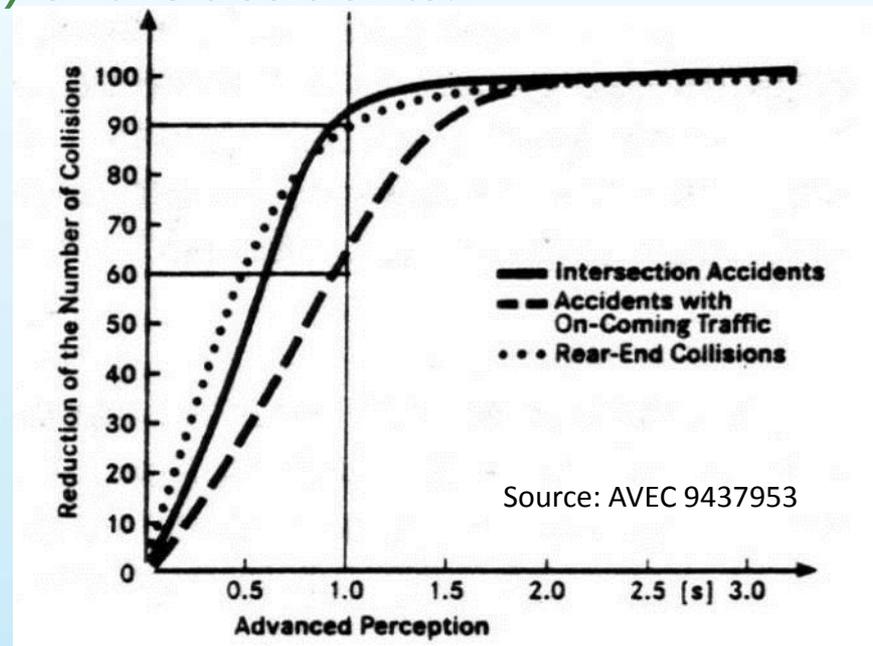
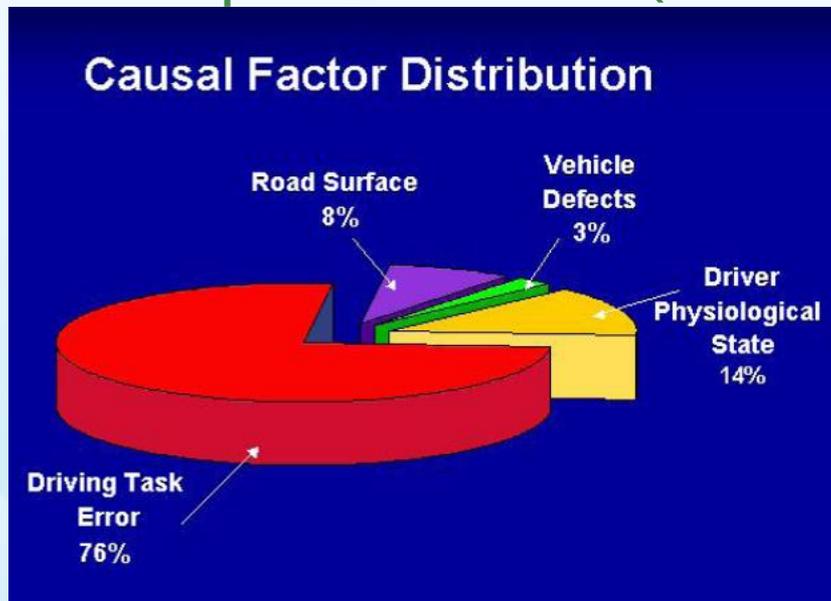


智慧



Advance Warning

- Human error is the main factor for 75% of all ground vehicle crashes. Even higher (80-90%) for commercial vehicles.
- Human delays (mean for brake reaction time ~ 0.75 sec) creates unwanted vehicle and traffic behavior.
 - It was found that 0.5 (1.0) second of advance warning could prevent 30-60% (60-90%) of the accidents.



Active Safety Technologies

Dangerous Situation

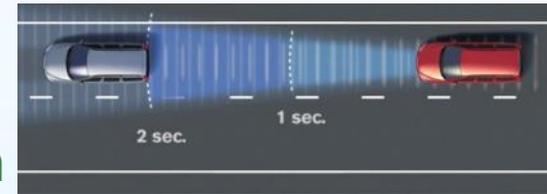
- ▶ Lane departure warning and control
- ▶ Rear-end collision warning and control



Adaptive Cruise Control

Automatic braking

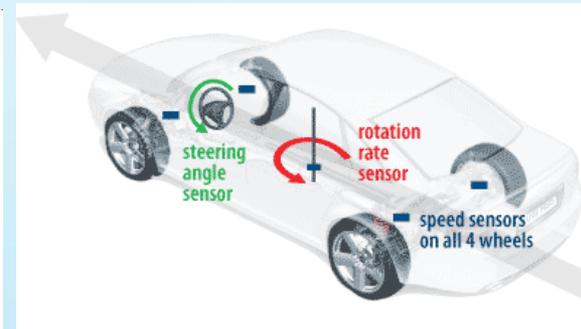
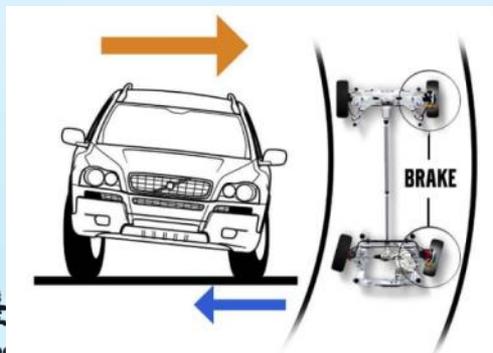
- ▶ Pedestrian protection
- ▶ Intersection collision warning/prevention
- ▶ Electronic stability control



Anti-lock brake system

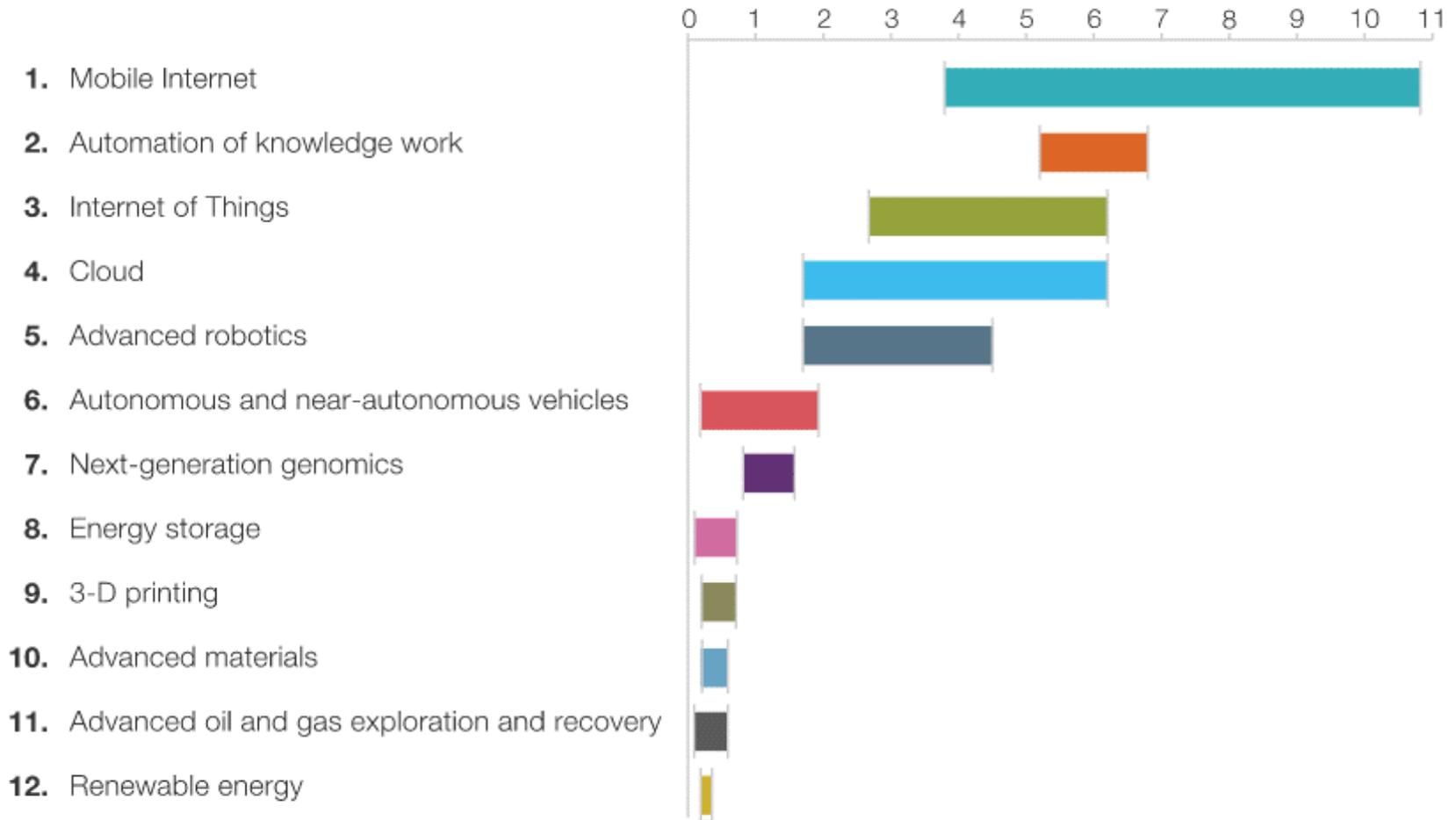
Traction control system

- ▶ Rollover warning and control



Disruptive Technologies

Estimated potential economic impact of technologies across sized applications in 2025, \$ trillion, annual



SOURCE: McKinsey Global Institute

Autonomous Vehicles



#6 Autonomous or near-autonomous vehicles

Vehicles that can navigate and operate autonomously or semiautonomously in many situations

Potential economic impact in 2025 across sized applications of **\$0.2 trillion–\$1.9 trillion**

Could save **30,000–150,000 lives** from potentially fatal traffic accidents

Component technologies

- Artificial intelligence, computer vision
- Advanced sensors—eg, radar, Lidar,¹ GPS
- Machine-to-machine communication

Key applications

- Self-driving cars and trucks

103年執行項目規劃

全周障礙物偵測(陳彥霖)

- ▶ 利用攝像機進行影像式全周障礙物偵測，辨識率達90%以上
- ▶ 利用雷達+影像的感知器融合技術進行前方障礙物偵測，可進行全天候行人與障礙物偵測，日夜間平均偵測辨識率達95%以上

全周碰撞警示(陳柏全)

- ▶ 利用影像式全周障礙物偵測結果，進行碰撞警示，準確率達90%以上
- ▶ 利用前方障礙物偵測結果，可進行全天候行人與障礙物碰撞警示，日夜間偵測準確率達95%以上

103年執行項目規劃

汽車駕駛模擬器(曾百由)

- ▶ 發展曲面投影的自動校正顯示系統
- ▶ 發展可供HIL驗證的原廠整合式車電系統介面
- ▶ 即時互動控制動感平臺性能提升
- ▶ 主動式力回饋方向盤控制

行星齒輪式轉向系統(尤正吉)

- ▶ 符合阿克曼轉向幾何之機構的設計
- ▶ 提供駕駛者所需之輔助轉向扭力
- ▶ 提供高低速時所需之變動減速比

路面平整度偵測技術與安全駕駛教育系統(黃有評)

- ▶ 開發即時偵測道路平整度APP，建立道路平整度資料
- ▶ 整合學校教育與相關單位，建構完整的安全駕駛系統

全周障礙物偵測

全天候行車安全輔助系統之快速視覺辨識技術暨嵌入式多核心平台之研發

快速HOG特徵之計算與偵測演算法

HOG特徵資料庫之建立、訓練與自動化

基礎影像特徵演算法擷取、訓練與資料庫技術模組

基於日間影像之快速HOG特徵之偵測演算法之日間行人偵測與辨識技術

基於夜視影像之快速HOG特徵之偵測演算法之夜間行人偵測與辨識技術

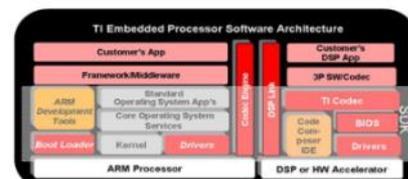
結合HOG特徵演算法之路牌偵測、辨識與資訊萃取技術

結合特徵演算法之日間、夜間之行人與路牌偵測與辨識技術模組

雛型系統驗證平台



Software Architecture – DM Devices

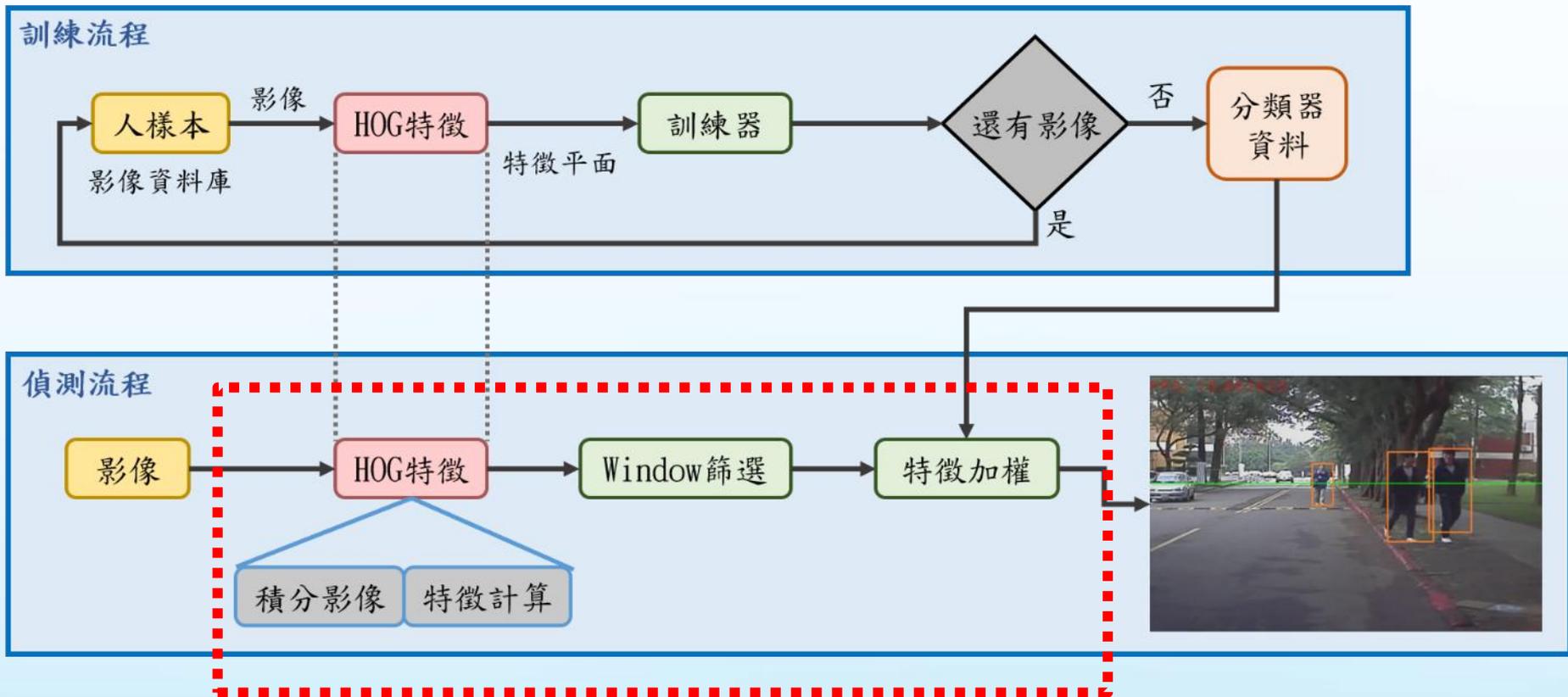


■ Industry Standard OS SW Component - Free
 ■ TI Provided Components - Free
 ■ Customer, 3rd Party Code, or Open Source

SDK – Software Development Kit Available Free from TI

全天候全周障礙物之快速視覺辨識技術暨嵌入式多核心平台之研發之整體架構圖

機車、行人偵測技術流程圖



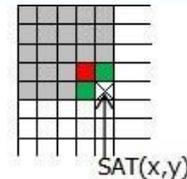
演算法改善部分

● 積分影像改善

- 原始積分影像計算量，每個Pixel的運算量為2次加法、5次減法、3次記憶體存取。

$$SAT(x, y) = \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y g(i, j)$$

2 additions
5 subtractions
3 memory load



$$= SAT(x-1, y) + SAT(x, y-1) - SAT(x-1, y-1) + g(x, y)$$

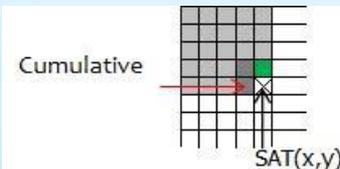
- 計算積分影像改由Cumulative的方式，每個Pixel的運算量可以縮減為2次加法、1次減法、1次記憶體存取。

$$temp += g(x, y)$$

$$SAT(x, y) = \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y g(i, j)$$

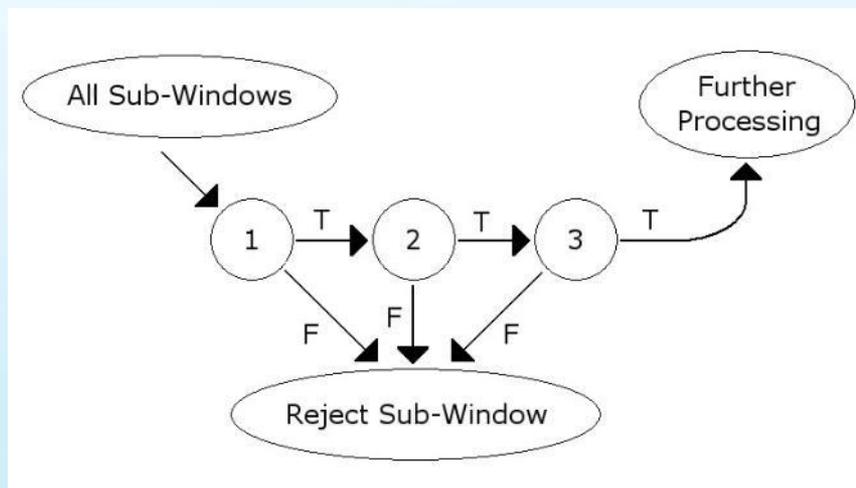
$$= SAT(x, y-1) + temp$$

2 additions
1 subtractions
1 memory load



Cascade Classifier

- 直接使用高性能的強分類器進行辨識，系統將會把大量的時間用在非行人區域計算上面。
- Cascade Classifier最主要的用途就是使得計算速度增快，前面使用辨識率較低但速度較快的特徵過濾大部分的背景影像，後面使用辨識率較高但速度較慢的強分類器來辨識。

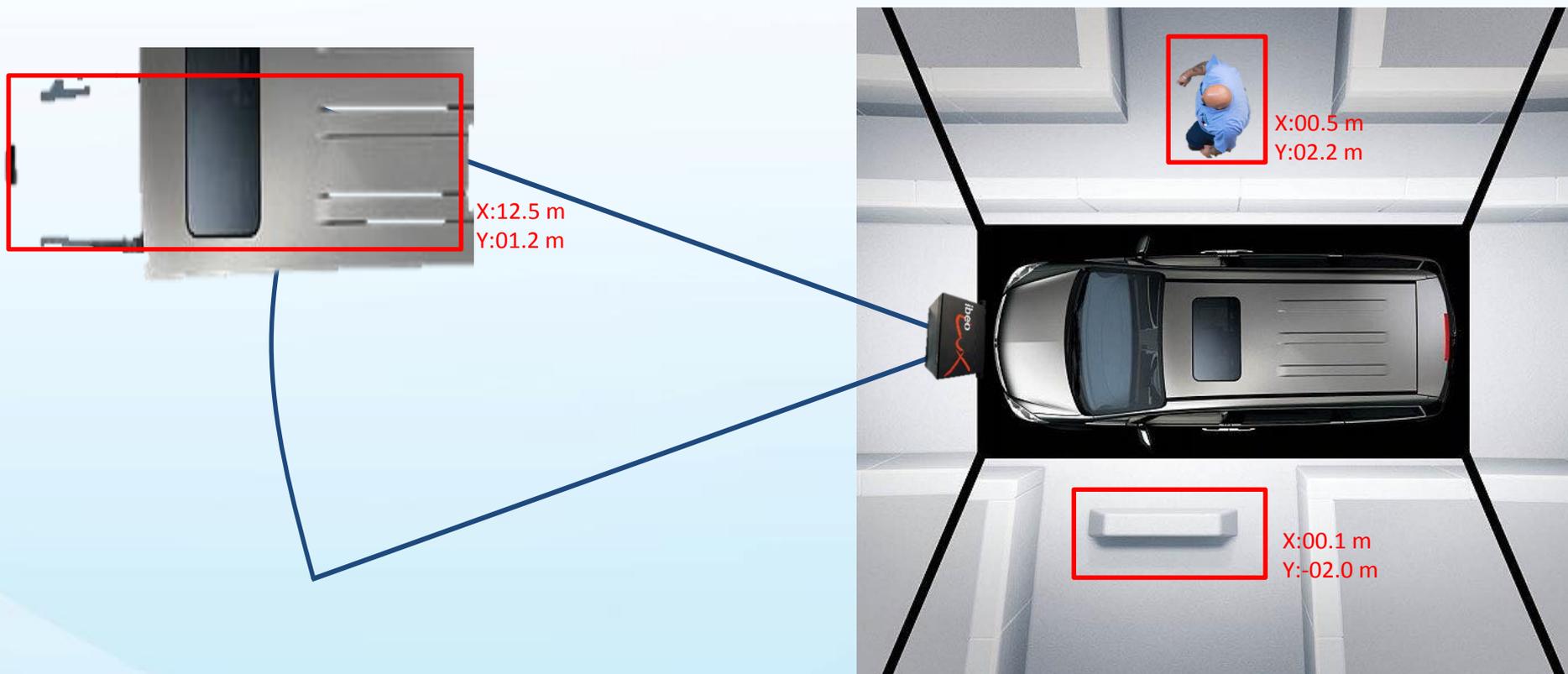


實驗結果



全周碰撞警示

- 在目標車裝設全周影像擷取系統及雷射雷達，利用影像進行全周物體偵測，雷達與前方攝影機進行感知器融合得到前方物體資訊。



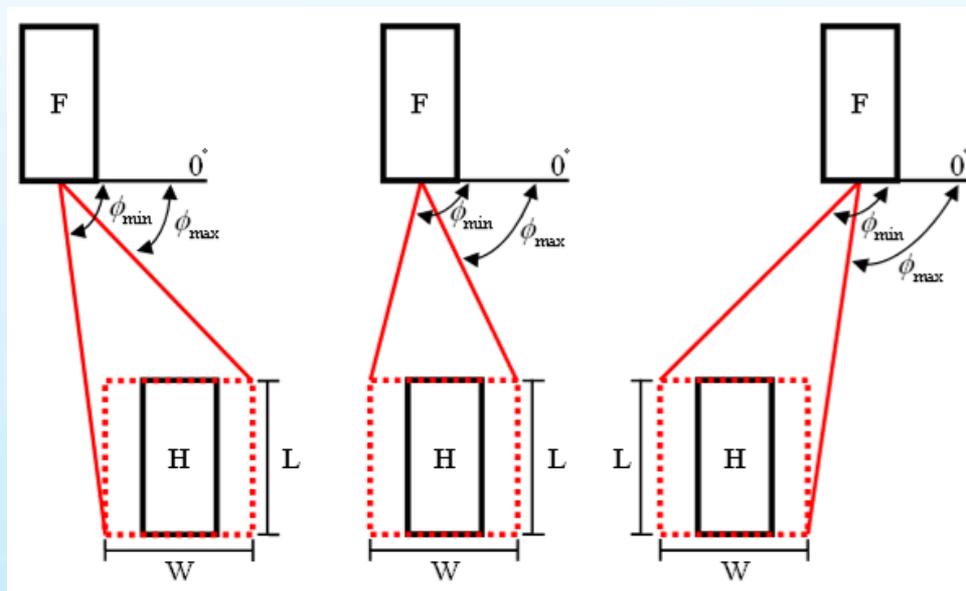
碰撞風險計算

● 得到障礙物相對本車資訊後進行

▶ 碰撞時間估測

$$TTC_k = \frac{-\hat{V}_k - \sqrt{\hat{V}_k^2 - 2\hat{A}_k\hat{R}_k}}{\hat{A}_k}$$

▶ 碰撞風險判斷



● 主動避障控制

● 當系統判斷即將發生碰撞時，系統將進行主動避障控制。包含

▶ 自動緊急煞車控制

當車輛即將發生碰撞時，系統將驅動煞車系統讓車輛減速並維持最小安全車距避免碰撞。

▶ 自動緊急轉向控制

對於前方突然出現的物體，系統判定煞車無法避免碰撞時，系統將控制煞車及轉向進行閃避避免碰撞。

◎ 目標車改裝



加裝雷射雷達



轉向系統改裝

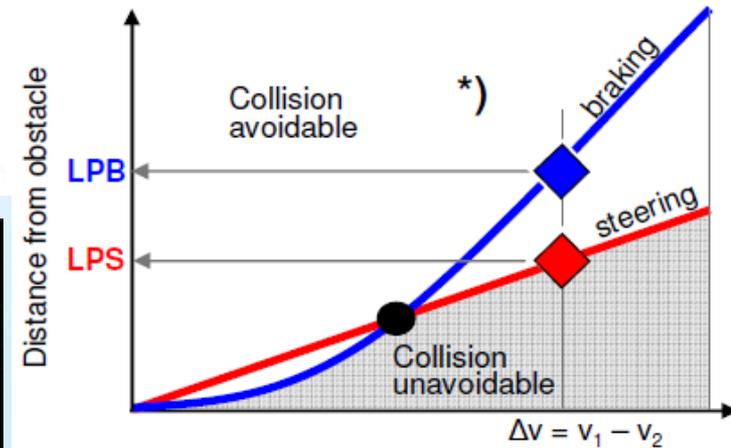


煞車系統改裝

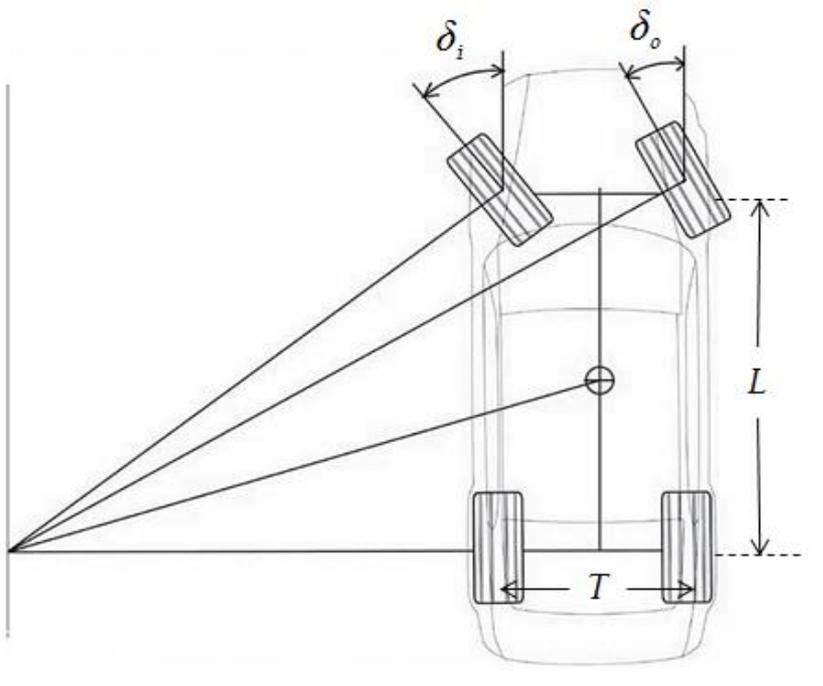
預期成果

Automatic evasive maneuver for collision avoidance

Source: Continental Emergency Steer Assist 2010



行星齒輪式轉向系統



阿克曼轉向：

$$\delta_o = \tan^{-1} \left(\frac{L}{L \cot \delta_i + T} \right)$$

- ▶ 低速時降低輪胎磨耗
- ▶ 回正力矩隨轉向角度穩定增加
- ▶ 提供駕駛者穩定的轉向回饋

平行轉向：

$$\delta_o = \delta_i$$

- ▶ 高速時提供較大的轉彎力
- ▶ 避免車輛打滑

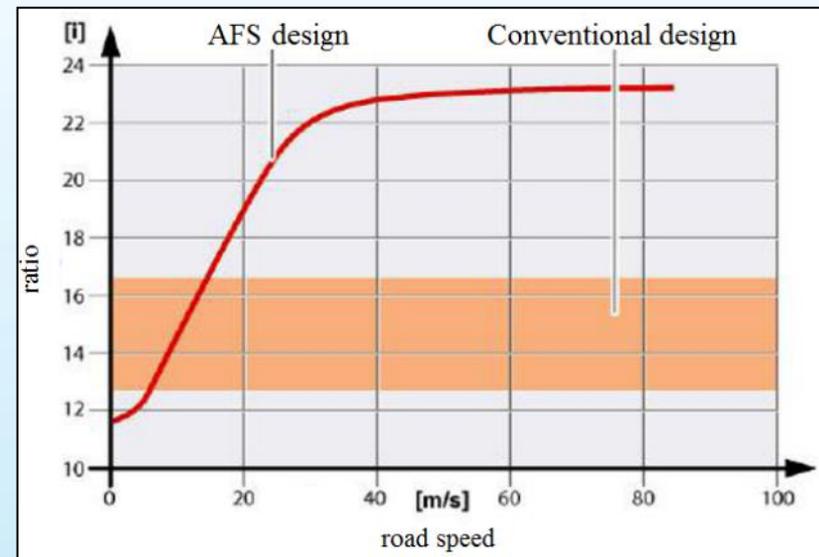
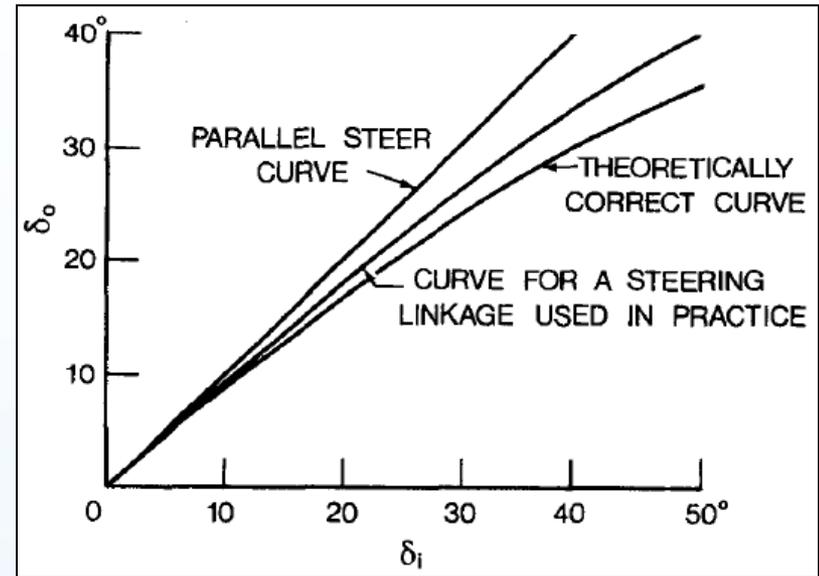
● 現有轉向系統

● 齒條小齒輪轉向機構

- 轉向幾何介於阿克曼轉向與平行轉向間(為折衷設計)、只提供固定的減速比

● 主動轉向系統(AFS)

- 可依車速調整減速比，但轉向幾何仍為折衷設計



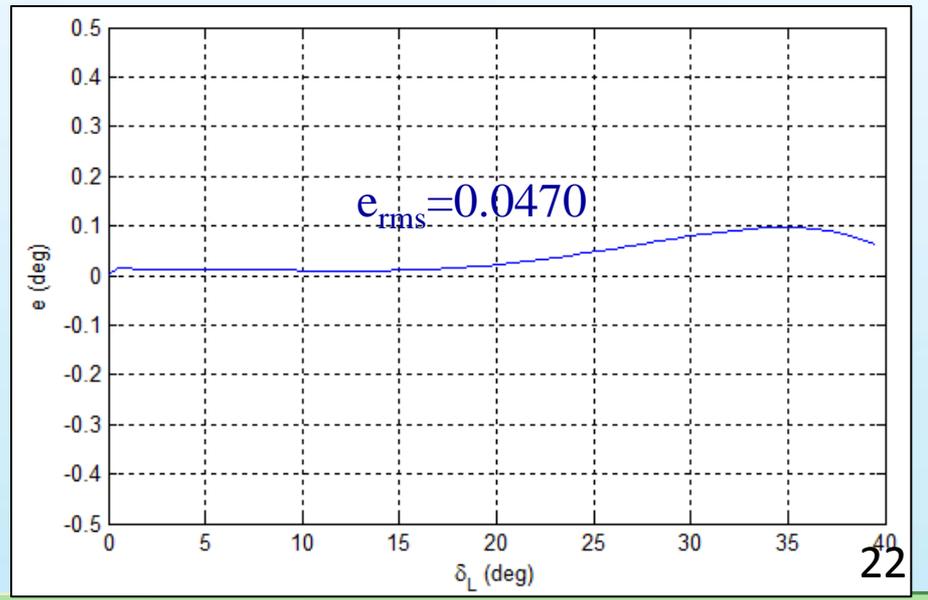
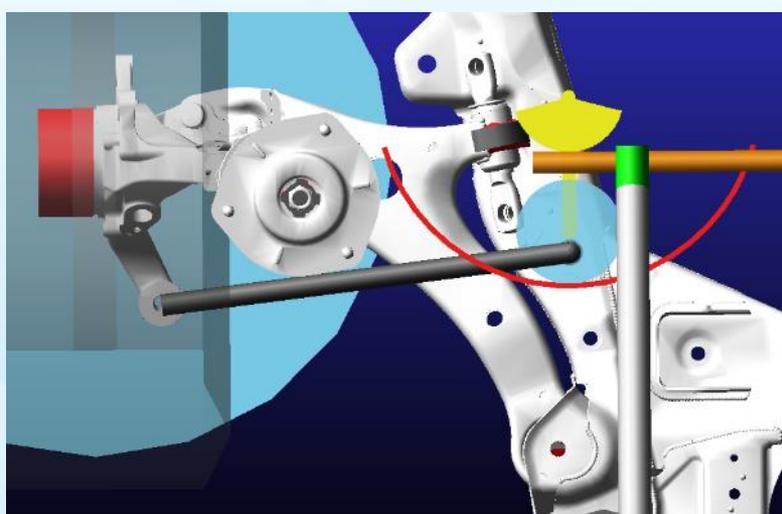
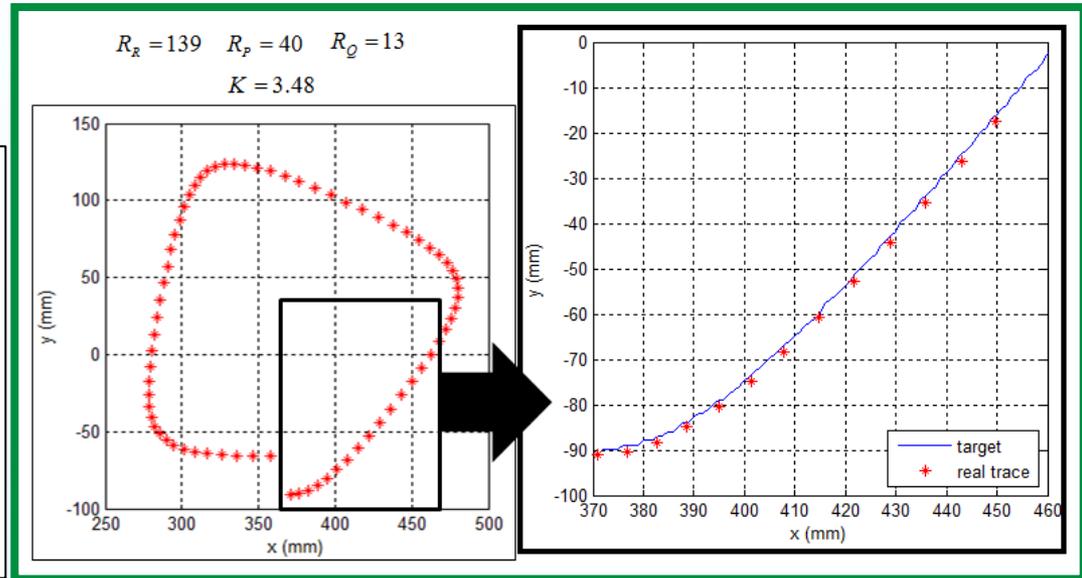
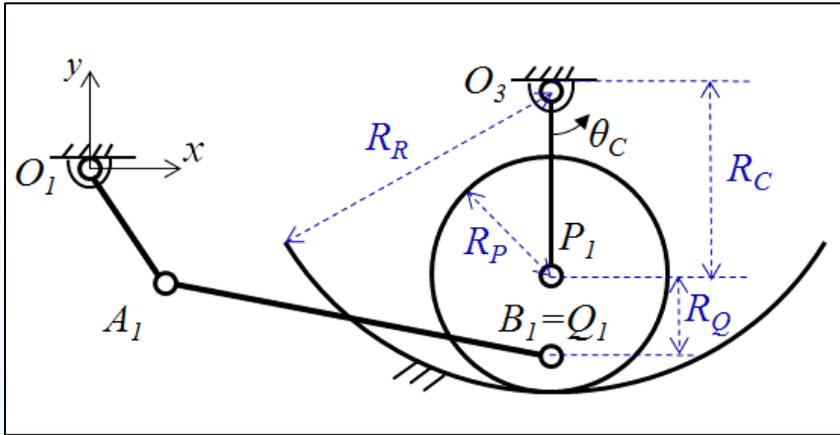
獨立主動轉向機構(AIFS)

可依車速調整減速比以及轉向幾何

● 主要技術產出

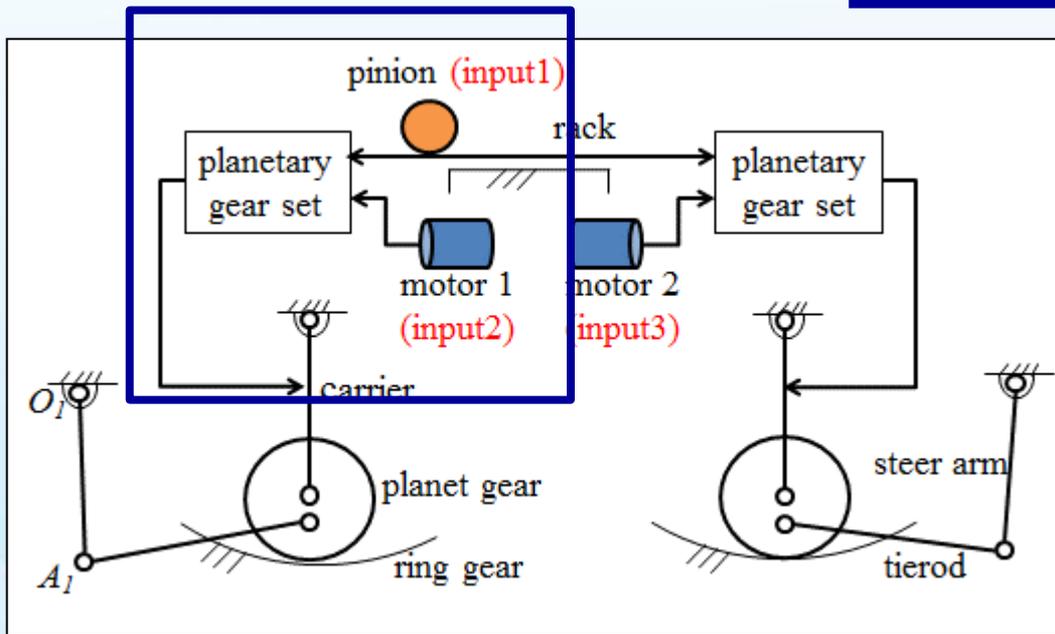
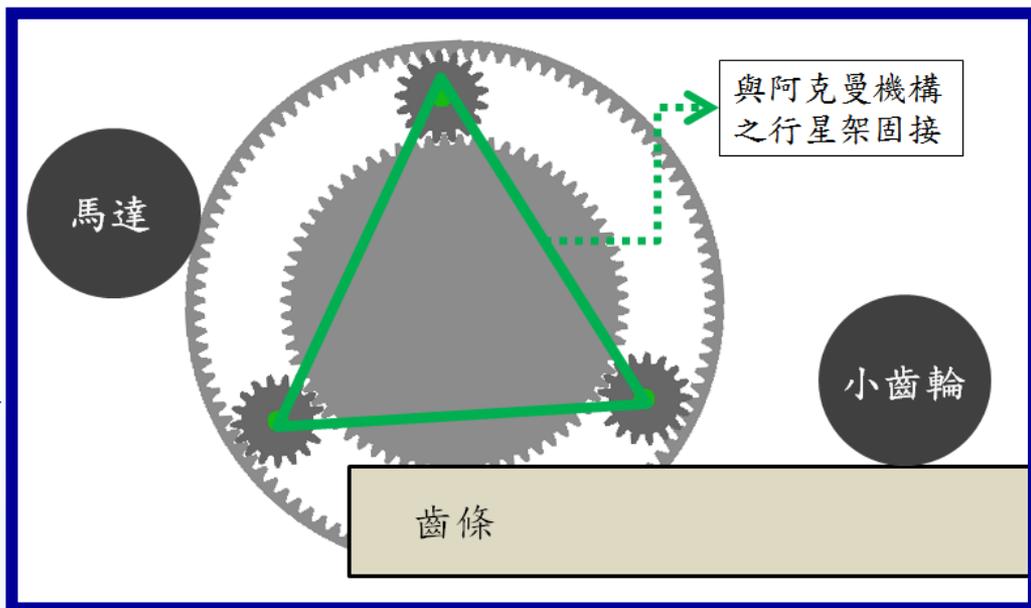
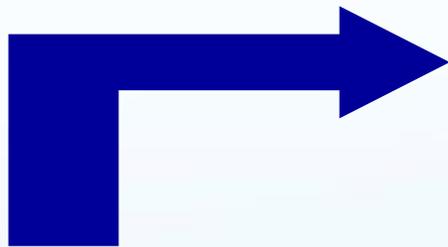
無太陽輪之特殊行星齒輪機構產生幾乎無誤差之阿克曼轉向幾何

● 阿克曼轉向機構設計



主要技術產出

獨立主動轉向機構



方向盤轉動小齒輪帶動齒條，齒條跟著帶動太陽輪，馬達接在環齒輪，行星架輸出

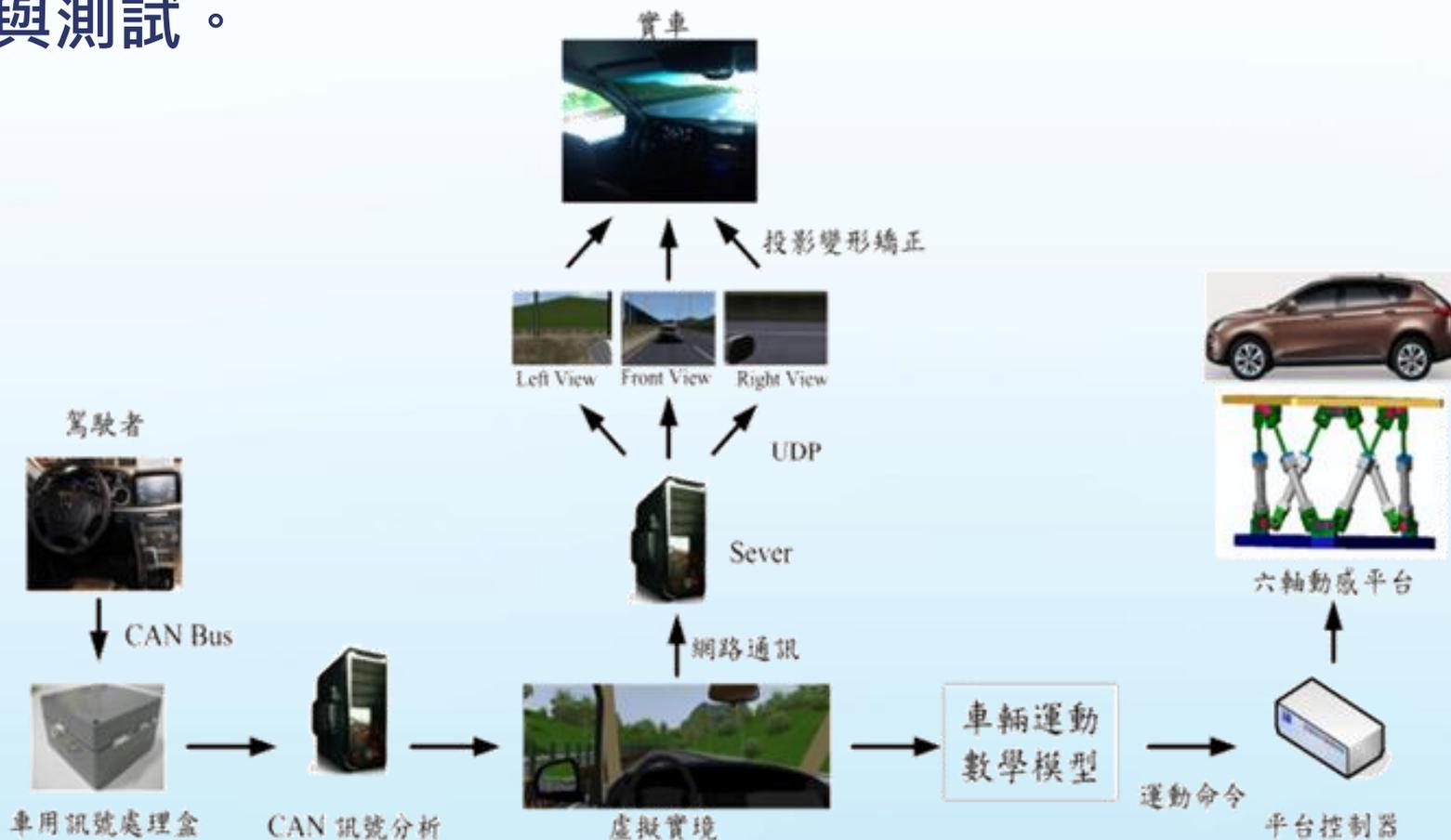
- ▶ 低速時不需馬達之補償即可產生阿克曼轉向幾何
- ▶ 中高速時藉由馬達的輸入修正輪胎轉角，同時調整轉向減速比與轉向幾何

● 汽車駕駛模擬器

- 實車駕駛操控介面整合
- 環場即時互動影像系統
- 電動史都華平台動感模擬
- 多車互動駕駛模擬
- 力回饋方向盤開發
- 線控系統測試環境開發
- 道路影像輸出

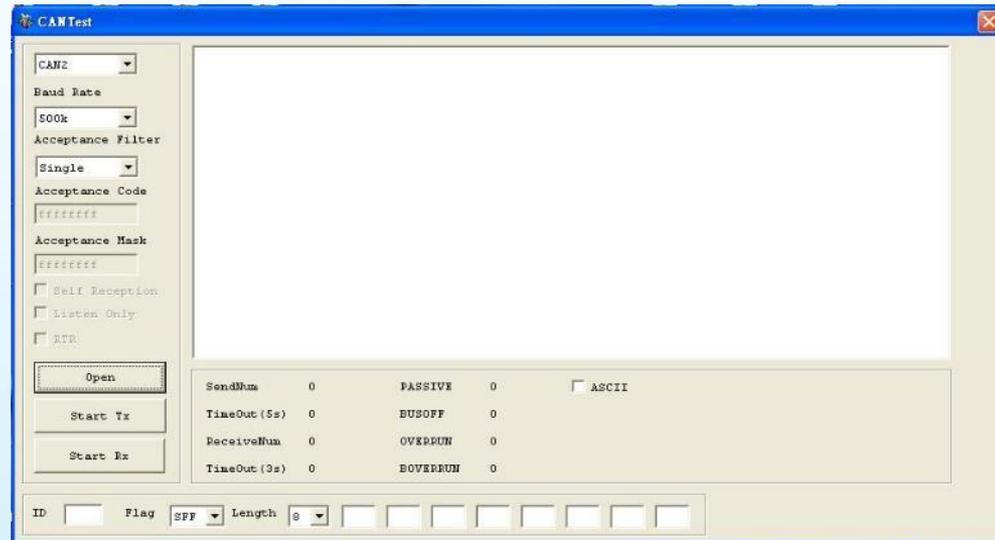
● 汽車駕駛模擬器

- 提供仿真實境的駕駛測試環境，具備視覺與體感的操控回饋，在最低的風險與成本條件下，進行車輛功能開發與測試。



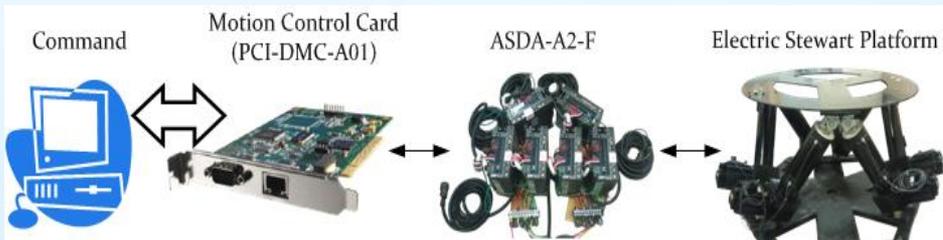
● 實車操控介面

- 使用實車座艙改造。
- 開發車電系統控制訊號CAN Bus介面，提供駕駛操控介面予車輛動態模型CarSim計算運動資訊。



● 電動動感平台

- 自主開發即時同步六軸伺服馬達控制技術，解決串列伺服控制技術缺陷，以提高系統反應速度，滿足動感模擬需求。
- 即時接收車輛動態模型CarSim車輛運動動感，並即時更新平台動態與伺服馬達控制命令，可達100 Hz命令更新率。



線性加速度x, y, z
角速度pitch, roll, yaw

CarSim

運動控制軸卡初始化

UDP連線初始化

UDP/IP

NTUT101 DEMO

Servo Monitor		Axis1	Axis2	Axis3	Axis4	Axis5	Axis6
Command (mm)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feedback (mm)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Motion Cue & Inverse Kinematics						
	X	Y	Z	Pitch	Roll	Yaw
Object Attitude	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
Platform Attitude	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Extension (mm)	Axis1	Axis2	Axis3	Axis4	Axis5	Axis6
	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000

動感法則與逆向運動學

Start End UDP Only Monitor SYON Center Home Set Home

控制六軸平台之人機介面

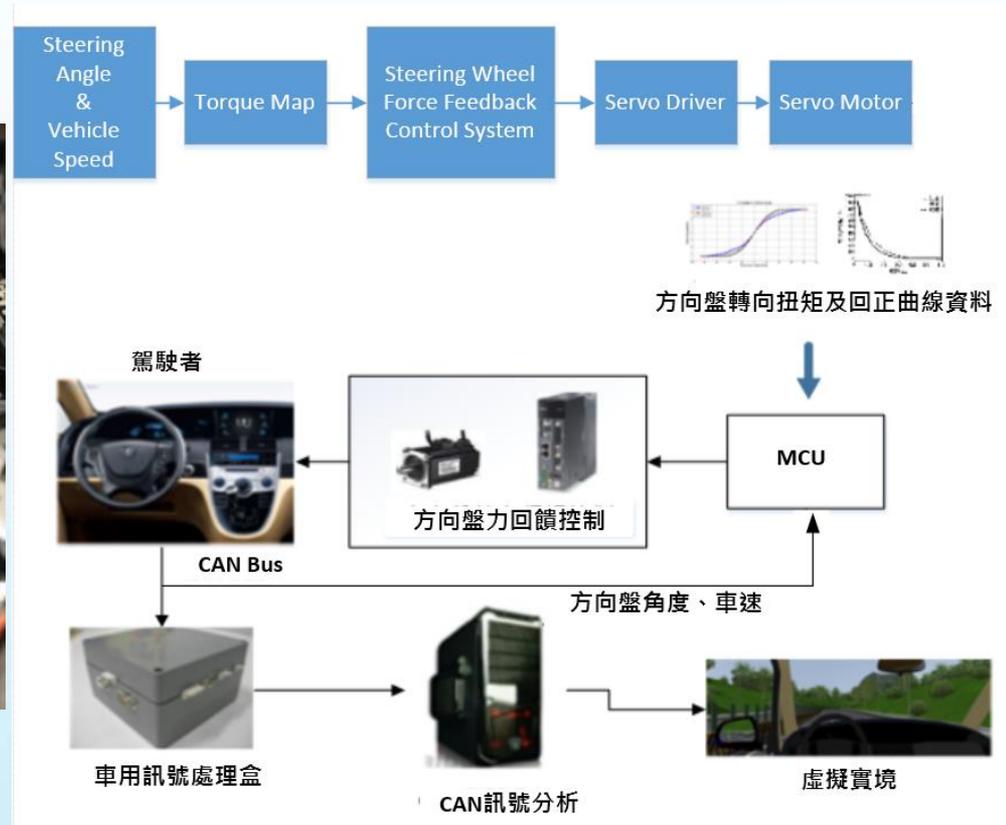
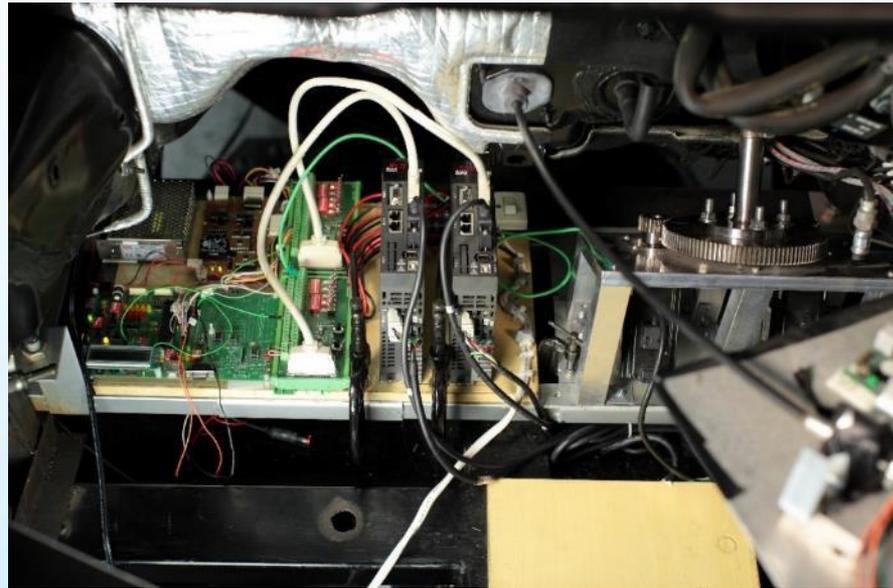
● 環場虛擬視覺

- 發展多面投影拼接融合技術，快速自動影像變形校正與重疊拼接融合，展示廣角曲面投影顯示技術。



● 力回饋方向盤控制系統

- 利用伺服馬達控制技術產生方向盤操控負載，提升駕駛操控真實感。



● 路面平整度偵測與安全駕駛教育

- 道路為人民主要使用的公共設施，道路品質攸關於城市進步的指標也是公共建設中的基礎建設。
- 道路施工品質經常讓民眾詬病不夠平坦，主要原因是工程人員在不同時間開挖道路、道路鋪面材質不良與天候因素，導致道路路面不平整。
- 不平整路面嚴重影響行車安全，同時加快汽機車零件與輪胎的耗損。



落差為1公分，
正常路面。



落差為4公分，
危險路面。



落差為2.6公分，
警告路面。

● 主要技術產出

● 偵測道路平整度系統：

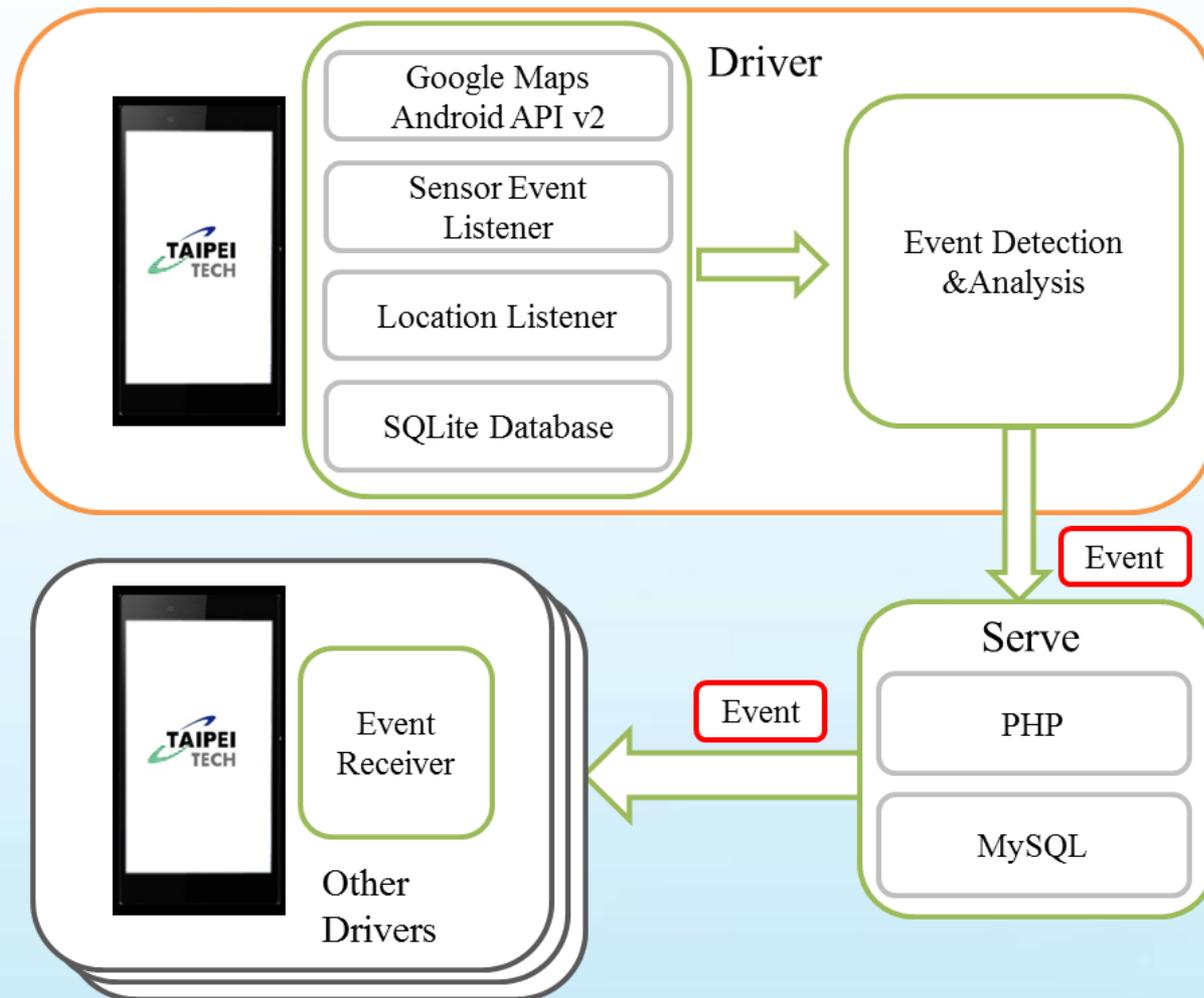
- ▶ 以智慧型手機內建三軸重力加速度感測器與全球定位系統(Global Position System) 結合Google Maps與雲端資料庫，設計即時檢測不平整路面監測系統。

● 結合歸屬函數學習演算法：

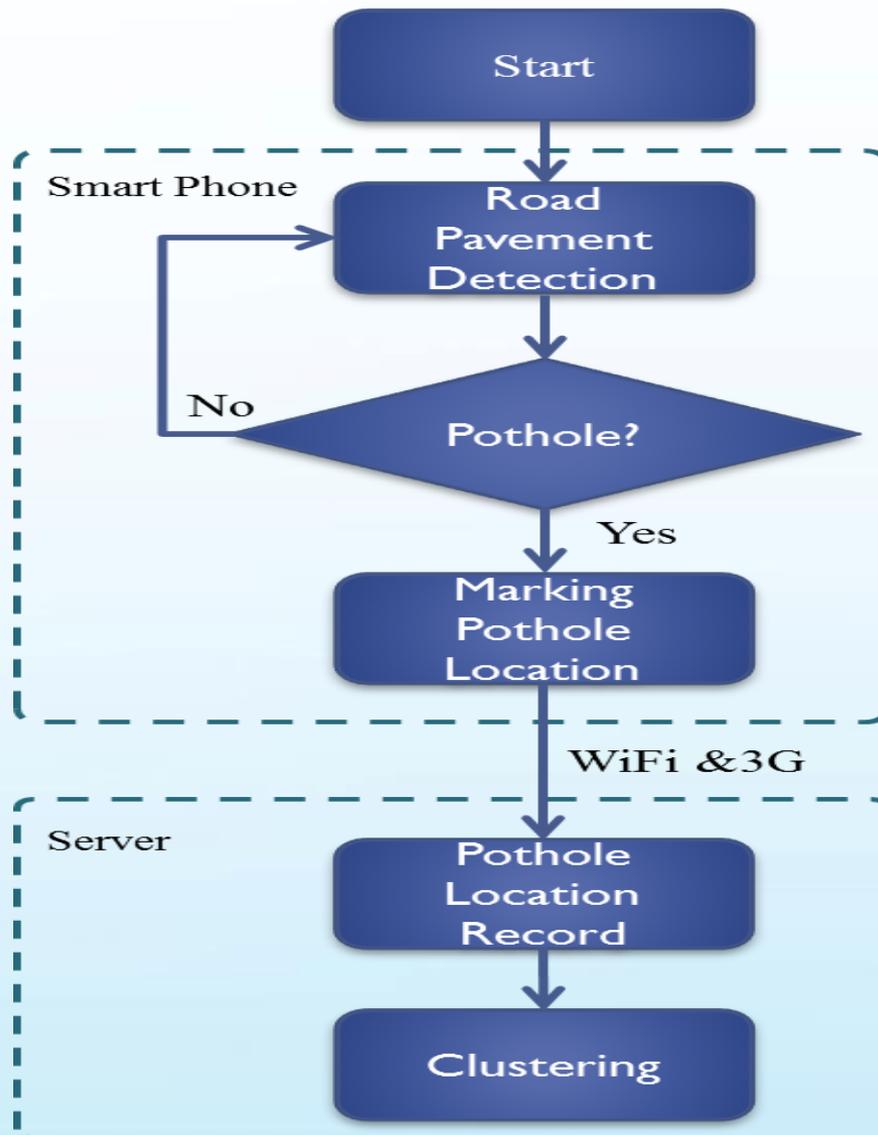
- ▶ 使用最陡坡降法調整第一型模糊歸屬函數，提升系統準確率。

軟體架構

- 本軟體架構包偵測不平整路面系統、Google Maps、資料庫。



系統執行流程



系統執行結果



- 藍色標誌為起點，紅色標誌為終點
- 棕色驚嘆號標誌為警告路面，紅色驚嘆號標誌為危險路面。
- 實際道路坑洞:13
- 程式判斷道路坑洞:12
- 程式辨別率:92.30%

● Q & A

Thank you for your attention.

