

車輛安全防護與警示系統

黃其泮

彰化師範大學電子工程系

cphwang@cc.ncue.edu.tw

施志民

資訊工業策進會

danielshih@iii.org.tw

陳星宇

資訊工業策進會

edwardchen@iii.org.tw

摘要

一個全面性的車輛安全防護與警示系統，必須由行駛環境、車輛動態參數、與駕駛行為三個交互作用因素，進行車輛安全防護與警示系統的研製。其中，車身上加裝加速規與陀螺儀感測器，用於追蹤車身的動態行為，進行車輛與行駛路面互動參數的擷取，做為行駛環境監控事件的基本感測資料。OBD 診斷接口配合 OBDII 協定，即時取出車輛的車速與引擎轉速等動態資料，用於分析車輛行駛中的動態事件。駕駛行為的擷取是以 Kinect 為感測器，擷取駕駛上半身深度影像資料，進行駕駛手臂運動的軌跡追蹤。最後，將三項感測監控事件融合形成具時序的事件流，配合行為辨識規則庫進行駕駛行為推理，據以輸出安全防護與警示動作來達成系統的功能目標。

關鍵詞：車輛安全防護與警示、車輛駕駛行為、Kinect 感測器、機器手臂運動模型。

Abstract

The interactions between driving environment, vehicle dynamic parameters, and driver behavior must be considered to develop a comprehensive vehicle safety and warning systems. Among them, the accelerometer and gyro sensors are extra installed on vehicle to track the interactive behavior between road and vehicle that are further applied to derive out the specific driving environment events. The vehicle dynamic behavior events are derived from vehicle speed and engine RPM that are extracted from OBD diagnosis port by OBDII protocol. The depth image above waist from Kinect has been adopted to analyze the kinematic trajectory of two arms to conclude the driver behavioral events. Finally, those serial temporal events are

collected to trigger rules in drivers' behavioral awareness system for generating corresponding actions to remind driver for safety which can effectively achieve the system goal of vehicle safety guard and awareness system.

Keywords: vehicle safety guard and awareness、driver behavior、Kinect sensor、kinematic model robotic.

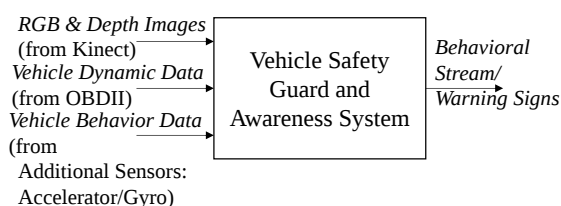
1. 前言

大部分的車輛意外事故起因於行駛環境(driving environment)、車輛(vehicle)、與駕駛(driver)三個因素的交互作用[1]，車輛安全防護系統的發展一直伴隨著車輛科技進步而不斷地被加強，道路與交通號誌管制措施也持續改善，但每年的車輛意外事故，造成的傷亡數字還是沒有明顯下降，事故發生的頻率也未見減緩。若將肇事原因分成駕駛人、機件、行人(或乘客)、交通管制(設施)、以及其他等項區分，從警政署的道路交通事故統計資料顯示，其中駕駛人分項佔總肇事件數的 98%以上[2]。在國外，美國國家公路交通安全管理局(NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration)統計有 80%的重大事故，以及 65%次重大事故也都起因於駕駛人的疏失[3]。所以，車輛駕駛行為分析與警示成為車輛安全防護系統發展的重點方向。

由於車輛的使用安全與行駛環境、車輛動態參數、與駕駛行為三個因素息息相關，一個全面性的車輛安全防護與警示系統的研發，必須納入上述三因素，一起探討它們於車輛操控時的交互關聯作用，據以進行各項安全防護監控技術，用以即時發出正確警示，來達成防範意外事故發生的系統目標。圖一為車輛安全防護與警示概念系統，使用 Kinect 體感知、低成本的加速規與陀螺儀感測模組、以及 OBDII 診斷接口，有效擷取駕駛行為、行駛環境、與車輛動態等參數，並經由感測資料調節(sensing data conditioning)、事件轉譯(event

translation)、與行為辨識推論(behavior awareness reasoning)等階段操作,用於進行各項安全防護監控與警示功能研發。其中,Kinect用於擷取駕駛上半身深度影像資料,進行駕駛手臂動作的追蹤並產生相關監控事件;例如駕駛手離方向盤事件[4]。

車輛上增加微機電式(MEMS)加速規(accelerator)與陀螺儀(gyro)感測器,用於追蹤車身動態行為,進行車輛與行駛環境互動參數的擷取,並依照預設條件產生相關監控事件;例如車身過度傾斜或蛇行等動態行為事件。OBD 診斷接口配合 OBDII 詢答協定,用於取出即時的車速與引擎轉速等車輛動態資料,用於分析車輛行駛中的動態事件;例如車輛速度的變化用於分析車輛急加減速等異常事件。最後,三項感測來源分析出的事件流(event streams),一起匯至駕駛行為辨識推理模組,進行輸出安全防護與警示動作產生推理,具體達成車輛安全防護與警示系統的功能目標[5-6]。在第二節中定義整體系統結構,第三節描述整體系統功能的實作,第四節為本論文結論。

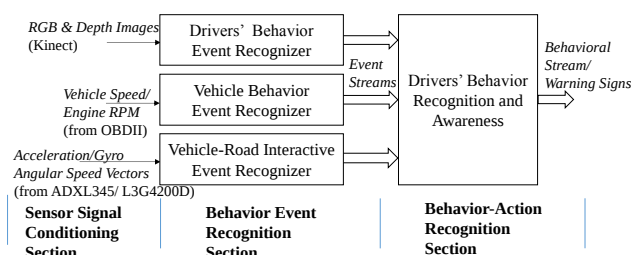


圖一、車輛安全防護與警示概念系統

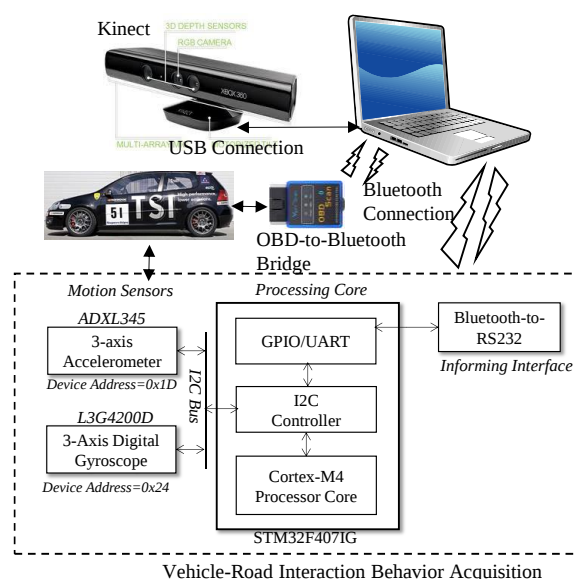
2. 系統結構

車輛安全防護與警示系統功能結構分成感測器信號調節段(sensor signal conditioning section)、行為事件識別段(behavioral event recognition section)、與行為-動作識別段(behavior-action recognition section);如圖二所示,依序進行感測信號融合(signal fusion)、辨別離散事件(discrete events)、與行為警示推論等資訊抽象化階層(information abstraction level)提升操作。因駕駛行為、行駛環境、與車輛動態等參數是經由三組不同類型感測器來擷取,且信號連結介面各異。所以感測器信號調節段用於調適異質介面,以方便於感測信息的取得匯入,作為後續各類信號處理與推理軟體的基本輸入訊息。整個系統硬體平台是以便於攜帶的筆記型電腦為核心;如圖三所示,並配合單晶片微處理機建構低階感測器的連接硬體介面,以取得感測信號。最後,再由微處

理機中建構的網路橋接模組,將取得感測信息匯入筆記型電腦,做為後續信號處理、識別、與警示訊息推理等操作階段的輸入感測訊息。



圖二、駕駛行為識別警示系統功能結構



圖三、駕駛行為識別警示系統硬體平台

駕駛行為感知使用 Kinect,在感測器信號調節段是藉由 USB 介面與筆記型電腦連接,用以取得駕駛深度影像資料。車輛動態訊息主要取自車輛自身控制器中的感測訊息,它們可經由車輛提供的 OBD 診斷接口,配合 OBDII 的詢答協定進行擷取。由於 OBDII 屬於特定領域協定,大部分個人電腦系統並未提供相關通信協定,所以,感測器信號調節段中 OBD-to-Bluetooth 橋接模組,用於轉譯低階詢答命令操作,並以 Bluetooth 通信介面協定與硬體平台核心連結,讓硬體平台來取得車速、引擎轉速、節氣門開度、以及引擎冷卻溫度等車輛動態資料,作為於車輛安全防護與警系系統的基本感測資料來源。

一部分車輛與行駛環境的關聯訊息是透過加速規來取得,路面的坡度與傾斜度影響車身重心平衡,它們都可經由加速規取得的重力加速度 g 的分量 g_x 、 g_y 、與 g_z 來推論取得。另一方面,車身的滾動(roll)、俯仰(pitch)、與偏

行(yaw)等角速率，會直接影響車輛行駛的穩定度，也可直接反應駕駛行為；例如變換車道。所以，它是車輛安全防護監控與警示的重要參數，因此陀螺儀成為整體安全防護系統不可或缺的重要感測器之一。然而，加速規與陀螺儀並未被車輛控制系統納入採用，因此在硬體平台中必須納入設計建置。因為筆記型電腦不具有加速規與陀螺儀的介面連端口，並考慮模組化設計利於未來功能延伸，以及兼顧裝置位置選取的彈性。所以，在感測器信號調節段選用單晶片微處理機，提供加速規與陀螺儀連結所需的 I²C 匯流排介面，並搭配 Bluetooth-to-RS232 通信傳收模組，建立與筆記型電腦連結的標準介面，讓加速規的路面坡度傾斜感測資料，以及陀螺儀擷取的车身轉動率，穿透異質介面的障礙，將感測資料匯入車輛安全防護與警示系統參考應用。

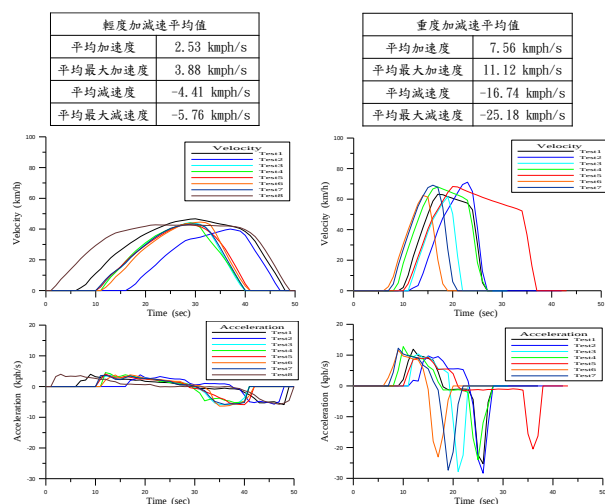
行為事件識別段包括車輛行為事件識別器(vehicle' behavioral event recognizer)、車輛-道路互動事件識別器(vehicle-road interactive event recognizer)、與駕駛行為事件識別器(drivers' behavioral event recognizer)等三個平行的功能模組，它們的主要功能分別將 OBD 診斷接口取得的車速、引擎轉速、節氣門開度、以及引擎冷卻溫度等車輛動態資料、加速規取得的重力加速度與陀螺儀取得的滾動、俯仰、與偏行角速率等低階感測器信號、以及 Kinect 取得的駕駛深度影像資料，進一步執行信號抽象化操作產生離散事件串流(discrete event stream)，用於觸發後續行為-動作識別推論規則以即時產生警示動作。行為-動作識別段以駕事行為警示辨識與警示模組為主，它內建監控與警示規則庫(monitor and awareness rule base)，配合來自行為事件識別段的事件串流，觸發內建規則來產生即時的警示動作，達成監控與警示的系統功能目標。

3. 系統實作

整體系統實作以 Microsoft Visual Studio 的整合發展環境為基礎，使用 C#配合 Kinect SDK 進行各項功能模組與警是動作人機介面的研製。感測器信號調節段中低階的 OBD-to-Bluetooth 橋接模組與車輛行為擷取(vehicle behavior acquisition)模組，它們是以單晶片微電腦微平台，配合 Keil 整合開發環境進行研製，各項功能單元研製在下節詳述。

3.1 車輛行為事件識別器

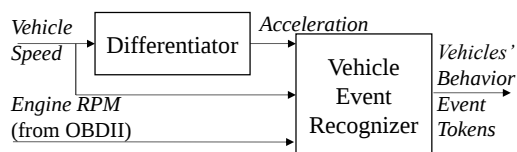
車輛動態行為事件辨識是以車輛行車車速與引擎轉速，作為車輛行為事件辨別的基本感測訊息，它們是由 OBD 診斷端口配合 OBDII 詢答通信協定取得。超速肇事在人為車輛交通事故中佔很高比例，由車速與引擎轉速的變化可推測駕駛習慣。安全防護監控警示系統雖然無法改變駕駛人習慣，但是它可以適時提醒車輛駕駛來避免意外事故的發生。圖四是在平坦無車之空曠場地，重覆測試七至八次模擬駕駛的輕度加減速與重度加減速，歸納出輕度加減速在 +3.8kmph/s(平均在 +2.5kmph)至 -5.7kmph/s(平均在 -4.4kmph/s)之間，重度加減速在 +11.1kmph/s(平均在 +7.5kmph)至 -25.18kmph/s(平均在 -16.7kmph/s)之間。輕度加減速致使駕駛與乘客前後俯仰幅度小，不會引起不舒適的感覺讓，以及駕駛穩定操控車輛。重度加減速致使駕駛與乘客感到明顯前傾後仰，引起駕駛分心而提高肇事機率，甚至會讓乘客跌下座位受傷而造成意外。另一方面，長距離高速行駛會讓駕駛疲憊，低車速高引擎轉速的操作，易讓車輛產生爆衝意外，它們都是重要的監控警示項目。



圖四、車輛動態行為實驗

圖五為車輛動態行為事件辨識模組結構，由微分器(differentiator)與車輛事件辨識器(vehicle event recognizer)組成。因 OBDII 協定沒有提供車輛加速度資料，所以微分器用於將車速資料微分來取得車輛動態加速度信號，整體事件辨識整合 OBDII 詢答功能將被實作在單晶片微處理機平台上。由圖四實驗結果得知，加速度的值可隱示駕駛習慣，但低階感測值用於安全防護監控推論較為複雜，為簡化後

續監控推論應用，車輛事件辨識器(vehicle event recognizer)使用臨界值(threshold)比較法，用於產生特定事件來激發監控規則，以產生對應的防護警示動作。首先，使用測得車速導出的加速度值，與重度加速度平均值比較，做為重度加速度事件產生的臨界值。因直接以文句字串代表事件發生，會加重推論時比對的計算量。所以，在系統研發實作上以預設的訊標(token)來表示，並將所有訊標定義建表置入駕駛行為事件識別器中，做為規則定義與推論條件建置的基礎。例如重減加速度事件以 VB-1 訊標表示，其中 VB (vehicle behavior)代表車輛行為類事件，數值為事件編排序編號。



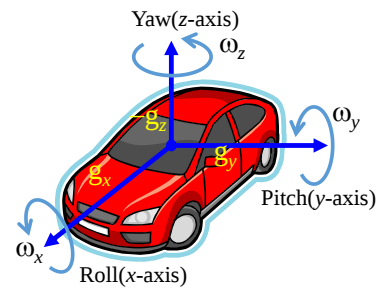
圖五、車輛動態行為事件識別

在先期實作的車輛事件辨識器中，其他預先設定的事件訊標如下：VB-2 代表車速超過 90km/h 的臨界值事件，可用於超速或長途高速駕駛警示推論。VB-3 訊標表示低車速高引擎轉速事件，它以車速低於 20km/h，但引擎轉速超過 4000rpm 為臨界值，可配合引擎冷卻溫度對引擎耐受度，或長爬坡與防暴衝警示推論。反之。VB-4 訊標用於表示高車速低引擎轉速事件，它以車速超過 50km/h，但引擎轉速低於 3000rpm 為臨界值，可用於長下坡滑行警示推論。

3.2 車輛-道路互動事件識別器

車輛正常行駛於道路路面，車身會跟隨路面坡度或斜度變化，與一般機車行駛狀況不同。因為在平坦路面上，機車的車身傾斜度也可能會依騎士操控而產生變化。所以，在車輛上裝置傾斜向量與轉動向量相關感測元件，能正確有效地取得車身與道路互動的動態行為。目前，用於傾斜與轉動向量的感測元件為加速規與陀螺儀微機電類型晶片，為能讓車身座標與感測器向量作標一致以正確取得感測物理量，圖六為以車身底盤中心點為準的參考座標示意圖，依照目前用於車輛運動力學(kinematics)探討的滾動(roll)、俯仰(pitch)、與偏行(yaw)等軸向座標定義，配合加速規與陀螺儀所感測的傾斜與轉動向量，進行車輛—道路互動事件的識別器研製。在車輛運動力學中定

義的滾動軸與直角座標系統 x 軸同向，其它俯仰與偏行軸分別與直角座標系統 y 軸與 z 軸同向。加速規取得的 g_x 、 g_y 、與 g_z 用於傾斜角針測，因加速規是以重力加速度物理量用於傾斜偵測，所以圖六中沿 z 軸的 $-g_z$ 用於表示車輛座標系統，相對於加速感測座標系統定義差異。其次是圖六中 ω_x 、 ω_y 、與 ω_z 為陀螺儀感測值，用於表示車身在三個軸向的滾動角速度(angular velocity)分量。

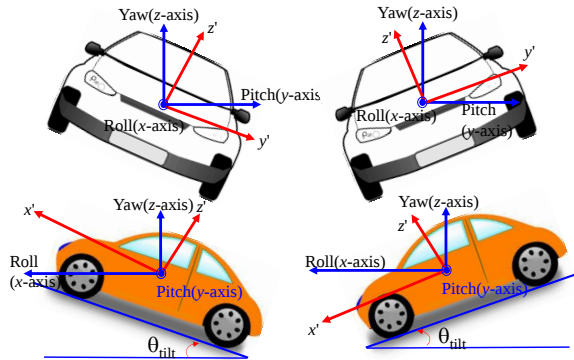


圖六、車輛動態姿勢直角座標定義

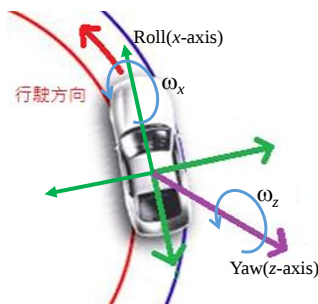
圖七為車輛與道路動態傾斜角變化圖示，圖上半部由車前視角觀察滾動(roll)傾角，是道路路面傾斜不平所引發車輛沿 x 軸滾動的傾角變化，它藉由 z 軸與 y 軸的重力加速度值，使用 $\tan^{-1}(-g_z/g_y)$ 計算傾斜角度，其中 $\tan^{-1}(y/x)$ 使用 $\text{atan2}(y/x)$ 函數計算。圖下半部由車側視角觀察俯仰(pitch)角，是道路坡度引發車輛沿 y 軸滾動的傾角變化，它藉由 z 軸與 x 軸的重力加速度值，使用 $\text{atan2}(-g_z/g_x)$ 計算道路坡度傾斜角度。圖八為車輛在行駛彎道動態轉向角速度變化圖示，在平面彎道或變換車道時會產生滾動與偏行角速度的變化，若路面不平整則會偵測到俯仰角速度變化，它們藉由陀螺儀感測器取得的 ω_x 、 ω_y 、與 ω_z 來表示，用於後續車輛—道路互動事件的識別。另外， ω_x 、 ω_y 、與 ω_z 的均方根(root-mean-square)值也可用於路面狀況的判斷。

車輛—道路互動事件識別輸入的加速規與陀螺儀感測器設計入下：加速規感測器使用 ADXL345，具有可動態選擇的 $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g/\pm 16g$ 量測範圍，並具 1 Hz 至 5 kHz 的取樣率。陀螺儀使用 L3G4200D，具有 $\pm 250/\pm 500/\pm 2000$ dps 的全感測範圍，據以感測三軸角加速度及角速度。加速規與陀螺儀感測器是使用 I²C/SPI 通信介面，將傾斜角與角速率量測值傳輸到單晶片微算機單元。單晶片微算機單元以 STM32F107 建構硬體平台，配合 C 語言進行車輛—道路互動事件識別器

(vehicle-road interactive recognizer)設計實作。另外，透過 I²C 介面讀取的陀螺儀感測的角速度資料，對時間做積分轉換成車身傾角資料，配合加速規感測資料進行校正，藉此取得更正確可靠的感測資料。



圖七、車輛與道路動態傾斜角變化



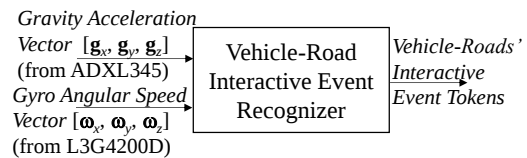
圖八、車輛與道路動態轉向角速度變化

先期探討的車輛-道路互動事件識別器；如圖九所示，設定的 VR (vehicle-road)事件訊標如下：VR-1 代表向左變換車道，它以偏行角速度 ω_z 大於設定臨界值產生，由於實測角速度 ω_z 的臨界值難度較高，將於計畫執行中透過實測持續擷取修正。同理，VR-2 代表向右變換車道，也是以偏行角速度 ω_z 大於設定臨界值產生。VR-1 與 VR-2 可用於變換車道時安全提示，或對於不當的蛇行進行監控警示。VR-3 與 VR-4 分別代表道路向左與向右傾斜，主要以加速規的感測量與陀螺儀積分的傾斜角，與設定的臨界值比較產生。VR-5 與 VR-6 分別代表道路上升與下降坡度，同樣使用加速規的感測量與陀螺儀積分的傾斜角，與設定的臨界值比較產生。VR-3、VR-4、VR-5、與 VR-6 可用於連續彎路與險升降坡的警示推論，對於山區道路行駛可適時警示來提高行車安全。VR-7 用於標示道路路面顛簸起伏狀況，它使用陀螺儀角速度的均方根(root-mean-square)值與臨界值比較產生，可提示駕駛防止車輛在其區道路

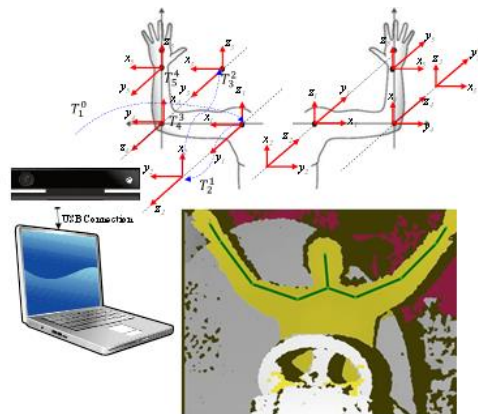
打滑失控。

3.3 駕駛行為事件識別器

駕駛行為感知使用 Kinect 放置於駕駛前方或右前方(以左駕車輛為例)，藉由 USB 介面與筆記型電腦連接，配合 Kinect SDK 提供的骨架分析功能函式來應用，系統架構如圖十所示。受限於駕駛位置空間，Kinect 擷取的關節影像與骨架的直角座標，常因駕駛動作與物件遮擋，導致骨架的直角座標無法正確輸出。所以，在本論文研究中採用機器手臂的運動方程式與反運動方程式，配合 Kinect 取得的骨架座標；如圖十所示，交互驗證補償來取得正確的關節運動軌跡，做為駕駛行為辨識的基本輸入。



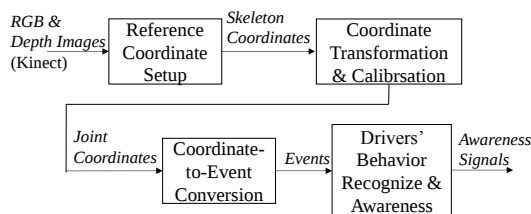
圖九、車輛-道路互動事件識別



圖十、駕駛行為監控與警示系統結構

駕駛行為的監控與警示功能實作分成參考座標設立、座標轉換與校正、座標-事件轉換、事件-行為轉換、以及行為警示輸出等操作階段；如圖十一所示。因每一位駕駛坐姿與體型會產生骨架座標的差異，所以參考座標設立操作階段是在每位駕駛進入駕駛座時，系統必須提示駕駛正確手握方向盤，以擷取骨架關節的起始直角座標參考值，並推導 Denavit-Hartenberg 關節模型參數，做為第二階段座標轉換與校正操作的重要參考資料，避免因駕駛坐姿體型的不同，或是手臂因操控車輛互相遮擋造成的誤判。

在狹小的駕駛艙內手臂關節因操作動作互相遮擋，得到錯誤的關節座標是可預期的，第一階段獲得的 D-H 關節參數可有效地修正錯誤的關節座標，據以得到正確的關節座標用於座標-事件轉換操作。因直接以關節直角座標軌跡識別駕駛行為，會產生大量資料存取與計算量的需求，且行為可視為一連串的事件變化。因此，在第三階段的座標-事件轉換先將駕駛座空間以 10cm^3 劃分，且每個立方空間皆訂定獨立標示代碼，所以關節座標的變化將轉換為出現在不同立方空間的事件變化，作為第四階段事件-行為轉換基本輸入的事件流。事件-行為轉換配合警示輸出建立一個有限狀態機，將欲警示的狀態設為目標狀態；例如雙手離開方向盤、手持行動電話、調整娛樂系統過久、或手放置排檔等，藉由第三階段的事件流觸發形成的狀態轉變來進行辨識，並在到達每個預設的狀態時發出警示訊息。



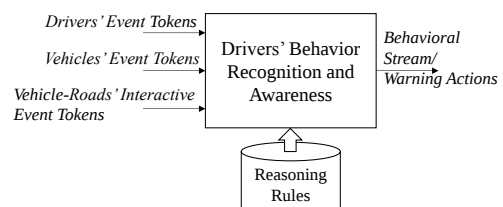
圖十一、駕駛行為事件識別操作階段

3.4 駕駛行為識別與警示推論模組

因為駕駛行為是交通事故肇事的主因，所以駕駛行為與習慣辨識成為車輛安全防護與警示系統的重心。圖十二的駕駛行為辨識與警示模組，它是車輛安全防護與警示系統第三功能段的核心，它內建監控警示規則庫(rule base)，由行為事件識別段饋入的車輛動態行為、車輛-道路互動、與駕駛行為等一序列時序觸發事件，以產生對應的安全防護與警示動作，即時修正駕駛行為來防範事故的發生，降低人為肇事的事故比例來達成系統研製目標。本論文研製的安全防護與警示規則包括對劇烈加減速度駕駛習慣矯正提示、長時間手離方向盤駕駛習慣矯正提示、任意變換車道警示、長距離爬坡提示、長距離險降坡警示、長距離高速行駛提示、連續彎道提示、以及崎嶇路況警示等。所有推論出的提示與警示動作，是以筆記型電腦螢幕顯示訊息與預錄的聲音來達成，其他類型警示規則與警示動作將會持續擴增研製。

劇烈加減速度駕駛習慣矯正提示，主要以

VB-1 訊標表示的重減加速度事件序列觸發產生警示動作。長時間手離方向盤駕駛習慣矯正提示，則使用 DB-1 的手離方向盤事件序列訊標觸發，配合狀態機(state machine)的時段視窗(time interval window)進行辨識來產生提示動作。任意變換車道警示是以 VR-1 與 VR-2 的向左右變換車道，以及 DB-2 與 DB-3 表示方向盤轉動事件的訊標序列觸發，配合狀態機(state machine)的時段視窗(time interval window)進行辨識來產生警示動作。長距離爬坡提示是以 VB-3 訊標表示低車速高引擎轉速事件，融合 VR-5 道路上升坡度事件觸發產生警示動作。長距離險降坡警示則是以 VB-4 訊標用於表示高車速低引擎轉速事件，融合 VR-6 道路下降坡度事件觸發產生警示動作。長距離高速行駛提示是以 VB-2 代表高車速事件，配合狀態機(state machine)的時段視窗(time interval window)進行辨識來產生提示動作，防止長距離高速駕駛產生的疲勞感而發生的意外。連續彎道提示推論由 VR-3、VR-4、VR-5、與 VR-6 等左右上下傾斜事件觸發，以時段視窗內累計事件觸發次數來產生提示動作。崎嶇路況警示是以 VR-7 道路路面顛簸起伏事件訊標觸發，據以產生警示動作來防止因操控不當，發生車輛打滑翻覆意外。



圖十二、駕駛行為識別與警示推論模組

4. 結論

由於駕駛行為不當的交通事故約佔總肇事事件數的 98% 以上，許多使用 CCD 感測器擷取駕駛頭部影像，配合影像處理與視覺辨識技術，研發駕駛行為監控與警示系統，是目前車輛安全防護技術的熱門研究項目。但仔細分析車輛意外事故，則與行駛環境、車輛、與駕駛三個因素的交互作用有密切關係，所以車輛安全防護與警示系統的研發，必須納入行駛環境、車輛動態參數、與駕駛行為三個因素，一起探討它們於車輛操控時的交互關聯作用，來研製全面性的安全防護監控技術。

本論文研製的車輛安全防護與警示系統，分別使用 Kinect 體感知、低成本的加速規與陀螺儀感測模組、以及 OBDII 診斷接口，有

效擷取駕駛行為、行駛環境、與車輛動態等參數，並經由感測資料調節、事件轉譯、與行為辨識推論等階段操作，進行各項安全防護監控與警示功能的研發。其中，Kinect 用於擷取駕駛上半身深度影像資料，配合機器人運動模型，進行駕駛手臂動作的追蹤並產生相關監控事件。微機電式加速規與陀螺儀感測器設置在車輛上，用於追蹤車身動態行為，進行車輛與行駛環境互動參數的擷取，並依照預設條件產生相關監控事件。OBD 診斷接口配合 OBDII 詢答協定，用於取出即時的車速與引擎轉速等車輛動態資料，用於分析車輛行駛中的動態事件。已實現的安全防護警示有雙手離開方向盤、手持行動電話、調整娛資系統過久、或手放置排檔等駕駛行為監控，車身過度傾斜或蛇行等與行駛環境互動的動態行為事件，以及車輛急加減速等車輛動態異常事件，並一起匯至駕駛行為辨識推理模組，進行輸出安全防護與警示動作產生推理，具體達成車輛安全防護與警示系統的功能目標。

致謝

本論文承財團法人資訊工業策進會補助，謹此致謝。

參考文獻

- [1] Masahiro MIYAJI, Mikio DANNO, and Koji OGURI, "Analysis of Driver Behavior Based on Traffic Incidents for Driver Monitor Systems," 2008 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Eindhoven University of Technology, Eindhoven Netherlands, June 4-6, 2008, pp. 930-935.
- [2] 警政署，06-10 道路交通事故 Road Traffic Accidents, sowf.moi.gov.tw/stat/year/y06-10.xls, May 2014。
- [3] Rodolfo Schoeneburg and Thomas Breitling, "Enhancement of Active & Passive Safety by Future Pre-Safe Systems," <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-01/esv/esv19/05-0080-O.pdf>, Dec. 2009.
- [4] Alexandra Kondyli, Virginia Sisiopiku, and Angelos Barmpoutis, "A 3D Experimental Framework for Exploring Drivers' Body Activity Using Infrared Depth Sensors," 2013 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE), Las Vegas, NV, USA, 02 Dec - 06 Dec 2013, pp.574-57.
- [5] Lin Pu, Zhenyu Liu, Zhen Meng, Xinyang Yang, Konglin Zhu, and Lin Zhang, "Implementing on-board diagnostic and GPS on VANET to safe the vehicle," 2015 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE), 19-23 Oct. 2015, pp. 13-18.
- [6] Zsolt Szalay, Zoltán Kánya, László Lengyel, Péter Ekler, Tamás Ujj, Tamás Balogh, and Hassan Charaf, "ICT in road vehicles — Reliable vehicle sensor information from OBD versus CAN," 2015 International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), 3-5 June 2015, pp. 469 – 476.