

架構導向車用安全系統之系統分析模型研究

Architecture Oriented System Analysis Modeling research for Vehicle Safety System

邱俊龍

輝創電子

Long.Qiu

Email: long.qiu@whetron.com.tw

摘要

車輛安全一直是先進國家重視的議題，而近年來世界各大車廠積極推動車輛智慧化，並期望藉由車用安全輔助系統的研究與開發，來降低車禍的發生及傷亡。因此，發展能夠避免意外或降低事故嚴重性的車用安全輔助系統，已成為世界各國重要的研究課題之一。

目前車用安全輔助系統開發多運用影像辨識處理、影像壓縮傳輸、空間轉換運算、數位訊號處理等技術，進而開發出：車道偏移警示、前方防碰撞、行車影音記錄及先進停車導引等功能之行車安全輔助系統，並實現在 DSP、ARM 等高階嵌入式硬體平臺上，創造多功能且具成本優勢之車用安全產品。在嵌入式系統開發過程中，系統分析的好壞，往往會影響整個專案的成敗，進而影響整體成本增加的幅度。

本研究提出的架構導向車用安全系統之系統分析模型(AOSAMVSS)，為依據 SBC 的六個金律所完成的實際塑模，來表達車用安全系統的多重觀點。透過 AOSAMVSS 對車用安全系統的架構與行為的整體描述，達到嵌入式系統開發過程中需求發產的一致性與可追溯性，並提供企業在開發嵌入式系統時的一個系統分析的方法，以提昇專案成功率及降低變更所產生的成本。

一、緒論

● 研究背景

汽車科技的演進，雖然帶動交通、運輸產業的蓬勃發展，卻也造成駕駛者與車輛在數量上大幅的增加，及道路公共交通大規模的建設，迫使人們生活環境的交通變得日益複雜，交通事故死傷率迅速爬升。

根據內政部所公布的 99 年致人傷亡之道路交通事故統計資料，其中造成人員傷亡之道路交通事故約 20 萬件，也因此產生許多的醫療費用支出、生命財產的損失及社會成本的增加。

有鑑於此，許多先進國家早以將先進安全車輛的發展納入國家級計劃來推動，而近年來世界各大車廠積極推動車輛智慧化，並期望藉由車用安全輔助系統的研究與開發，來降低車禍的發生及傷亡。

因此，發展能夠避免意外或降低事故嚴重性的車用安全輔助系統，已成為世界各國重要的研究課題之一。

● 研究動機

目前車用安全輔助系統開發多運用影像辨識處理、影像壓縮傳輸、空間轉換運算、數位訊號處理等技術，進而開發出：車道偏移警示、前方防碰撞、行車影音記錄及先進停車導引等功能之行車安全輔助系統，並實現在 DSP、ARM 等高階嵌入式硬體平臺上，創造多功能且具成本優勢之車用安全產品。

在嵌入式系統開發過程中，也常會因為實際的客戶、資源、環境等因素而產生需求變更，而好的系統分析方式所產生的系統架構，受到變更所造成的影響較小，未來其他產品開發上的重用率高。而這些都會直接或間接影響到整體開發的成本，包括客戶的信賴感。

所以系統分析的好壞，往往會影響整個專案的成敗，進而影響整體成本增加的幅度。

● 預期成果與成效

本研究提出的架構導向車用安全系統之系統分析模型(AOSAMVSS)，為依據 SBC 的六個金律所完成的實際塑模，來表達車用安全系統的多重觀點。

透過 AOSAMVSS 對車用安全系統的架構與行為的整體描述，達到嵌入式系統開發過程中需求發展的一致性與可追溯性，並提供企業在開發嵌入式系統時的一個系統分析的方法，以提昇專案成功率及降低變更所產生的成本。

二、文獻探討

根據調查統計(如:圖 1)，全球平均每 15 分鐘就有 1 人因車禍喪生！車禍事故不但會奪走人們寶貴生命、使家庭陷入困境，更會造成龐大的經濟損失及社會成本，所以在政府機關、保險業者及車禍被害人及家屬等各方的需求激起下，跟安全相關的車用電子自然而然就是車用電子市場中，未來成長幅度最高的一項。

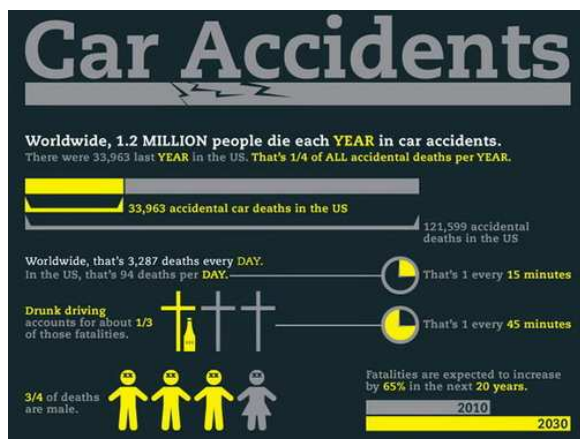


圖 1 全球平均每 15 分鐘就有 1 人因車禍喪生

根據 IBTS 的資料顯示，2005 至 2012 年，跟安全系統相關的車用電子市場年複合成長率高達 12.3%(如：圖 2)。

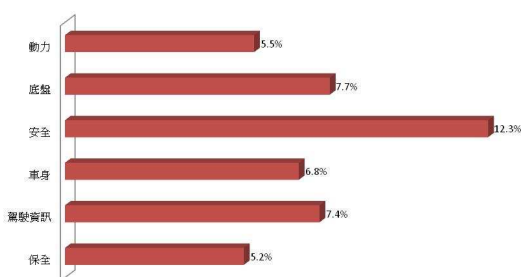


圖 2：2005 至 2012 年，車用電子市場複合成長率

以往車輛安全主要著重於被動式安全設計，如：安全帶、氣囊等。由於現在電子更科技進步，許多不同的感測器、高運算速度的處理器開始應用到車用電子的領域，使得許多以往的"不可能"變成"可能"，如：駕駛瞌睡警告系統，可以透過辨識駕駛者眼皮沈重的程度或利用心跳數，來判斷駕駛者是否處於瞌睡狀態，進而發出警告，迫使駕駛者提高注意力。

所以，先進安全車輛(Advanced Safety Vehicle; ASV)不僅追求被動式安全的加強，更希望能主動提供駕駛人行車、操控資訊，甚至當駕駛者無法正常駕駛時，汽車可以自動進入自動駕駛模式，以保障駕駛及乘客的安全。

ASV 所應該具備的條件

ASV 與一般的車輛的不同，在於 ASV 集合許多現代電腦、資訊、電子、通訊與感測等科技技術於一身，而具備人性化設計及安全功能的智慧車也成為了全球汽車產業發展重點。但車輛究竟要滿足哪些條件，才算得上是一部 ASV 呢？整理出以下 ASV 所需具備的幾項功能：

- 提升駕駛視野及辨識支援系統

克服行駛環境光線不足駕駛人 90% 的反應是透過視覺判別情況而產生的，但視力在光線

不足時受到嚴重的限制，對距離和顏色的辨別能力下降，故在亮度降低的環境中駕駛車輛，很容易因未即時發現障礙物，而發生意外。

具備轉向頭燈、Night Vision 等系統，可提高駕駛人在光線不足的情況下，增加道路狀況的判斷能力。

避免注意力轉移，駕駛人一面開車、一面要注意車輛運作的狀況(如：車速、油量、引擎溫度等)，必須將注意力分散到駕駛視野下方的儀表板上才能得到資訊，因此增加危險及駕駛者的疲勞。

具備抬頭顯示器(Head Up Display)、指示器(Indicator)等系統，可協助駕駛者迅速得到車輛運作的狀況，減少危險的發生。

交通號誌提醒，駕駛人在開車時，可能因視線及注意力集中於前方，而忽略一些交通號誌(如：紅綠燈變號、車速限制等)具備號誌辨識系統，可將所辨識到的交通號誌狀態與車輛目前的狀況做比較，以判斷是否提醒駕駛人注意號誌。

- 危險預警能力

防範勝於未然，被動式防護通常要在發生事故時才會產生作用，而主動式防護才能事先防範，ASV 利用利用不同的感測器，持續偵測駕駛人、道路與車輛狀況，並判斷潛在危險的情況而對駕駛提出警告。

具備瞌睡警示系統，可利用駕駛眼部偵測或心跳來判斷是否疲勞、身體不適或其他不宜駕駛情況，並利用聲音、方向盤震動等方式發出危險警告。

- 可防止碰撞的產生

在汽車事故中，大部分是由正面碰撞、死角、轉彎、追尾等引起。

具備車道偏離警告(LDWS)、盲點偵測(BDS)、前方防撞警告(FCW)等系統，可利用判別影像、雷達等感測器所偵測到的道路資訊與駕駛意向，進而提醒駕駛人注意危險。

- 對用行人的保護

市區的道路、巷弄變化較大也較複雜，在市區行駛常會遭遇到突然出現的行人或動物。

具備自動煞車系統(CWBA)，可大幅降低突然出現於車輛前方的行人，因駕駛人反應不及所造成的碰撞。

- 防止災害擴大

近年來因外食族的增加，國人心血管疾病的比例也逐年增加，加上工作上的壓力，導致過勞的狀況嚴重。若駕駛在行駛的過程中，因過勞發生意外，此時醫療人員到達現場急救的時間將會成為活命的關鍵。

具備緊急救援服務，可以當偵測意外發生時，即時主動與區域醫療系統聯絡，使醫療救護單位可以迅速抵達現場。

三、架構導向車用安全系統模型建構

系統之整體是由元素、構件或零件組合而成，屬於比較靜態的部份，即為結構觀點；而系統也會展現出系統行為，如系統所提供的操作、服務或反應，屬於比較動態的部份，即為行為觀點；在系統中也具有可以滿足不同利害關係人(Stakeholder)對此系統不同之興趣所產生之觀點，統稱為其他觀點。

架構方法會以一個模型，來描述與表達一個系統的多重觀點，即結構觀點、行為觀點與其他觀點，在多重觀點中，又以結構觀點、行為觀點最為重要，故要達到多重觀點合一，則必須先結構與行為合一，以滿足系統架構的要求，塑造出系統架構的模型。

依據以上整理之系統與架構定義，可得出架構導向車用安全系統之系統分析模型(Architecture Oriented System Analysis Modeling for Vehicle Safety System，簡稱 AOSAMVSS)的定義如下：

架構導向車用安全系統之系統分析模型 = (車用安全系統所有結構構件與構件之間互動操作行為的整合模型)

接著利用 SBC 的架構描述語言來針對車用安全系統進行建構模型，在 SBC 的六大金律中，以構件操作圖、互動流程圖以及結構行為合一圖最具有代表性，故本文僅提出系統分析模型中的構件操作圖、互動流程圖以及結構行為合一圖。

本文將就車用安全系統中的三種功能行為進行模型描述，分別是前方障礙物偵測與警告、倒車輔助軌跡線顯示以及車測盲區障礙物偵測與警告等。而輸入的需求資料為專案中的客戶需求規格書(CRS)，此部份將保留不公佈。

● 構件操作圖(COD)

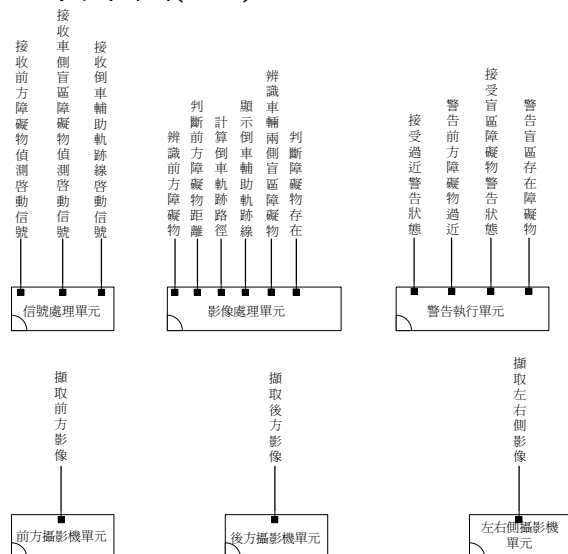


圖 3：AOSAMVSS 構件操作圖

首先由客戶需求規格書(CRS)將三種功能行為的主要結構分解出來，經分解後可得到六個構件，信號處理單元、影像處理單元、警告執行單元、前方攝影機單元、後方攝影機單元以及左右測攝影機單元。

信號處理單元提供了 3 個操作，接收前方障礙物偵測啟動信號、接收車道偏移偵測啟動信號、接收倒車輔助軌跡線啟動信號。

影像處理單元提供了 6 個操作，辨識前方障礙物、判斷前方障礙物距離、計算倒車軌跡路徑、顯示倒車輔助軌跡線、辨識車輛兩側盲區障礙物以及判斷障礙物存在。

警告執行單元提供了 4 個操作，接受過近警告狀態、警告前方障礙物過近、接受盲區障礙物警告狀態以及警告盲區存在障礙物。

前方攝影機單元提供了 1 個操作，擷取前方影像。後方攝影機單元提供了 1 個操作，擷取後方影像。左右測攝影機單元提供了 1 個操作，擷取左右測影像。

接下來將利用互動流程圖來描述以結構觀點所產生的 6 個構件之間的互動關係。

● 前方障礙物偵測與警告-互動流程圖(IFD)

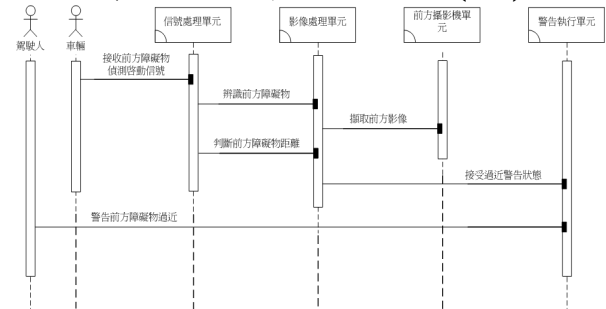


圖 4：AOSAMVSS 前方障礙物偵測與警告-互動流程圖

1. 車輛利用信號處理單元所提供的接收前方障礙物偵測啟動信號的操作，給予信號處理單元啟動前方障礙物偵測的信號。
2. 信號處理單元利用影像處理單元所提供的辨識前方障礙物的操作，使影像處理單元開始進行前方障礙物的辨識。
3. 影像處理單元利用前方攝影機單元所提供得擷取前方影像的操作，取得攝影機所擷取到的前方影像，並針對影像資料進行障礙物偵測。
4. 信號處理單元利用影像處理單元所提供的判斷前方障礙物距離的操作，給予影像處理單元進行障礙物距離計算後，可依據結果觸發警告的信號。
5. 影像處理單元利用警告執行單元所提供的接受過近警告狀態的操作，將障礙物距離過近的狀態輸入警告執行單元。
6. 駕駛人利用警告執行單元所提供的警告前方障礙物過近的操作，來獲得前方障礙物過近的警告。

● 倒車輔助軌跡線顯示-互動流程圖(IFD)

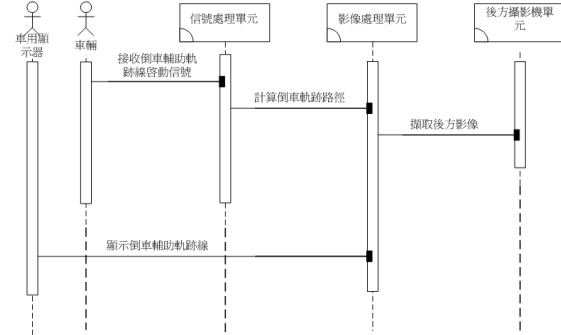


圖 5：AOSAMVSS 倒車輔助軌跡線顯示-互動流程圖

- 1.車輛利用信號處理單元所提供的接收倒車輔助軌跡線啟動信號的操作，給予信號處理單元啟動倒車輔助軌跡線的信號以及方向盤的轉向角度。
- 2.信號處理單元利用影像處理單元所提供的計算倒車軌跡路徑的操作，使影像處理單元開始依據方向盤的轉向角度，進行倒車軌跡的運算。
- 3.影像處理單元利用後方攝影機單元所提供的擷取後方影像的操作，取得攝影機所擷取到的後方影像，並將倒車軌跡線繪製於後方影像上。
- 4.車用顯示器利用影像處理單元所提供的顯示倒車輔助軌跡線的操作，取得軌跡線疊合後的後方影像，並將影像顯示出來。

● 車側盲區障礙物偵測與警告-互動流程圖(IFD)

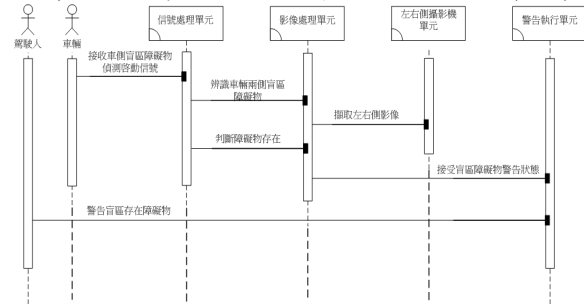


圖 6：AOSAMVSS 車側盲區障礙物偵測與警告-互動流程圖

- 1.車輛利用信號處理單元所提供的接收車側盲區障礙物偵測啟動信號的操作，給予信號處理單元啟動盲區障礙物偵測的信號。
- 2.信號處理單元利用影像處理單元所提供的辨識車輛兩側盲區障礙物的操作，使影像處理單元開始進行兩側盲區障礙物的辨識。
- 3.影像處理單元利用左右側攝影機單元所提供的擷取左右側影像的操作，取得左右方攝影機所擷取到的左右側方影像，並針對影像資料進行障礙物偵測。
- 4.信號處理單元利用影像處理單元所提供的判斷障礙物存在的操作，使影像處理單元開始障礙物的判斷，並給予可依據結果觸發警告的信號。

- 5.影像處理單元利用警告執行單元所提供的接受盲區障礙物警告狀態的操作，將車側存在障礙物的狀態輸入警告執行單元。
- 6.駕駛人利用警告執行單元所提供的警告盲區存在障礙物的操作，來獲得盲區存在障礙物的警告。

● 結構行為合一圖(SBCD)

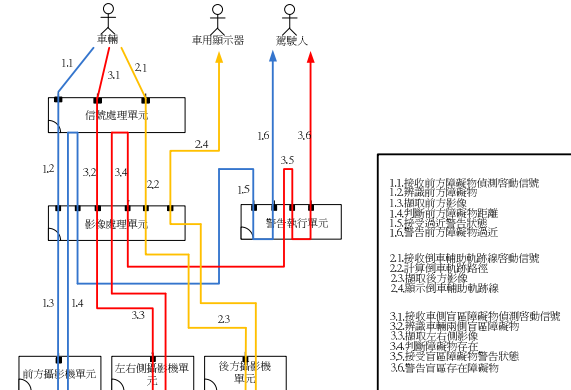


圖 7：結構行為合一圖

將構件操作圖(圖 3)與互動流程圖(圖 4、5、6)作結合，產生結構行為合一圖。

如上所建構之分析模型，構件操作圖為以結構觀點對系統進行描述(請參考圖 3)，互動流程圖則是以行為的觀點來對系統進行描述(請參考圖 4、5、6)，結構行為合一圖則是以結構與行為合一的觀點來對系統進行描述(請參考圖 7)，故以上所建構之分析模型，可滿足多重觀點。

四、研究成果

本研究的主要目標是描述如何將車用安全系統的系統分析做好，結合目前開發的相關專案內容，提出一個架構導向車用安全系統之系統分析模型，為原本開發階段中，如何維持需求的一致性與可追溯性，提出一個可行方案。

特別是當發生需求變更時，系統變更的幅度下降及便於變更成本的估算，可有效降低需求變更所造成的成本。

五、未來的發展與建議

利用架構導向車用安全系統之系統分析模型，可以由多重觀點清楚的將系統描述出來，在接下來設計、實做、測試與驗證等階段，特別是車用電子需要將軟體、電子與機構等系統進行整合，利用架構的方式來表達需求及發展，更可維持一致性與可追溯性。

而設計、實做、測試與驗證等階段同樣可以利用架構導向的概念，接續系統分析之後的需求發展，對於有興趣從事嵌入式系統開發的研究者，可以朝這個方向進行更深入的研究。

參考文獻

- [1] 內政統計通報
(http://www.moi.gov.tw/stat/news_content.aspx?sn=5131)
- [2] 車用電子產業新主流—打造先進安全車輛
(<http://www.compotech.com.tw/articleinfo.php?cid=5&id=9480>)
- [3] Carnews車訊網(<http://www.carnews.com/>)
- [4] 趙善中、康忠倫、于遠航，系統分析與設計-使用軟體架構模型，博碩文化出版，2008年。
- [5] 趙善中、郭麗齡、尤炳文，軟體工程：使用軟體架構模型，儒林圖書出版，2009年。
- [6] 李復孝、馬維銘、趙善中，以架構導向改善軟體測試管理模型之研究，資訊管理展望，民國98年6月