

以視覺為基礎的車輛導航系統

Visual-Based Design of Vehicle Guidance Control

官哲宇 陳韋良 許韶軒
Jhe-Yu Guan Wei-Liang Chen Shao-Hsuan Hsu

柳力璋 楊皓翔 李後燦
Li-Wei Liu Hao-Hsiang Yang Hou-Tsan Lee

德明財經科技大學

Takming University of Science and Technology

Email: eric11114@hotmail.com

摘要

本論文提出車輛導航系統是以視覺資訊回授為基礎，藉由架設在車輛上的網路攝影機所拍攝的影像，做相對應即時處理，先繪出道路邊線，確定可行駛區域，讓前車輛行駛於高速公路上。而後車硬體架構與前車相同，運用不同演算法達到跟車追蹤目的。協助駕駛減少車輛肇事，確保行車安全。此控制演算法的計算是將控制中心和車輛透過無線網路通訊系統連結並將影像資訊傳回控制中心作為回授資料使用，本論文並提出若干實驗結果證明此設計的有效性。

關鍵詞：跟車追蹤、以視覺為基礎的控制、自動駕駛。

1. 前言

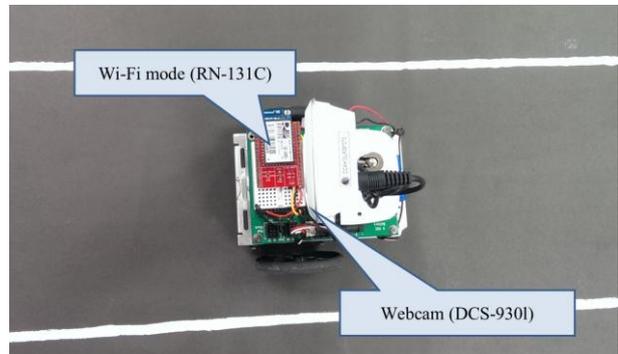
隨著無線通訊廣泛的應用，現在的車輛通常配有無線通訊設備，像是全球定位系統(GPS)、網路攝影機(Webcam)和無線網路系統(WNs)。且在文獻探討中，許多導航車輛的控制系統是基於視覺偵測去判別危險區域、障礙物以及道路邊線作為輔助自動駕駛系統使用。[1][2][3] 對於駕駛長途跋涉於平直又光滑的高速公路上時，容易產生疲勞，導致注意力不集中，致使危險產生。本論文所提出的車輛導航控制系統是以視覺資訊回授為基礎所開發的車輛導航系統，當影像回授至控制中心時，首先利用道路演算法分析影像並確認道路邊線，再使用自動駕駛演算法控制車輛保持行駛在道路中央。本研究團隊對於自走車操控已有相當熟練程度，[4] 將可對於本研究中使用的車輛操控提供相當程度之基礎。另外，對於道路邊線的演算法以及研究，參考資料[5][6][7] 則是提供了不同的演算法以及應用基礎，本論文則以Hough 演算法作為繪製道路邊線的技術參考。[8] 對於消失點的偵測以及其應用，亦是本自動駕駛

系統研究之重點項目之一。[9][10] 本論文最後提出若干實驗結果佐證此自動駕駛演算法的可行性。

2. 系統結構

2.1 具備網路攝影機之自走車

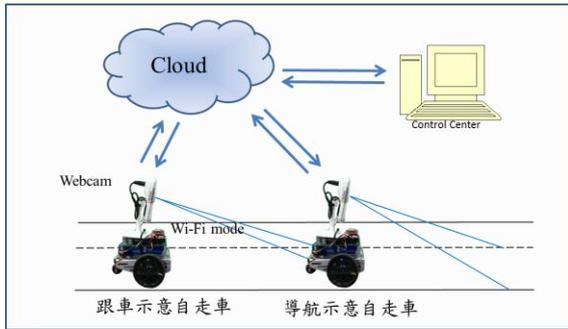
本實驗自走車本身不僅有自己行駛的能力，且控制中心透過無線網路模組傳送控制訊號給車子，並使用網路攝影機擷取車輛前方的影像回授控制中心。車輛使用到的裝置如下圖一所示：[4]



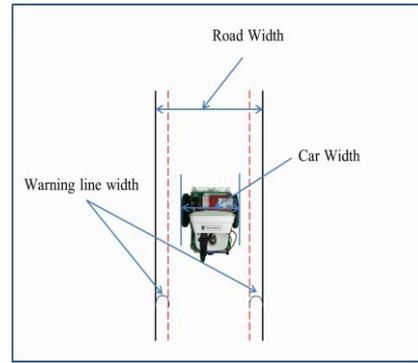
圖一自走車實體

2.2 整體架構示意圖

本車輛導航系統是透過無線網路系統來連結控制中心、自走車上的無線網路模組與網路攝影機，而無線網路系統使用的無線網路通訊協定是802.11g，採用基礎架構模式(Infrastructure)。車輛導航系統示意圖如下圖二所示：



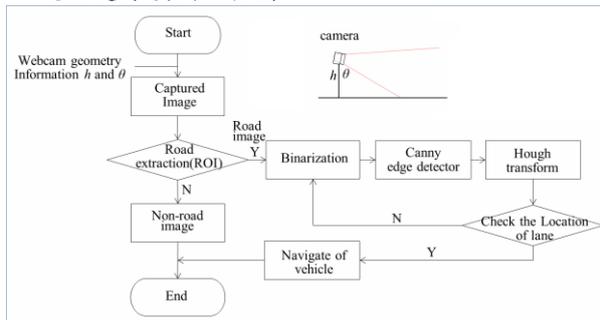
圖二 整體架構示意圖



圖五 道路邊緣與警戒線示意圖

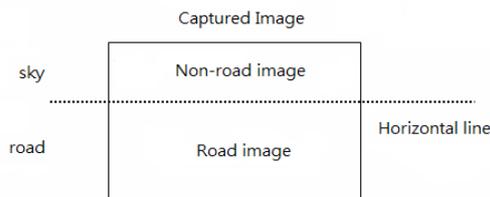
3. 自動駕駛系統

3.1 道路邊緣偵測流程圖



圖三 道路邊緣偵測流程圖

首先由網路攝影機擷取車輛前方影像，並擷取道路邊緣，透過 ROI 處理(如圖四)後，將所擷取的道路邊緣影像透過灰階處理、二值化處理、Canny 邊緣檢測，最後使用 Hough 轉換方法，將道路繪製在影像上，確認完道路線再透過控制車輛導航系統控制車輛。



圖四 ROI影像處理示意圖

將影像水平線以上部分視為干擾(像是高速公路上的路標、號誌)，而只處理水平線以下的影像。

3.2 警戒線之設計與實現

為了解決傳輸延遲，本控制法則提供了一組額外的警戒線(Warning lines)標示在道路邊緣之內，而警戒線的用意，是預防微小的控制訊號延遲，導致車輛超出道路邊緣，而無法即時繪製下一組之道路邊緣，造成整個導航系統失效。道路邊緣與警戒線標示如下圖五所示：

3.3 自動車輛導航演算法

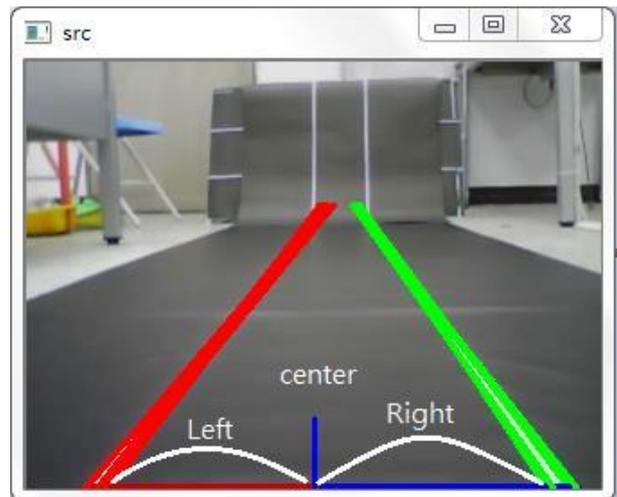
```

Start :
center = (frame.width / 2);
Warning line width = ((roadWidth-carWidth)/2)
If (rho < 0)
    right = pt2.x - center;
    else
    left = center - pt1.x;
End If

If ((right > left) && (right - left) > Warning line width)
    Turn Right
else if ((left > right) && (left - right) > Warning line width)
    Turn Left;
    else
    Go Straight;
End If
    
```

圖六 車輛導航演算法

首先定義中心點、左右兩點位置及警戒線寬，當 right 大於 left 且 right 長度減 left 長度大於警戒線寬時，控制中心將傳送訊號，使車輛往右偏移，反之 left 大於 right 且 left 長度減 right 長度大於警戒線寬，將傳送訊號控制車輛往左偏移，而車輛保持向前行駛之動作。道路邊緣偵測影像如下圖七：



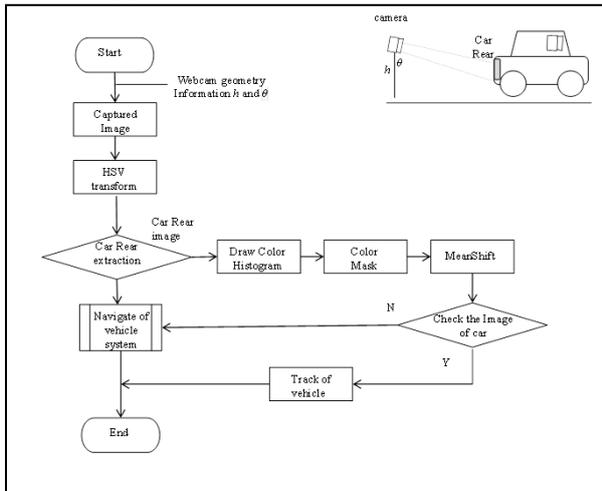
圖七 道路邊緣偵測之影像結果

4. 跟車追蹤系統

4.1 跟車追蹤系統論述

本系統是以視覺回授為基礎，藉由載具上的無線網路攝影機所回授的影像資料，再經由影像處理技術，取得可追蹤之目標車輛後，利用 MeanShift 演算法達成追蹤車輛，再利用回授的影像透過系統確認是否位於安全行駛距離，即可避免駕駛者因長途駕駛於高速公路而產生注意力不集中現象。當無線攝影機所回授的影像無法辨識前方追蹤目標車輛時，本系統將會切換為自動駕駛系統，以確保行車安全。

4.2 跟車追蹤流程圖



圖八 跟車追蹤流程圖

先由網路攝影機擷取車輛前方影像，並將影像做 HSV 轉換，之後將轉換後的影像繪製出顏色直方圖，並使用顏色遮罩去除不需要的顏色，接著使用 MeanShift 演算法，最後控制車輛以完成跟車系統。

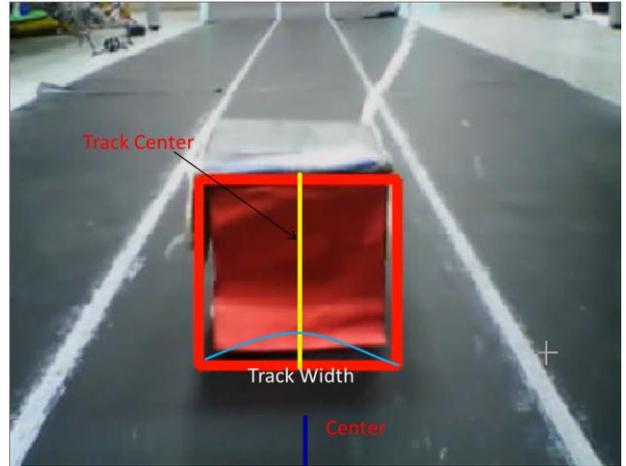
4.3 跟車追蹤演算法

```

Start:
If (Track Width >= Safe reference)
  car stop
Else
  If (Track Center > Center)
    Turn Right
  else if (Track Center < Center)
    Turn Left
  Else
    Go Straight
  End if
End if
  
```

圖九 跟車追蹤演算法

當 Track Width 大於或等於 Safe reference 時，控制中心將傳送控制訊號讓車輛減速。當 Track Center 位於 Center 右方時，控制中心將傳送訊號控制車輛向右偏移，反之 Track Center 位於 Center 左方時，將傳送訊號控制車輛向左偏移，而車輛保持向前行駛。追蹤車輛影像結果如圖十：



圖十 跟車偵測之影像結果

5. 結果與討論

本車輛導航系統透過網路攝影機擷取車輛前方之影像，進而利用 Hough 轉換方法偵測道路邊線並在回傳的影像上畫出車道線，再使用電腦程式標示影像的中心點，判斷自走車是否保持於車道左右兩側之間，控制中心確認自走車位於車道內後，再透過無線網路模組傳送控制訊號給予自走車，使得自走車行駛於道路邊線的中央，且此控制法對於直線道路特別有顯著效果，而在彎曲道路部分，因為傳輸延遲會影響導航效果，導致車輛的速度會因彎曲道路之操控限制而降低。如下圖十一、十二所示：



圖十一 實驗場景及直線導航系統實體圖



圖十二 彎曲道路導航實體圖

6. 結論

本論文以視覺為基礎的車輛導航系統及跟車追蹤系統已完成。車輛導航系統藉由網路攝影機偵測出道路邊線並利用Hough轉換法繪製出邊線，配合額外設計之警戒線，進而推導出車輛導航系統之演算法並開發且完成系統。跟車追蹤系統是由網路攝影機偵測前方車尾影像並利用MeanShift演算法達到車輛追蹤的效果，也推導出跟車追蹤系統之演算法且完成系統。本車輛導航系統即為基於視覺回授作為行車判斷，配合演算法將車輛行駛限制於道路中央，即使因道路轉向或車輛偏移亦能即時回復正確之行駛方向，達到導航之效果。跟車追蹤系統是以視覺回授作為追蹤判斷，利用演算法達到追蹤前車並保持於安全距離之效果。實驗結果已完全證明之有效性。

7. 參考文獻

1. Alberto Broggi, etc., "Visual Perception of Obstacles and Vehicles for Platooning", *IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems*, Vol.1, No.3, 2000.
2. Ambarish G.Mohapatra, "Computer Vision Based Smart Lane Departure Warning System for Vehicle Dynamics Control", *Sensors & Transducers Journal*, Vol.132, Issue 9, 2011.
3. Bing Yu, Weigong Zhang, and Yingfeng Cai, "A Lane Departure Warning System based on Machine Vision", *IEEE Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence and Industrial Application*, 2008.
4. Hou-Tsan Lee, etc., "Wireless Indoor Surveillance Robot", *Journal of Robotics*, 2011.
5. Othman O Khalifa, Md. Rafiqul Islam, Abdulhakam.AM. Assidi, Aisha-Hassan Abdullah, and Sheroz Khan, "Vision Based Road Lane Detection System for Vehicles Guidance", *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, Vol.5, No.5, 2011.
6. Wei Li, "Human-like Driving for Autonomous Vehicles using Vision-based Road Curvature Modeling", *International Journal of Hybrid Information Technology*, Vol.6, No.5, 2013.
7. Chris Kreucher, Sridhar Lakshmanan, and Karl Kluge, "A Driver Warning System Based on the LOIS Lane Detection Algorithm", *Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Vehicles*, 1998.
8. Radovan Jošth, Markéta Dubská, Adam Herout, and Jiří Havel, "Real-Time Line Detection Using Accelerated High-Resolution Hough Transform", *SCIA'11 Proceedings of the 17th Scandinavian conference on Image analysis*, 2011.
9. Alberto Broggi, etc., "The Argo Autonomous Vehicle's Vision and Control Systems", *International Journal of Intelligent Control and Systems*, Vol.3, No.4, 1999.
10. Hong Cheng, Nanning Zheng, Chong Sun, and Huub van de Wetering, "Vanishing Poi-

nt and Gabor Feature based Multi-Resolution On-Road Vehicle Detection", *ISNN'06 Proceedings of the Third international conference on Advances in Neural Networks*, 2006.