

國立成功大學 電機工程學系

畢業專題實作成果報告書

建構 AI 自駕車訓練與優化虛擬學習環境

Constructing AI self-driving training  
vehicles' algorithm and optimizing virtual  
environment

專題組別：□電路與系統□電子與材料■電腦與通訊

指導教授：楊家輝、詹寶珠

組員姓名：劉士宏、沈双双

研究期間：106 年 2 月 至 107 年 11 月底止，計 10 個月

## 摘要

我們的世界正在邁向極度高科技化的社會，而為了節省人力成本及人為的疏漏，讓電腦為我們工作就成為一項必然的結果；由於科技日新月異、機器學習及人工智能等資訊技術突破所賜，在自駕車這方面有了新的駕駛面貌，透過開發 AI 自駕車的虛擬訓練環境，並佐以虛擬實境（Virtual Reality，簡稱 VR）技術，使得車輛可以透過虛擬場景來模擬車輛現實中的活動與運作，作為開放式測試場前的情境模擬測，改進行駛中發生的問題，來達到零缺點的 AI 自駕車系統，以此避免與減少 AI 自駕車在現實環境中測試及行駛失誤帶來的缺失。

因此本計畫預計改善當初以 Unity 3D 建構的一套 AI 自駕車訓練系統。將尚未考量到的影像與系統 AI 的溝通介面實作，並訓練一套深度學習 AI 使其能在虛擬環境上順利駕駛，以驗證整體系統的可行性。計畫的核心將專注於相機格式輸出優化、AI 訓練，與配合之記錄路線與 AI 輸出端的功能，以此得到追蹤車輛的行駛路線及 AI 的判讀過程。本計畫希望透過不同虛擬場景與情境，來達到貼合現實環境的模擬系統，使減低 AI 自駕車的失誤率，並可以避免測試事故及大量降低自駕車測試時間及測試成本，亦可加速國內發展自駕車相關產業之測試與認證。

關鍵字： AI、自駕車、模擬系統

## **Abstract**

In order to save labor costs and human error, using high-tech to work for us becomes an inevitable result. Due to the rapid advancement of technology, such as machine learning and artificial intelligence as well as other information technology breakthroughs, the development of virtual training environment of AI self-driving vehicles exhibits a lot of progress that the virtual reality (VR) technology which the vehicle can simulate the reality of the vehicle through the virtual scene. The activities and operations, as a situational test before the open and real test site, improve the problems occurring in the driving which goal is to achieve zero defects AI self-driving system.

Therefore, the project is expected to improve the AI self-driving training system originally constructed with Unity 3D. The interface between the unrecognized image and the system AI is implemented, and vehicles which use a set of deep learning algorithms are trained to enable smooth driving in a virtual environment to verify the feasibility of the overall system. The core of the project will focus on camera format output optimization, autonomous driving, and recording routes as inputs for the next training. The project is expected to achieve a simulation system that fits the real environment through different virtual scenes and situations, so as to reduce the error rate of AI self-driving vehicles, and avoid accidents as well as greatly reduce time and costs in training vehicles for self-driving related industries.

**Keyword:** AI, autonomous vehicles, virtual environment

## 目次

一、前言.....	p5
二、原理分析與系統設計 .....	p5
2.1 實驗流程.....	p6
2.2 系統設計.....	p6
系統目標 .....	p7
系統平台 .....	p7
系統流程 .....	p7
CNN 架構.....	p8
三、實驗結果 .....	p9
四、結論.....	p13
五、參考文獻 .....	p13
六、計劃管理與團隊合作方式 .....	p15
6.1 計劃管理 .....	p15
6.2 團隊合作 .....	p15

## 一、前言

在自駕車測試場或許會有十字路口、模擬隧道、鐵路平交道等各式道路狀況，使其可以測試許多種場域，卻無法模擬其他的外部條件，例如天氣狀況、光線變化或模擬行人及其他車輛的突發狀況，因此此專題透過建構出一套 AI 自駕車訓練與優化虛擬學習環境系統，建造出 3D 虛擬道路環境及各種可能發生之人為及天氣情況。

一般而言，若讓自駕車在未經過模擬測試而直接於場地中測試，不僅對場地設備具有一定風險，更需要負擔一筆額外的維修保養費用；若於開放式道路的，亦無法數據化得知受測的自駕車於道路上的駕駛情形。諸如行人闖紅燈時，自駕車是否能準確反應？下雨打滑時，是否能做出得宜的操作？等問題，藉由 VR 擬真系統先行測試，不僅提高效率，也大大地降低了硬體測試及可能的安全成本。

此系統目標在於提供給各式 AI 自駕車一個更完整的測試環境，其中包含考慮到各式自駕車鏡頭位置與影像格式輸出的客製化、配合 AI 的輸入、輸出介面，與簡單的行車 AI 驗證，搭配虛擬環境中諸如晴天、陰天、下雨、起霧、冰雹等天氣狀況，更確切的測試自駕車是否能夠勝任各種交通突發狀況，使之獲得一般 AI 自駕車測試下所無法得知的資訊，確保 AI 自駕車在各種情形下皆可正常運作，透過不同虛擬場景與情境，來達到貼合現實的模擬系統，避免測試事故及確保使用者的人身安全。

## 二、實驗流程與系統設計

## 2.1 實驗流程

本計畫預計承接實驗室學長先前的專題成果，已建立好的自駕車模擬場域上進行修改與功能的擴充，第一階段構建十字路口虛擬環境，並建構出行人與主駕駛外之車輛 AI。

第二階段預計做出 AI 自駕車測試系統，運用機器學習等演算法建構出可煞車、前行及閃避障礙物等判別動作之演算法，使其盡量與現實車輛所表現之行為相同，由於預想本階段是全方面的模擬測試，因此本系統預計模擬出各種天氣情況並將會根據調整相機的視角與解析度調整輸出模擬影像，進行實際的 VR 模擬校正及運算，藉此達到 AI 在此階段駕駛虛擬車輛的動作會與現實中的近乎相同，以達到有效且可信的測試結果。

第三階段為紀錄 AI 判讀資料，一為記錄圖像辨識，構建天氣及環境的辨識系統以達到在不同種情境下，AI 自駕車應做的不同指令、二為記錄操作策略，藉由紀錄人為或 AI 之操縱指令，如方向盤的轉動幅度、油門剎車深度等資料，讓自駕車之 AI 能修正路線以貼近實際駕駛，本系統將自動記錄每個時刻之操作輸入當作訓練資料，使此資料量能更精進 AI 自駕車的策略系統，也便於之後檢討及調整更為合適的策略。

## 2.2 系統設計

## 系統目標：

- A. 為自駕車模擬提供合適的訓練環境
- B. 為 CNN 模型生成培訓文件
- C. 修改前次專題研究中的延遲問題

## 系統平台：

Unity 2018.2.6 版本以上, Keras in Python

## 系統流程：

介面引導訓練階段（流程如圖 2-1）為使用者操作車輛，並記錄行車資訊的各項使用者操作數據以及車輛行駛圖片。測試階段（流程如圖 2-2）的輸入為根據 drive.py 讀取訓練模型的結果，針對當下個別影像作出即時預測，將預測結果經由 Unity 中的 websocket 傳送參數回模擬系統操控自駕車。

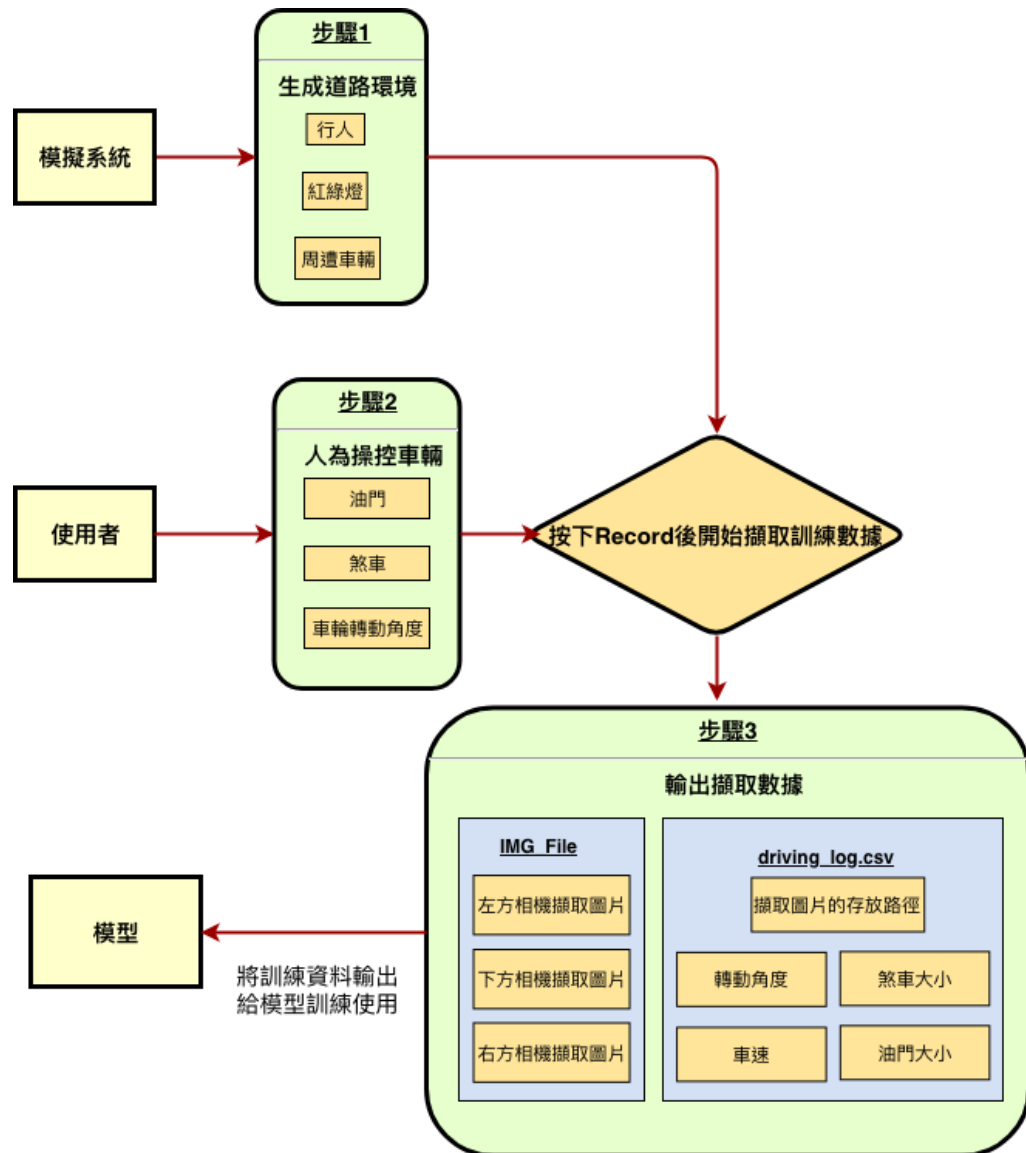


圖 2-1 訓練階段流程圖

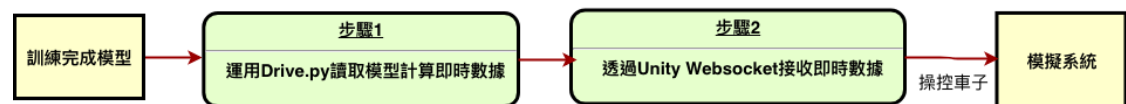


圖 2-2 測試階段流程圖

CNN架構：



此實驗採用NVIDIA所提出的Model作為訓練模型（如圖2-3），其中輸入為：根據前方三個不同角度的相機所生成的照片，搭配當下的行車數據作為訓練的input。

在訓練模型前，影像會先經裁切以避免由於天空或是車子前端的圖像而產生的誤差；此外也將產生的圖檔從新更改成66x200解析度，以對應NVIDIA模型；後續則使用訓練完成之Model的輸出，再搭配上drive.py之數據，根據訓練結果控制當下測試時的油門大小、煞車、轉動角度。

然而此次專題的研究重點不在CNN模型，而是確保系統能有效紀錄行車的相關資訊後，能與Model交互作用，即Model所需的輸入不同，我們仍然能用相似的概念去修改系統的輸出，輔助自駕車模型的訓練。

Image normalization

Convolution: 5x5, filter: 24, strides: 2x2, activation: ELU

Convolution: 5x5, filter: 36, strides: 2x2, activation: ELU

Convolution: 5x5, filter: 48, strides: 2x2, activation: ELU

Convolution: 3x3, filter: 64, strides: 1x1, activation: ELU

Convolution: 3x3, filter: 64, strides: 1x1, activation: ELU

Drop out (0.5). (Prevent Overfitting)

Fully connected: neurons: 100, activation: ELU

Fully connected: neurons: 50, activation: ELU

Fully connected: neurons: 10, activation: ELU

Fully connected: neurons: 1 (output)

圖 2-3 參考模型架構

### 三、實驗結果

本實驗預計得到結果為AI自駕車之策略邏輯的合宜，如圖3-1、3-2、3-3，與

圖像辨識及產生的高準確率。在圖3-4可得知主駕駛者儀表板上之資訊，並運用鍵盤上下左右鍵來控制自駕車的移動。

AI自駕車之重點在結合第一階段的辨識 (Recognition) 能力，AI自駕車需有規定速度下決定行車策略 (Driving Strategy)，其中AI自駕車必須辨識路徑上的移動物或障礙物，偵測到後利用控制前進速度、轉彎，剎車等功能下，根據策略決定行車速度與路徑，無失誤的完成規定路線，並達到高準確判別之情形，減低在失誤情況下作用於現實中破壞場地及傷亡之風險；圖像辨識及產生之預期成果為受測系統需在學習過由系統提供的圖像訓練資料集後，應具備辨識虛擬場景的高準確能力，因此經由一次次的操作並錄像學習，運用CNN可使自駕車提高學習之能力，在圖3-5可看到經由按下右上方知錄影按鈕可選擇儲存訓練文件之路徑，而由圖3-6可得再次按錄像鍵將結束並儲存此次汽車訓練之文件。



圖 3-1 行人判斷紅綠燈

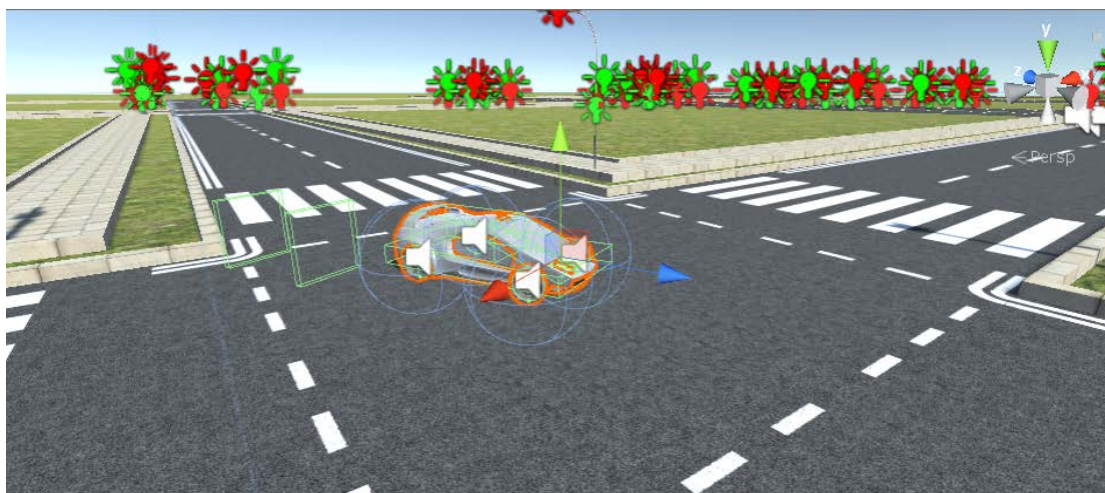


圖 3-2 模擬道路上路旁車輛轉彎

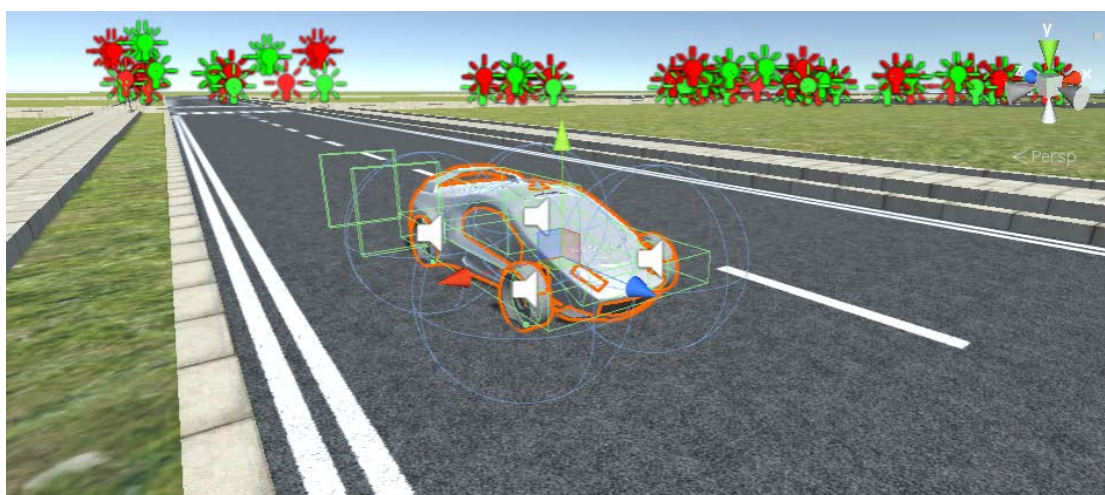


圖 3-3 路旁車輛行駛

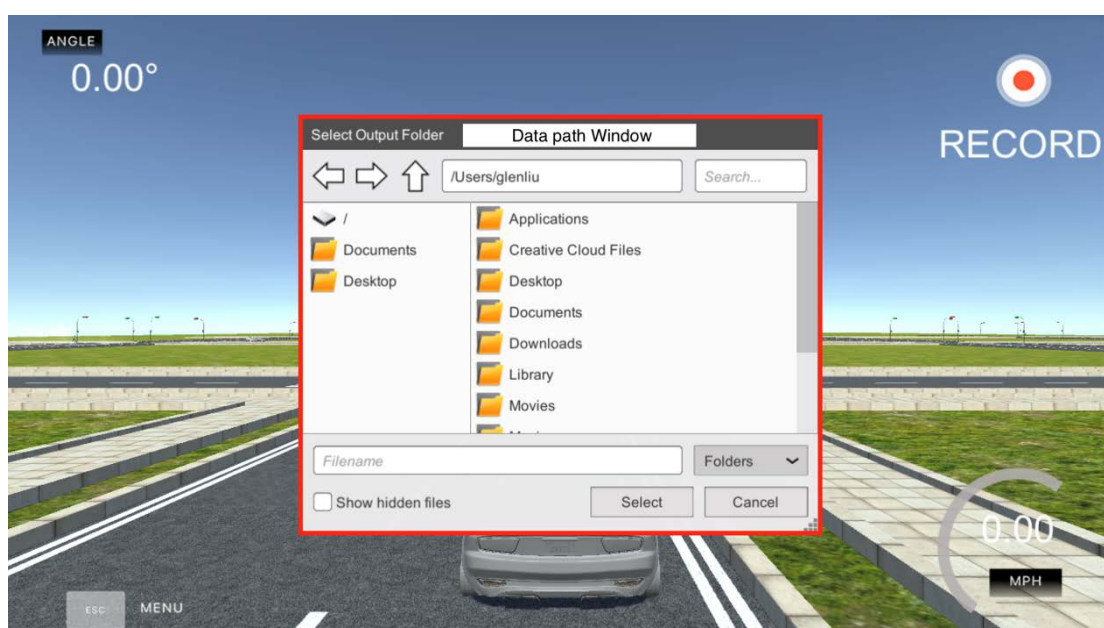




圖 3-4 選擇訓練資料存檔之路徑

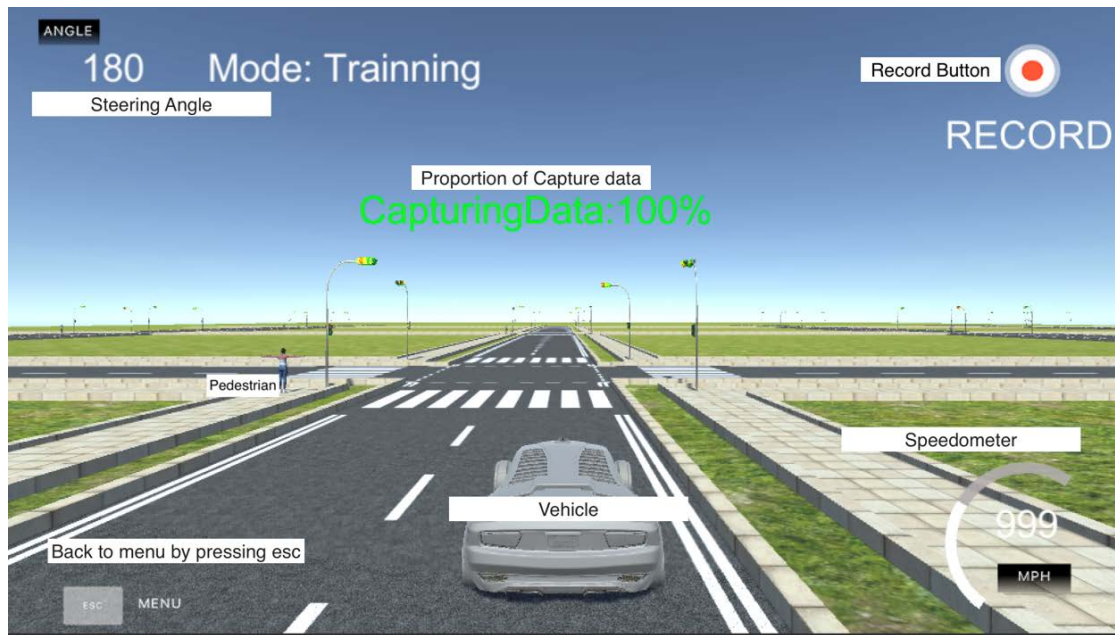


圖 3-5 當操作完成後，等待資料擷取至 100%

儲存之格式為：

Path Content: path/position\_YYYY\_MM\_DD\_Time\_number.jpg

(ex:) /Users/glenliu/Desktop/IMG/right\_2018\_11\_20\_10\_32\_14\_784.jpg

儲存之檔案包括影像檔及csv檔：

- A. IMG file: Images from front cameras
- B. Driving\_log.csv: Other attributes of vehicles

Size: 256x256

Cameras: Left, Center, Right

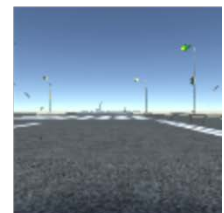
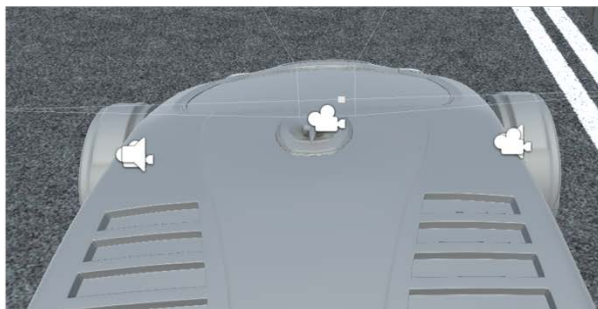
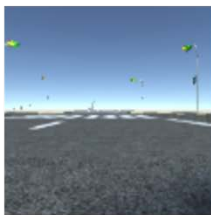
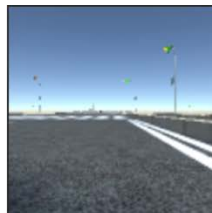


圖 3-7 影像擷取格式

在driver\_log.csv存放的資料分別為：

- A. 各個圖片（Center, Left, Right）的存放路徑
- B. Steering Angle（轉動角度）
- C. Throttle（油門）
- D. Brake（煞車）
- E. Speed（當下速度）

Center Path	Left Path	right Path	SteeringAngle	throttle	Brake	Speed
/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	0	0	0	1.00E-07
/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	0	0	0	1.00E-07
/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	0	0	0	9.99E-08
/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	0	0	0	1.00E-07
/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	0	0	0	1.00E-07
/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	0	0	0	1.00E-07
/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	/Users/glenliu/Users/glenliu/Users/glenliu	0	0	0	1.00E-07

圖 3-8 在 driver\_log.csv 中所存放的各個參數

## 四、結論

AI自駕車將要有能力成為操縱者，成功行駛在VR空間中所創造的任何場景，並利用系統給予的畫面判斷駕駛策略與偵測移動及障礙物，成功且安全地通過一套隨機性較小、用於測試一些基本駕駛動作的模擬訓練，表示其策略邏輯是符合用路需求。

此系統目前已建構出紅綠燈、行人AI模擬、路旁車輛AI模擬、及主駕駛車輛之路徑儲存及訓練，並做初步訓練；未來研究可繼續往天氣、行駛流暢度、及邏輯再建構方面繼續做延伸。

## 五、參考文獻

- [1] 虛擬實境，數位時代, <https://www.bnext.com.tw/search/tag/VR>

- [2] 機器學習的機器是怎麼從資料中「學」到東西的？寫點科普請給指教，  
<https://hellolynn.hpd.io/2017/07/28/%E6%A9%9F%E5%99%A8%E6%98%AF%E6%80%8E%E9%BA%BC%E5%BE%9E%E8%B3%87%E6%96%99%E4%B8%AD%E3%80%8C%E5%AD%B8%E3%80%8D%E5%88%B0%E6%9D%B1%E8%A5%BF%E7%9A%84%E5%91%A2/>
- [3] 人工智慧，維基百科，  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E6%99%BA%E8%83%BD>
- [4] Unity, Unity 官網, <https://unity3d.com/unity>
- [5] 3 分鐘搞懂深度學習到底在深什麼, Kobe Chen, 泛科技,  
<https://panx.asia/archives/53209>
- [6] 翻轉人類未來的 AI 科技：機器學習與深度學習，曲建仲，科技新報，  
<https://technews.tw/2017/10/05/ai-machine-learning-and-deep-learning/>
- [7] 卷積神經網路的運作原理, Brandon Rohrer's, 譯者 Jimmy Lin,  
[https://brohrer.mcknote.com/zh-Hant/how\\_machine\\_learning\\_works/how\\_convolutional\\_neural\\_networks\\_work.html](https://brohrer.mcknote.com/zh-Hant/how_machine_learning_works/how_convolutional_neural_networks_work.html)
- [8] 初探卷積神經網路, CH.Tseng,  
<https://chtseng.wordpress.com/2017/09/12/%E5%88%9D%E6%8E%A2%E5%8D%B7%E7%A9%8D%E7%A5%9E%E7%B6%93%E7%B6%B2%E8%B7%AF/>
- [9] ZAMAN, Ishtiak; PILLAI, Shrijit; SHAH, Tejas. Self-Driving Car Simulator. 2015.
- [10] CHEN, Chenyi, et al. Deepdriving: Learning affordance for direct perception in autonomous driving. In: Computer Vision (ICCV), 2015 IEEE International

Conference on. IEEE, 2015. p. 2722-2730.

[11] End-to-End Deep Learning for Self-Driving, Mariusz Bojarski, Ben Firner, Beat Flepp, Larry Jackel, Urs Muller, Karol Zieba and Davide Del Testa, August 17, 2016,  
<https://devblogs.nvidia.com/parallelforall/deep-learning-self-driving-cars/>

## 六、計劃管理與團隊合作方式

### 6.1 計劃管理

與指導教授之研究生進行一週一次之研究計度報告及問題討論，並參與每週實驗室會議學習研究方法，定期與指導教授回報進度。

### 6.2 團隊合作

除了一週一次與指導教授之研究生定期討論外，組員們會不定期進行私下程式溝通與系統協調，以此使系統可以完整的合併每個功能，流程表如圖 6-1。劉士宏同學主要負責建構十字路口環境及主駕駛車輛訓練模型，沈双双同學主要負責建構虛擬環境之邏輯判別、行人與除主駕駛車輛外之 AI 設計。

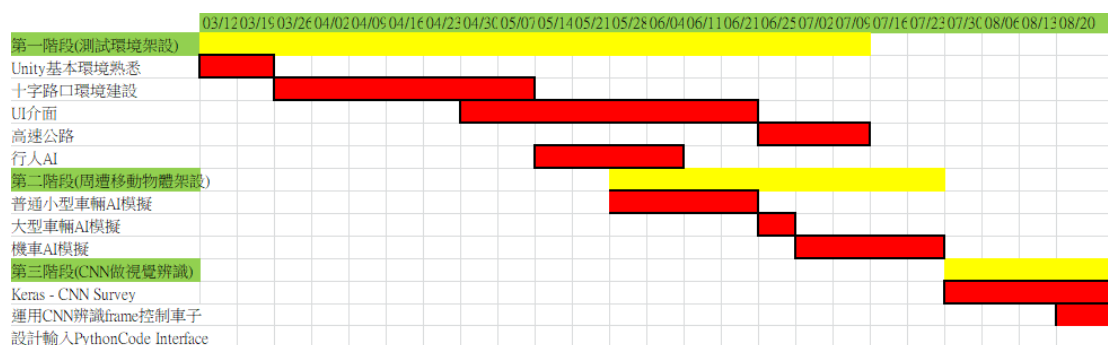


圖 6-1 甘特圖（前 5 個月）



圖 6-2 甘特圖（後 5 個月）