

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 電腦與資訊學科

052503

巷弄 T 字路口來車偵測

學校名稱：國立臺北科技大學附屬桃園農工高級中等
學校

作者： 高三 陳家弘 高三 蕭宇智 高三 簡伯勳	指導老師： 郭敏良
---	------------------

關鍵詞：來車偵測、超音波、路口預警

摘要

許多人在駕駛交通工具時常會速度太快，不放慢速度便會使車禍發生機率大幅提升，在巷弄裡更是如此。許多車禍都是因未注意來車所導致，所以我們想出了在路口裝設感知器，用來感知是否即將有車輛靠近以用來提醒駕駛人，雖然在某些路口會裝設凸面鏡，但還是有駕駛人會忽略，所以我們利用感知器搭配手機 APP，當車輛靠近路口且有來車接近，手機便會發出聲響與震動，來提醒駕駛，相信這會比凸面鏡更有效果。

壹、研究動機

有些巷弄的十字路口幾乎都沒有紅綠燈，部分的駕駛人在經過十字路口前都沒有減速察看左右方的來車就直接衝出十字路口，導致左右兩旁巷內的車閃避不及，然後就發生車禍事故。

巷弄應該要減速慢行，但在路口若未減速查看左右兩旁來車，則有可能釀成車禍悲劇的發生，如圖 1 所示，根據台北市政府警察局統計，2015~2018 年間巷弄車禍事件數。



圖 1 2015~2018 年巷弄車禍事故統計圖

貳、研究目的

各個地區小巷子 T 字路口，因為沒有紅綠燈或駕駛人視線侷限的關係，所以巷子內的車輛都不知道甚麼時候會有車從旁邊巷子路口出現，就算有紅綠燈也還是會有人闖紅燈，導致車禍的發生率提高，所以這個裝置可以達到讓巷子內兩邊的駕駛人知道左右方是否有來車，並通知駕駛來車在巷內的大概位置，讓駕駛可以判斷是否要減速讓行。

參、文獻探討

3.1 超音波感測器

人類可以聽見的波動, 頻率大約在 16Hz 到 20KHz 之間, 如果波動頻率高於這些範圍, 人類則無法聽見, 稱之為超音波。波動是物 中的粒子受外力作用時產生的機械性振盪。超音波感測器是由超音波發射器、接收器 和控制電路組成。當它被觸發的時候, 由發射器對著特定方向, 向外發射超音波, 當超音波碰撞到障礙物時, 就可以從接收器處接收回音, 藉此計算來車和路口的距離來判斷警示強度, 如圖所示。

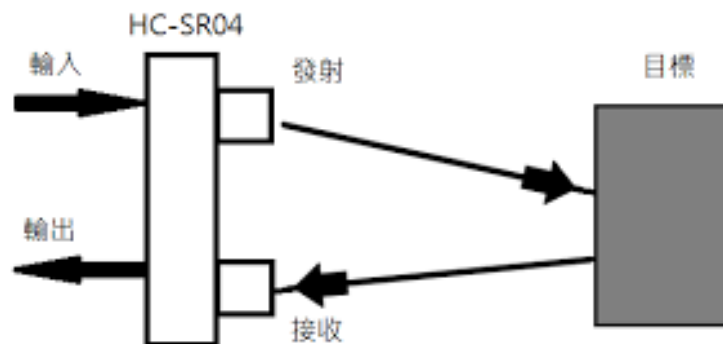


圖 2 超音波感測器運作原理

用於量度距離。通過超音波發射裝置發出超音波, 根據接收器接到超音波時的時間差就可以知道距離了。這與雷達測距原理相似。超音波發射器向某一方向發射超音波, 在發射時刻的同時開始計時, 超音波在空氣中傳播, 途中碰到障礙物就立即返回來, 超音波接收器收到反射波就立即停止計時, 距離計算公式如下所示:

$$L = (t/2) / 29.1, \quad (L \text{ 單位: 公分、} t \text{ 單位: 毫秒})$$

超音波在空氣中的傳播速度為 $v=340\text{m/s}$, 根據計時器記錄的時間 t , 就可以計算出發射點距障礙物的距離 L 。

3.2 路口號誌預警裝置

ARTC 車輛研究測試中心於 2016 年相繼出版「機車防禦駕駛手冊」與「汽車防禦駕駛手冊」宣導防禦駕駛的概念, 就是「透過覺察與認知, 預測可能發意外之情境, 並且預先採取必要措施以避免事故發生」, 本研究實地調查桃園地區部分交通路口安裝路口來車警示裝置, 如圖所示,



圖 3 消極式路口來車警示裝置

根據觀察所知這些裝置僅能消極提供路口來車消極警示，無法依據雙向路口行車狀控及車速進行即時判斷，並主動依據碰撞機率通知車輛（汽機車）駕駛人提前預防，不容易達到防禦駕駛的目的；這也提供本研究最好的研發改進方向，透過更為精確的資通控制技術提供安全預警措施。

3.3 V2X 車聯網

自動駕駛汽車是目前最熱門的應用研究方向，其所需之相關技術愈趨成熟，主要有兩個資通訊技術發展重點，包含主動式感測技術與協同式資料運算，這些都需要仰賴通訊技術進行資料交換與蒐集形成所謂車聯網(V2X, Vehicle-to-Everything) 服務。

由於車輛行駛的過程中環境變化迅速，且駕駛人對於周遭狀況之可反應時間短暫，為達到有效之交通事故預防與安全警示以提高車輛行駛之安全性，車間通訊環境對於資訊傳遞延遲時間的要求特別嚴苛，因此 V2X 通訊技術因應

而生。為強化行車安全，歐美國家採用 V2X 通訊技術，並相繼立法推動車聯網應用與服務。V2X 主要是為駕駛人提供預先警告可能發生的危險狀況，讓駕駛人提早採取因應措施，避免交通意外發生，美國交通部發布 NPRM 法規制定通知 [8]，將立法強制新小型車輛具備 V2V 通訊技術，其中預估 2023 年出廠輕型車輛 V2V 通訊技術普及率將達到 100%。本研究就是透過 V2I (Vehicle-to-Infrastructure) 的方式提供主動式路口車輛碰撞預警，期望能發展智慧道路的架構。



圖 4 V2X/V2I 車聯網架構運用示意圖
(林軍鼎, 結合感測與定位技術, 新通訊 2013)

先進國家在交通方面都朝打造智慧型運輸系統(ITS)的目標前進。智慧型運輸系統主要趨勢就是希望結合電子、通訊、資訊及感測等技術，透過智慧車輛(Smart Car)及智慧道路(Smart Way)整合人、車、路的管理策略，提供即時資訊，以增進運輸系統的安全、效率及舒適性，並降低傷亡率，同時也減少交通對環境的衝擊，達到節能減碳的效果。

肆、系統設計與製作成果

4.1 路口來車碰撞預警系統設計

本研究所提出的「路口來車碰撞預警系統」主要包含下列幾個系統功能：

- 以 T 字路口或十字路口為區域範圍進行各方向行車狀態監測，包含車速、距離及即時流量，並連結形成路口交通即時資料區域網路，亦可作為未來 5G 交通網之基礎節點。
- 路口交通環境監測，包含照明、路面狀態等。
- 依據路口交通狀況判讀碰撞機率，並利用交通號誌提供即時預警訊息。
- 連結交通控管中心，針對車輛及駕駛人發送碰撞預警訊息，提供作為防禦駕駛的判斷依據和即時反應。

根據功能需求本研究發展的路口來車碰撞預警系統之系統架構包含監測模組、區域網路、路口監控模組、GSM 通訊模組等裝置，詳如下圖所示：

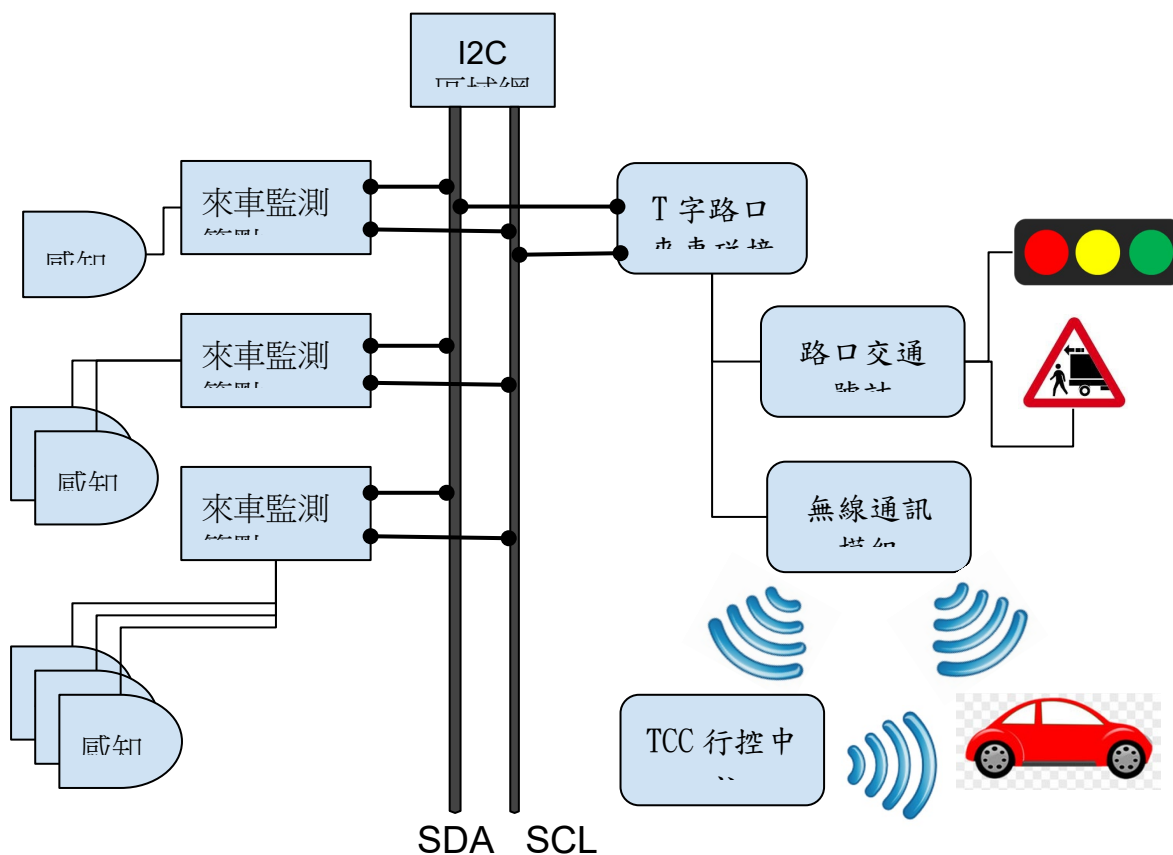


圖 5 路口來車碰撞預警系統架構圖

系統作動狀態:超音波持續偵測，手機發送指令給 Arduino，arduino 回傳距離給手機在警示駕駛，如果沒來車就不警示。

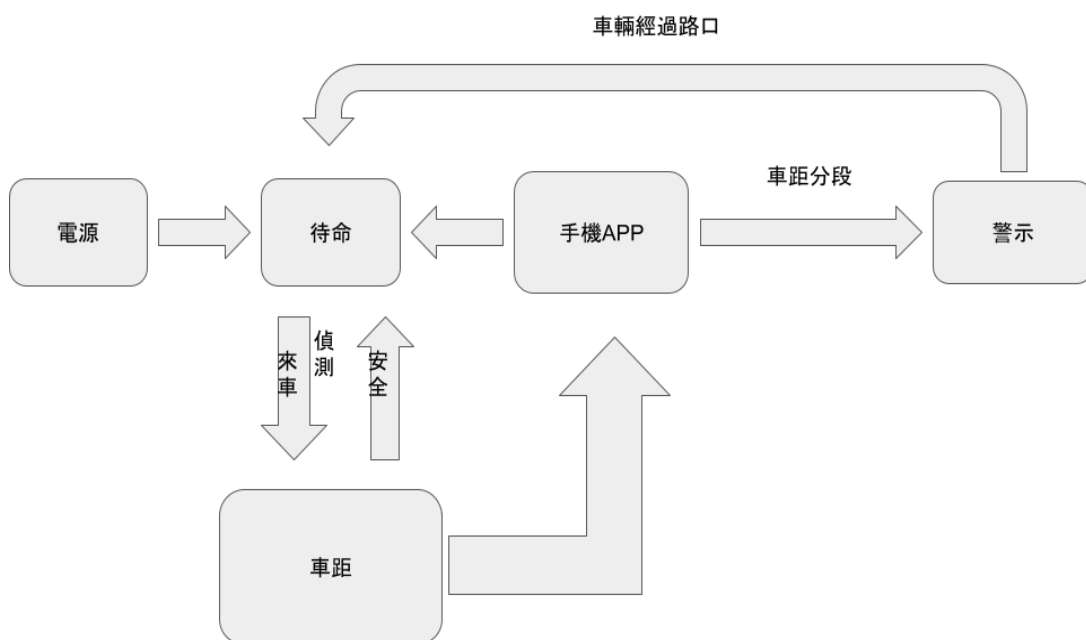


圖 6 系統作動狀態圖

系統流程:超音波感測車距傳輸給隨從端，當主空端接到指令時透過 I2C 從隨從端取得距離在回傳到手機，並警示駕駛。

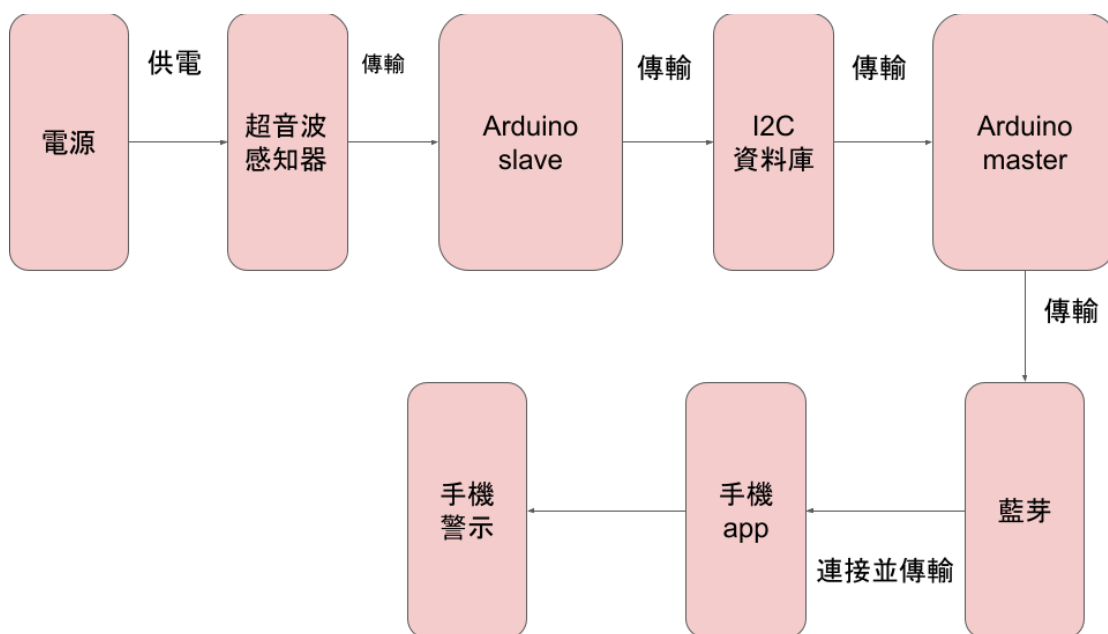


圖 7 系統流程圖

4.2 路口來車碰撞機率判斷演算法

本研究開發「路口來車碰撞機率判斷」演算法來計算以及判斷道路中行駛的車輛於 T 字路口或視線不良的交叉路口發生碰撞的機率 P_{im} ，並以此數據作為碰撞預警的主要依據，如下列所示， $P_{im}(a, b)$ 是即將進入路口兩車的碰撞機率，其中 T_a 和 T_b 是 a 車與 b 車各自到達路口的時間，由路口感知器監測得知， T_a 和 T_b 會隨車輛行駛速度與路口距離而變化， T_r 則是預設之駕駛人反應時間，也可以隨環境條件（光線、路面溼滑、時段等因素）調整：

$$P_{im}(a, b) = \frac{|(T_a - T_b)|}{T_r}$$

例如，當 $P_{im}(a, b) < 1.0$ 時代表兩車將會碰撞，應發出碰撞預警措施，而 $P_{im}(a, b) > 1.0$ 時代表兩車碰撞機率相對降低，也可以提供分級警示。交通路口的交通管制中心(Traffic Control Center, TCC)根據 $P_{im}(a, b)$ 碰撞機率的運作程序如下列所示：

系統作用迴圈 loop()

{

路口監測點 a (Ma, 隨從端(slave)) 啟動超音波感知器

取得 Ta

Ma 透過 I²C 主從架構通訊網路發送 Ta 給 TCC

(master)

路口監測點 b (Mb, 隨從端(slave)) 啟動超音波感知器

取得 Tb

Mb 透過 I²C 主從架構通訊網路發送 Ta 給 TCC

(master)

交通管制中心(TCC)定時由 I²C 網路擷取 Ta, Tb, ...,

Tn

TCC 計算 $P_{im}(a, b)$ 碰撞機率

IF $P_{im}(a, b) < 1.0$

改變路口警示號誌

針對 a 車、b 車發送碰撞預警(4G /GSM)

即時訊息至駕駛人手機/車輛 APP

發送路口碰撞警示廣播訊息至路口範圍內車

輛 (CANbus 接收器)

駕駛人手機/車輛 APP 收到警示訊息發出即時警示聲響

車輛 (CANbus 接收器) 將警示訊息傳至儀表板及其他

主動安全裝置

}

4.3 實作 I²C 主從架構通訊網路

積體匯流排電路, I²C (Inter-Integrated Circuit) 是主從架構通訊網路, 主控端可以向隨從端發出需求要資料或傳送資料, 依據其規範 I²C 匯流排電路最多可以有 128 個設備。在 I²C 匯流排電路上可以有許多主控端和多個隨從端, 通常我們只會用一個主控端。每個隨從端都會有一個識別的號碼, 叫作 從屬地址, 主控端要跟隨從端通訊的時候, 就利用從屬地址指定要跟哪個隨從端建立對話。

如圖所示, I²C 只使用兩條雙向漏極開路 (Open Drain) 線, 其中一條線為傳輸資料的串列資料線 (SDA), 另一條線是啟動或停止傳輸以及傳送時鐘序列的串列時脈 (SCL) 線, 這兩條線上都有上拉電阻。I²C 允許相當大的工作電壓範圍, 但典型的電壓準位為 +3.3V 或 +5v。

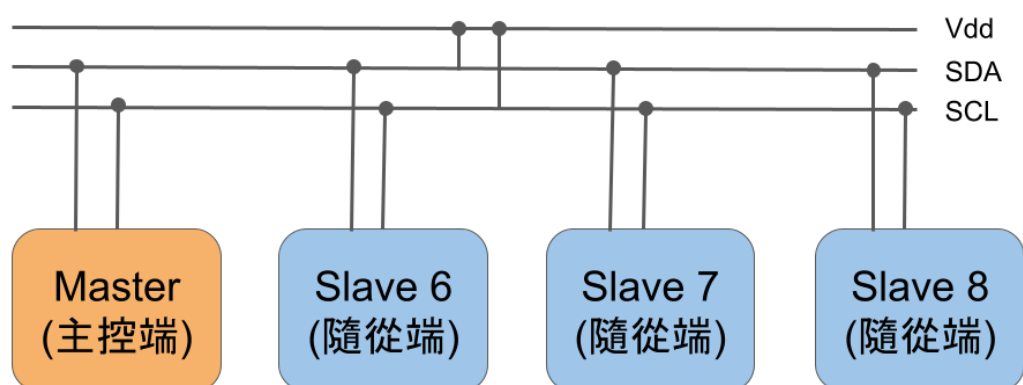


圖 8 I²C 主從架構通訊網路架構

本研究就是用 I²C 主從架構通訊網路作為路口交通號誌 (基礎建設) 區域網路, 提供路口的交通管制中心(Traffic Control Center, TCC)與各區域監測節點的通訊, 以確保車輛監測訊息可以即時傳達, 如圖所示之實作成品。

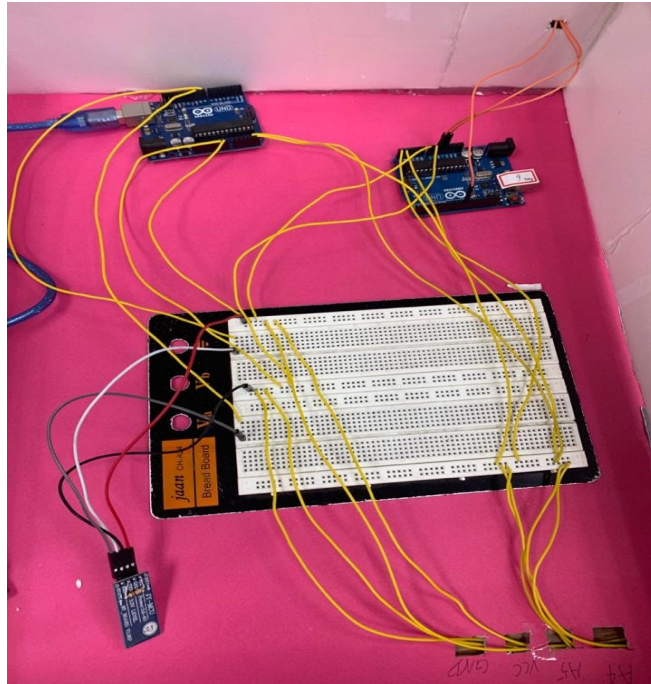


圖 9 I²C 主從架構通訊網路電路實作

4.4 控制系統實作

4.4.1 控制器

本研究各控制器節點均使用 Arduino Uno 開發板，對於沒有工程背景或是程式基礎的人來說，是非常簡單的開發板。Arduino 最強大的一個方面是支援它的硬體生態系統；每款 Arduino 開發板以及衍生產品都有標準硬體介面，能讓客製化設計電子元件堆疊在處理器電路板之上。那些客製化電子元件電路板就被稱為擴充板，如其名稱能在該種電路板添加各種電子裝置如馬達驅動器、感測器、致動器、LED 或任何應用所需的元件。



圖 10 Arduino Uno 程式開發版

4.4.2 撰寫 Arduino 程式

確認系統運算邏輯以後，研究小組人員著手撰寫 Arduino 控制程式，下

列為部分程式段落主要用於超音波感測的距離與 I²C 網路通訊、：

```
slave_writer_6
//slave write#6
#include <Wire.h>
const int PingPin = 10;
int duration;
int cm;

void setup()
{
    Wire.begin(6); // join i2c bus (address optional for
    Serial.begin(9600);
    Wire.onRequest(requestEvent); // register event
}

void requestEvent() {
    Wire.write(cm);
    delay(500);
}

void loop() {
    pinMode(PingPin, OUTPUT);
    digitalWrite(PingPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(PingPin, HIGH);
    delayMicroseconds(5);
    digitalWrite(PingPin, LOW);

    pinMode(PingPin, INPUT);
    duration = pulseIn(PingPin, HIGH);
    cm = microsecondsToCentimeters(duration);
    Serial.println(cm);
    delay(500);
}

long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
{
    return microseconds / 29 / 2;
}
```

圖 11 超音波感測的距離送到 I2C 網路

```
master_read
// Wire Master Reader
// by Nicholas Zambetti <http://www.zambetti.com>

// Demonstrates use of the Wire library
// Reads data from an I2C/TWI slave device
// Refer to the "Wire Slave Sender" example for use with this

// Created 29 March 2006

// This example code is in the public domain.

#include <SoftwareSerial.h> // 引用程式庫

// 定義連接藍牙模組的序列埠
SoftwareSerial BT(8, 9); // 接收腳, 傳送腳
#include <Wire.h>
int c1=0;
int c2=0;
int c3=0;

void setup() {
  Wire.begin(); // join i2c bus (address optional for master)
  Serial.begin(9600); // start serial for output
  BT.begin(9600); // 藍牙用序列埠Serial11速率為9600
  delay(5000);
}

void loop() {
  //讀取A1 A2 A3 Data
  Wire.requestFrom(6, 1); // request 1 bytes from slave device #6
  Serial.println("讀取A1");
  while (Wire.available()) { // slave may send less than requested
    c1 = Wire.read(); // receive a byte as character
    Serial.println(c1); // print the character
  }
  delay(100);
  Wire.requestFrom(7, 1); // request 1 bytes from slave device #6
  Serial.println("讀取A2");
  while (Wire.available()) { // slave may send less than requested
    c2 = Wire.read(); // receive a byte as character
    Serial.println(c2); // print the character
  }
}
```

```

delay(100);
Wire.requestFrom(8, 1);    // request 1 bytes from slave device #6
Serial.println("讀取A3");
while (Wire.available()) { // slave may send less than requested
  c3 = Wire.read(); // receive a byte as character
  Serial.println(c3);    // print the character
}

delay(100);
//計算路口距離

//傳送到手機 (藍芽)
if (BT.available()) {
  char val = BT.read();    //讀取藍牙訊號
  Serial.println(val);
  if (val == 'a'){
    BT.write(c1);    //讀取藍牙訊號
    delay(500);    //延遲0.5秒
    BT.write(c2);    //讀取藍牙訊號
    delay(500);    //延遲0.5秒
    BT.write(c3);    //讀取藍牙訊號
    delay(500);    //延遲0.5秒
    //判斷接收訊號是否為a
  }
}
}
}

```

圖 12 TCC 主控端從 I²C 網路抓資料並計算碰撞機率、傳送手機警示訊息

4.4.3 手機應用程式 (APP) 開發

警示系統需要配合車上或是人手都有手機才能達到這產品的便利性，由於要在有限能力做到，若要從汽車上的原有電子設備著手會比較困難，所以選用製作較簡單和適用性較高的 APP INVENTOR 設計一套能和我們系統做搭配的 APP，這樣駕駛只需要下載我們的 APP 就能使用到我們的產品了。

APP INVENTOR 使用拼圖模式來組合程式，在 App 程式開發過程中，引導使用者進入 App 應用程式開發的世界，使用者開發完成的程式，可以下載到任何使用 Android 作業系統的裝置，包括智慧型手機或平板電腦。我們可以使用模擬器或 Android 裝置，來測試應用程式執行的狀況，就可以完成 Android 裝置的應用程式與手機之訊息傳送。

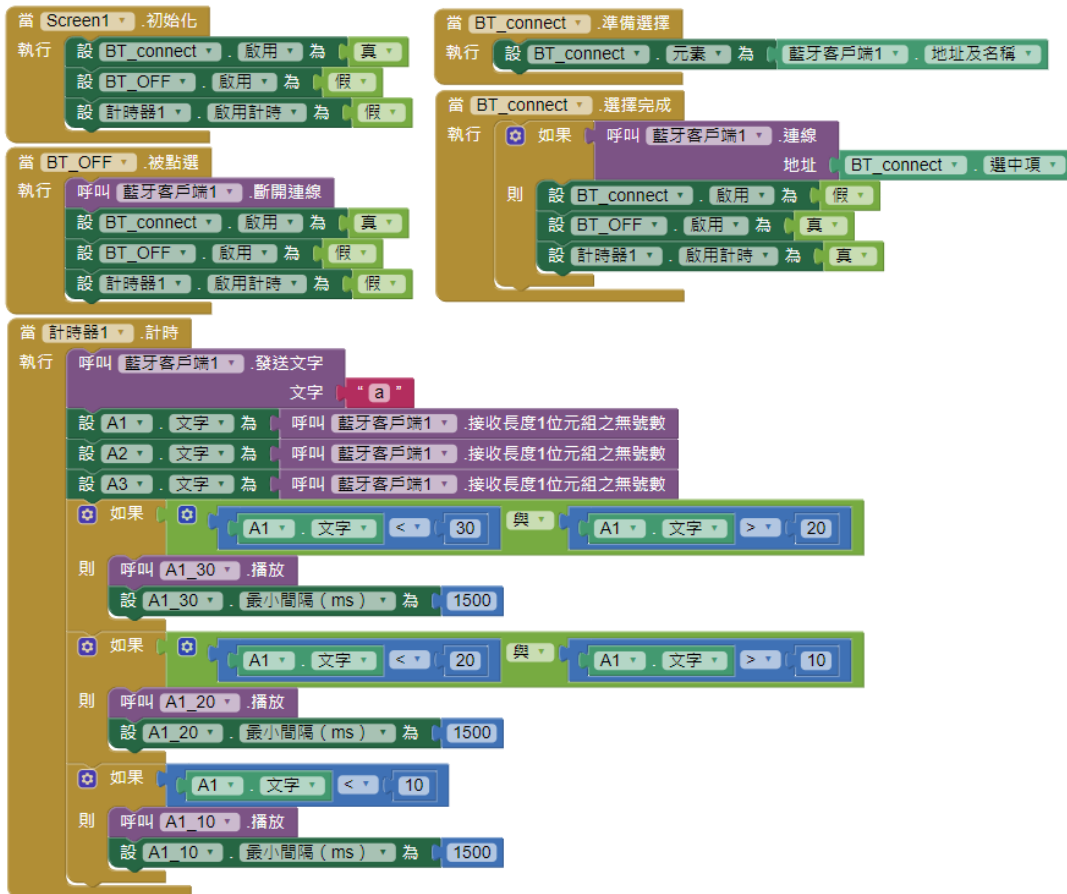


圖 13 連接藍芽並傳送指令給 Arduino Master 端，接收資料判斷安全距離



圖 14 手機 APP 介面設計

4.4.4 製作過程與紀錄

因為我們無法在實際的道路上測試我們的專題，所以我們用珍珠板來做 T 字路口的模擬模型還有超音波感知器的支架。

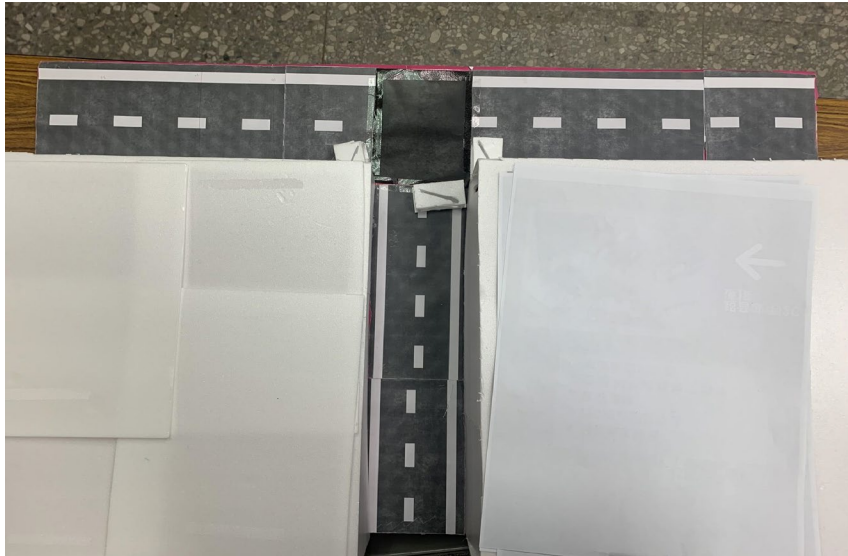


圖 15 製作道路模型

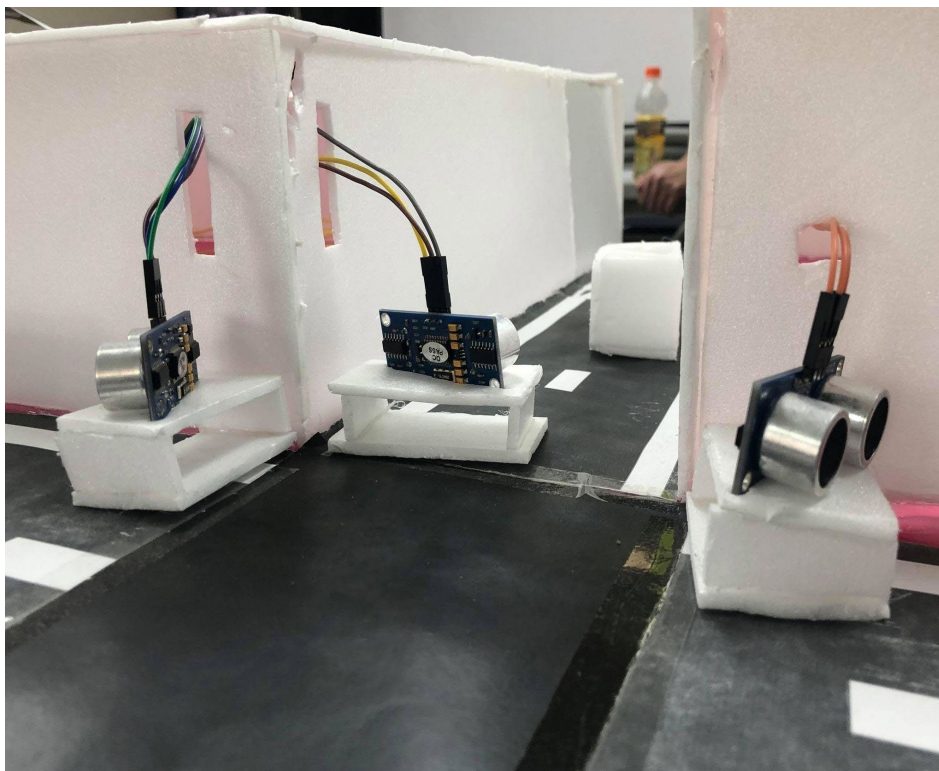


圖 16 模擬 T 字路口

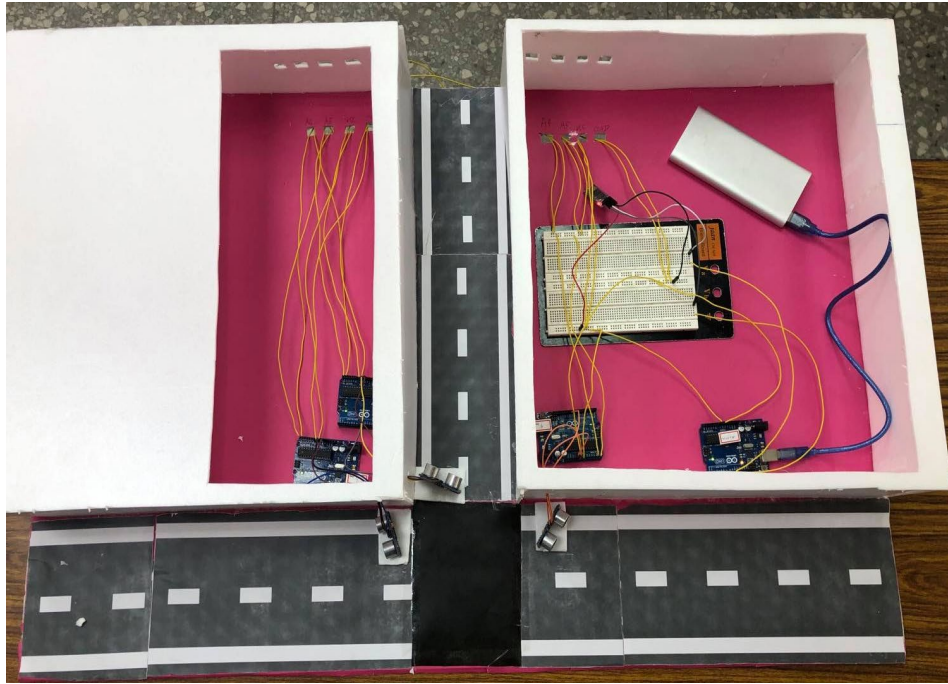


圖 17 模型平面圖

伍、結論

馬路如虎口，行車安全是非常之重要的，快樂的出門就是要平安的回家，未注意來車的事故在台灣頻頻發生，現今有許多沒有標誌的路口，都潛藏著非常多的危機，像是經過路口都不減速，不注意，也不禮讓來車，這樣就會造成嚴重的事故，為了避免更多的人受害，所以設置這項裝置。

這項安全問題不能一再忽視，初衷就是為了想降低交通事故的發生率，這款裝置可以在路口偵測到即將進路口的車輛，並且發出聲音來提醒其他的駕駛人，這樣就可以提早準備煞車，避免車禍的發生。

到最後，我們總算是研究出此作品，雖然過程中遭遇許多的挫折，例如：使用 APPINVENTOR 連結手機時，最初一直無法使手機震動與發出聲響，還有手機接收不到藍芽的訊號，不過在老師的指導與組員的分析下最終還是成功的使手機作動，如果不是我們老師在寒假與放學後的時間留下來指導我們，我們也無法完成這次的專題製作。

如果這項產品在未來要再更方便更精確的話，可以把 APP 加在汽車本身的電腦設備上，或是路口偵測可以配合視覺影像偵測的技術去達到更精確的判斷，讓駕駛更容易去判斷。

陸、參考文獻

- [1] 汽車防禦駕駛手冊, ARTC 財團法人車輛研究測試中心, 2017
- [2] 超音波原理, 臺南市教育局科技教育網,
http://maker.tn.edu.tw/modules/tad_book3/page.php?tbdsn=201
- [3] 曾兆弘, 超音波測距系統設計, 中華大學碩士論文, 民國 九十四年
- [4] 王玉喆, 蘇子翔, 蔡嘉泰, LTE V2X 車間通訊服務與系統架構, 工業技術研究院 資訊與通訊研究所
- [5] 曾蕙如, 結合 ADAS 打造車聯網 V2X 標準弭平車間通訊鴻溝, 新通訊 2018-04
- [6] 曾蕙如, 車聯網通訊接軌全球標準 國產自駕車借力 V2X 拼研發, 新通訊 2020-03
- [7] ITRI 工業技術研究院, 車聯網系統, 電腦與通訊, 2020-06
- [8] 林軍鼎, 結合感測與定位技術 WAVE/DSRC 實現車間通訊, 新通訊 2013-04
- [9] App Inventor 中文學習網, <http://http://www.appinventor.tw/>
- [10] MIT APP Inventor, <http://http://appinventor.mit.edu/>
- [11] 蔣志偉, 巷弄事故頻繁! 開快車、未減速 肇禍案件逐年攀升, TVBS 新聞,
https://news.tvbs.com.tw/life/1084979?fbclid=IwAR1kSvrp4hb6YxaU3FHiKPYIz-dwhb831Q-oYtVMt_964teNthlns-xU-98
- [12] 維基百科, I²C (Inter-Integrated Circuit) 積體匯流排電路,
<https://zh.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C>

【評語】 052503

此作品目標為透過 V2I (Vehicle-to-Infrastructure) 的方式提供主動式路口車輛碰撞預警，期望能發展智慧道路的架構，立意良好。所實作的碰撞預警機制，較於簡單，報告中也缺乏實驗數據，或提供量測系統偵測巷弄來車功能的正確率。建議強化實驗分析，並考慮現實中可能的路口車輛情境，進而分析碰撞預警機制之有效性。

作品簡報

(2021全國科展)電腦與資訊學科
參展作品編號:052503

巷弄T字路口來車偵測

研究動機

巷弄路口 → 釀成車禍悲劇的高風險區域

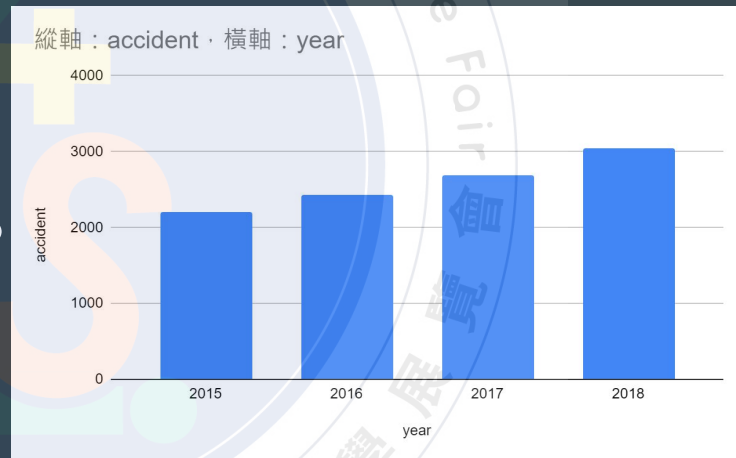


圖1 2015~2018年巷弄車禍事故統計圖

消極式路口來車警示



目標情境



燈號警示

汽車
儀錶板警示

技術應用：超音波感知器測距

$$2L = T / (29.1)$$

T：感測訊號發送時間

L：距離

$$\Rightarrow L = T / 58.2$$

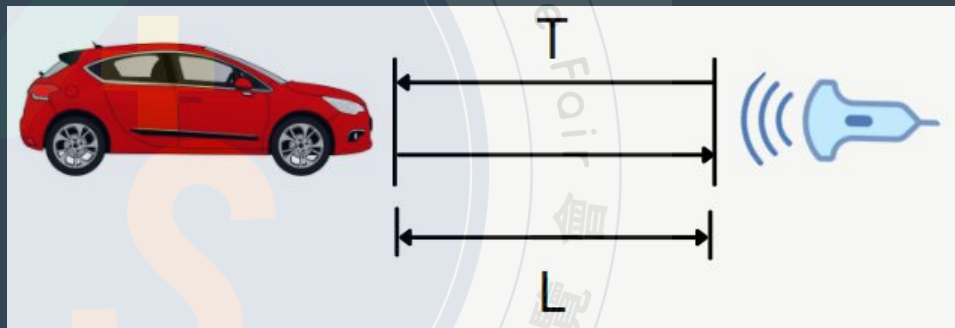
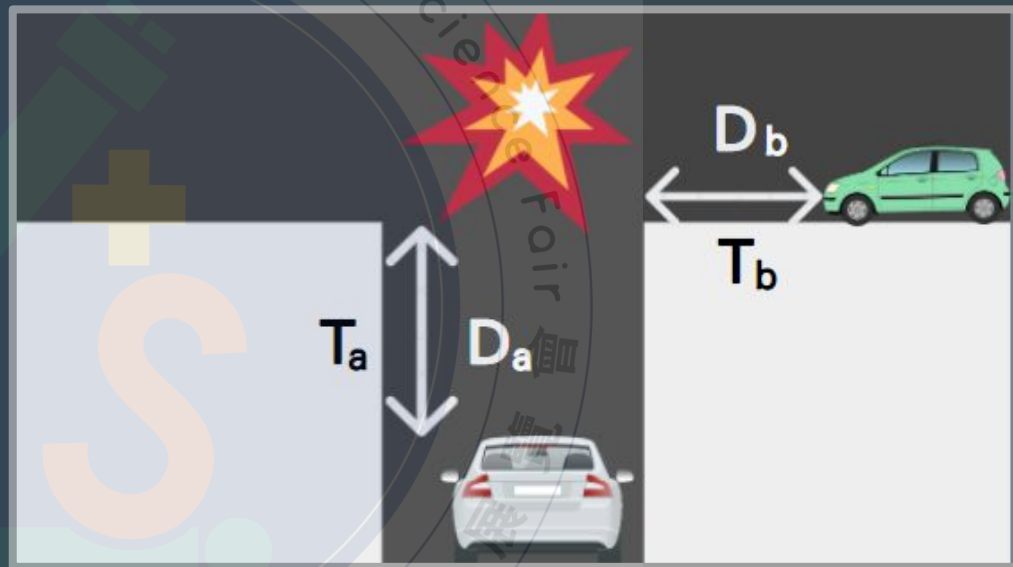


圖3 超音波感測器運作原理

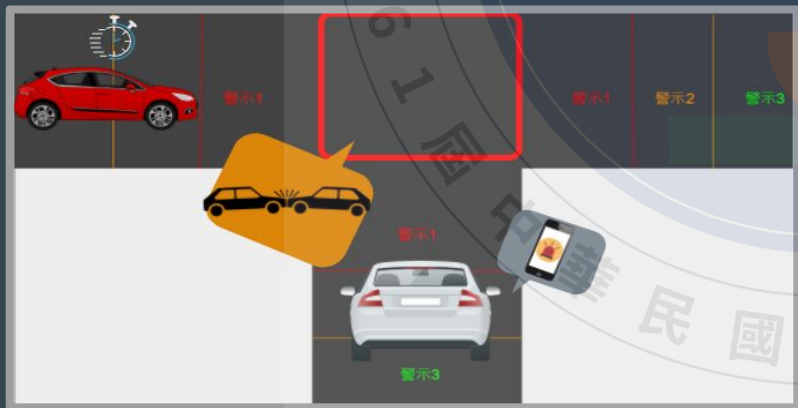
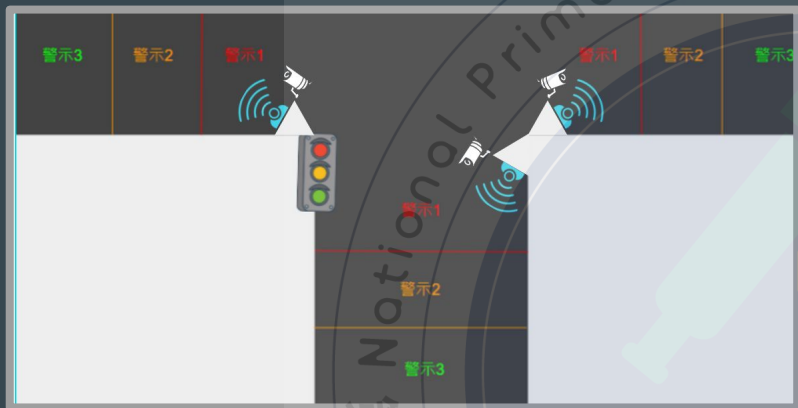
碰撞風險判斷流程

$$P_{im}(a, b) = \frac{|(T_a - T_b)|}{T_r}$$

- T_b T_a 是A車和B車到路口的時間
- D_a D_b 是車輛跟路口的距離
- T_r 是駕駛人反應時間



系統功能:巷弄T字路口來車偵測



- 以T字路口或十字路口為區域範圍進行各方向行車狀態監測
- 交通控管中心針對車輛發送碰撞預警訊息，提供作為防禦駕駛的判斷依據

系統功能: V2X/V2I 車間通訊車聯網技術應用

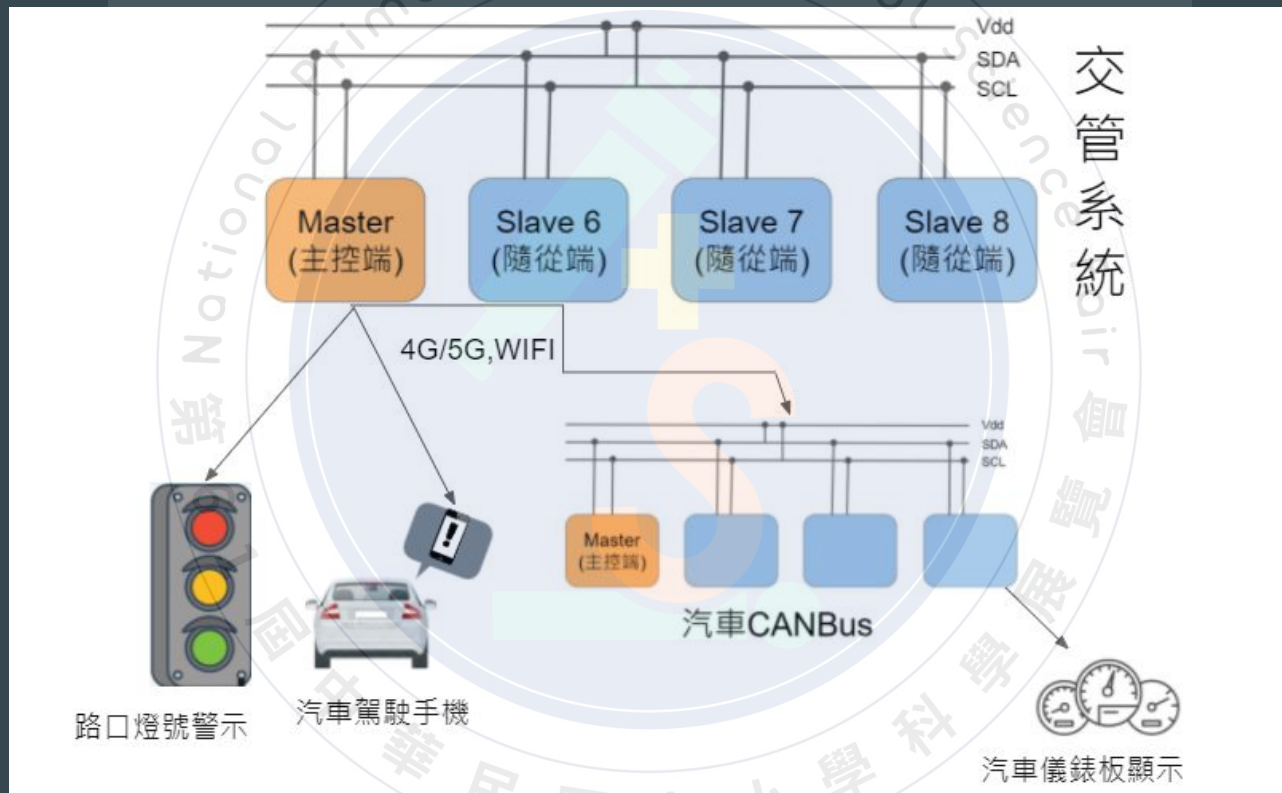
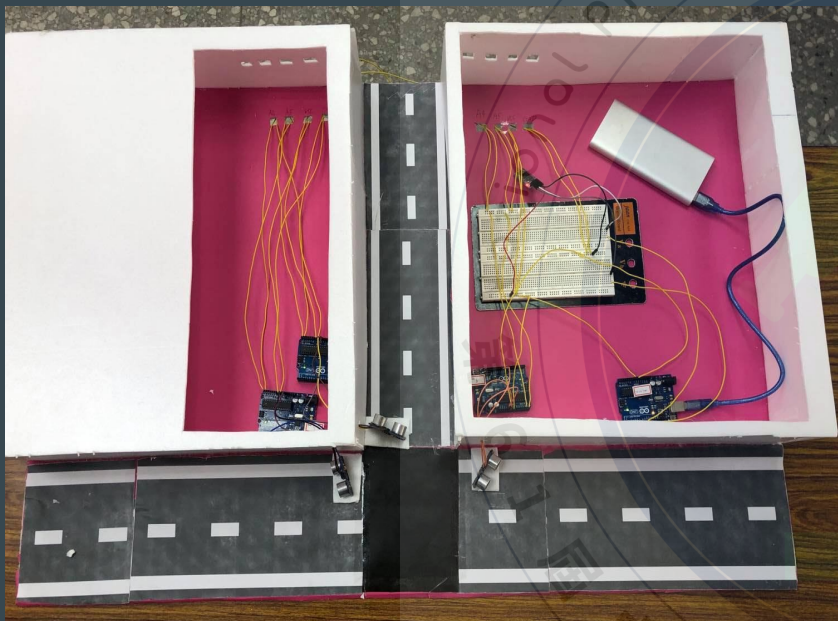
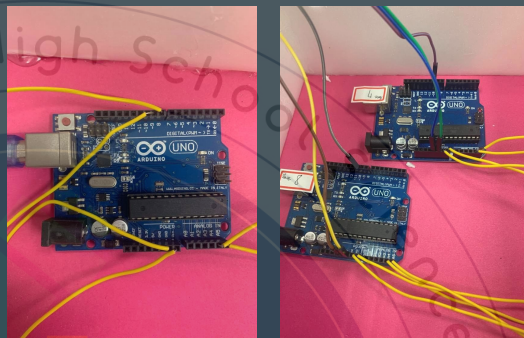


圖4 V2X/V2I車聯網架構運用示意圖

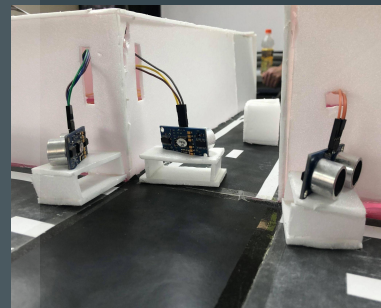
實作成品



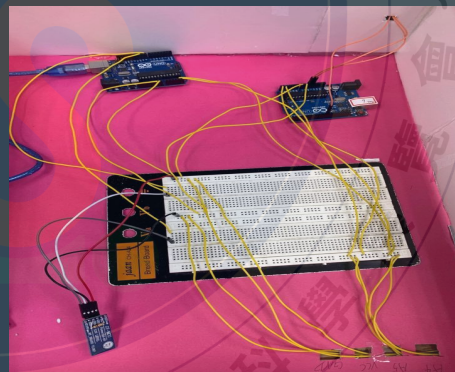
模型平面圖



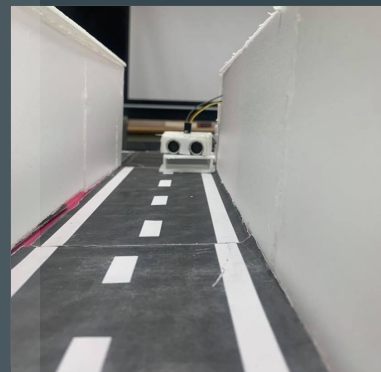
Arduino控制器



超音波感知器



I2C 主從架構通訊電路



道路模型

結論

藉由「巷弄T字路口來車偵測」系統進行路口來車偵測，並且適時發出警示訊號以降低交通事故的發生率，達到防禦駕駛的目的。

未來發展：

- 路口偵測配合視覺影像偵測技術達到更精確的判斷
- 搭配5G通訊技術及IoT物聯網技術，使智慧道路設施更加實用