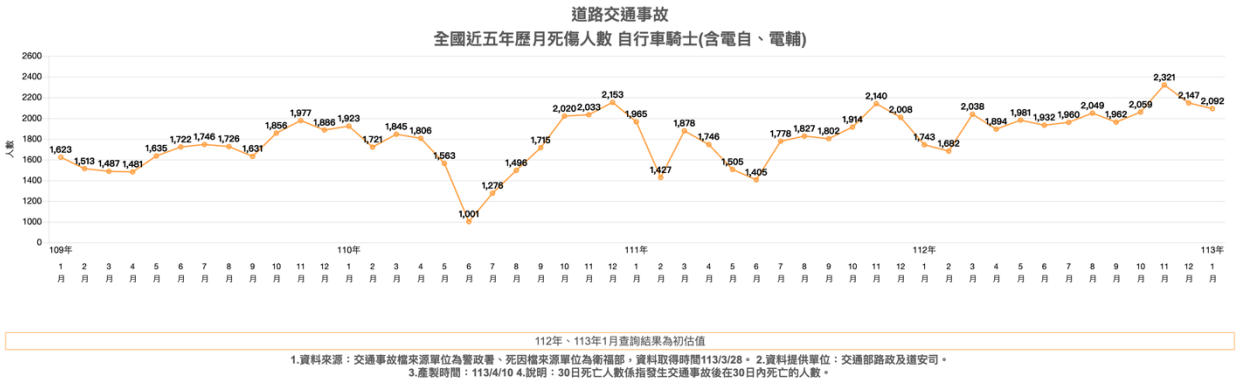
自行車燈具 — 燈燈燈燈

一、Why

台灣的交通亂象頻傳，人民對於交通安全不夠重視。法規鬆散是一原因，而其中對於行人及自行車的交通規範相對模糊，許多人在行走或騎車時常常出現不當行為。

根據交通部警政署的統計，自行車事故件數逐年攀升[1]，以 110 年 7-8 月為例，死傷者高達一萬兩千人，其中肇事原因「未依規定讓車」、「轉彎（向）不當」、「違反號誌、標誌管制」合占近 4 成 5[2]。



▲圖一，道路交通事故圖（截自 https://roadsafety.tw/Dashboard/Custom?type=統計快覽 ）

放眼台灣大學校園內，以腳踏車為主要交通工具，作為學生的我們也必須時時擔心與行人、別的腳踏車、或甚至車輛相撞的惡夢。

對此，我們對 55 位台大學生做了調查[3]，了解他們的意見：

1. 七成的同學認為在台大騎腳踏車是安全的，但問到腳踏車意外，我們得到「逆向 轉彎會車」、「鬼切 無預警衝出」以及「不專心 滑手機」三個主要原因
2. 而夜間在校內騎車，認為安全的人降到了五成六，覺得不安全的原因主要為「光線不足」、「看不清楚」，八成的人認為不能清楚看到別的自行車

綜合以上，整理出兩個主要問題：會車危險（因表示不清或未依規定）以及夜間視線不佳。我們想要從校園內著手，試圖改善行車安全，使交通成為增加便利性而非危險性工具，並為建設更加安全、便利的城市交通環境貢獻一份力量。這樣的舉措有助於達成可持續發展目標中的第 11 項目標：建設包容、安全、具防災能力與永續的城市和人類住區。

---

[1]https://roadsafety.tw/Dashboard/Custom?type=統計快覽
[2]https://www.npa.gov.tw/ch/app/data/doc?module=wg057&detailNo=900185511170150400&type=s
[3]調查結果：
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1BSvG9u2DHtfjNQ3kRzIc7DpDTHoamEz0ROWIh5WkSCc/edit?usp=drive_web

二、How

針對我們整理出的兩個問題進行更深入的解釋：

1. 會車危險：
   原因：自行車並無方向燈及後照鏡的裝置，騎乘者無法確認身邊的環境；而若騎乘者不會明確表示，其他人也無法知道車輛的方向，增加相撞的風險。

   改善方法：行進方向表示清楚。若能讓週遭人清楚知道車輛行進方向，就能有更多的時間反應及預測。

2. 夜間視線不佳：
   原因：因應台大夜間生態，校內並沒有裝設太多的照明，視線不佳的結果就是難以看見其他騎乘者或路面坑洞等路況，增加了交通意外的風險。

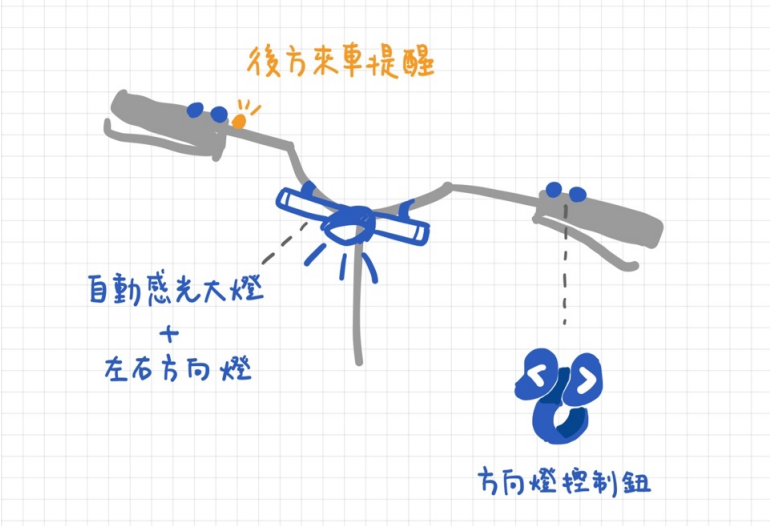
   改善方法：增加照明及主動燈具。如此一來騎乘者能看到路況、也更能被別人看到。

鑒於上述問題及原因，我們希望開發一種結合手動開關的方向燈，及能夠自動開關的燈組，以提高人們使用自行車燈的意願，解決交通問題，並提升交通安全。此外，我們還需要進行相關法規和宣導工作，以提高大眾對自行車燈重要性的認識，並促進其使用。

三、WHAT 及執行過程說明

我們計畫設計一款「自動腳踏車燈組」，為一個智能化的燈具系統，能夠根據環境光線、是否煞車、周遭有無車輛等因素自動開關燈光，從而確保騎乘者在不同環境下的能見度和安全性，並結合手動方向燈，清楚明確地表示車輛行進方向。

我們的設計有四個部分，分別為自動大燈、自動煞車燈、前後方向燈以及後方來車燈。



▲圖二，燈具組草圖前半部分

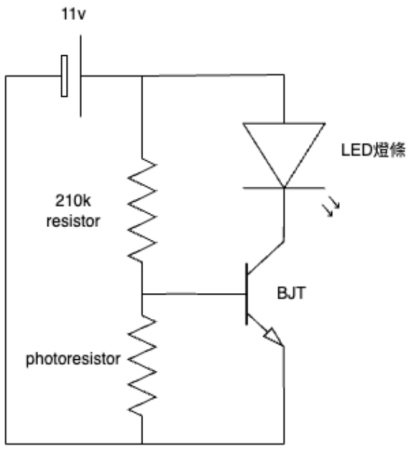
▲圖三，燈具組草圖後半部分

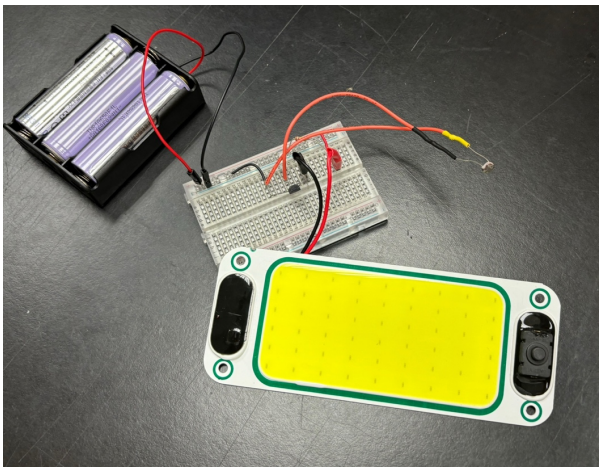
1. 自動大燈：

- 預期進行方式：參考上課所學，利用光敏電阻控制大燈在白天關閉，晚上自動開啟；或是能在晚上依據周圍光線（有沒有路燈）來調整燈光大小。
- 預期加工方式：將 BJT 與光敏電阻結合並接出電路，透過電流控制電流的方式，達到當光線越暗時，LED 燈會越亮
- 實際執行：

  實作的材料主要有 LED 燈板、11V 電池、BJT、光敏電阻、210k 歐姆的電阻。

  我們使用上課所學的「BJT 電路」，利用光敏電阻控制大燈能依據周圍光線來調整燈光大小，實作發現普通電阻的電阻值不能與光敏電阻差距太大，否則 LED 燈會不夠亮。





2. 自動煞車燈：

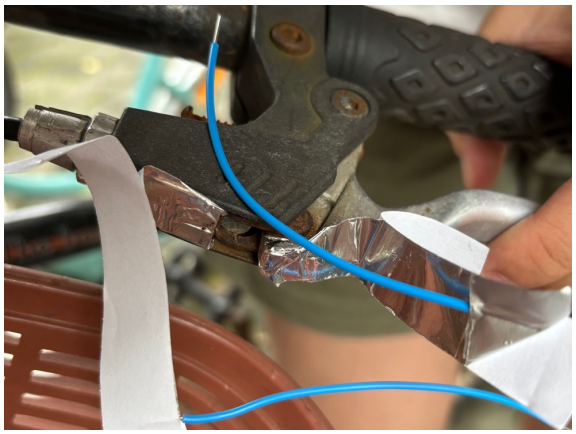
- 預期進行方式：按下煞車後，煞車燈的電路會接通，便能使燈亮起（可以將電路活動的那端和煞車握把或煞車皮上的機械裝置連接作為電路接通的部分）。

- 預期加工方式：將電路開關裝在煞車的 C 型夾上，按下煞車會將電路接通，使煞車燈亮

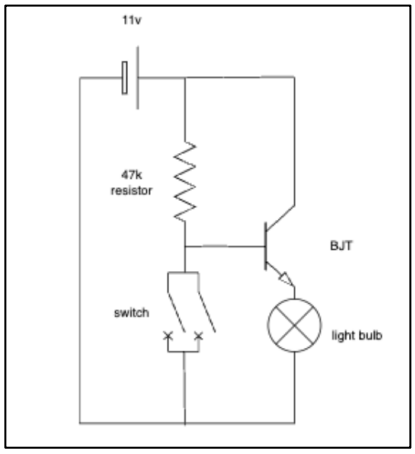
- 實際執行：
  實作的材料主要有電線、導電鋁箔膠帶、2N222 BJT、47k 歐姆電阻、LED 燈條、11V 電池、萬用版，其中在萬用版上的接線需要焊起來使其穩固。

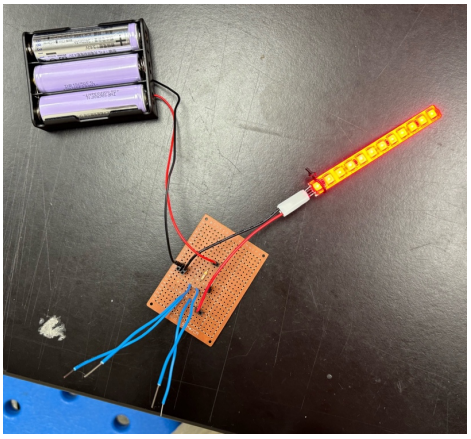
  電路設計部分，利用電阻以及開關的機制來操作 BJT、控制流經電燈的電，形成我們的煞車電路。當開關接通（沒按下煞車把手）時，BJT 控制腳位的電流為零，燈暗，反之（按下煞車把手時）則燈亮。

  另外，我們後來將電路開關設置在煞車把手上，利用導電鋁箔膠帶連接電線來控制電路，如下圖所示：



圖？、開關接通 圖？、開關斷路





- 遭遇困難與解決方法：
  因我們的電路是設計「開關接通時燈暗」，與一般常見的邏輯相反（常見的都是斷路時燈暗），因此大概設計了四種電路，在這部分花了些時間。因為想要減少使用的電池數量，如何讓耗電量降低，電阻的位置以及量值也稍微設計了一番。

  而原本預計裝設開關的煞車 C 型夾弧線太多不好處理，後來在教室找到導電膠帶，並發現煞車把手或許能黏貼，才解決開關裝設問題。

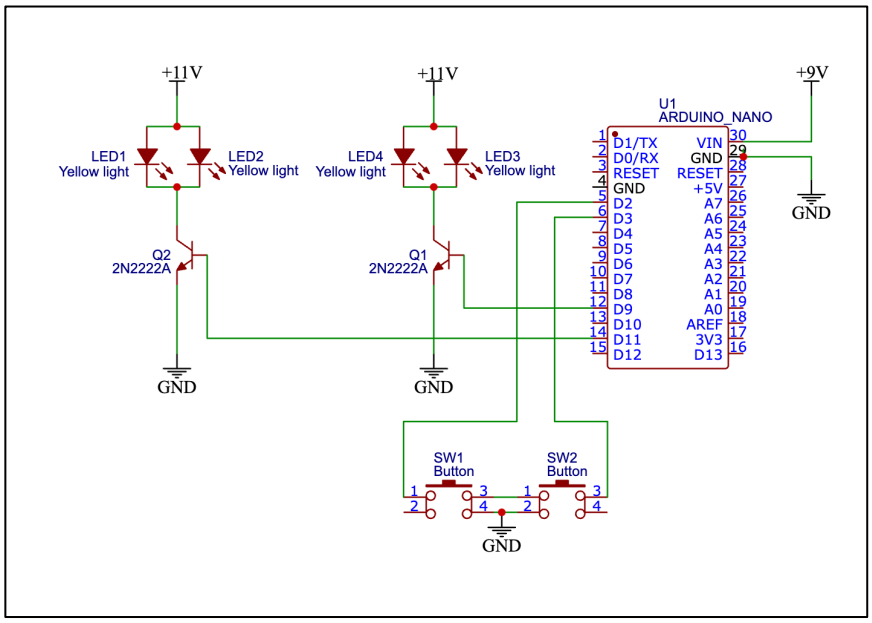
3. 前後方向燈

- 預期進行方式：腳踏車前後方都會設置。透過按鈕連接電路，將訊號傳遞給車燈，使相對應的車燈能夠亮起來。共有左側方向燈、右側方向燈、以及兩側都閃的雙黃燈。

- 預期加工方式：在左右把手附近設置兩個方向燈按鈕，並在前後方都設置左右方向燈。將前述的裝置透過電路來傳遞訊息，使我們要左（右）轉時，能夠按下相對應的按鈕，使相對應方向的燈能亮起。

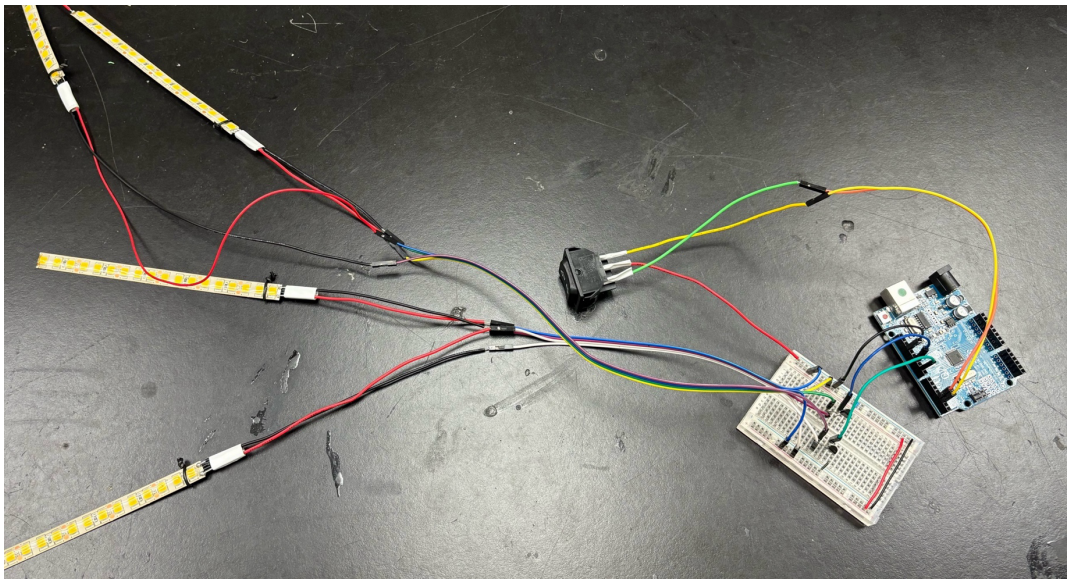
- 實際執行：
  實作的材料主要有方向按鈕、2N222 BJT、LED 燈條、11V 電池、9V 電池、Arduino UNO 開發板，其中 LED 燈條需吃 11V 電池而 Arduino UNO 開發板需吃 9V 電池。

  方向燈的電路設計是利用 Arduino 的中斷 function，用以檢測訊號的變化，傳遞訊號進 Arduino 板後，再利用 BJT 控制燈的亮暗。



```
int inpin1 =2;
int inpin2 = 3;
int outpin1 = 11;
int outpin2 = 9;

struct Button {
  const uint8_t pin;
  uint32_t num;
  bool pressed;
};

Button b1 = {inpin1, 0, false};
unsigned long b1_time = 0;
unsigned long last_b1_time = 0;

Button b2 = {inpin2, 0, false};
unsigned long b2_time = 0;
unsigned long last_b2_time = 0;

void isr1() {
  b1_time = millis();
  if (b1_time - last_b1_time > 250) {
    b1.num++;
    b1.pressed = true;
    last_b1_time = b1_time;
  }
}

void isr2() {
  b2_time = millis();
  if (b2_time - last_b2_time > 250) {
    b2.num++;
    b2.pressed = true;
    last_b2_time = b2_time;
  }
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  pinMode(outpin1, OUTPUT);
  pinMode(b1.pin, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(0, isr1, FALLING);

  pinMode(outpin2, OUTPUT);
  pinMode(b2.pin, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(1, isr2, FALLING);
}

```

```
void loop() {
  if (b1.pressed) {
    Serial.print("b1 pressed ");
    Serial.print(b1.num);
    Serial.println(" times");
    b1.pressed = false;
  }
  if (b1.num % 2 == 0) {
    static unsigned long lastToggleTime1 = 0;
    if (millis() - lastToggleTime1 >= 500) {
      lastToggleTime1 = millis();
      digitalWrite(outpin1, !digitalRead(outpin1));
    }
    //Serial.println("b1 light");
  } else {
    digitalWrite(outpin1, LOW);
  }

  if (b2.pressed) {
    Serial.print("b2 pressed ");
    Serial.print(b2.num);
    Serial.println(" times");
    b2.pressed = false;
  }
  if (b2.num % 2 == 0) {
    static unsigned long lastToggleTime2 = 0;
    if (millis() - lastToggleTime2 >= 500) {
      lastToggleTime2 = millis();
      digitalWrite(outpin2, !digitalRead(outpin2));
      Serial.println(digitalRead(outpin2));
    }
    //Serial.println("b2 light");
  } else {
    digitalWrite(outpin2, LOW);
  }
}
```



- 遭遇困難與解決辦法

  剛開始設計時的程式有遇到一些版本問題，修好後又發現 ESP32 燒壞，後面又遇到連接按鈕的電線斷掉。總總的問題導致方向燈的進度一直延遲。

  此外，我們原本是利用 ESP32 來設計電路，但後來發現 ESP32 的連接板可能有問題，不小心燒壞了幾個板子，所以後來才換成用 Arduino。

  因為我們是設計按一下燈亮，再按一下燈暗，不是常見的一直按著燈一直亮，所以不能用尋常的邏輯來編寫程式，找 Interrupt Function 找了一段時間。

  另外，這裡的供電用了給 Arduino 的 9V 電池以及給燈條的 11V 電池。

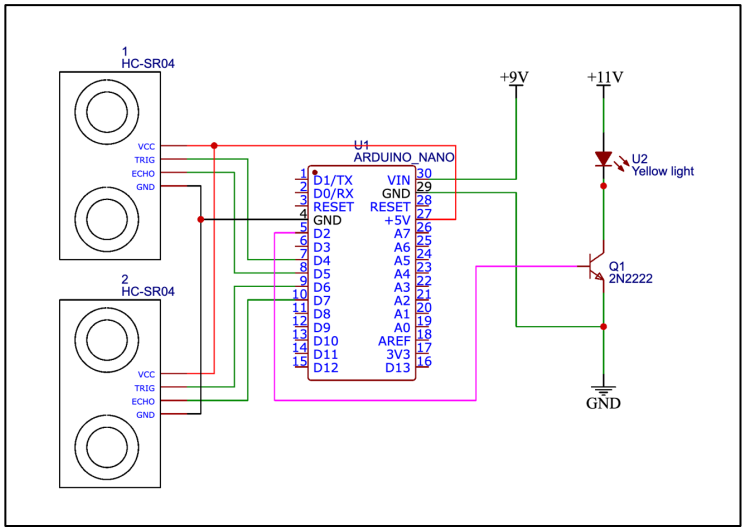
4. 後方來車燈

- 預期進行方式：應用紅外線感應，當後側左右有來車靠近時，裝在龍頭上的燈會亮起提醒使用者。

- 預期加工方式：在後方裝設紅外線距離感測器，當偵測到其他角他車時，能傳遞訊號給 ESP32，再透過他將訊號傳給車頭的車燈提醒後方有來車。

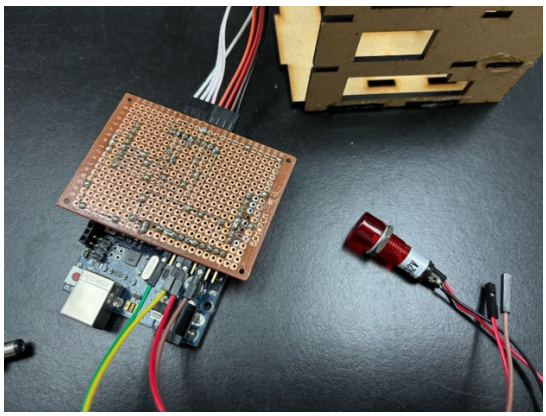
- 實際執行：
  實作的材料主要有兩個 HC-SR04 超聲波感測器、2N222 BJT、12V 直流顯示燈、11V 電池、9V 電池、萬用版、Arduino UNO 開發板，其中在萬用版上的接線需要焊起來使其穩固，而 LED 燈條需吃 11V 電池而 Arduino UNO 開發板需吃 9V 電池。

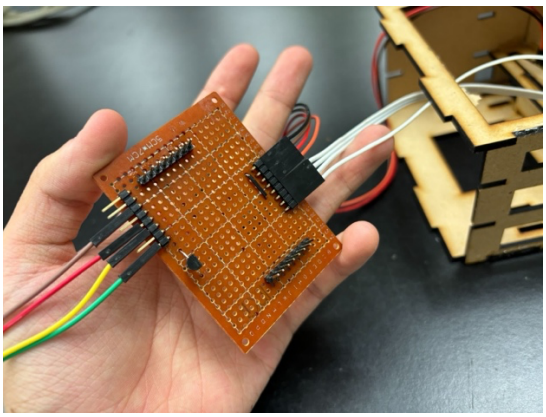
這部分的電路設計是讓 HC-SR04 傳訊號到 Arduino 版裡面，再透過板子輸出訊號控制 BJT、BTJ 再控制燈的亮暗，目前是設計一公尺內有障礙物就會有提示燈。

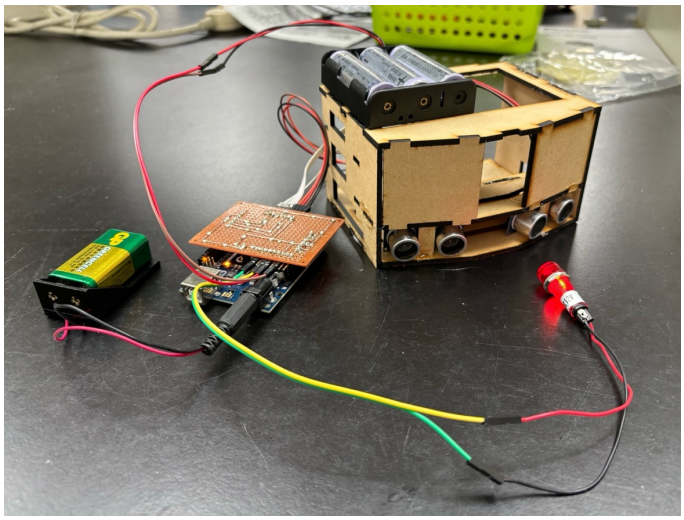



```
const int Rtrigpin = 6;
const int Rechopin = 7;
const int Ltrigpin = 12;
const int Lechopin = 13;
const int signal = 2;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Rtrigpin, OUTPUT);
  pinMode(Rechopin, INPUT);
  pinMode(Ltrigpin, OUTPUT);
  pinMode(Lechopin, INPUT);
  pinMode(signal,OUTPUT);
}

```

```
void loop() {
  digitalWrite(Rtrigpin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(Rtrigpin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Rtrigpin, LOW);
  long Rduration = pulseIn(Rechopin, HIGH);
  int Rdistance = Rduration / 58;

  digitalWrite(Ltrigpin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(Ltrigpin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Ltrigpin, LOW);
  long Lduration = pulseIn(Lechopin, HIGH);
  int Ldistance = Lduration / 58;

  Serial.print(" L: ");
  Serial.println(Ldistance);
  Serial.print(" R: ");
  Serial.println(Rdistance);

  if(Rdistance<50 || Ldistance<50){
    digitalWrite(signal, HIGH);
    Serial.println("1");
  }
  else{
    digitalWrite(signal,LOW);
    Serial.println("0");
  }

  delay(500);
}
```





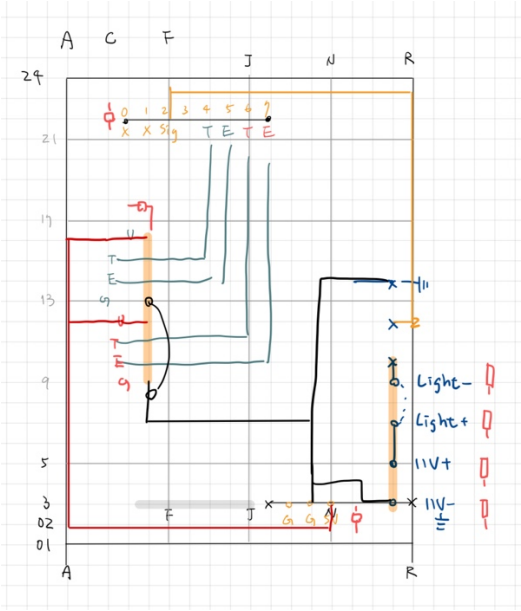


- 遭遇困難與解決辦法：

第一是一個超聲波感測器的偵測角度只有 15 度，略微不夠，所以我們裝設了兩個，並在裝設時稍微設計了一些角度來加大偵測範圍，

第二也是電力配置的問題，Arduino 板輸入 9V 電源，最大輸出 5V，而指示燈又需要 10V 以上，最後是利用 BJT 的控制，並接上兩個電源供應來解決。

第三是，因為分開的零件有點多，所以決定將 Arduino 板的接頭跟零件焊上萬用版固定，這裡在設計萬用版上的電路也是花了一些時間。

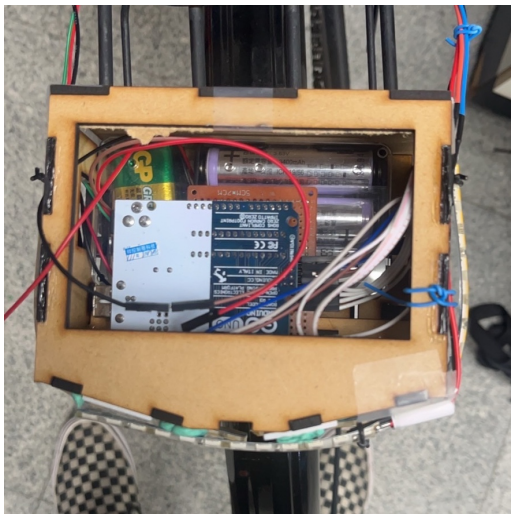


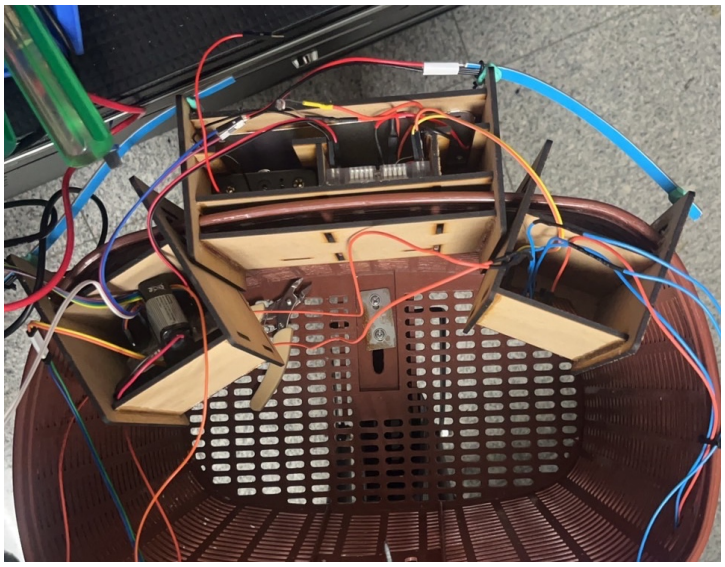
萬用版電路設計

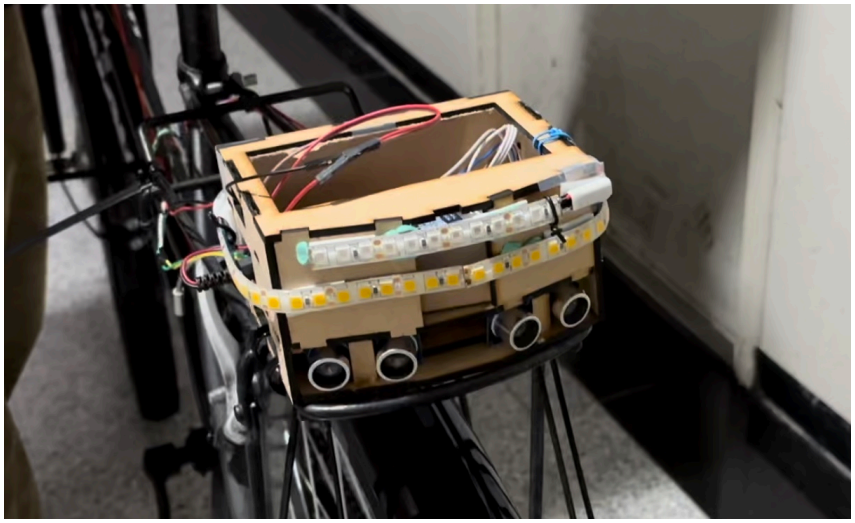
5. 組裝、架設：接線、設計

因為其中三組燈的控制和顯示分別在腳踏車的前半和後半，所以需要拉的線非常多。提示燈需放在龍頭，所以必須將接線由後方延伸到前方，而方向燈在車後方也有放置，因此也將方向燈的接線由前方延伸到後方，結果使整體線路太複雜。

此外，前方腳踏車籃子處集中三種車燈的控制與電源，為了減少成本，我們這三組共用同樣的電源，使接線有些雜亂。這些問題將會在未來迭代時改善。







四、經費規劃與時程規劃

材料	單價	數量	經費	備註
LED 燈片	120	1	120	
光敏電阻	2~10	2	20	有現成資源
電阻	10	1	10	有現成資源
煞車燈	80	1	80	
LED 燈條	100	1	100	有現成資源
方向燈按鈕	30	1	30	
超音波測距模組	55	2	110	
電力裝置（電池組）	80~200	3	600	有現成資源
麵包板	60	2	120	
BJT	1~10	2	20	有現成資源
萬用版	50	2	100	有現成資源
arduino uno 板	300	2	600	有現成資源
密集板	40	5	200	
總金額			2110	實際實作成本為 660

＊實作時有些零件有損壞、沒用到，上述沒有將那些納入考量。納入考量後的成本約有高達 1500~1800 元。

週數	日期	預計進度	實際進度
Week10	4/27	採購	採購完成

Week11	5/3	接大燈、來車燈的電路	處理燈條、試跑 HC-SR04 測距功能
Week12	5/10	接方向燈、煞車燈的電路	方向燈電路、接來車燈電路、打好程式
Week13	5/17	裝上自行車	煞車燈前三版電路、自動大燈電路
Week14	5/24	期中口頭報告	期中報告、煞車燈最終版電路、焊上萬用板
Week15	5/31	處理供電裝置	繼續焊煞車燈及來車燈的電路
Week16	6/7	最後收尾	方向燈優化
Week17	6/14	期末專案成果演示	裝上腳踏車

五、成果分析與討論

探討與初始目標之間的異同，與其他相關產品間的比較，未來展望等

- 相同點

  在設計車燈上，一樣有四個部分，分別為自動大燈、自動煞車燈、前後方向燈以及後方來車燈，實作出得成品在電路設計、原理設計、材料使用上沒有改變，皆如計畫執行。

- 相異點

  1.電力來源：一開始希望以車輪轉動提供電力。市面上有很多以腳踏車提供電力的裝置，最常見如 Youbike 的車尾燈，或是各種加裝在腳踏車上，以其發電的充電（如手機）裝置、常見的腳踏車發電裝置有磨電機以及發光花鼓，是利用電磁感應產生電（市售價格約 500 上下），若要自己製作，則還需要考慮儲電、整流（發電、充電、燈具間的電壓電流大小調整），還有考慮要做一個顯示當前電量的裝置。開始實作後，發現要製作出自動發電裝置很花經費且難以在短時間內實作出並有很好的成效，後來全部的裝置都使用直流電池供電。

  2.偵測轉向：原本除了車燈外，還想設計偵測龍頭轉向的功能，當我們轉動龍頭時，相對應方向的車燈將亮起，以提醒前方來向的行人或車輛我們的轉向意圖。它能自動偵測龍頭轉向，透過類似手機內部的重力感應器（加速度計、陀螺儀）來傳遞人轉動或偏向時的訊號，或是用震動感測模組來傳遞轉動的訊號，並結合 LED 燈，來製作此方向燈，並使方向燈亮。後來考量靈敏度及實用性，我們認為在小角度的旋轉範圍內可能容易造成對向來車的誤會，有時候可能只是平衡感不穩卻可能會讓對向來誤判我們要轉向；而大角度的旋轉則容易辨識，且透過方向燈就能提醒對向來車，因此我們刪掉此功能。

- 與

1.雖然市面上已經存在一些腳踏車配件，像是車燈、煞車燈、甚至是方向指示燈，但多數這些配件都是單獨販售且不容易拆卸。此外，在購買腳踏車配件時，較少找到具備自動感應光線及偵測後方來車的腳踏車燈具。

2.我們將燈具設計的容易組裝、拆卸，並能貼合不同的腳踏車規格（Youbike 與台大裡常見的腳踏車），讓我們的產品能在不同腳踏車上組裝。同時，我們有設計車燈收納盒，能收納車燈，使其便於攜帶。這些功能都是我們的產品較現存市場中的產品的優勢。

-

1. 電力來源：原本的構想是購買市面上常見的磨電機及發光花鼓，但考量到製作難易度，我們會先以一般電池供電來製作我們的 MVP，之後再考量將產品結合腳踏車自動供電系統。
2. 防水性：我們還沒設計到防水性的部分，不過考量台大位在天氣多變的台北，這將會是接下來首要的發展方向。
3. 收納裝置：目前尚未開始考量其收納功能。我們預計做完第一次的 MVP 後，再去思考能如何簡化我們的產品，讓他可以收納進而使使用者能更方便攜帶。
4. 未來應用：蒐集資料時我們也發現隨著電動自行車的普及，肇事車種為電動自行車的比例也在逐漸攀升。面對動力更大、速度更快的自行車，我們設計的燈具對於電動自行車、Ubike 也是一重要的配件。
5. 簡易及輕量化：未來，我們預計將燈具設計的更輕小簡便且容易組裝、拆卸，並使其能貼合不同的腳踏車規格，讓我們的產品能在不同腳踏車上組裝。同時，我們會改良車燈收納盒，並增加防摔的部分如保麗龍、海綿等至裝置中，以預防車燈因不慎摔落而損壞。

六、QA

- 建議可以把牽線換成像電話線那種，可以配合不同自行車的大小

七、參考資料

課程 lab1 投影片、

高英高工智慧煞車燈輔助系統成果報告
http://www.kyicvs.khc.edu.tw/images/ckfinder/files/20160329_030301.pdf 、

Arduino 的使用：https://blog.jmaker.com.tw/tag/arduino_getting_started/

方向燈程式碼參考：
https://hackmd.io/@yizhewang/S1pGNzKEN
https://chtseng.wordpress.com/2015/12/25/arduino-中斷功能/

來車感應燈程式碼參考：
https://www.electronicscuriosities.com/2023/03/controlling-two-ultrasonic-sensor-with.html
https://stackoverflow.com/questions/72350046/how-to-work-with-2-hcsr04-arduino-component

電路圖繪製：https://easyeda.com/editor