

**National Taiwan University**

**Final Project**

渦輪增鴨

Team Members: B10504057, Shih-Hao Wang (王士豪)  
B11202059, Guan-Jhih Chen (陳冠志)

Date of submitting report : June, 22, 2024

E-mail: [b10504057@ntu.edu.tw](mailto:b10504057@ntu.edu.tw)

# 專題基本介紹

## WHY

地球環境污染是一個棘手而急迫需要解決的問題，其中工廠排放的工業廢水是主要來源之一。超量排放的廢水對環境造成嚴重而不可逆的損害，例如八里汙水廠超量排放事件、日月光事件以及台南二仁溪毒牡蠣事件等。在一個美國案例中，檢測人員無法進入工廠排放超標的河川區域進行檢測，因為該區域屬於廠商的地盤，他們只能在河川另一端進行檢測。然而，由於距離過遠，無法檢測到工廠排放超標情況。這些案例不僅不是個別事件，在全球各地都存在類似的情況，工廠超量排放仍未被檢測出來。因此，我們迫切需要改進現有的檢測方法或增加檢測頻率，以解決環境污染問題。

## HOW

我們計畫設計一個仿鴨子外觀的遙控檢測器，外殼使用保麗龍，內部安裝河川汙染的檢測器，包括生物檢測器、化學檢測器、重金屬檢測器等。我們將開發一隻搭載生物檢測器的遙控鴨，它能夠遙控至河川中央測量相關數據，同時以逼真可愛的外觀躲過工廠的視線，潛入工廠測量排放是否超標。我們將安裝渦輪馬達，以便在被發現時快速逃離現場，避免被毀壞。此外，利用鴨式發電技術，讓鴨子在水中自行發電，實現長效續航。最終，我們將專案精進為自動化檢測平台，建立全自動遠端檢測系統，監控各河川數據是否正常。這些可愛的仿生檢測器生態圈也有望成為有趣的觀光景點，促進當地經濟發展，並降低工廠超量排放的風險。

## WHAT

利用 ESP32 或 Arduino 板設計電路，並用相容模組來進行水質檢測，最後再架設無線遙控的功能來完成，將電路放入保麗龍盒雕刻製成的鴨子來進行這次專題的目標。

## Schedule

兩周時間與指導教授討論電路圖之合理性與修改設計上之瑕疵，並同時籌備材料與購買所需元件，包括等待物流的空窗期，兩周時間進行拼湊基礎元件與初步組裝並完成期中成果之報告，三周時間完成產品試驗與偵錯，並進行最後調整與改良。

## Circuit design

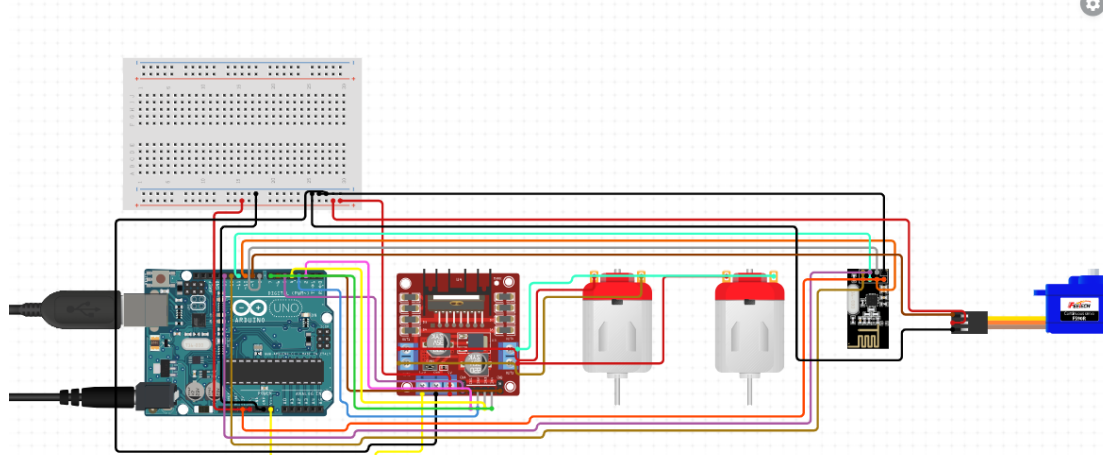


圖 a

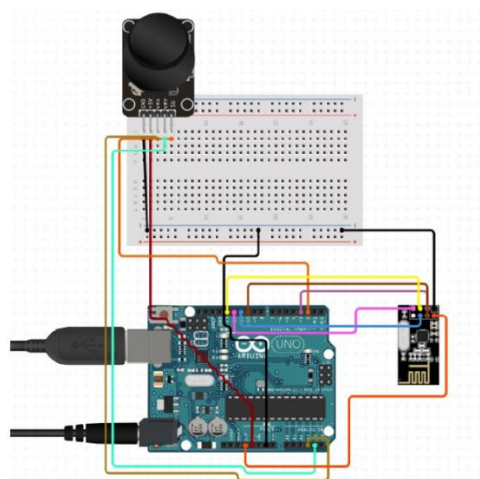


圖 b



圖 C

圖 A 為鴨子本體的電路設計，使用 UNO 開發板搭配 nrf24 wifi 器做為遙控的組件，並且外接 9V 的電池到 L98N 變壓器上，提供 uno 版 5V 電池的同時提供主動馬達 9V 的推進輸出。圖 B 為遙控器的設計電路圖，同樣使用 nrf24 作為遙控組件。圖 C 為成品示意圖。

## Funding

鴨子船體零件：900

遙控電路元件：400

保麗龍切割器：500

其他製作材料：200

## Workload

王士豪：製作報告用簡報、購買元件。

陳冠志：組裝電路、設計電路，設計裝置外觀。

## 執行過程說明

### 無線控制器製作方法

利用Arduino相容的無線通訊模組nRF24L01

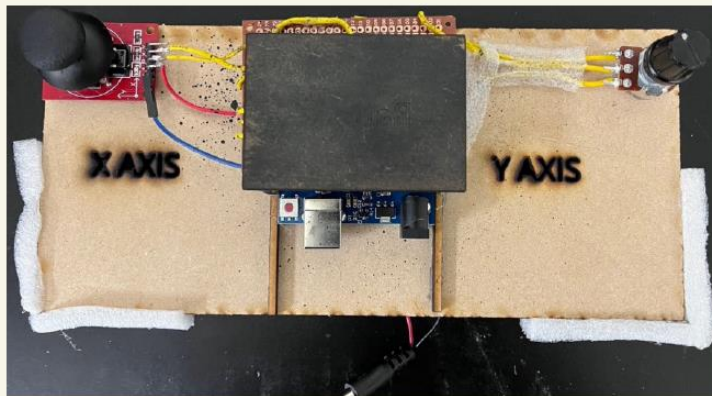
其中有八個腳位，撇除正負極接腳下列四個為最重要的資料讀取腳位

- CSN (Chip Select Not)：晶片選擇腳，“Not”代表「低電位」。
- SCK (Serial Clock)：序列時脈
- MOSI (Master Out Slave In)：主出從入，通常簡寫成MO。
- MISO (Master In Slave Out)：主入從出，通常簡寫成MI。

對應至UNO版之接法為CSN-D8, SCK-D13, MOSI-D9, MISO-D12, CE-D10  
並利用外接3.3V供電, 可遠端接收/發送訊號達650 meters

搭配Joystick與可變電阻完成遠端控制馬達的設計

最後利用雷射木板與厚墊完成實際成品，雖與印象中的遊戲搖桿不同，但能夠成功輸出訊號仍然是令人鼓舞的階段性成功



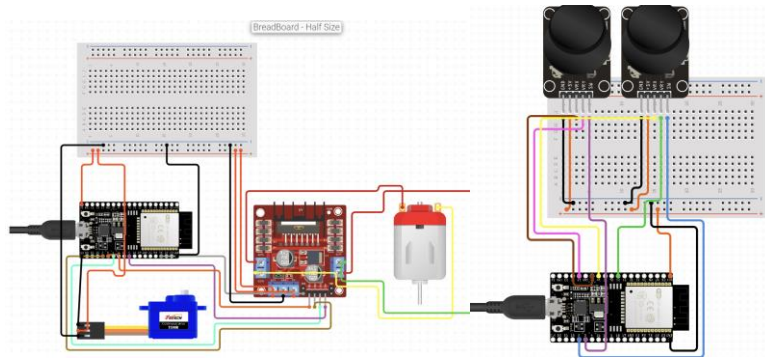
遇到的問題：

原先在測試遙控元件 nrf24 時可以正常通訊並未發生問題，但在第 17 週要準備結合鴨子電路時，突然 nrf24 元件失效，系統顯示無法成功寄出訊號。我們嘗試過更換新的 nrf24，但依然未果，在持續幾天的嘗試後我們成功讓 nrf24 可以恢復寄出訊號，但此時變成是接收端的 nrf24 無法接收到正確的訊息，即使發送端沒有發出訊號，接收端還是會收到一堆莫名的雜訊，就好像他只是一個沒有分辨數據的天線一直亂接收所有的電磁波一樣。因為這個關鍵性的問題導致我們無法在期末報告時如期完成。

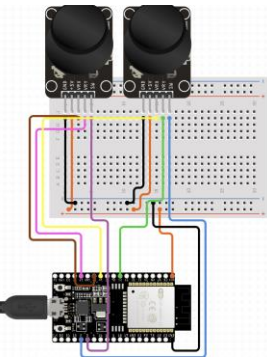
解決方法：

在經歷無數個嘗試後，我們改採用 esp32 做為開發版並利用其內建的 WIFI 器作為通訊的元件，起初為了快速達成遙控的效果，我使用 esp32 自己發送 wifi 訊號並與手機連線的方式，利用 esp32 建立的網站來用手機遙控鴨子主體。在經

歷多次的調整與修改後成功達成效果，但因為 esp32 發出的 wifi 訊號不穩定，導致時常在遙控的過程中手機就會與鴨子斷開連結，因此我在最後選擇採用兩組 esp32 做互相通訊，也就是說用另一個 esp32 作為遙控器。另外，遙控的過程中遇到 esp32 電壓不足的問題，這個問題會導致鴨子在遙控的過程中失去控制，esp32 會放出錯誤的訊號只得鴨子失控暴衝，因此我另外在外接了一組 5V 電池讓鴨子 esp32 可以穩定的用 wifi 通訊。



Esp32 作為主板的鴨子電路圖



esp32 遙控器



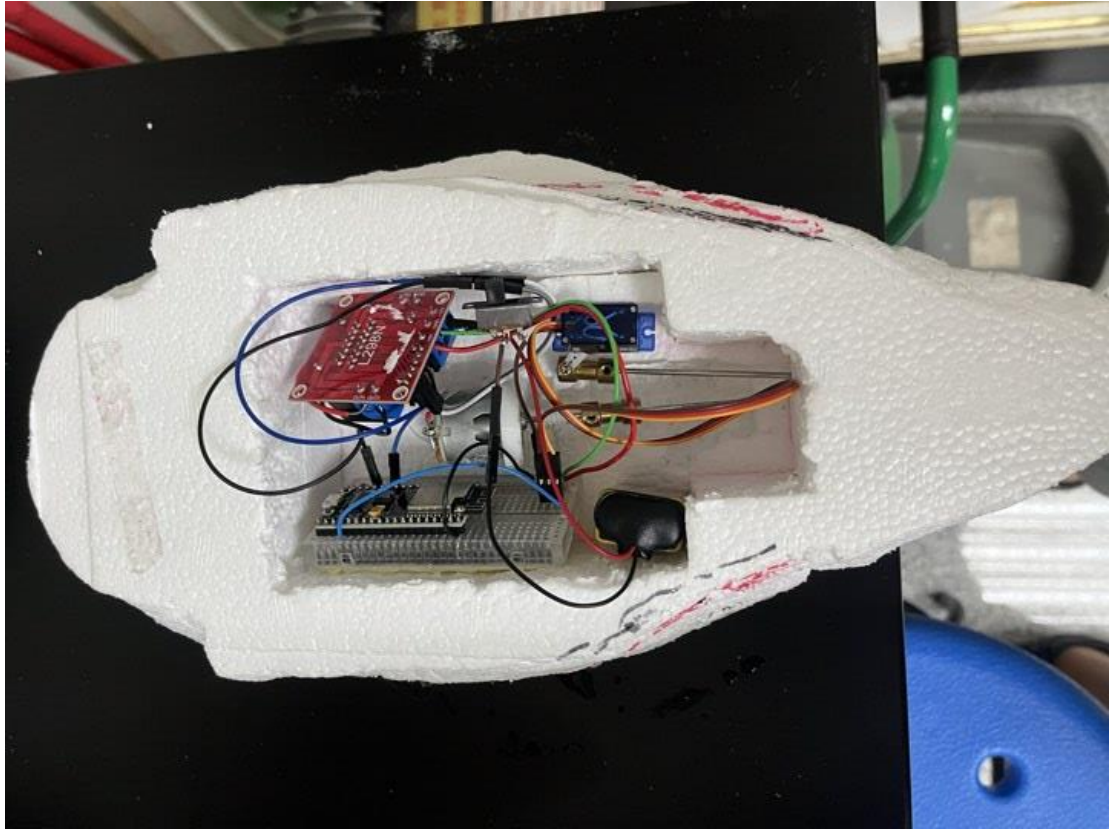
esp32 架設

## 成果分析

鴨子下水影片：<https://youtu.be/xfwEwo-Rcz0?si=6N2x1UFZqmNP17Sw>



鴨子成品圖



鴨子電路實照



外接的 5V 電池

成果討論

- 鴨子的速度不盡理想，比較像是渦輪減鴨。
- 遙控的距離似乎只有十幾公尺，因為 wifi 可行範圍不夠廣的緣故。
- 在有了穩定的鴨子電路及架構後，安裝檢測器就是簡單的事情，因為只要把檢測器裝在鴨子底部然後把類比線接到 esp32 再回傳就好。

### 未來展望

- 更換馬達的種類或是增加電壓讓鴨子更有力可以衝更快
- 優化鴨子的外觀讓他更逼真
- 加上伺服馬達在鴨子的脖子處，然後把檢測器裝在鴨子的嘴巴上，這樣藥檢測數值實就是控制馬達讓鴨子低頭喝水檢測水質。

## Q&A（回覆口頭報告時他人的提問）

期中時報告給他組時獲得的反應：

1. 簡報言簡意賅，硬體的部分進度看起來不錯，但程式的部分沒什麼提到，希望你們順利
2. 看起來蠻厲害的，很期待能看到外觀的模樣，希望不會浸水變落湯雞

怎麼處理漏水問題／有信心不會讓鴨子沈鴨嗎？

回覆如下：

1. 保麗龍本身難進水
2. 用保麗龍切割機切平整的切口
- 3 用矽利康封住跟個拼裝的部位

## 成果討論&課程心得

最終我們的專案在發表前遭受兩大挑戰

- 1.遙控元件nRF24L01模組接收端在控制時受到雜訊干擾
- 2.發送端無法與接收端溝通

上述的問題即使成果發表時仍未能解決，但在第17週籌備時，我與我的組員因此額外學習許多無線通訊的知識，Arduino板更複雜的操作與學習了更多套的開發板程式碼，每日挑燈夜戰，失敗之虞也很高興我們能夠從這堂課學到更多課外的資訊，起頭在製作專題時我們在許多發表的論文還有網上的教學遊蕩，接連遭遇很多困難與失敗；對於我們來說，先前沒有接過大型專案的經驗讓我們很受挫很想放棄，不過一步一步在助教的指導下能夠慢慢地突破許多瓶頸，最後完成鴨子、遙控器還有電路設計。

## References

- 1.
2. [https://techcrunch.com/2019/08/20/mit-develops-a-sensor-that-can-work-underwater-without-a-battery-and-send-back-data/?\\_trms=3cb1302f01193cf1.1713447754174](https://techcrunch.com/2019/08/20/mit-develops-a-sensor-that-can-work-underwater-without-a-battery-and-send-back-data/?_trms=3cb1302f01193cf1.1713447754174)
3. [https://news.mit.edu/2019/battery-free-sensor-underwater-exploration-0820?\\_trms=3cb1302f01193cf1.1713447758414](https://news.mit.edu/2019/battery-free-sensor-underwater-exploration-0820?_trms=3cb1302f01193cf1.1713447758414)
4. <https://www.nature.com/articles/s41467-022-33223-x>