



5G行動寬頻人才培育計畫  
-以5G和AI為架構之下世代物聯網聯盟中心

# 以5G和AI為架構之下世代 物聯網聯盟中心

5G-enabled and AI-based next generation IoT Alliance Center

結合5G行動網路之無人戴具通訊技術

王蒞君教授

March 1, 2020

# 結合5G行動網路之無人戴具通訊技術 (1 / 4)

## ▶ 課程目標

- 將設計講解無人戴具產業發展趨勢及以滯空無人戴具裝載無線基地台之空中基地台 (Aerial Base Station, ABS) 為研究對象的一系列課程
  - 教授以機器學習相關演算法以及以開發可適應多元應用的無人戴具通訊系統與網路。
  - 以理論與實務並重的空對地通道特性與通訊技術應用於無人機的相關課程，深化專業實務教學與加強與產業接軌，提供學生零距離之產業科技認知，縮短學校教育與業界人才需求之距離。

## ▶ 核心能力

- 瞭解無人戴具通訊技術
- 學習無人戴具點對點傳輸技術
- 瞭解無人戴具空中基站
- 學習無人戴具通訊系統的性能分析
- 學習無人戴具與地面站之OFDM傳輸
- 學習無人戴具通訊網路的最佳部署
- 學習無人戴具的人工智能
- 學習無人戴具飛行控制系統設計
- 學習無人戴具自主駕駛系統設計

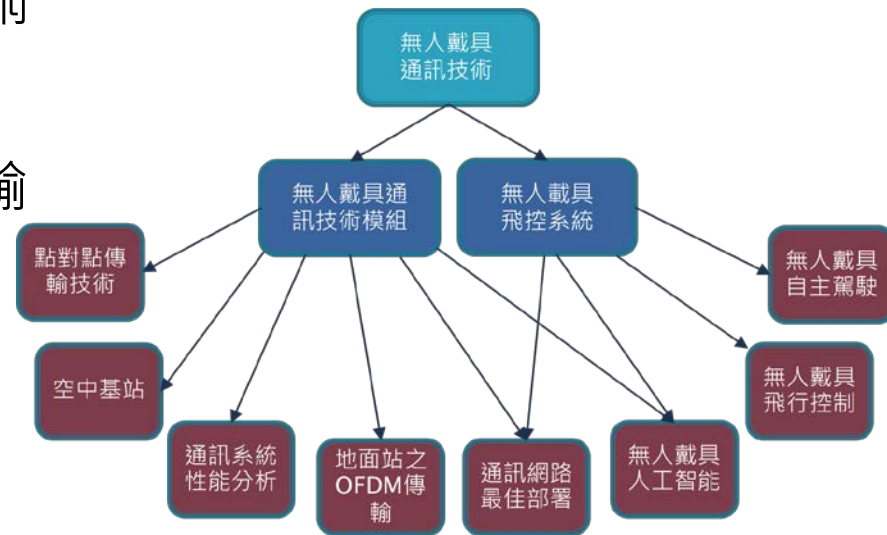
# 結合5G行動網路之無人載具通訊技術 (2 / 4)

## ▶ 課程大綱

- 無人載具通訊技術簡介
- 無人飛行載具之點對點傳輸技術
- 無人載具空中基站
- 無人載具通訊系統的性能分析
- 無人載具與地面站之OFDM傳輸
- 無人載具通訊網路的最佳部署
- 無人載具的人工智能
- 無人載具飛行控制系統設計
- 無人載具自主駕駛系統設計

## ▶ 評量方式

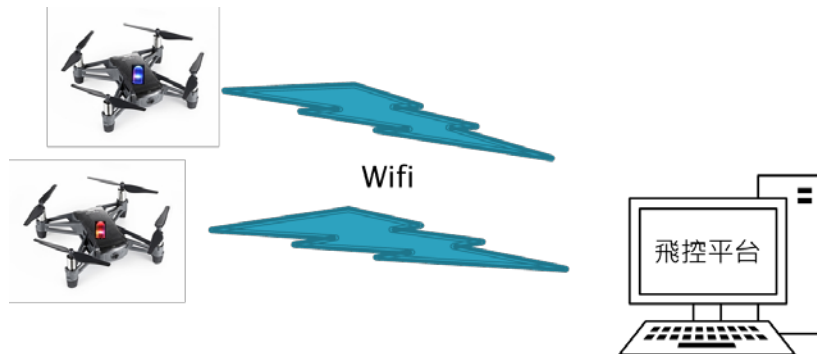
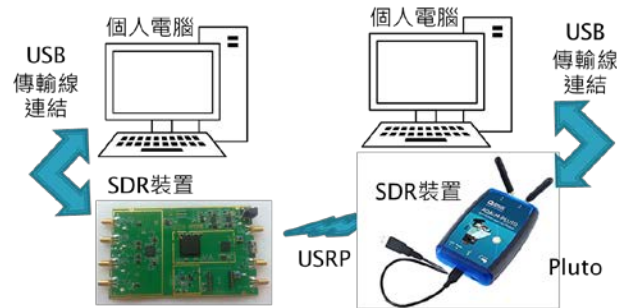
- assignments: 20%、Mid-Term: 30%、Final Exam 30%、Project 20%



# 結合5G行動網路之無人載具 通訊技術 (4/4)

## ▶ 實驗平台

- 無人載具通訊技術模組
  - 採用GNU Radio Companion實驗環境建置
  - Pluto SDR建置OFDM通訊系統實驗
- 無人載具飛控系統
  - 以商售無人載具結合Python語言和Socket網路通訊技術，開發關鍵無人載具飛控系統實驗。



# 推廣模組清單

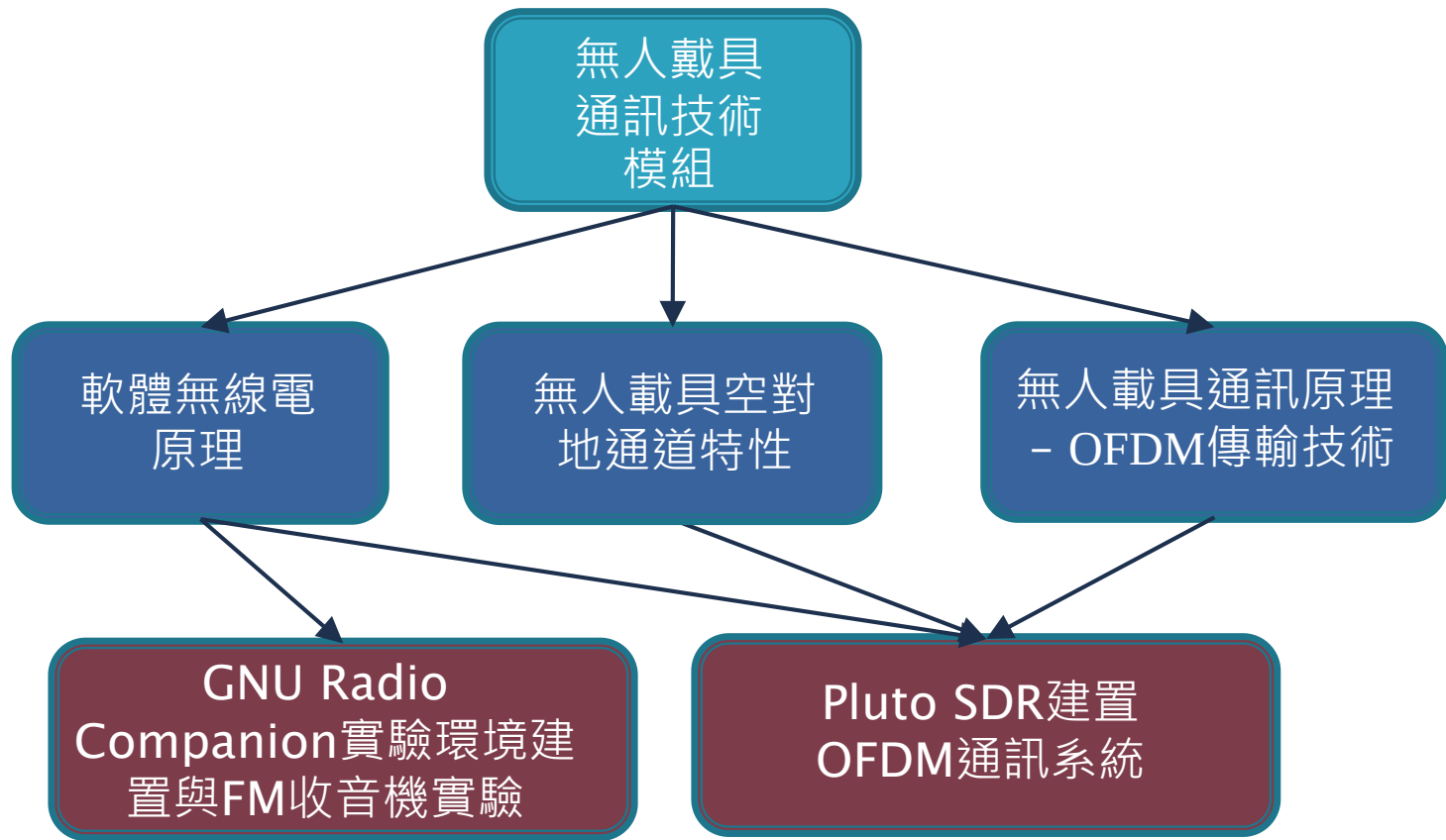
- ▶ 無人載具通訊技術模組
  - 採用GNU Radio Companion實驗環境建置與Pluto SDR建置OFDM通訊系統實驗。
- ▶ 無人載具飛控系統
  - 以商售無人載具結合Python語言和Socket網路通訊技術，開發關鍵無人載具飛控系統實驗。

# 模組名稱

無人戴具通訊技術模組



# 課程地圖介紹



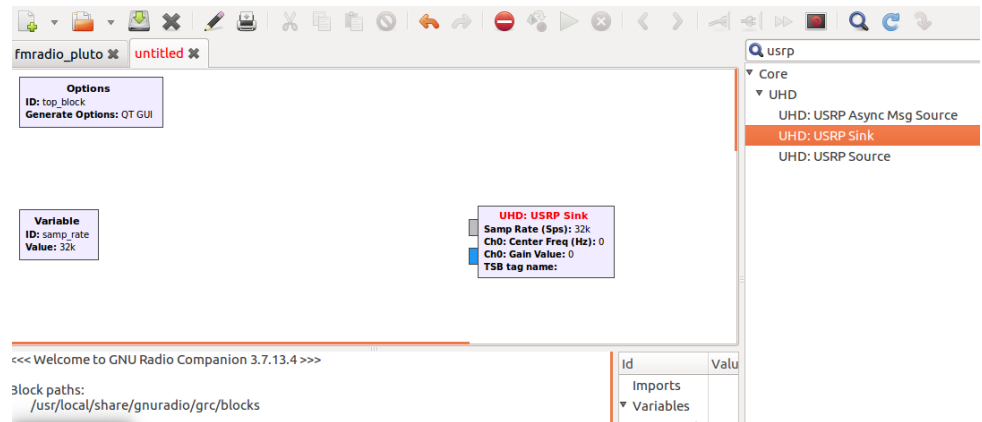
# 授課內容

- ▶ 簡介軟體無線電與GNU Radio
- ▶ GNU Radio Companion實驗環境建置與FM收音機實驗
- ▶ 無人載具應用與空對地通道特性探討
- ▶ OFDM傳輸技術簡介
- ▶ 使用Pluto SDR建置OFDM通訊系統實驗
- ▶ Final Project



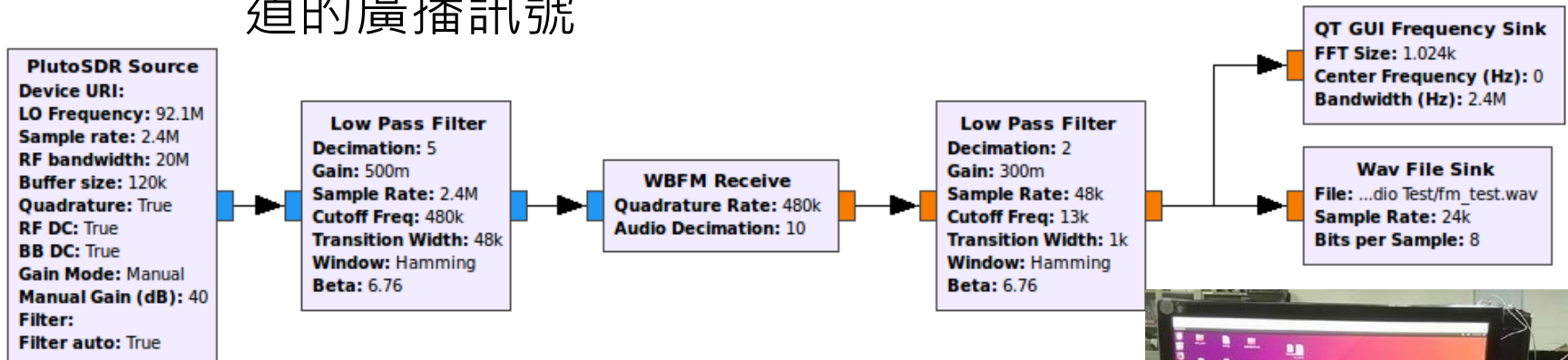
# 無人載具通訊技術模組實驗環境(一)

- ▶ 接上Pluto裝置之個人電腦作為接收FM廣播訊號
  - 透過 GNU radio 程式編寫，處理接收訊號並轉至喇叭播放



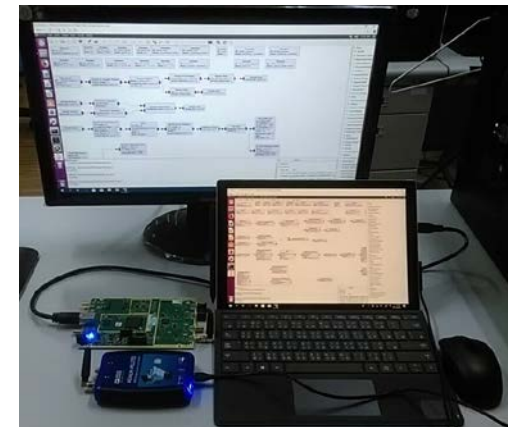
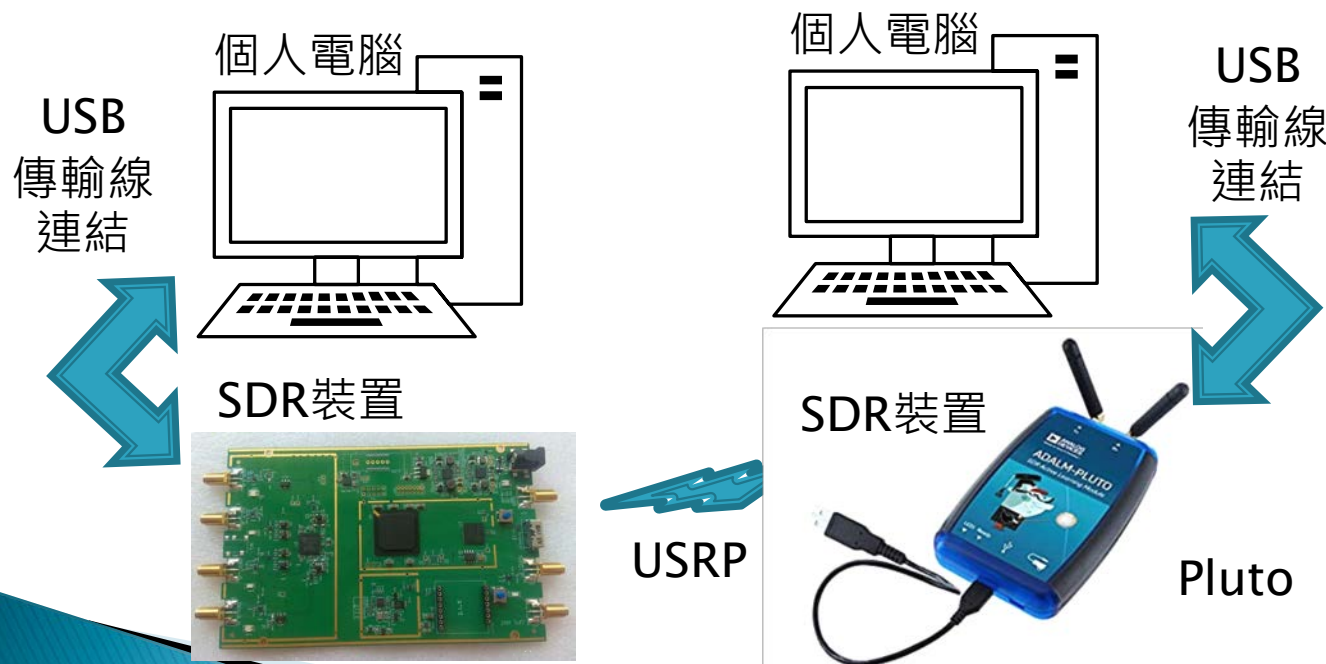
# 無人載具通訊技術模組實驗範例(一)

- ▶ GNU Radio Companion實驗環境建置與FM收音機實驗
  - GNU Radio 程式開發環境建置
  - 建立FM接收端，透過調整接收頻率，可收聽不同頻道的廣播訊號



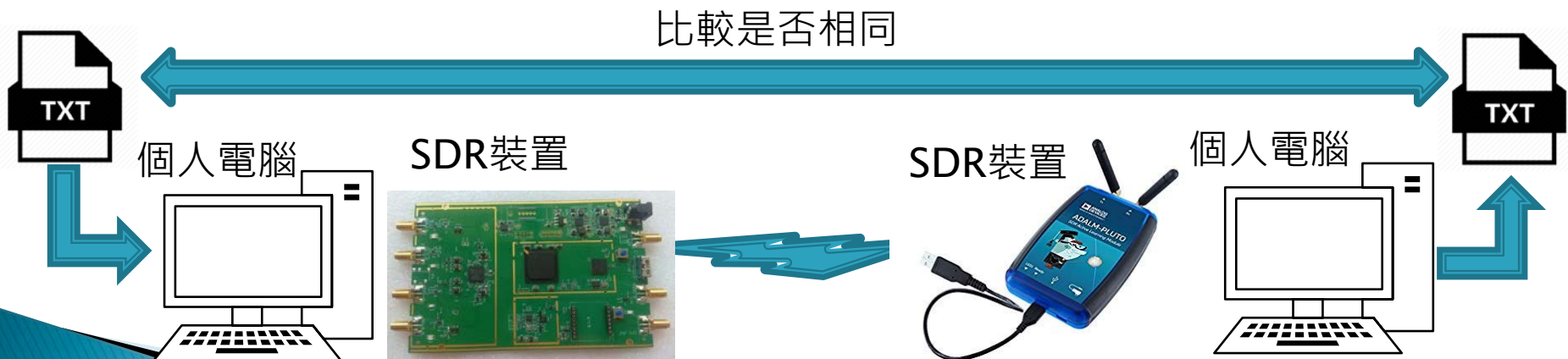
# 無人載具通訊技術模組實驗環境(二)

- ▶ 接上USRP裝置之個人電腦作為傳送端廣播OFDM訊號
- ▶ 學生使用Pluto完成OFDM接收端架構設計



# 無人載具通訊技術模組實驗範例(二)

- ▶ OFDM傳送端與接收端架構設計
  - 建立OFDM傳送端，觀察傳送信號之頻譜與波形
  - 建立OFDM接收端，觀察接收信號之頻譜、波形以及星座圖
  - 在傳送端傳送一份文字檔、聲音檔或是其他檔案，觀察檔案是否能被正確接收



# 教學影片播放

- ▶ 無人載具通訊技術模組實驗範例(一)  
<https://youtu.be/kNQaoGtOvMk>
- ▶ 無人載具通訊技術模組實驗範例(二)  
[https://youtu.be/\\_OfG1q34DaA](https://youtu.be/_OfG1q34DaA)

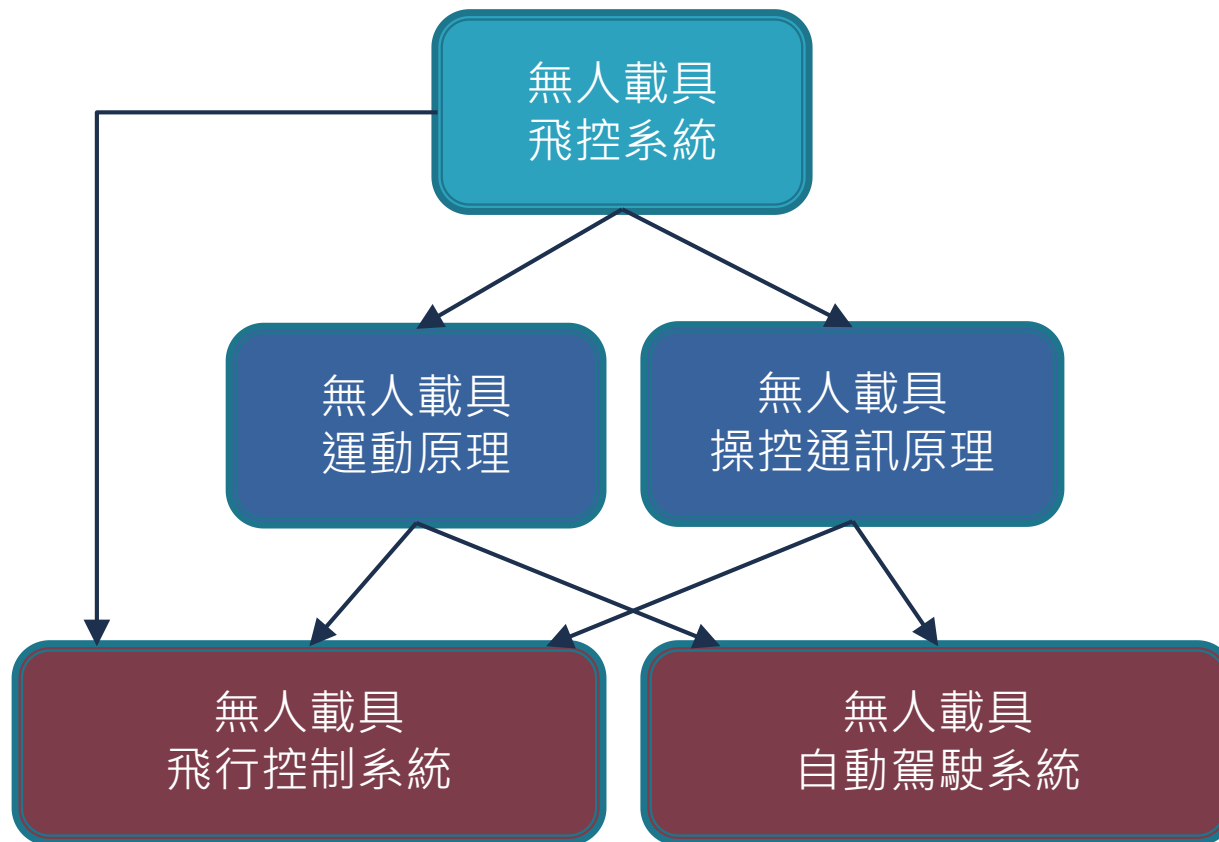


# 模組名稱

無人載具飛控系統



# 課程地圖介紹

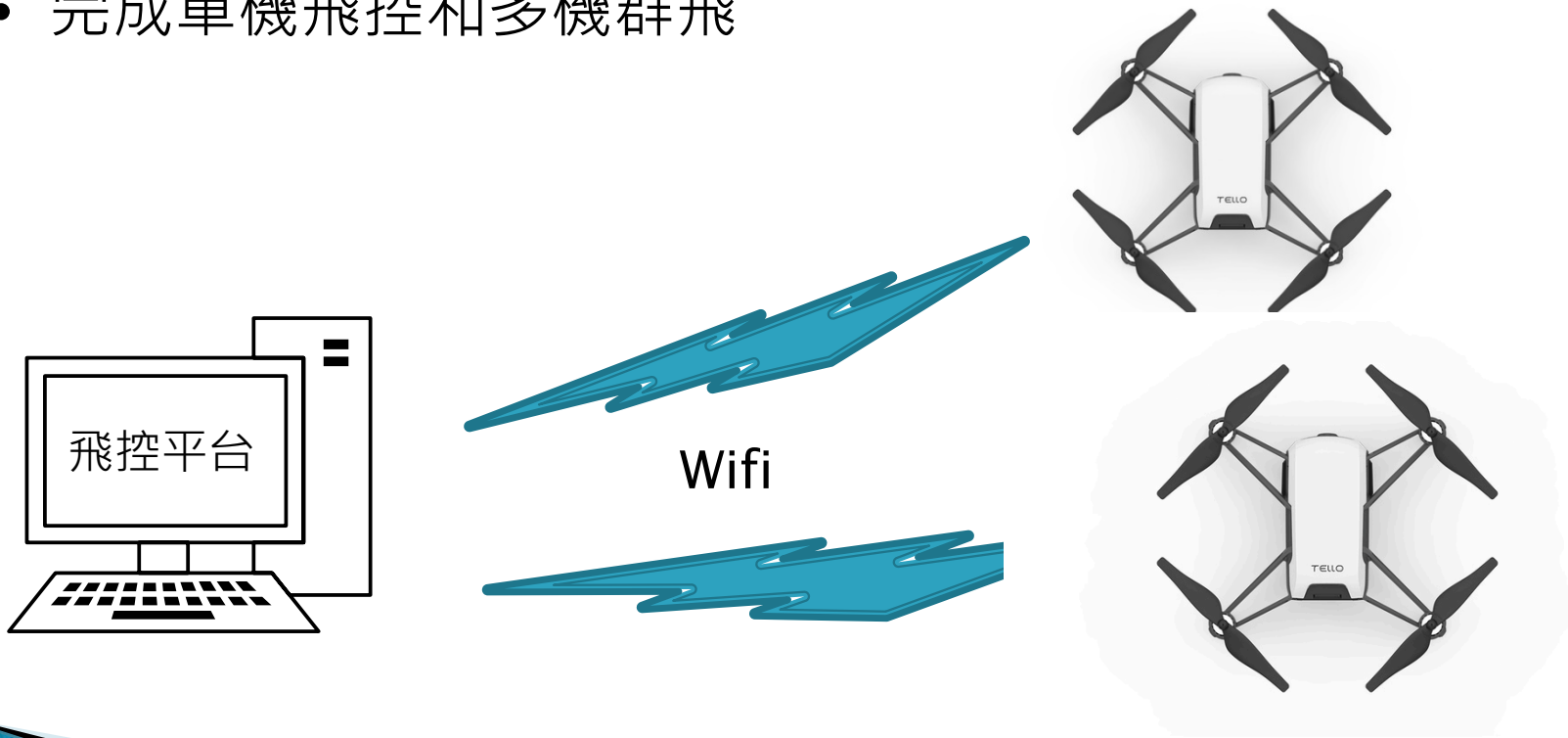


# 授課內容

- ▶ 無人載具介紹
- ▶ 系統架構
- ▶ 運動原理
- ▶ 政府法規限制
- ▶ 飛行控制方式
- ▶ 自動駕駛系統
- ▶ **Tello無人機與Python**
- ▶ **Tello無線通訊方法**
- ▶ **Tello飛行控制實現**
- ▶ **Final project**

# 無人載具飛控實驗系統圖

- 使用Wifi連線與一台或多台Tello無人機連線
- 使用Python語言和Socket網路通訊技術
- 完成單機飛控和多機群飛



# 無人載具飛控實驗實驗範例(一)

- ▶ 單機飛行控制
  - 使用Tello EDU無人機
  - 透過SDK 2.0以上命令
  - 達成飛行控制系統
  - 執行飛越障礙物實驗



# 無人載具飛控實驗實驗範例(二)

- ▶ 無人載具多機群飛
  - 使用Tello EDU無人機
  - Station模式設定
  - 達成多機群飛控制
  - 設計群飛燈光秀表演



2 台 Tello



# 教學影片播放

- ▶ 無人戴具飛控實驗

<https://youtu.be/2kcBfaMFkTQ>



# 經費預算

| 硬體           | 規格              | 數量  | 說明                                                              |
|--------------|-----------------|-----|-----------------------------------------------------------------|
| 無人載具通訊技術模組設備 |                 |     |                                                                 |
| 無人載具<br>傳送端  | USRP B210       | 2   | 43,900元 / 1台，15人輪流使用                                            |
| 地面接收端        | ADALM-<br>PLUTO | 30  | 5,500元 / 1台                                                     |
| 無人載具飛控實驗設備   |                 |     |                                                                 |
| 無人載具         | Tello EDU       | 30  | 5,600元 / 1台                                                     |
| 上課人數         |                 | 30人 | $43,900 \times 2 + 5,500 \times 30 + 5,600 \times 30 = 420,800$ |

# 設備預算

## 無人載具通訊技術模組

| 品項                  | 單位 | 價格     | 附註        |
|---------------------|----|--------|-----------|
| 無人載具傳送端 (USRP B210) | 台  | 43,900 | 可供15人輪流使用 |
| 地面接收端 (ADALM-PLUTO) | 台  | 5,500  | 可供1人使用    |

## 無人載具飛控實驗

| 品項               | 單位 | 價格    | 附註     |
|------------------|----|-------|--------|
| 無人載具 (Tello EDU) | 台  | 5,600 | 可供1人使用 |

# 可提供之訓練與技術支援

- ▶ 課程助教培訓 (預計於交通大學舉辦)

# 聯絡窗口

- ▶ 曾紫玲 助理
  - 國立交通大學 電機工程系
  - TEL:03-5712121#54599