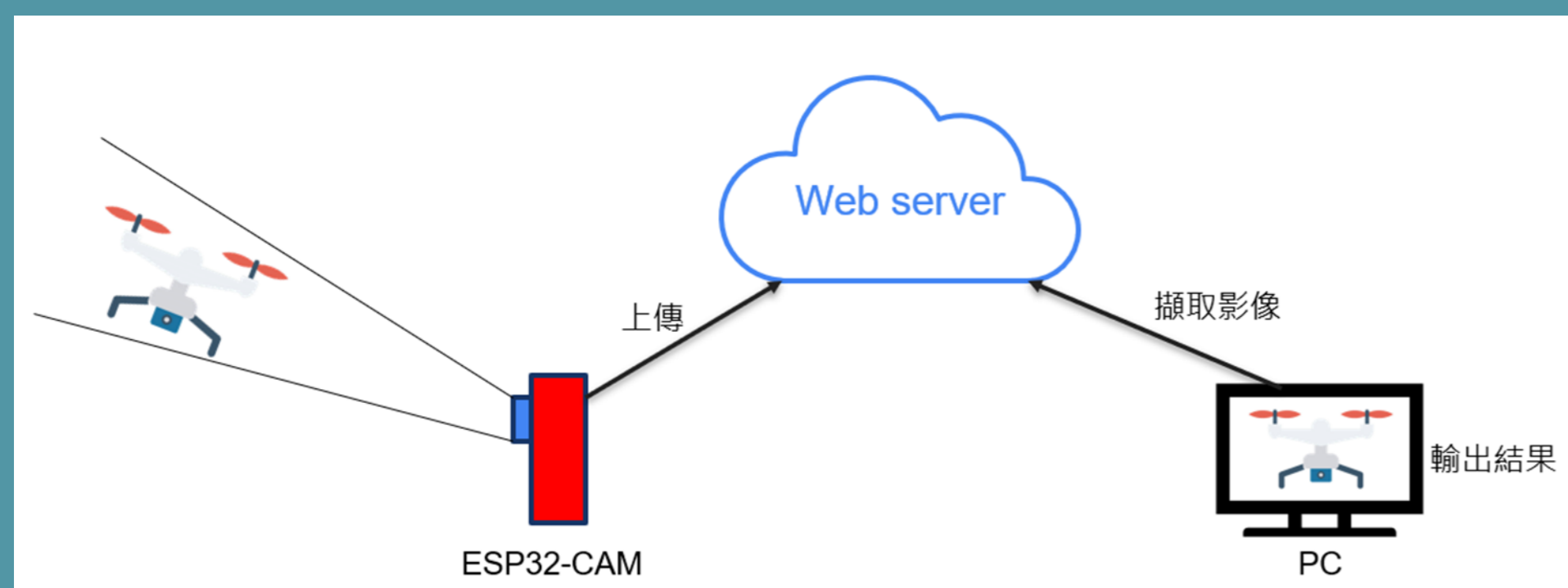


## 一、研究動機

無人機技術成熟後，無人機入侵不該去的地方、侵犯隱私權甚至影響國家安全的狀況越來越多。如何自動偵測無人機是一個重要的議題。本研究設計用ESP32-CAM進行畫面捕捉並搭配YOLO模型來檢測無人機的存在。透過把本系統安裝在屋頂等地方，就可以在無人機進入附近時，就可以加以偵測，並且回報給後端進行預警。

## 二、研究架構

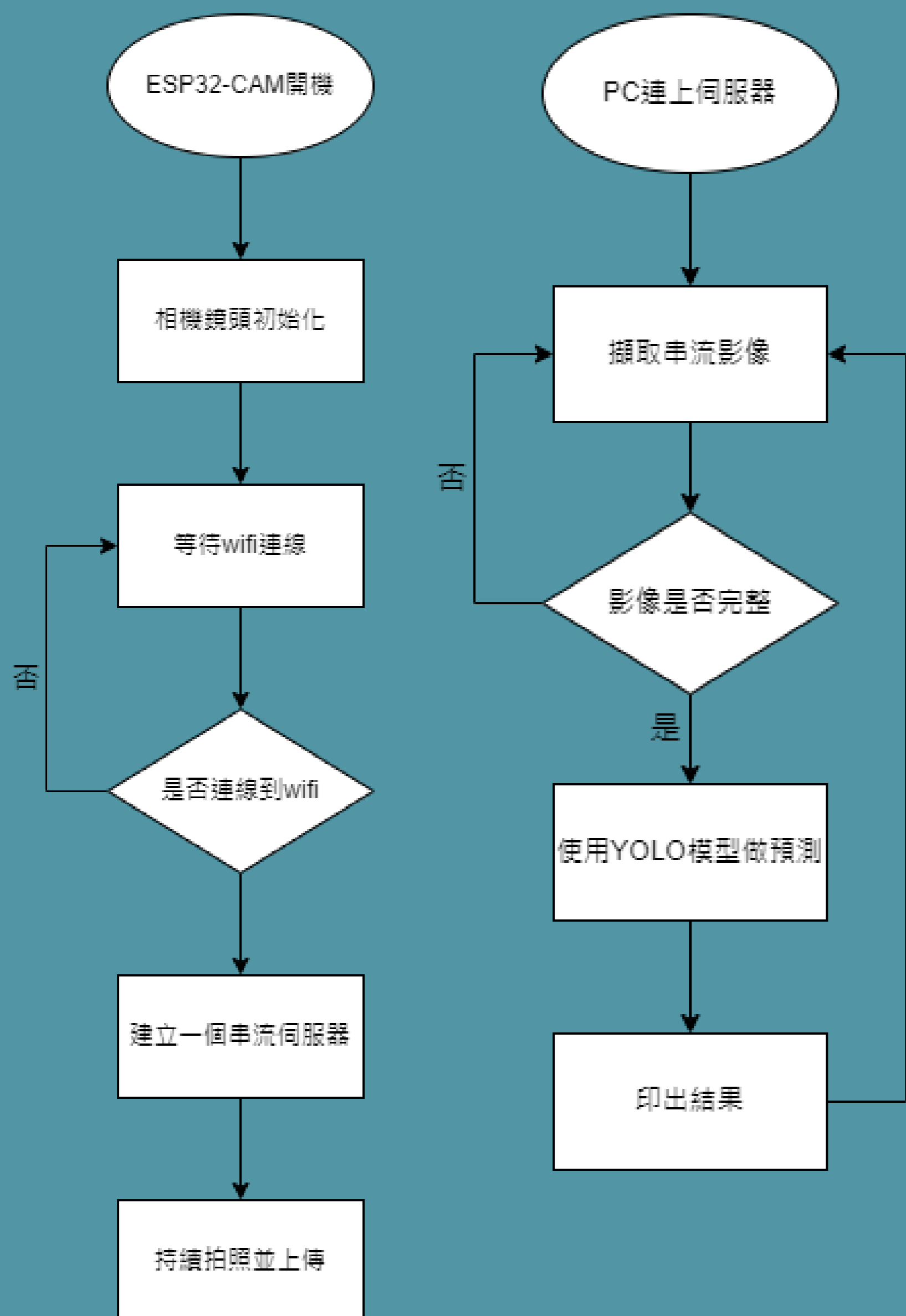


圖一、本系統架構圖

圖一為本系統架構圖，分別為ESP32-CAM端及PC端兩個部分：

- ◆ ESP32-CAM：拍攝空中的影像，並建立一個Web server，將拍攝的相片上傳，形成一個影像串流。
- ◆ PC：目的為擷取影像串流的影像，並使用YOLO v8來偵測畫面。若成功偵測到目標的話，就會顯示在螢幕上。

下圖二為PC與ESP32-CAM的流程圖：



圖二、PC與ESP32-CAM的流程圖

## 三、資料集與模型訓練

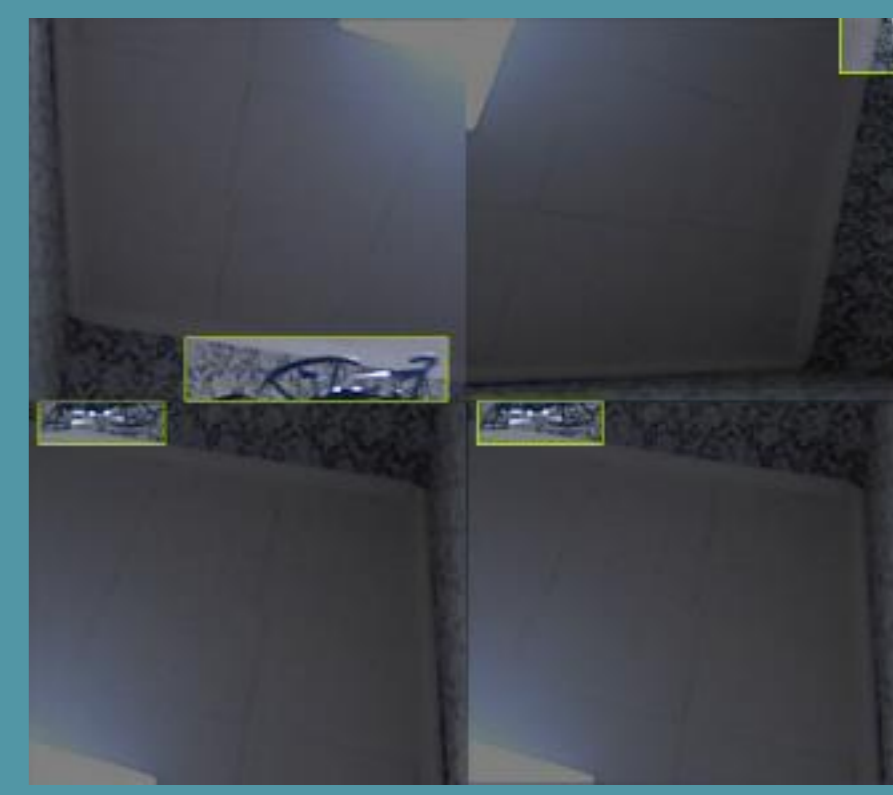
訓練集的圖片來源為Roboflow網站上所找到的圖片，並作了以下處理以擴充資料集：

- ◆ 分割：將每張圖片分割成2 x 2 (共4張) 的小圖片
- ◆ 旋轉及翻轉：順時針90° 旋轉、逆時針90° 旋轉以及上下翻轉。
- ◆ 模糊：對圖片做模糊處理。

處理完後的結果為：訓練集5448張、驗證集516張、測試集160張。訓練時採用模型大小最小的YOLO v8 Nano (YOLOv8n)，並使用相同的資料集分別訓練20、40、60次，以觀察訓練次數的多寡對模型準確度的影響。



圖三、資料集中的一些圖片



圖四、經過處理後的圖片

## 四、效能評估

雖然由下表一能看到訓練60次的結果比訓練40次差，但實際使用這兩個模型做預測的時候，訓練60次的模型能夠檢測到訓練40次的模型檢測不到的目標。因此我認為這個數據的波動有可能是模型在擬合時所造成的，實際上訓練60次的模型的性能仍然比較高。

表一、訓練次數多寡成效對比

訓練次數(epochs)	20次	40次	60次
精確率(Precision)	0.807	0.877	0.87
召回率(Recall)	0.646	0.678	0.678
mAP50	0.715	0.738	0.731
F1-score	0.718	0.765	0.762



圖五、訓練40次與60次的模型在實際預測上的差異  
 左：40 epochs 右：60 epochs

## 五、結論

本專題利用ESP32-CAM拍照並上傳到串流伺服器，使得PC端能夠連線到伺服器擷取圖片來進行無人機的辨識。再利用在網路上能隨手可得的無人機圖片，以Roboflow網站來達成預處理、資料擴增及訓練集的切分，用YOLO v8的架構訓練出可以偵測無人機的模型，其精確率可以達到0.87，召回率達到0.678，綜合性能指標F1-score也達到0.762。

本專題一開始的構想是希望能夠透過嵌入式裝置來達成畫面的捕捉及無人機的偵測，然而由於時間上來不及的緣故，目前辨識物件的裝置是在PC端。未來會持續嘗試將影像辨識的模型放置到ESP32上，讓此架構更完善。