



# 基於 FPGA 的 CNN 剪刀石頭布

張芯瑜、吳邦寧

# 壹、計畫細節

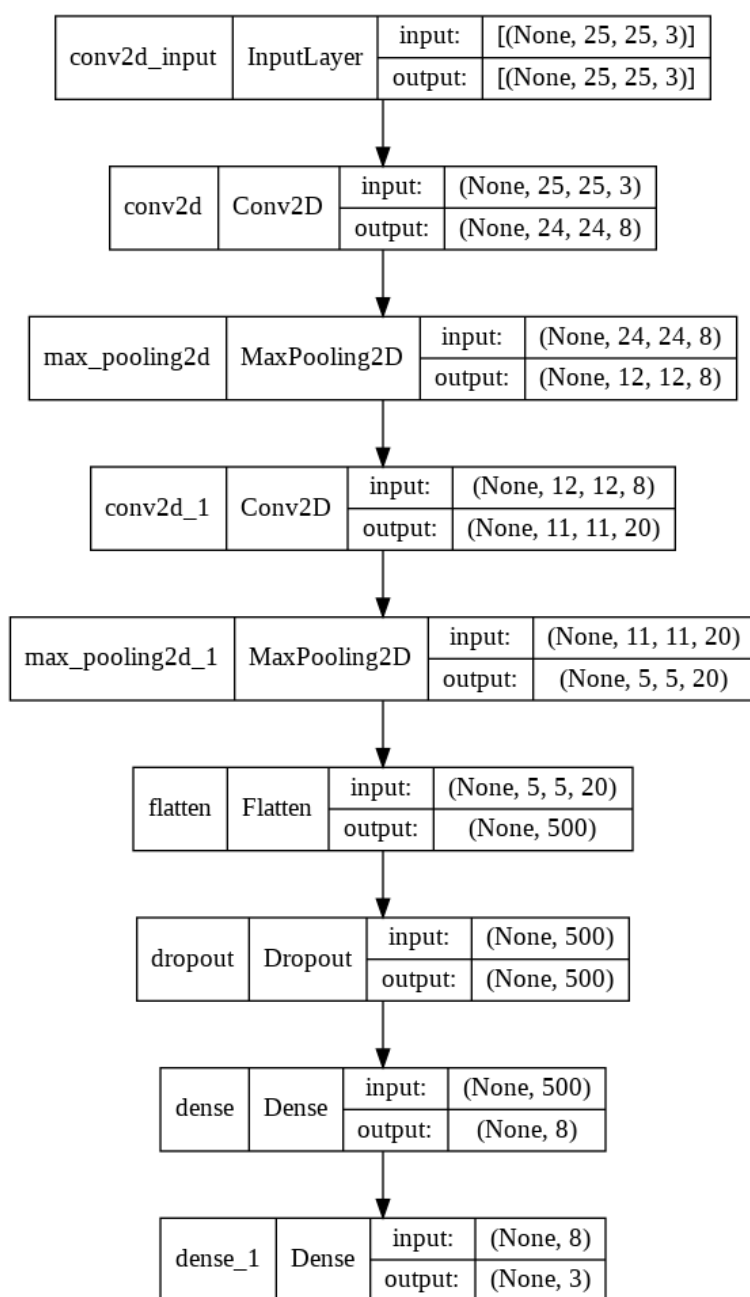
本計畫將以現場可程式化邏輯閘陣列 (Field Programmable Gate Array, FPGA) 實作電腦視覺 (Computer Vision, CV) , 並以該技術實作手勢偵測式 (Gesture Detection) 的剪刀石頭布遊戲。

首先，FPGA 會從鏡頭輸入影像資料，經影像預處理 (Image Preprocessing) 後，將資料傳遞給卷積神經網路 (Convolution Neural Network, CNN) , 並交由神經網路判斷手勢，再與對手決定勝負，最終於周邊裝置 (Peripherals) 輸出遊戲結果。

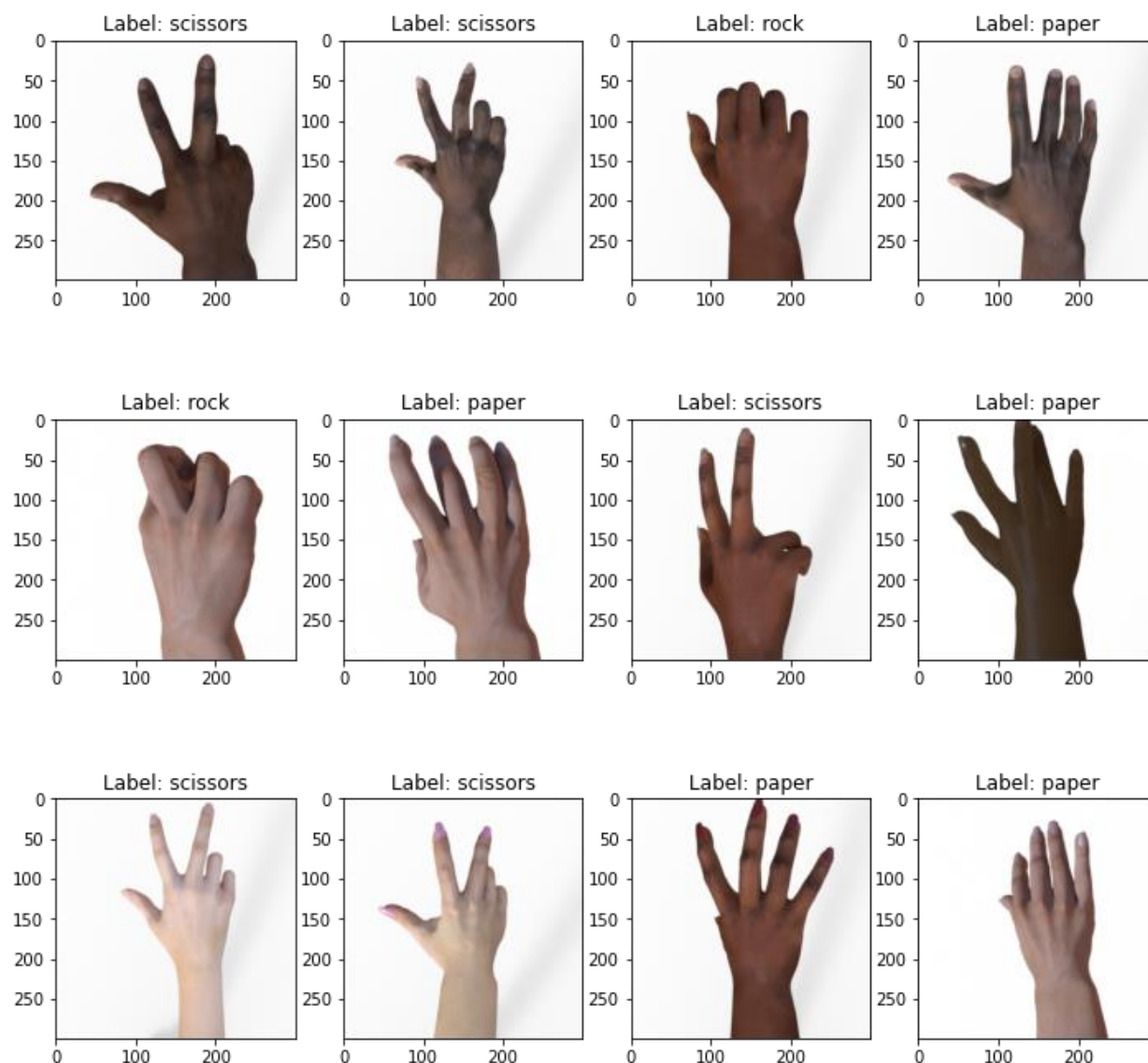
若是玩家獲勝；若是玩家敗北；若是玩家平手

## 一、神經網路之設計

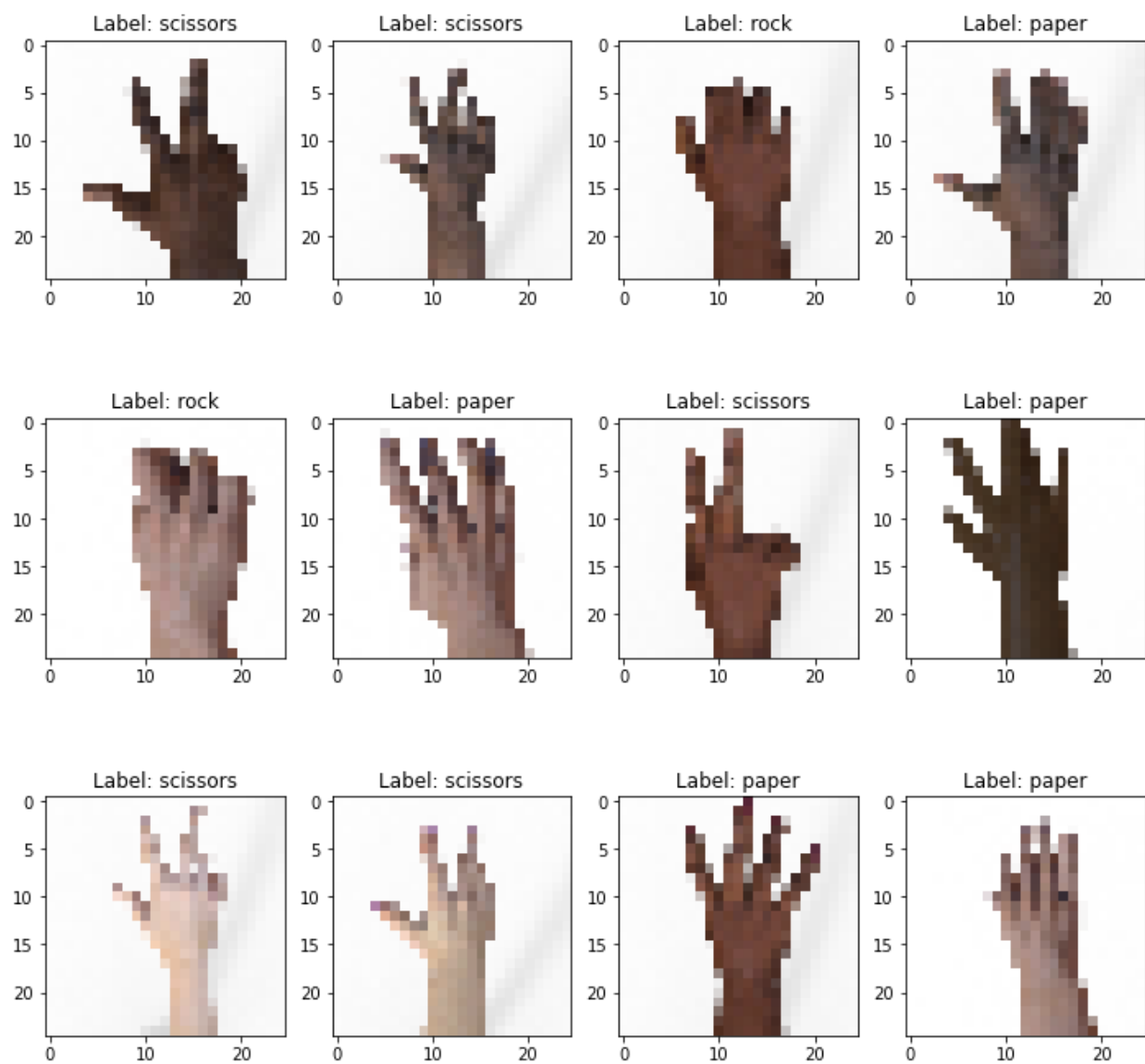
下圖為神經網路之結構圖，由圖可見該網路使用了雙層的卷積、池化層，並於神經網路的末端加入全連接層。



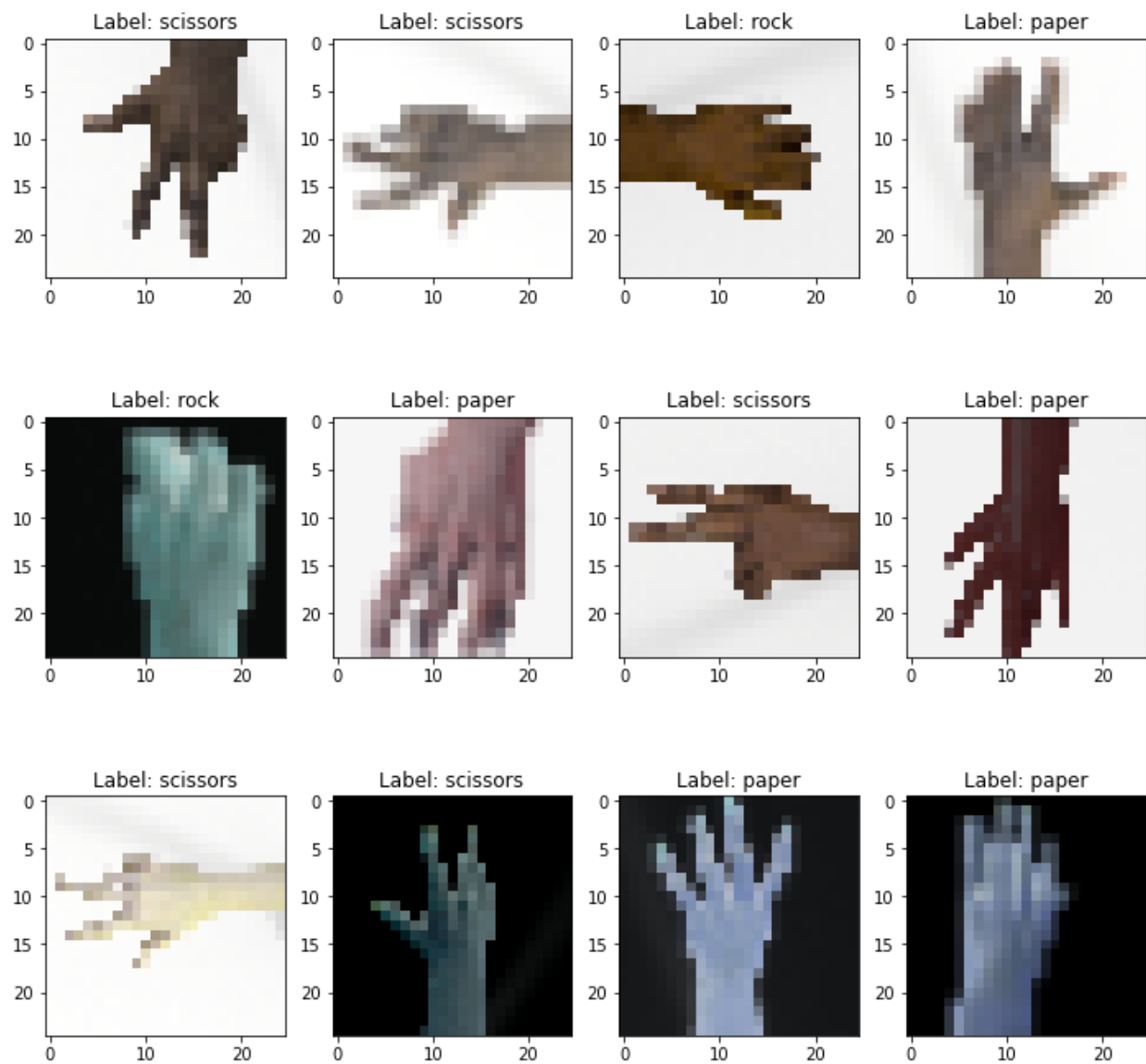
下圖為原始訓練資料，由於 FPGA 運算資源相當有限，因此必須先降低解析度，方可將神經網路燒入 FPGA 中。下圖為訓練用的原始圖片，可以發現原始圖片為 300x300 的手勢資料。



下圖為訓練用的壓縮後圖片，可以見到壓縮後只有 25x25 的解析度。



為了增加模型的穩健度，我們對訓練資料進行資料擴增 (Data Augmentation)，下圖為擴增後的訓練資料。



由於 FPGA 的記憶體容量相當有限，本神經網路只使用約略 5000 個參數，每個參數都是一個 32 位元浮點數。

Model: "sequential"

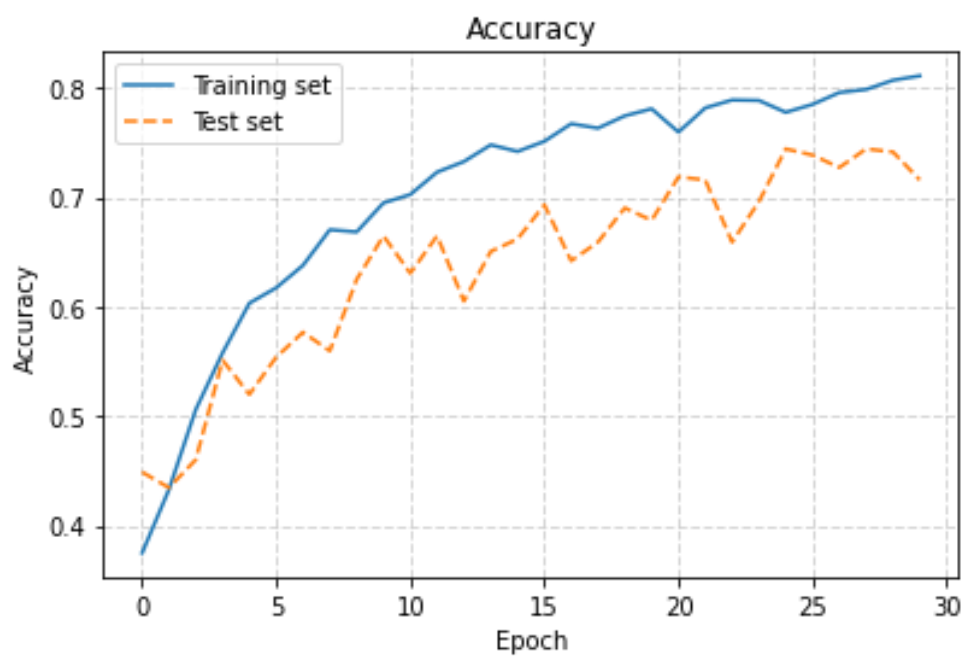
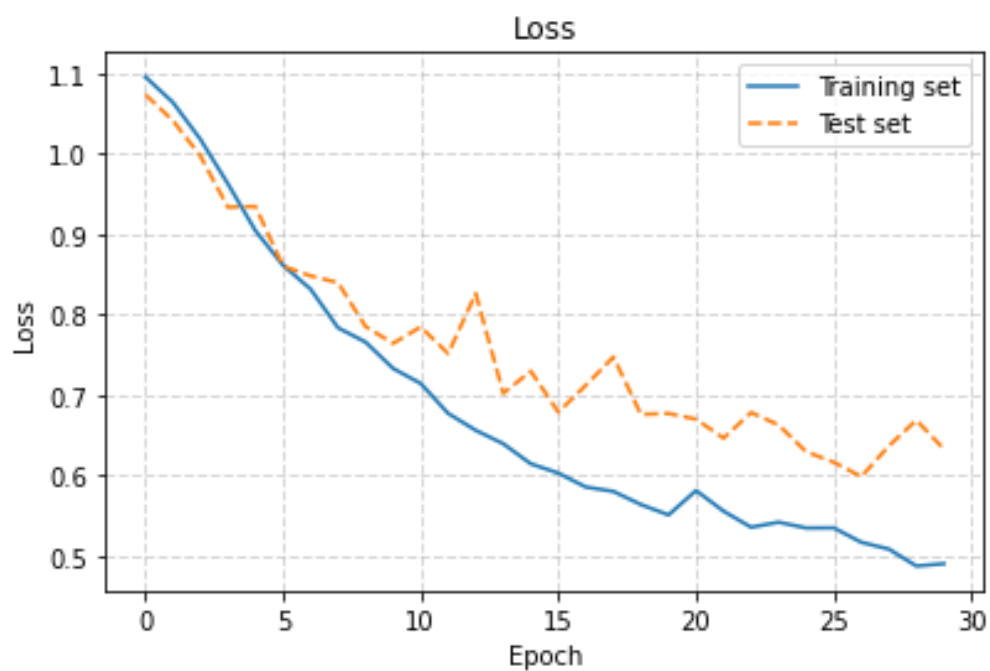
Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 24, 24, 8)	104
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 12, 12, 8)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 11, 11, 20)	660
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 5, 5, 20)	0
flatten (Flatten)	(None, 500)	0
dropout (Dropout)	(None, 500)	0
dense (Dense)	(None, 8)	4008
dense_1 (Dense)	(None, 3)	27

Total params: 4,799

Trainable params: 4,799

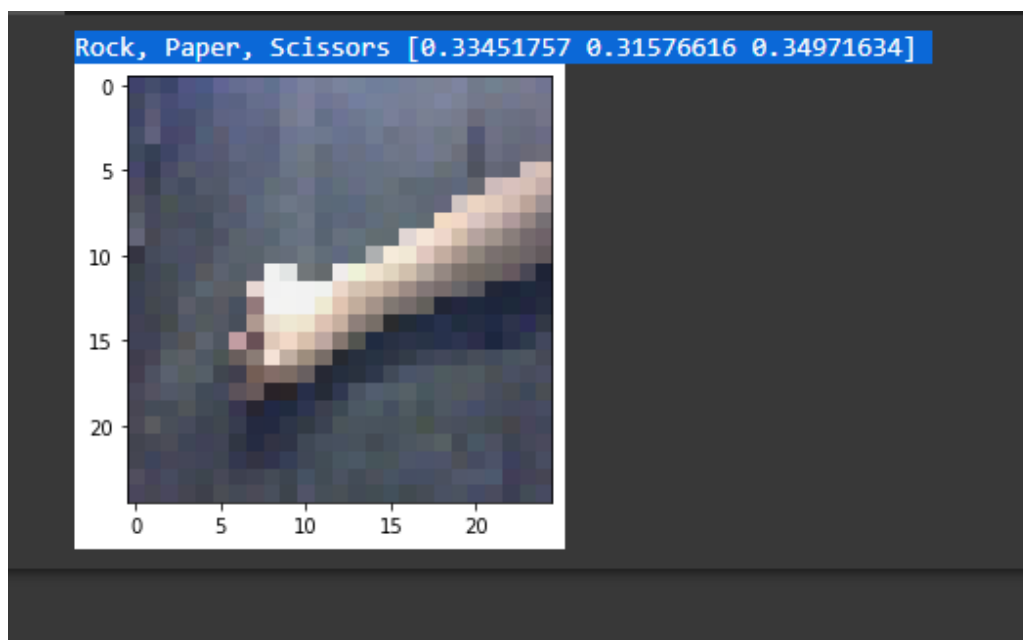
Non-trainable params: 0

模型採用 RMSProp 進行最佳化，學習率採 0.001，並訓練 30 個 Epoch，下圖為訓練過程。由圖可見，訓練資料集與測試資料集無明顯差距，由此可以排除模型過擬合(Overfitting)之可能。



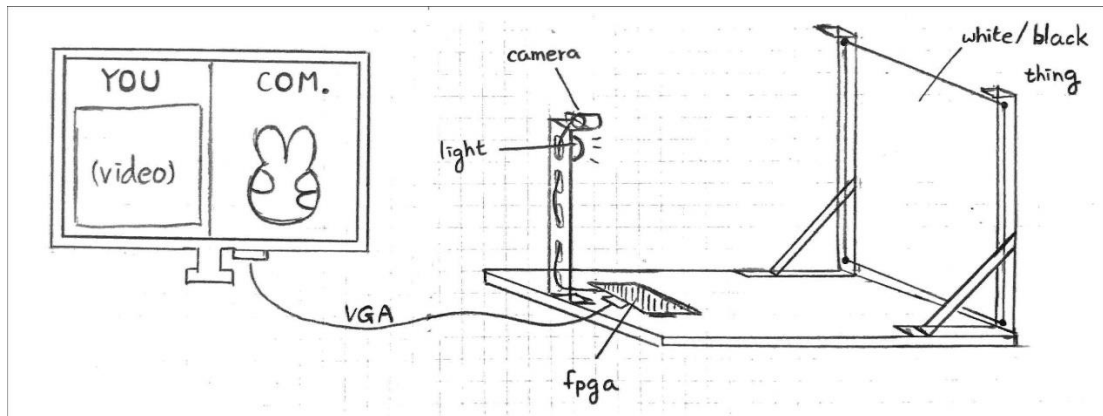


在現實世界測試(Real Life Testing)時，剪刀與布都能被準確的辨識，唯獨石頭無法被精確辨識；不僅如此，測試結果也顯示模型對光照角度、光線強度相當敏感。因此，於實際應用時，應維持穩定光源。下圖展示石頭無法被準確辨識。



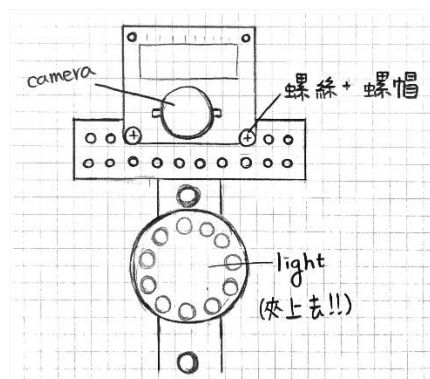
## 二、硬體結構之設計

下圖為硬體機構之設計草圖，由圖可見結構可分為基底、鏡頭、布幕、以及螢幕等部分。

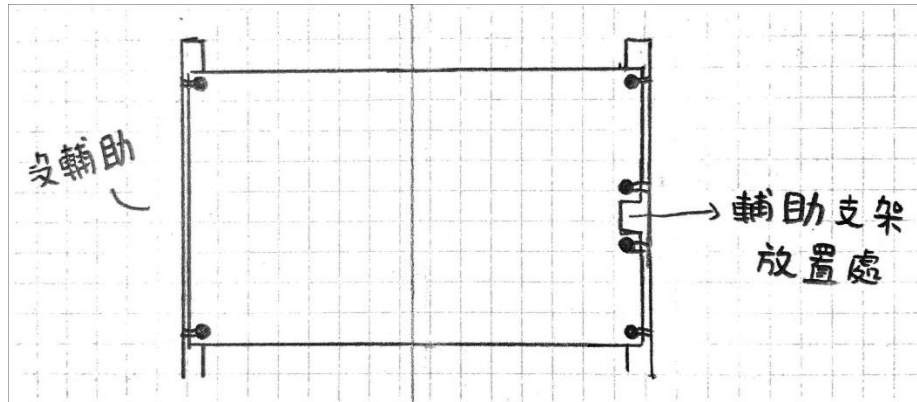


基底結構使用鐵支架及鐵板，利用一塊鐵板當作底座，再加上三支鐵支架，其中兩支使用於固定布幕，由於高度較高，視情況使用輔助支架，另一支搭配小塊鐵板固定鏡頭以及光源。

鏡頭部分的結構，利用鐵板及螺絲固定鏡頭於鐵支架上方，而光源部分則使用可夾式的燈光，直接夾在鐵支架，另外鏡頭所連結的杜邦線可以固定於鐵支架上收納。



布幕結構部分，預計使用白色或黑色之布料作為鏡頭拍攝畫面的背景，利用繩子將布幕固定於鐵支架上，若鐵支架需使用輔助支架，則在布幕上開洞並增加四個固定點於鐵支架上。



沒輔助(左)及有輔助(右)示意圖

螢幕部分結構就是接上 vga 線！

## 貳、經費預算

本計畫中，電子材料皆由一洋電子所購得，下表為經費預算表。

材料	規格	預算
鏡頭		
杜邦線		
木板...?		

## 參、時程規劃

本計畫大致可分為四個階段，首先須完成可行性評估與需求設計，其次應設計 Mockups 與單元測試以供團隊分工，其三應完成卷積神經網路之實作與周邊設備之整合，最終須整合雙方之工作成果。

### 一、可行性評估與需求設計

於本報告繳交時，需求設計已完成，故無需規劃時程；可行性評估亦於本報告繳交時完成，因此無須規劃時程。

### 二、設計 Mockups 與單元測試

為方便團隊配合，應先撰寫單元測試，用作規格之定義；而 Mockups 可做為設計之依據，亦可作為對拍之基準。

本階段應於 12/17 前完成。

### 三、卷積神經網路之實作與周邊設備之整合

由於工作已被拆分，雙方可同時進行互不干擾之工作進度。於此階段，吳邦寧將負責卷積神經網路之實作，而張芯瑜將負責周邊設備之整合。

本階段應於 12/30 前完成。

#### 四、 整合雙方工作成果

有鑑於雙方已完成各自之工作，此時應將雙方之工作進度整合。在此階段，亦須撰寫專題報告並準備簡報。

本階段應於 1/12 前完成。