



CNN 猜拳機

Group3：張芯瑜、吳邦寧

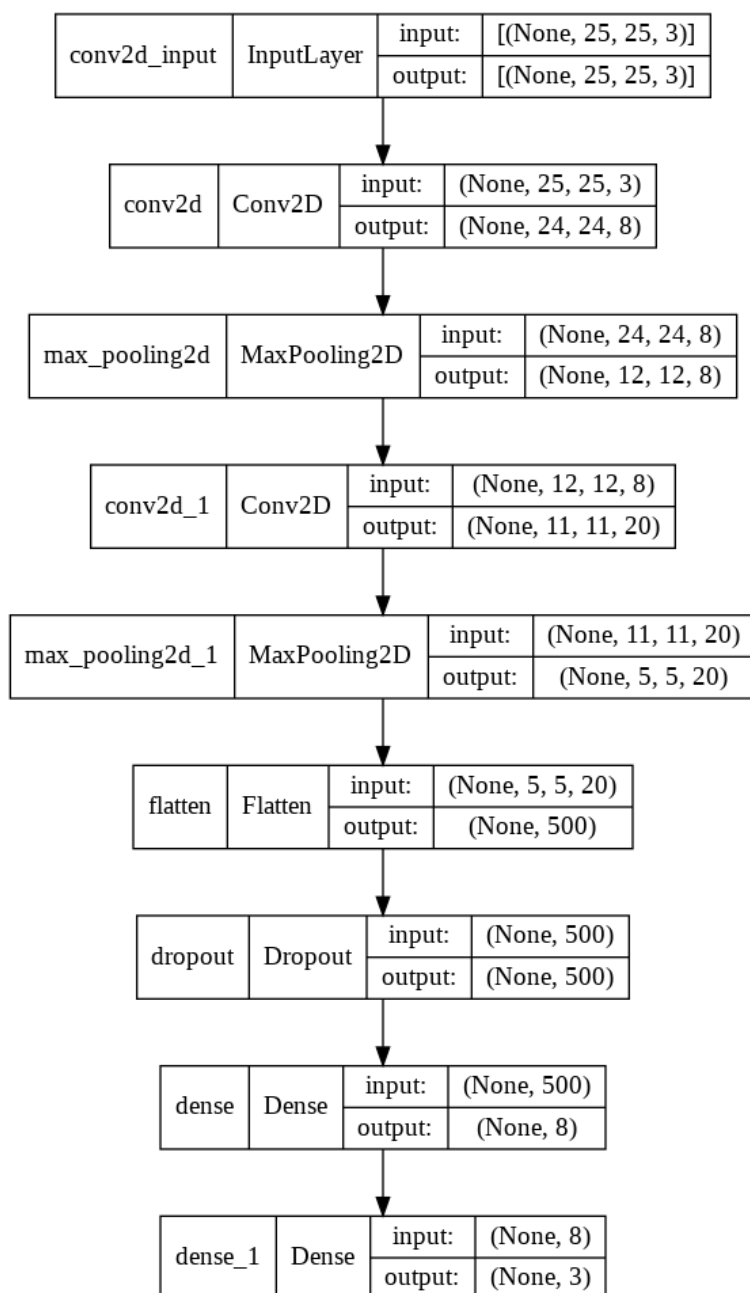
壹、設計說明

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。

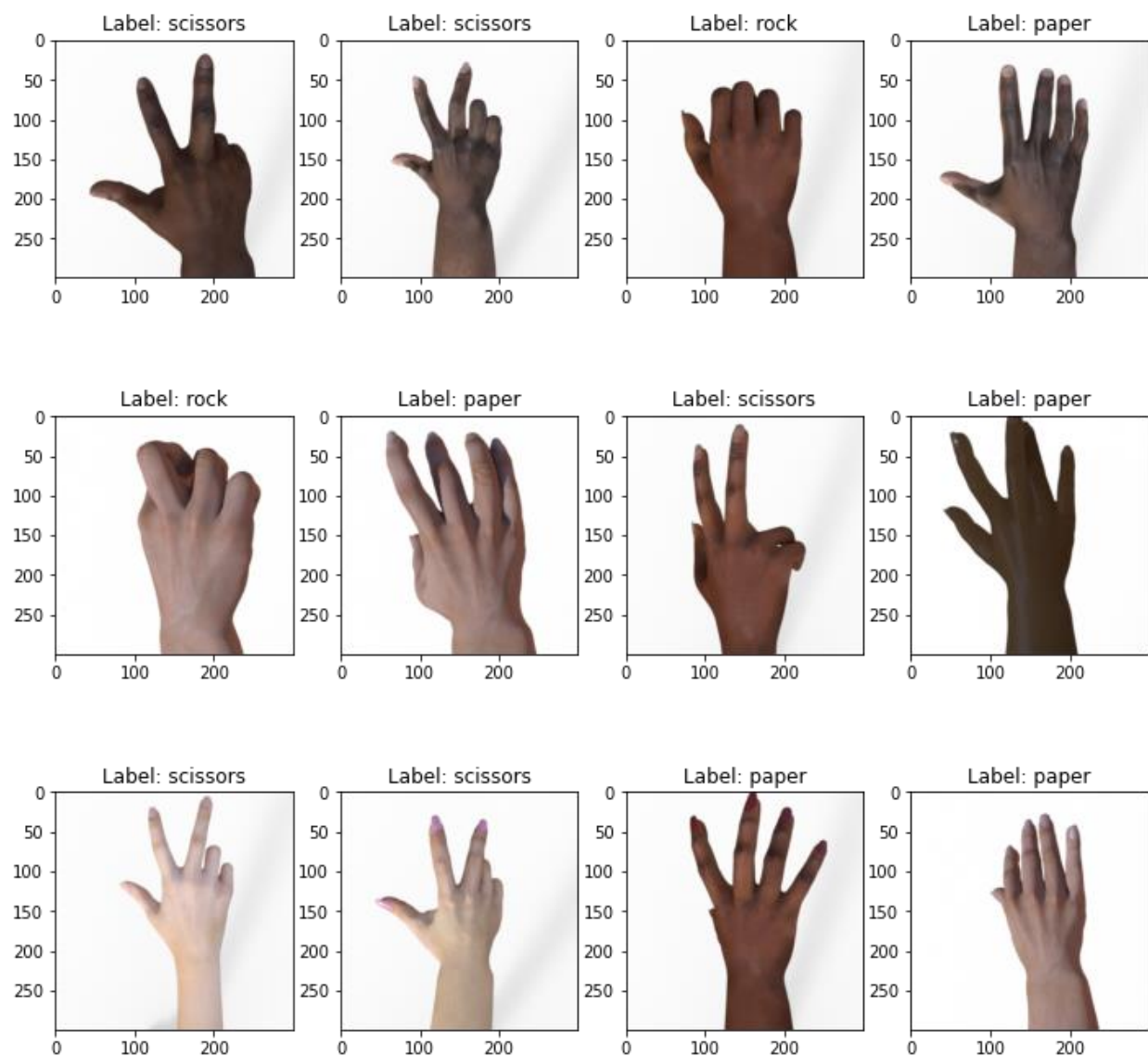
首先，利用螢幕顯示倒數完後 FPGA 會從鏡頭輸入影像資料，經影像預處理 (Image Preprocessing) 後，將資料傳遞給卷積神經網路 (Convolution Neural Network, CNN)，並交由神經網路判斷手勢，再與對手決定勝負，最終於周邊裝置 (Peripherals) 也就是螢幕輸出遊戲結果。

一、神經網路之設計

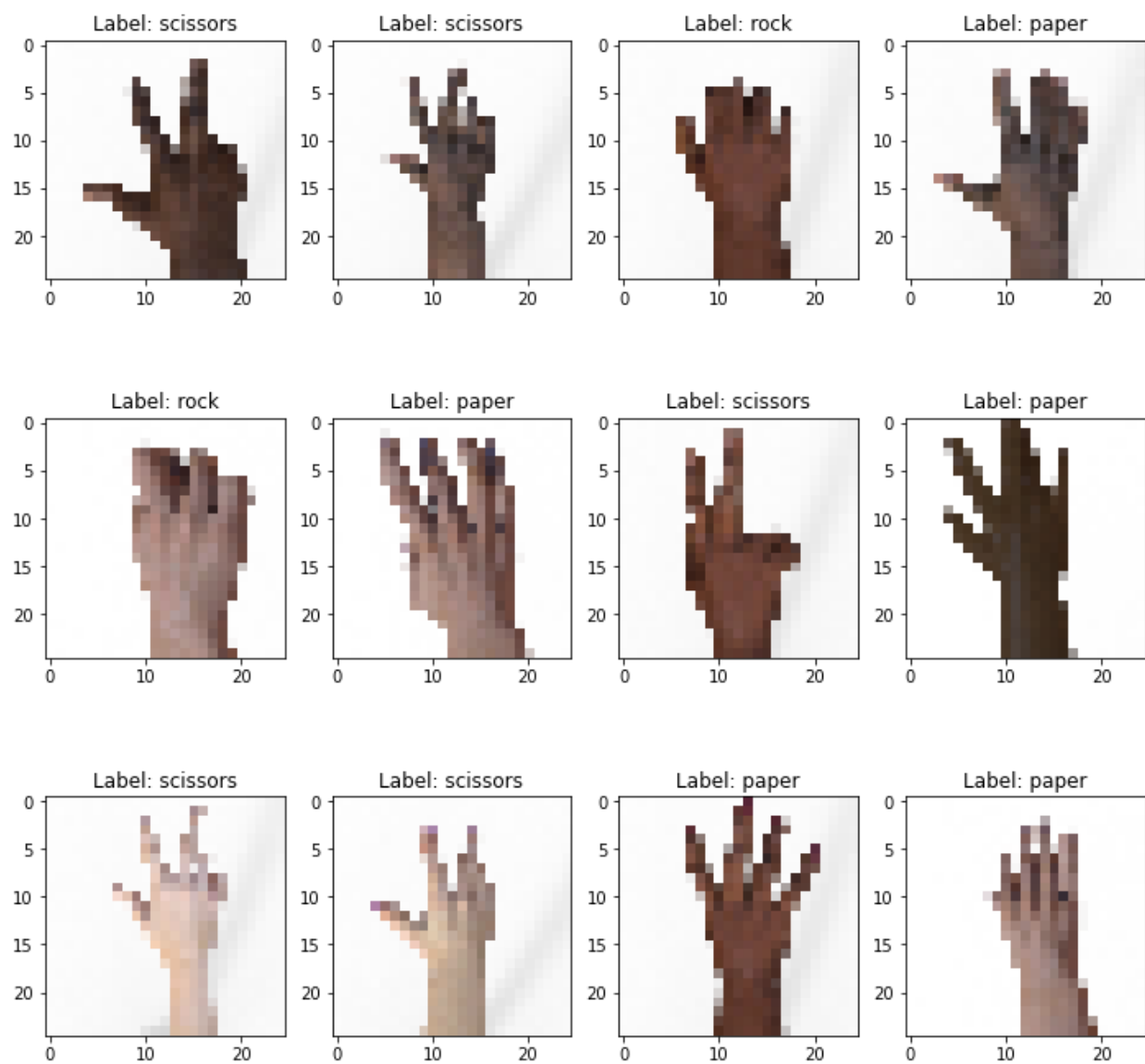
下圖為神經網路之結構圖，由圖可見該網路使用了雙層的卷積、池化層，並於神經網路的末端加入全連接層。



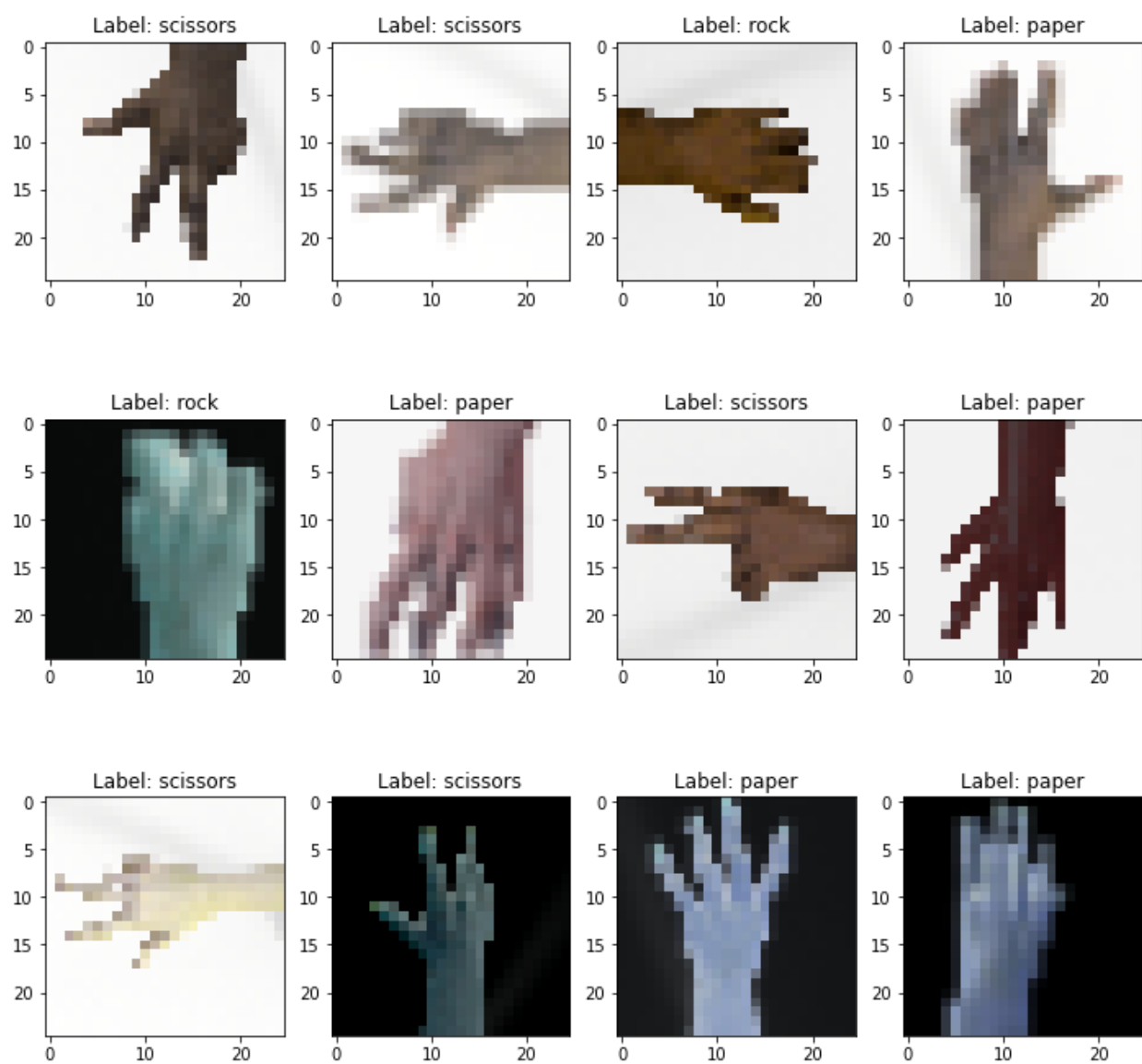
下圖為原始訓練資料，由於 FPGA 運算資源相當有限，因此必須先降低解析度，方可將神經網路燒入 FPGA 中。下圖為訓練用的原始圖片，可以發現原始圖片為 300x300 的手勢資料。



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"

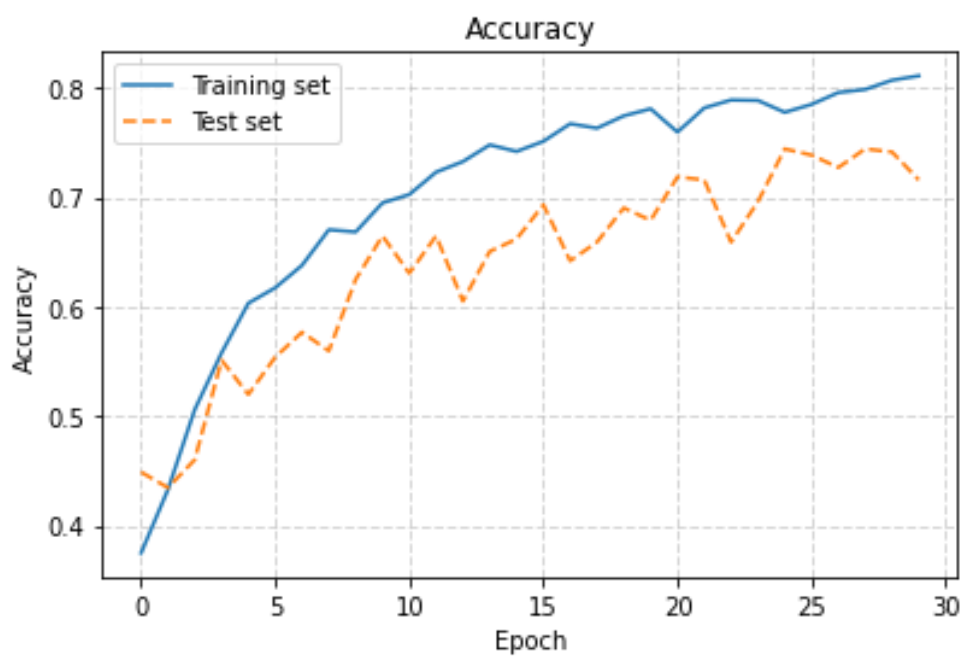
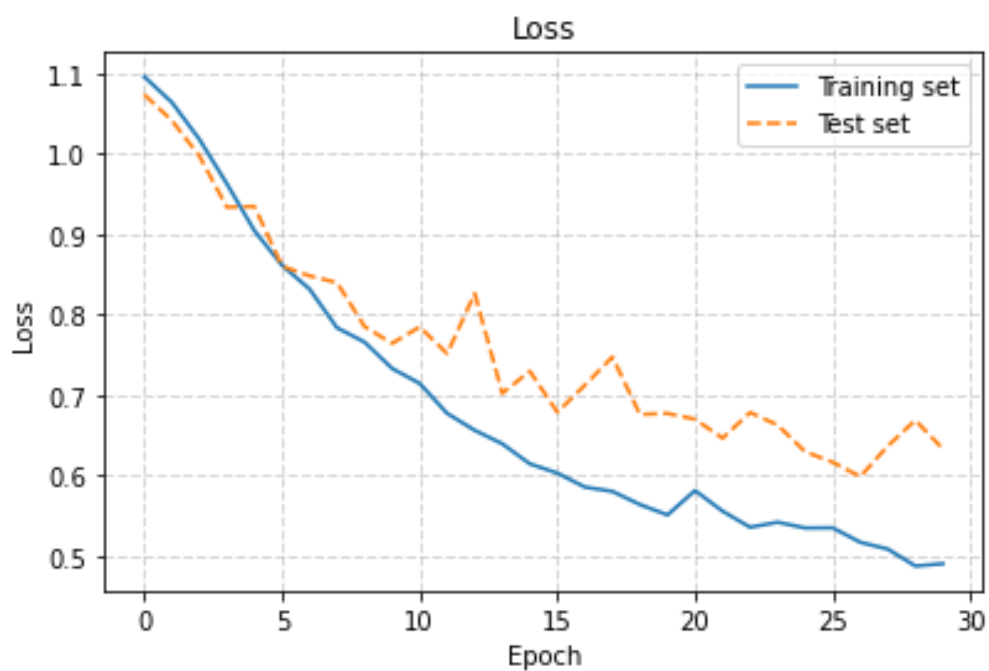
Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 24, 24, 8)	104
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 12, 12, 8)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 11, 11, 20)	660
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 5, 5, 20)	0
flatten (Flatten)	(None, 500)	0
dropout (Dropout)	(None, 500)	0
dense (Dense)	(None, 8)	4008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

Total params: 4,799

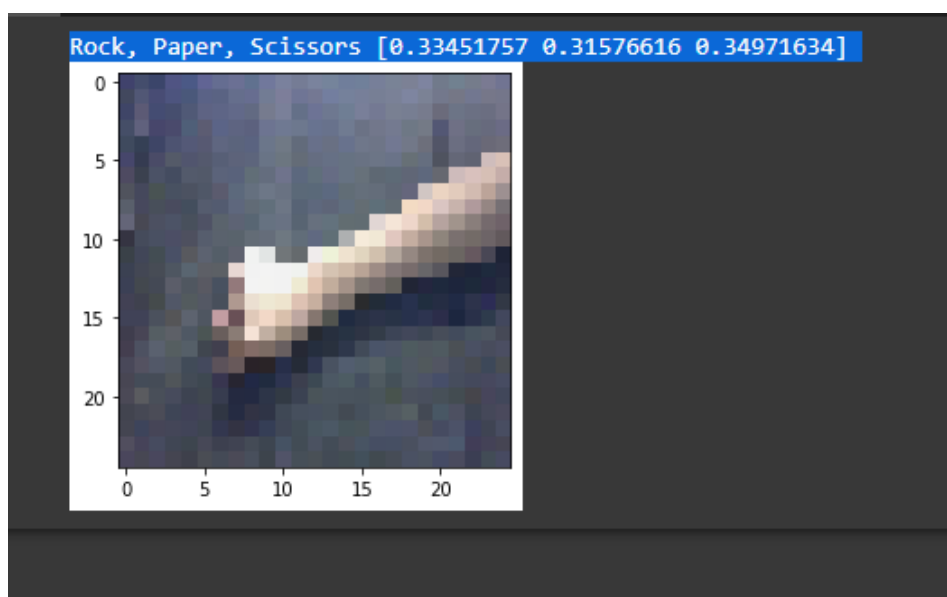
Trainable params: 4,799

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。

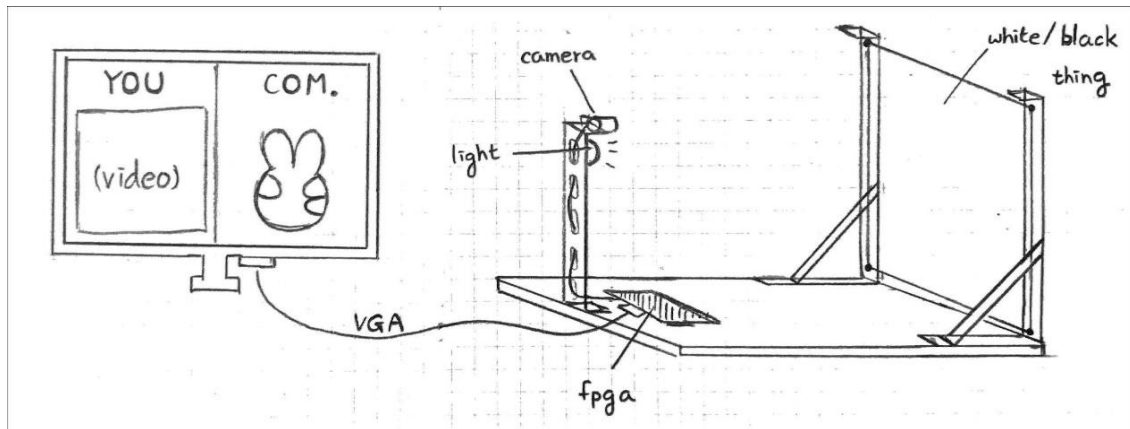


在現實世界測試(Real Life Testing)時，剪刀與布都能被準確的辨識，唯獨石頭無法被精確辨識；不僅如此，測試結果也顯示模型對光照角度、光線強度相當敏感。因此，於實際應用時，應維持穩定光源。下圖展示石頭無法被準確辨識。



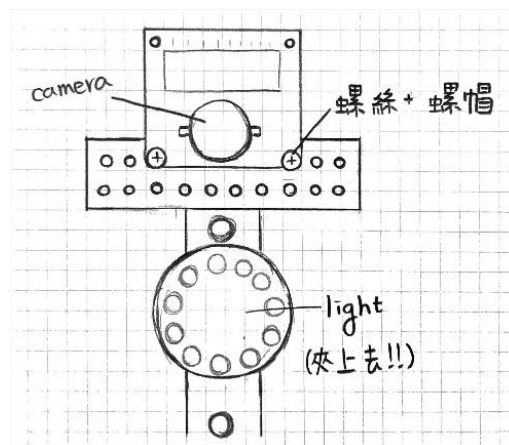
二、硬體結構之設計

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。

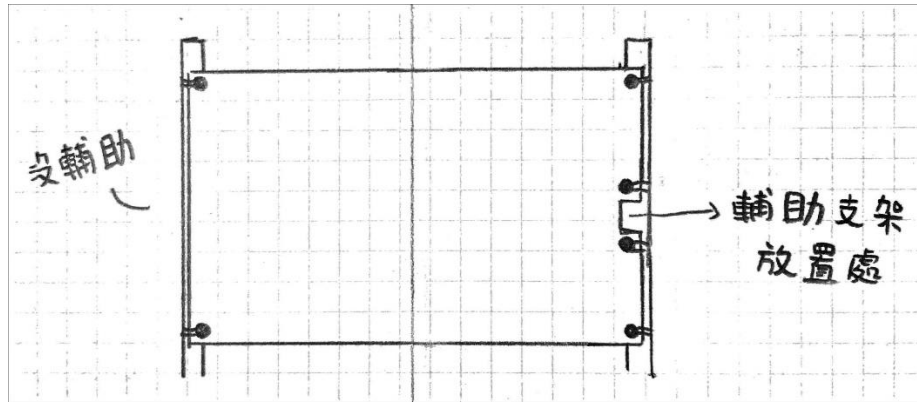


基底結構使用鐵支架及鐵板，利用一塊鐵板當作底座，再加上三支鐵支架，其中兩支使用於固定布幕，由於高度較高，視情況使用輔助支架，另一支搭配小塊鐵板固定鏡頭以及光源。

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

材料	規格	購買商店	預算
鏡頭	OV7670	一洋電子	200
杜邦線(公公)	30cm	一洋電子	60
杜邦線(母母)	30cm	一洋電子	60
鐵支架及鐵板	視實際狀況	五金行	200
螺絲、螺帽	視實際狀況	五金行	100
白/黑布幕	不織布	文具店	30
繩子	細綿線	文具店	30

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。