

具有閱讀簡譜功能之演奏型機械手臂

系所／電子工程學系

指導老師／蔡樸生

組員／劉錦庭、張博智、溫子傑、李揚智

隨著科技的發展，人們總是依靠各類電子產品來播放歌曲，卻忘了鋼琴彈奏出來的聲音往往才是最引人入勝、令人陶醉。近年來，由於生活步調逐漸變快，人們也忙於工作與家庭，少了許多閒暇空餘的時間來學習鋼琴，因此我們決定製作出可以閱讀簡譜且自行彈奏鋼琴的機械手臂。

本論文主要研究一套「具有閱讀簡譜功能之機械手臂」，首先使用霍夫轉換法(Hough Transform)將簡譜上的直線偵測出來後，用白線覆蓋掉，再利用數字擷取演算法將圖片中的數字由左至右、由上至下依次擷取，並儲存至目錄夾中，如圖1所示。訓練多層感知器(Multilayer Perceptron ; MLP)以及卷積神經網路(Convolutional Neural Networks ; CNN)，藉此辨識簡譜中的數字，讓簡譜中所辨識的數字可以在視窗畫面上點選按鍵並使用 MIDI 撥放，如圖2所示，也可以透過藍芽發射模組傳送至 ESP32微控制器晶片，輸入 PWM 訊號，使機械手臂彈奏電子琴。

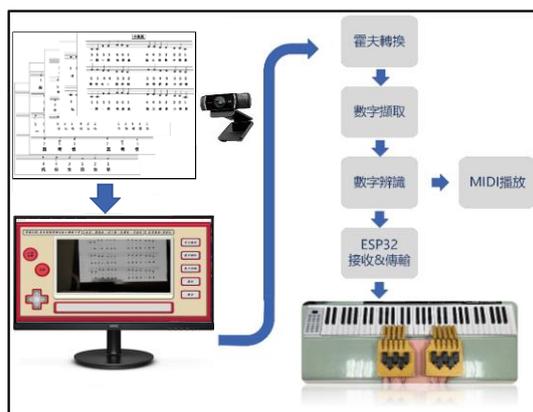


圖1：系統架構圖



圖2：視窗畫面

本研究在製作樂譜方面，使用霍夫轉換法，如圖3所示，先把簡譜圖先進行灰階化和邊緣偵測，再利用霍夫轉換進行統計概率累加投票後偵測出樂譜中的直線，並利用白線把整段直線覆蓋掉，以利後面簡譜數字辨識等動作。

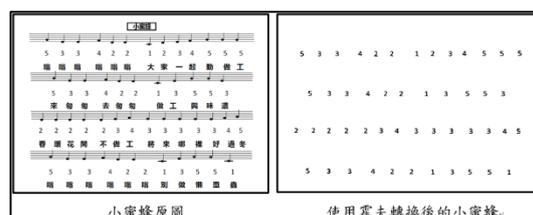


圖3：霍夫轉換

數字擷取演算法如圖4所示，其動作原理如下，程式將分別定義為四個函式 $y1_value(col)$ 、 $y2_value(col)$ 、 $x1_value(y)$ 、 $x2_value(y)$ ，直接呼叫這四個函式，即可取得圖中數字的左上角座標 (x_1, y_1) 以及右下角座標 (x_2, y_2) ，以圖4數字“1”的座標為例。根據圖中的兩個座標位置，即可將圖中的數字擷取下來並儲存至一個目錄夾中。

來識別儲存在資料夾中的數字圖片。

本研究是以 ESP32為系統核心，結合伺服馬達、機械手臂以及 MIDI 電子琴等，開發可自行彈奏鋼琴之機械手臂。本文選用的伺服馬達 GWSS03T 最大轉速可以達到 $0.27 \text{ sec}/60^\circ$ 並具有 8 kg-cm 的最大轉矩力，用來驅動手指關節，讓手指靈活運動敲打鍵盤。

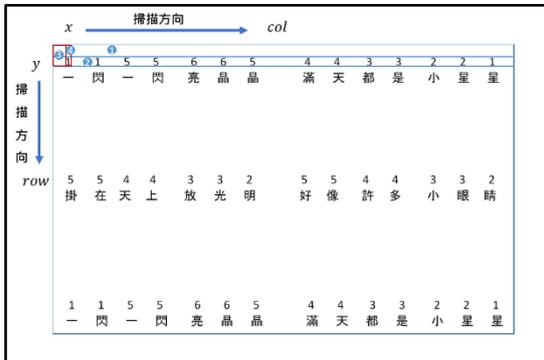


圖4：數字擷取

卷積神經網路是一種深層神經網路，其通常含有一或多個卷基層 (convolutional layer) 的神經網路。通常被用於解決計算機視覺問題，其被認為是計算機視覺和人工智能中最有影響力的技術之一。架構圖如圖5所示。

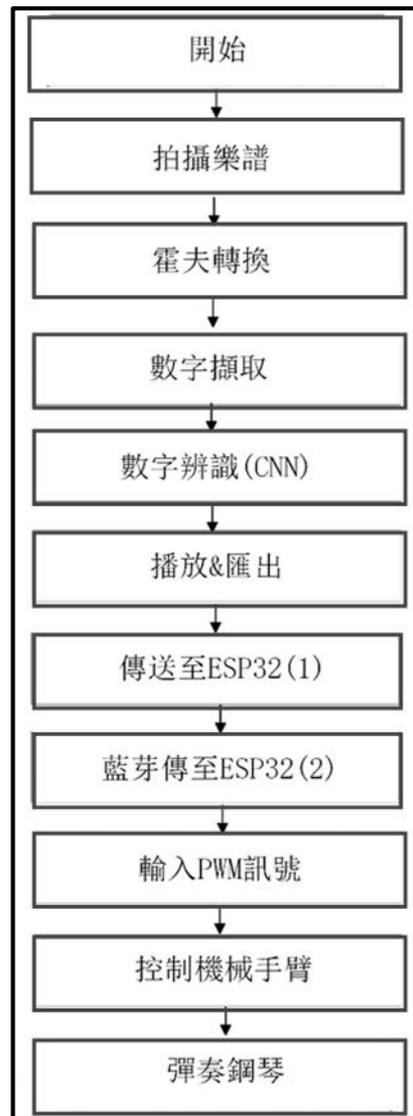


圖4：系統流程圖

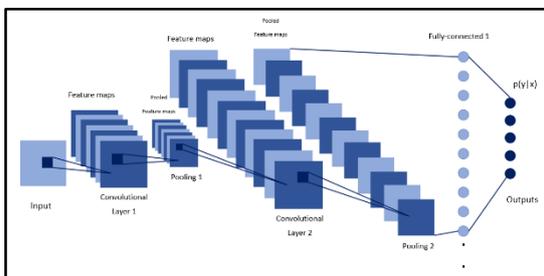


圖5：卷積神經網路

我們首先將 WORD內建的458種字型的0~9分別儲存，共4580張圖片，我們使用這些圖片建立模型並訓練，

