

## 具樂譜分析與演奏評分機制之鋼琴練習系統

Piano Practicing System with Automatic Sheet Music Recognition and Performance Scoring Mechanism

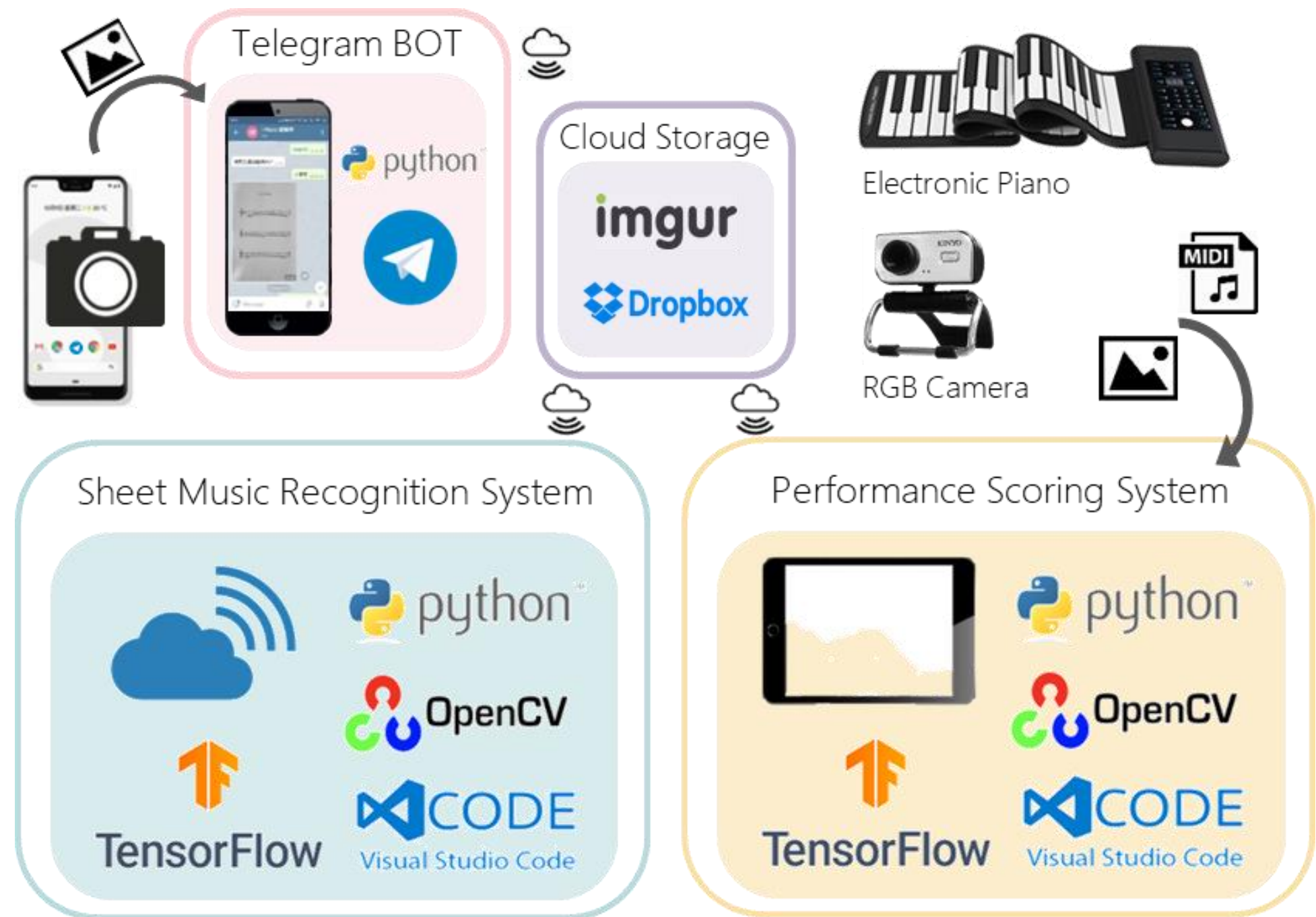
指導教授：黃正民

組員：吳博翰、程滢臻

### 摘要

目前市面上主要與鋼琴、樂譜相關的產品有兩類，分別是以紅外線投影或螢幕顯示鍵盤的方式試圖取代實體鋼琴的「虛擬鋼琴」，以及以樂譜為主軸的「智慧琴譜」，但都受限於樂譜的提供，除了可能需要額外收費外，還無法使用其他樂譜，上述產品也尚無提供指法辨識機制。本專題建構的練習系統主要可分為「樂譜辨識」、「指法辨識」及「評分系統」三個部分，提供人性化的操作介面，適用於所有年齡層的鋼琴初學者，並搭配雲端資料庫，目標是提供使用者一個完整的平台，有效地解決使用者學習上的不便，進一步提升學習效率。

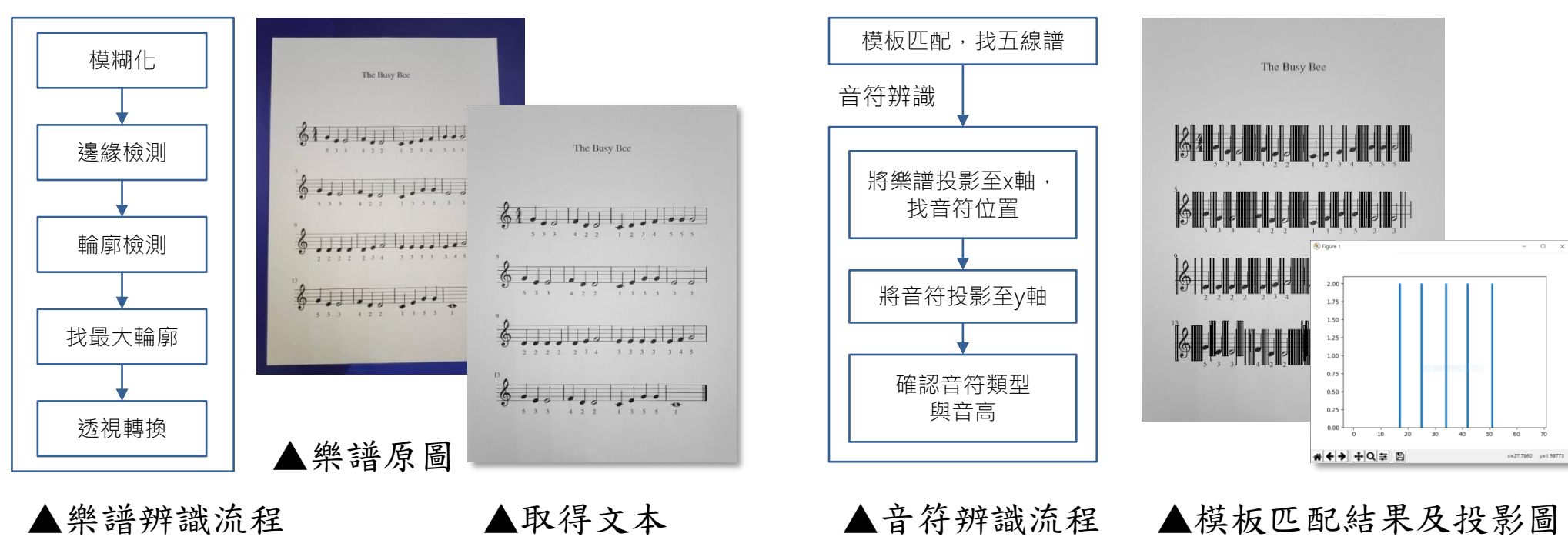
### 系統架構圖及開發工具



### 研究方法

#### 樂譜辨識

主專題進行樂譜辨識的部份主要使用的方法有模板匹配、投影法和機器學習。首先用OpenCV提供的標準相關匹配演算法尋找五線譜在文本上的位置，接著用投影法切割準確的五線譜位置後，再縮小範圍進行兩次垂直投影及一次水平投影，分別確認音符的音高及音值，最後再以BYTES檔和MIDI檔儲存在雲端；而樂譜上的指法辨識則是利用TensorFlow提供的MNIST數字資料庫進行訓練，訓練的模型則是使用Softmax回歸模型架構出神經網路。目前音符的音值、音高及指法皆可達九成以上的辨識率。

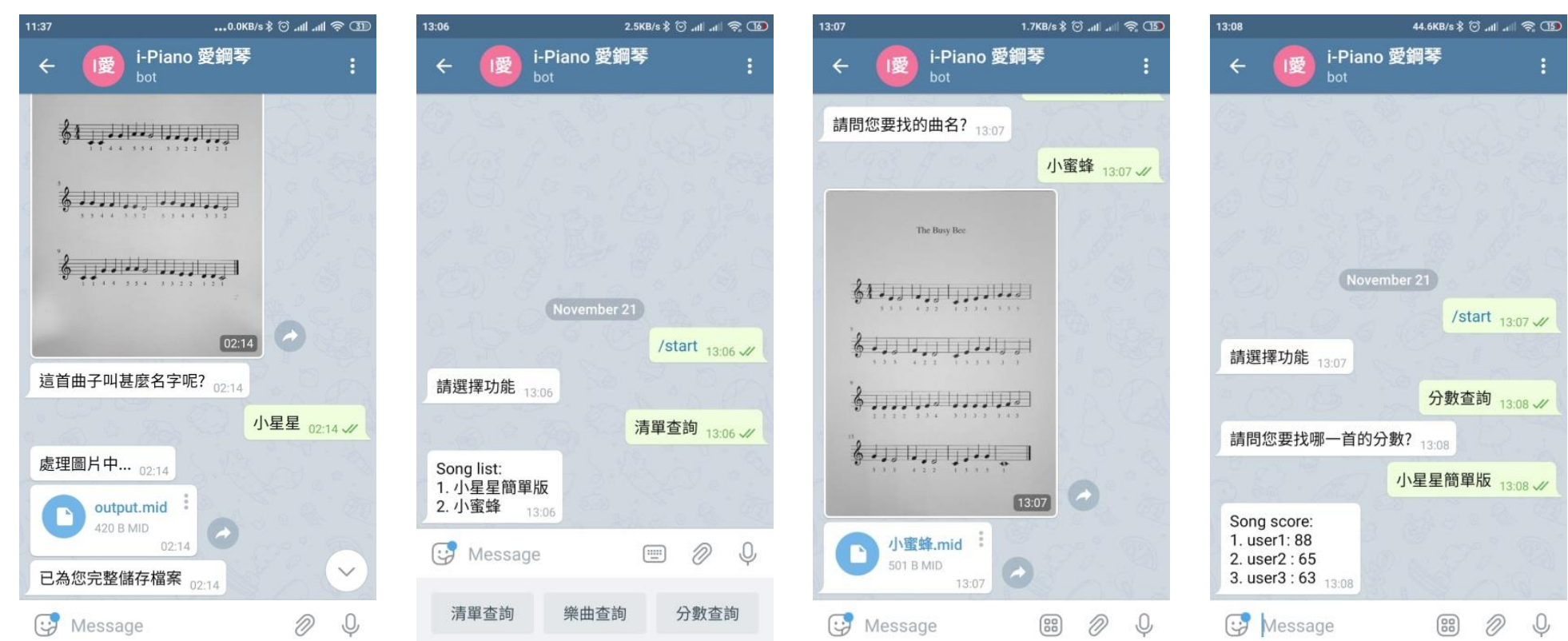


### 使用者介面

因為需求的不同，本專題將使用者介面分為兩部分，其中「Telegram Bot聊天介面」可以在任何裝置上與使用者互動，方便使用者上傳圖片及查詢相關資訊；「彈奏評分介面」則必須在電腦上連結RGB攝影機使用，並在使用者彈奏後顯示所有彈奏相關的詳細資訊。

#### Telegram Bot聊天介面

因為Telegram安全快速的開源特性，本專題使用Telegram Bot作為上傳樂譜及查詢的窗口，使用者可以透過Telegram更新、查詢用戶資訊。以下為四個主要功能：



(1)上傳樂譜

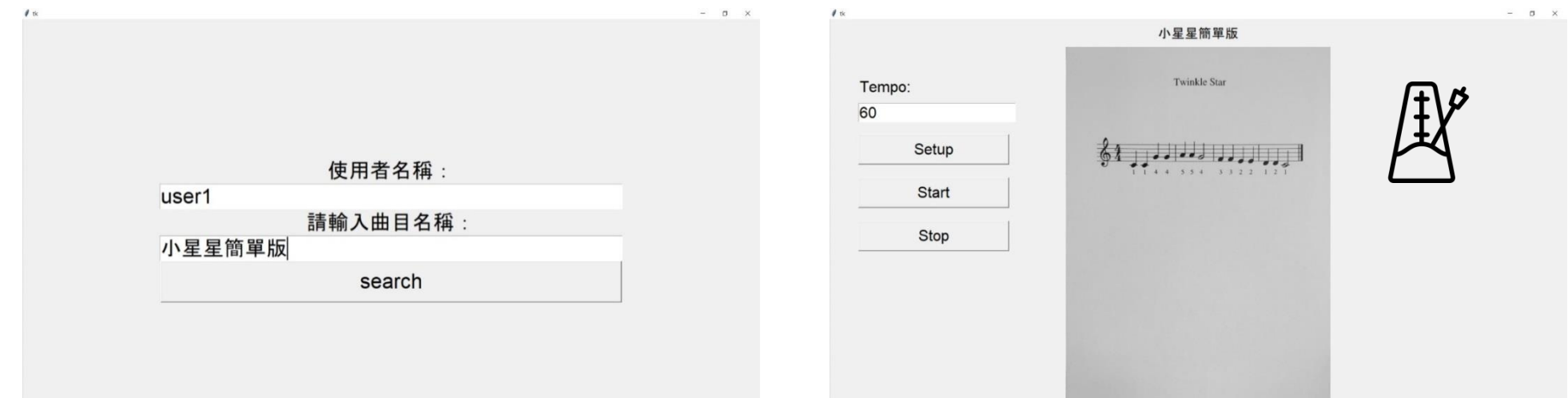
(2)清單查詢

(3)樂曲查詢

(4)分數查詢

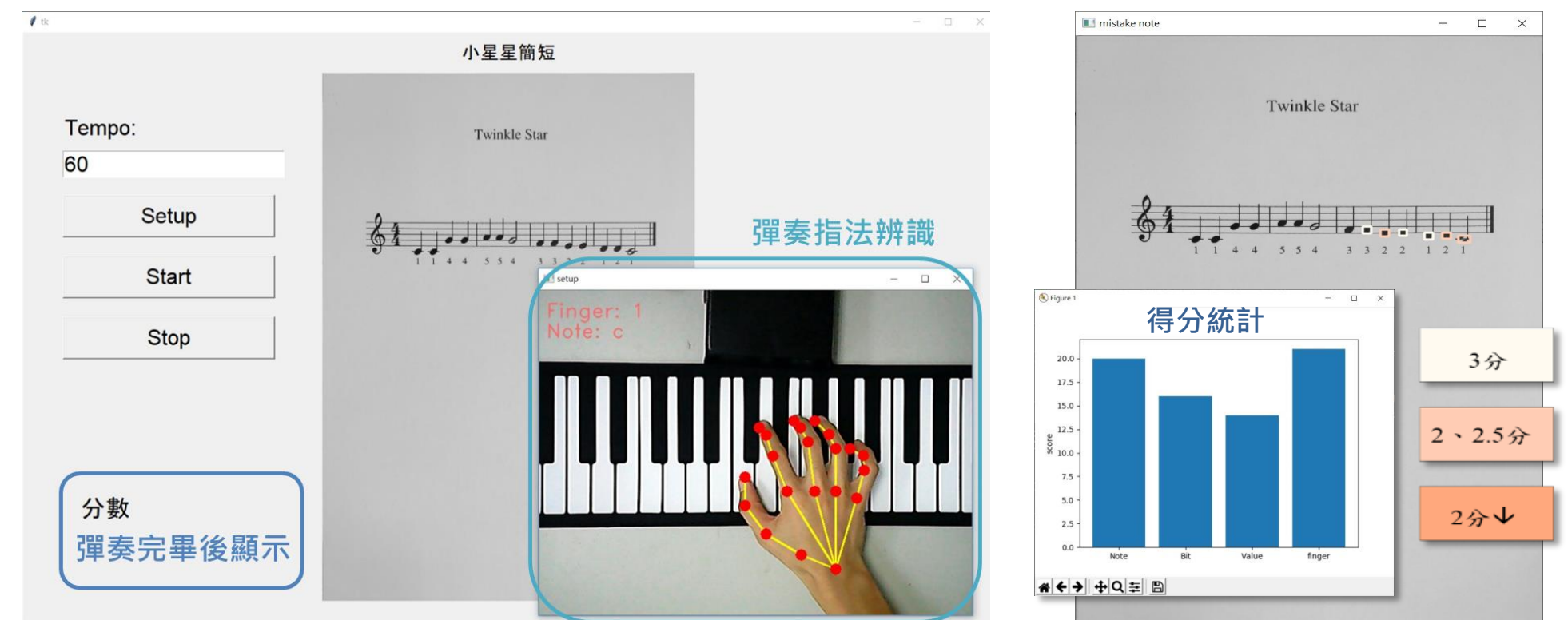
#### 彈奏評分介面

彈奏評分介面需連結RGB攝影機及電子鋼琴的音訊輸出，並於電腦介面上操作。



(1)搜尋樂譜及設定使用者資訊

(2)設定彈奏速度

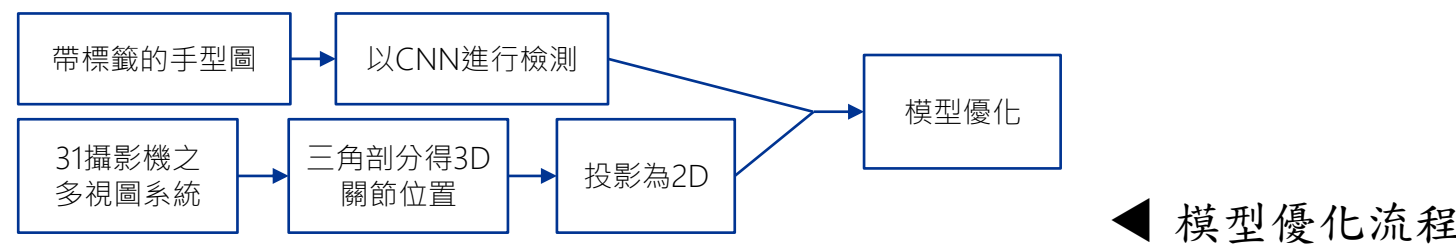


(3)顯示彈奏結果

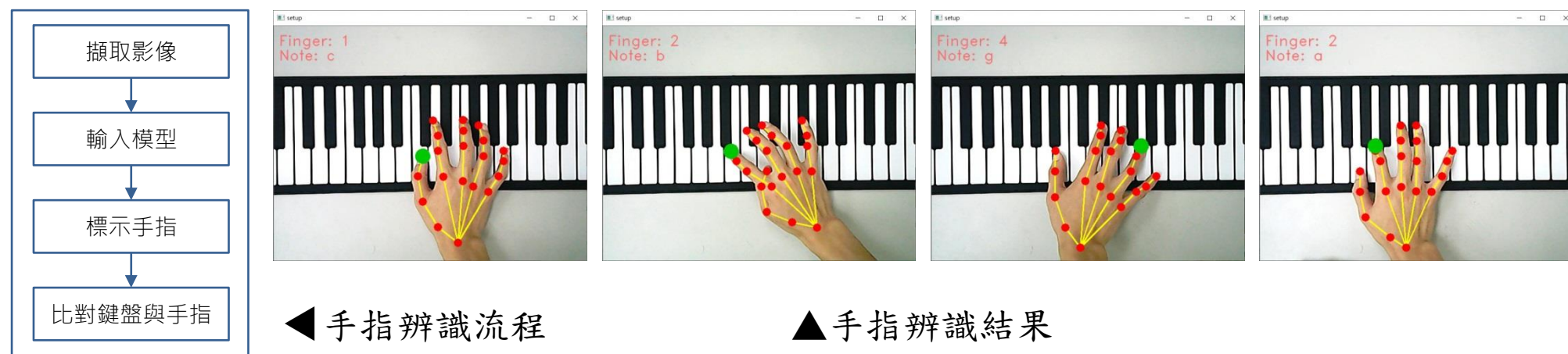
(4)結果分析

#### 指法辨識

本專題參考的手指辨識方式為卡內基梅隆大學（CMU）於2017年提出的模型處理方式《Hand Keypoint Detection in Single Images using Multiview Bootstrapping》，從帶有標籤的手型圖開始訓練，利用卷積神經網路取得手型關節點的粗略估計，再將這些圖像通過檢測器來獲得更多的關節點預測。接著利用三角剖分獲得關節點的3D位置重新投影回2D圖像，以優化原先檢測器的2D預測。經過幾次的迭代便能夠大幅改善檢測器的預測準確率，最終優化完成的檢測器即為本專題中所使用的手指辨識模型。



模型優化流程



手指辨識流程

手指辨識結果

#### 評分系統

經過研究及訪問，歸納出初學者最需要注意且極容易忽略的方面有音準、拍子、音長及指法，因此本專題的評分系統即針對以上四個項目設計。為了提升系統效能，本專題的設計是在有MIDI訊號輸入時才會比對音準與指法，再判斷拍子及音長。

評分機制	標準	得分	標準	得分
音準	正確	1	錯誤	0
指法	正確	1	錯誤	0
拍子	在±25%內	1	在±25~±5%間	0.5
音長	不到0.5%	0.5	0.5~1%	1

本專題設計的評分機制

### 結論

本專題的研究結果，除了達成樂譜辨識及指法辨識之目的外，更成功地對使用者的彈奏進行計算及評分，將得分的資料與樂譜資訊結合，顯示在樂譜上，提供更直觀的結果，同時將資料整合在雲端，供往後查看。另外亦提供符合使用者需求的介面，讓使用者能夠方便掌握所有資訊。