

智慧型揚聲器之設計與開發

Design and Development of Smart Speaker

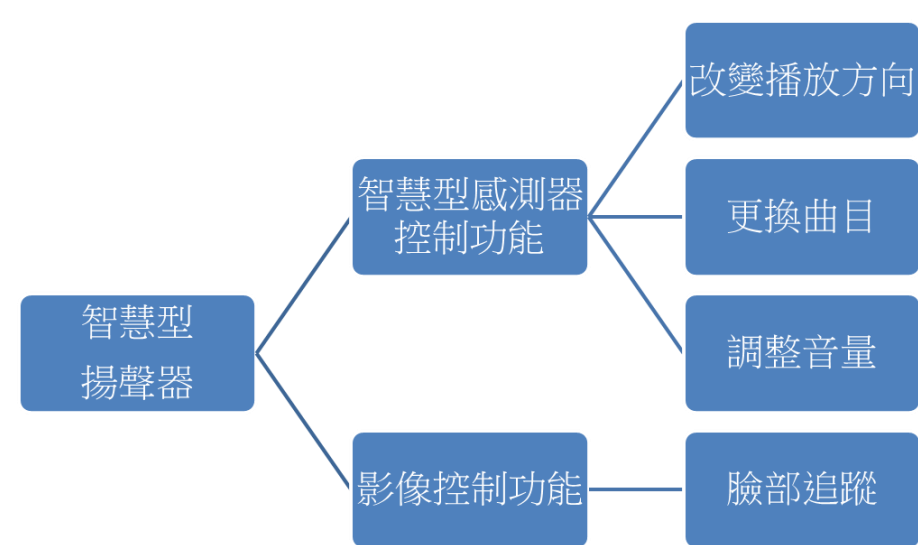
指導老師：Hooman Samani

組員：蔡學怡、盧珮諄、郭穠禕、陳明佐、吳彥威

1. 研究背景與目標

喜愛音樂是人類與生俱來的天性，為了滿足人們想聽音樂的需求，現代生活中隨處可見揚聲器的身影。而隨著科技的發展與進步，揚聲器也不再只有單純播放音樂的功能，如何與使用者互動成為目前揚聲器發展的新趨勢。

本計畫目標於藍芽揚聲器上增加 (1)影像控制與 (2)手機感測器控制功能，如下圖一，並做整體架構的整合與設計，將整體裝置完整化。



圖一、智慧型揚聲器之功能

2. 微處理器之功能與選擇

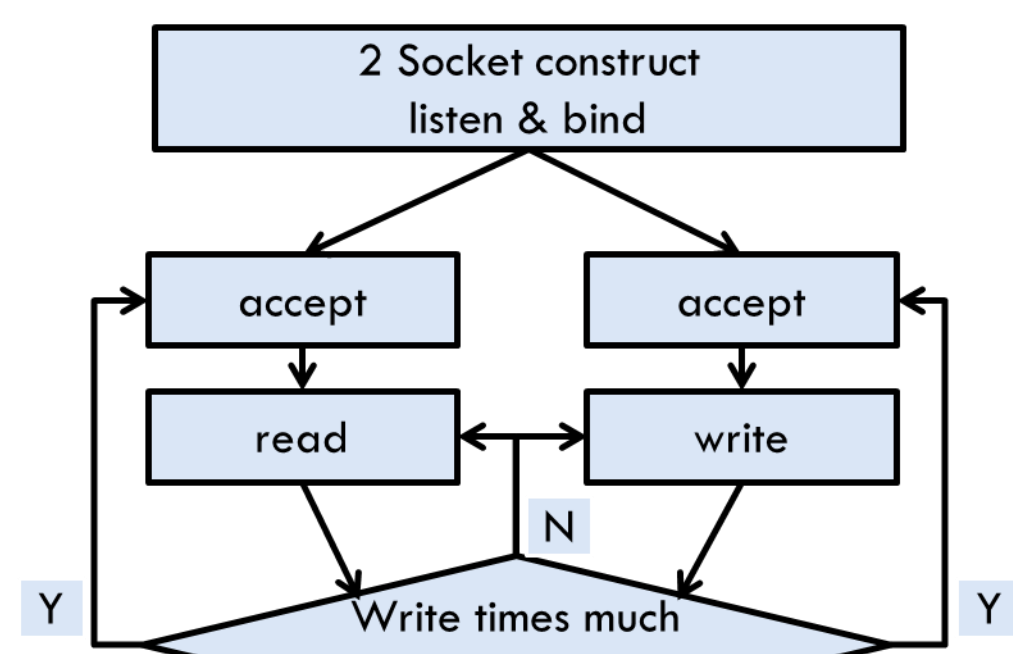
於本計畫中，微處理器需接收相機模組、藍芽模組之訊號做進一步運算處理，並控制伺服馬達模組、LED顯示模組做出相對應的指令，最後再將訊號回傳至手機。

經過測試與比較之後，由德州儀器公司(Texas Instruments Inc.)所設計之微處理器BeagleBone Black擁有足夠的記憶體、優越的處理速度，以及足夠的輸入輸出腳位可供使用，再加上系統在運作時相當穩定，故擇期作為本計畫之運算執行中樞。

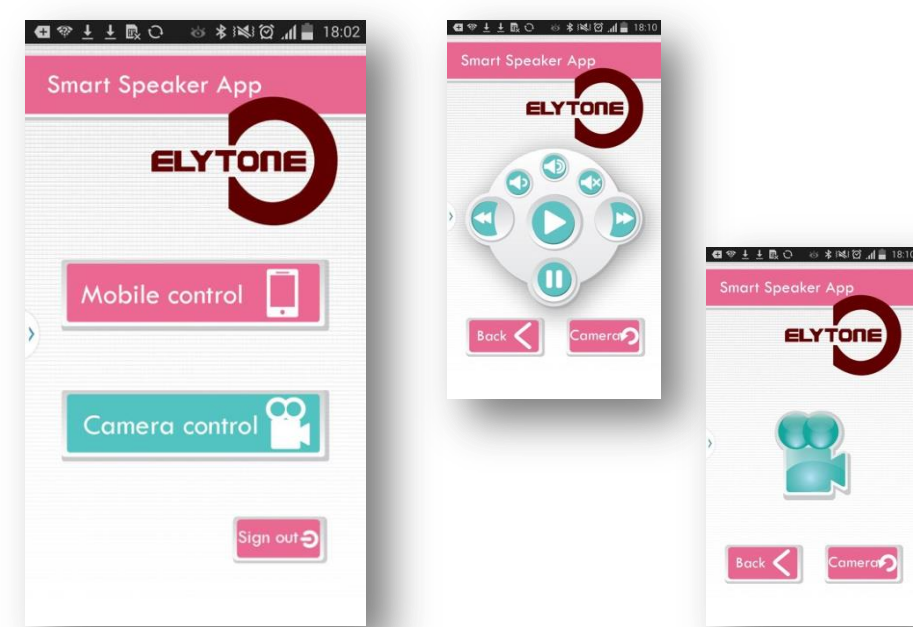
3. 藍芽模組與手機APP

由於目前的智慧型手機上方必定配備有藍芽裝置，因此選擇藍芽模組作為本計畫中連結智慧型手機與微處理器之間的媒介。本計畫在微處理器上裝載迷你藍芽接收器以接收手機感測器資訊，進一步控制伺服馬達模組轉動或者回傳訊號至手機改變音量與曲目。

本計畫將控制功能(影像控制、手機感測器控制)合併至手機APP，讓使用者能夠依照個人喜好自由選擇不同的控制功能。



圖三、藍芽模組連結傳輸架構圖



圖四、手機APP使用者介面
手機感測器控制功能、影像控制功能

4. LED顯示模組

LED顯示模組用以顯示當前智慧型揚聲器的狀態：藍芽連結成功與否、曲目更換、音量大小……等狀態。本計畫選擇RGB LED燈座顯示，當接收到微處理器不同的訊號時，RGB LED燈能夠以不同的顏色及亮度、閃爍方式來表達揚聲器的狀態。

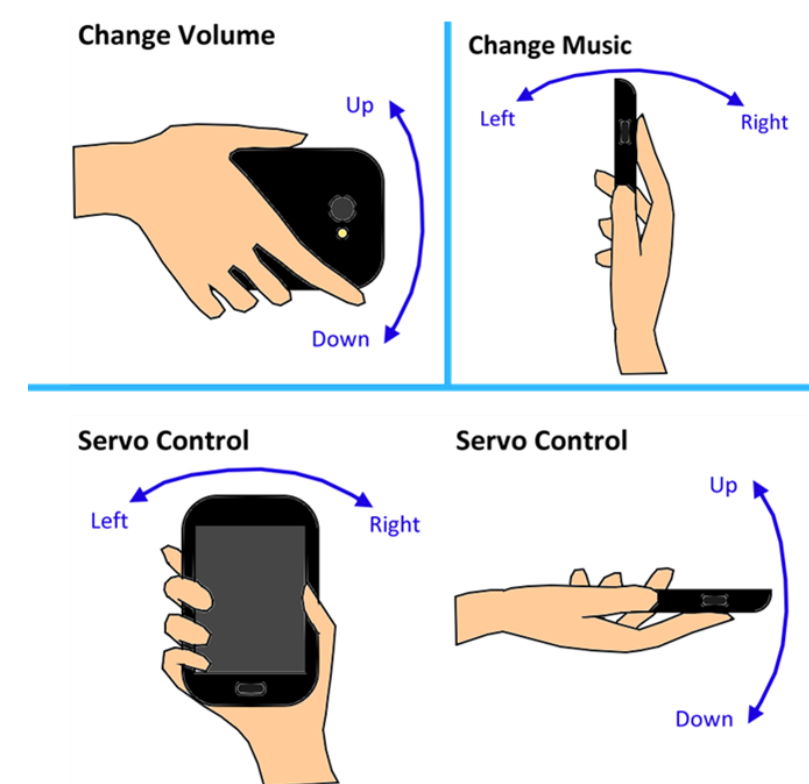
5. 伺服馬達模組

本計畫挑選兩顆TowerPro MG996微型伺服馬達至於揚聲器下方，透過控制伺服馬達分別控制上下與左右兩方向的轉動來達到控制智慧型揚聲器改變播放方向。伺服馬達模組能夠根據臉部辨識的輸出結果跟隨使用者的移動達到跟隨的效果，也能夠根據智慧型手機之感測器數值改變轉動角度。

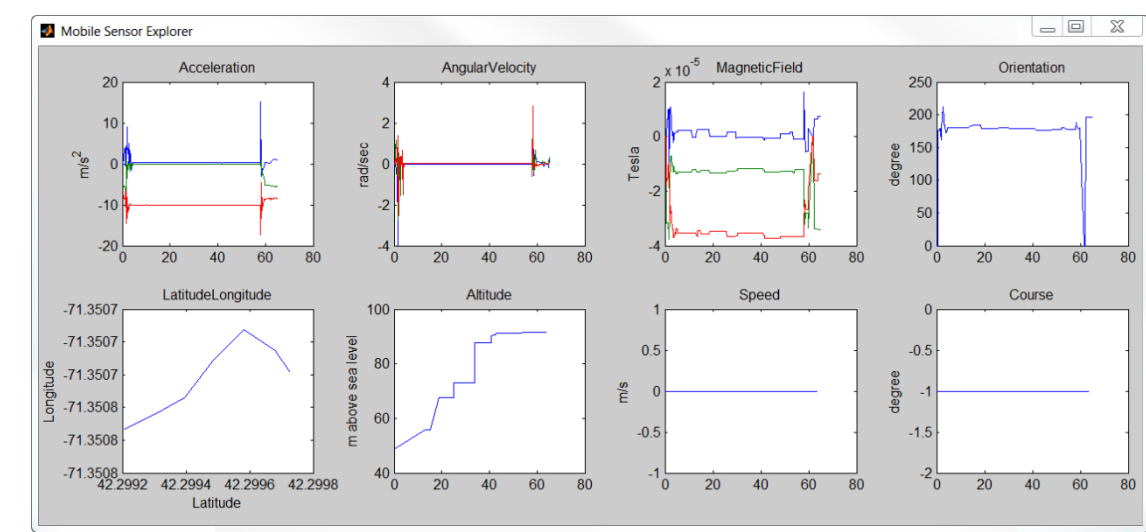
6. 智慧型手機感測器控制功能

使用手機感應器數值的改變來判斷手機的擺放方向與揮動方式，控制伺服馬達模組轉動以及調整音樂與音量。

智慧型手機感測器控制功能中使用Orientation感測器的數值控制伺服馬達模組轉動，並藉由判斷Accelerometer的數值了解手機的擺放方向，經過處理Gyroscope與Accelerometer的數值變化後，控制曲目至上一首或下一首以及音量的增減。



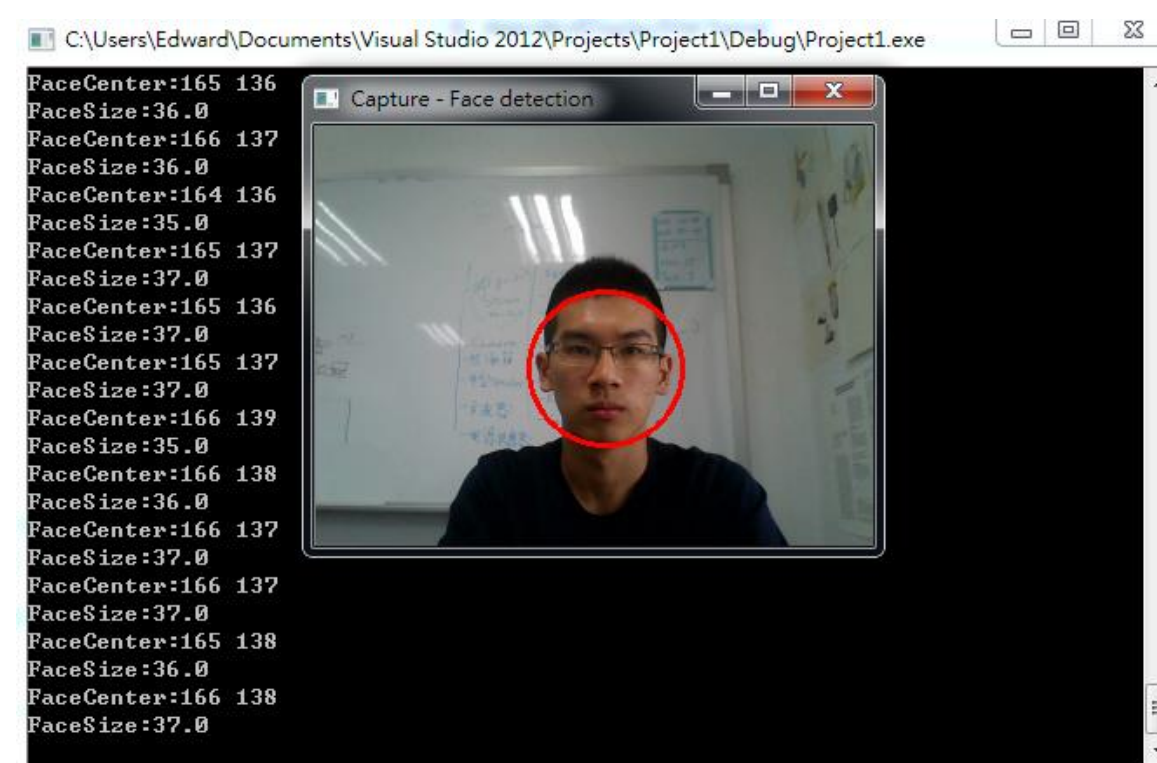
圖五、手機感測器控制示意圖



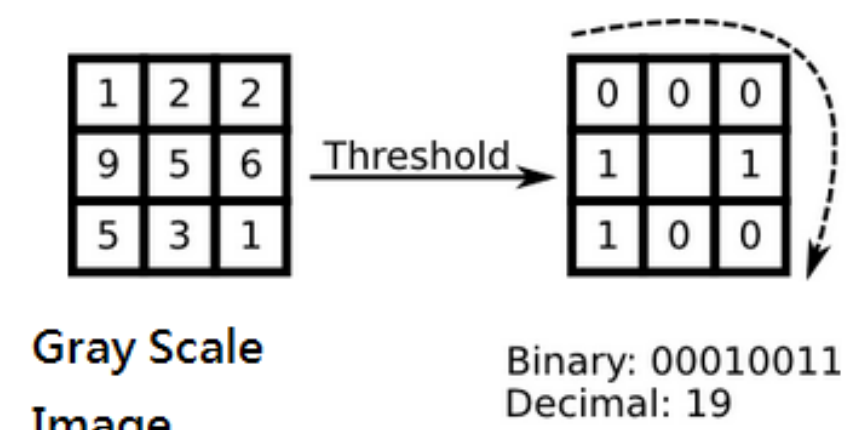
圖六、手機感測器之數值變化

7. 相機模組與影像控制功能

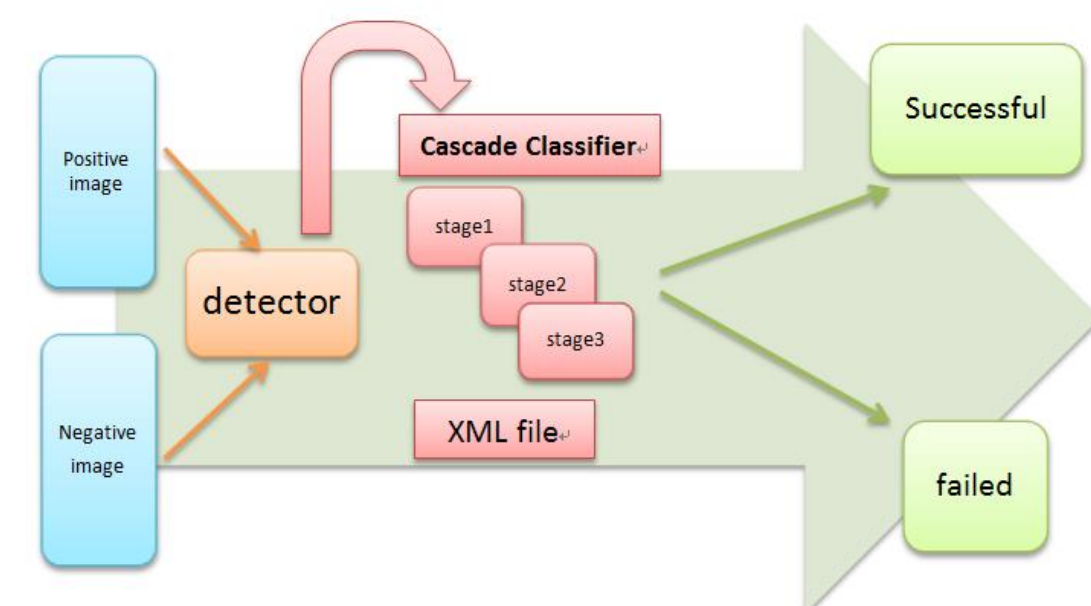
採用適應性增強學習演算法(AdaBoost)，針對由弱分類器所組成的疊接架構進行訓練，以增進臉部辨識的演算速度。疊接架構分類器採用局部二值模式(Local Binary Patterns)對經過灰階的影像進行運算，快速地區分畫面中臉部與非臉部特徵。影像來源為320x240畫素的情況下，成功辨識臉部特徵的速率為4fps。在使用者臉部正面或側面(45度)朝向本裝置時，辨識成功率較高，易於辨識之使用範圍在水平距離本裝置5公尺以內。以目前臉部在畫面中的位置、大小，做為伺服馬達調整轉動方向與速度的依據，實現臉部追蹤的功能。



圖七、臉部辨識結果與取得數值



圖八、Local Binary Patterns串聯級分類器計算畫面中的特徵向量



圖九、AdaBoost學習演算法與串聯級分類器

8. 成果評估與分析

整合後的裝置在執行控制功能上，初步的功能已經能正常操作。但由於受限於嵌入式系統的核心運作速度，因此在執行上如何同時達到即時反應與精準判斷，是目前計畫執行最主要考量的要點。

而臉部追蹤與智慧型手機感測器控制功能，若能夠完整執行，相信在其他層面也能有廣泛的應用。

9. 參考資料

- [1] S. S. Ge, H. A. Samani, Y.H.J. Ong, C. C. Hang (2008) Active Affective Facial Analysis for Human - Robot Interaction
- [2] Angel Barriga, Embedded Face Detection Application based on Local Binary Patterns, IEEE 2014.
- [3] Paul Viola and Michael J. Jones. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. IEEE CVPR, 2001.