

Handwriting Recognition Using LSM9DS0 On Keyboard Control

NTUEE Belab Final Project

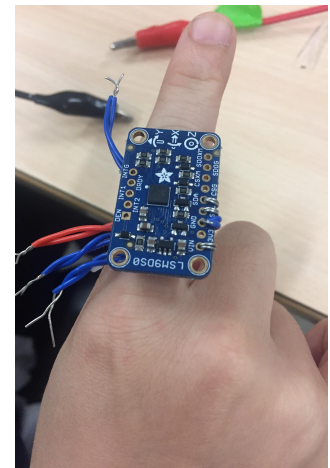
黃郁珊 蔡瑩如 楊凱雯

2018/6/14

Introduction

現在有很多有關手寫辨識的應用，例如手機、平板等，大部分的應用都需要寫在用來感測的面板上，而我們想設計一個穿戴裝置可套在手指上，只需要在空中比畫想寫的字，就能達到控制筆電鍵盤的功能。

LSM9DS0是九軸感測器，分別是三軸加速度感測器，三軸陀螺儀，三軸磁場感測器，這些感測器在很多方面都有應用，特別是在定位、軌跡重建等。基於九軸感測器(此實驗只需利用加速度計與陀螺儀六軸)可以感測物體變動時的訊號，我們就想搜集這些訊號並和machine learning結合，做出即時辨識手寫訊號的模型。在此實驗我們利用Arduino 作為ADC，將LSM9DS0的其中六個參數傳入python script 進行處理，訓練模型，最後做即時辨識。

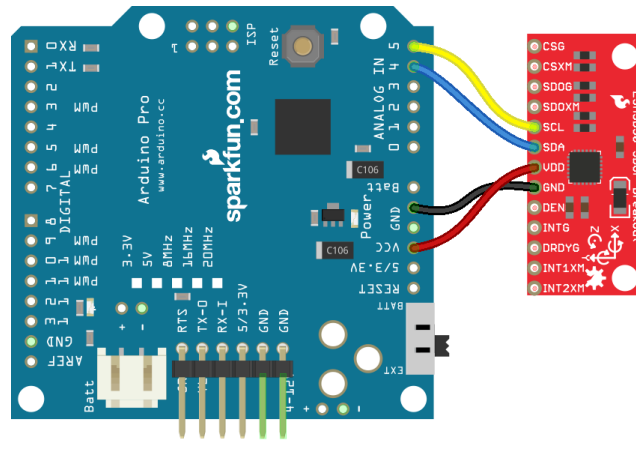


Design



1. LSM9DS0 & Arduino Part

我們從 learn.sparkfun.com 網站下載SFE_LSM9DS0 Arduino library，可以直接使用將 accelerometer / gyro 的raw data取出，Ardunio Uno 和 LSM9DS0 的接線如下圖，利用USB port將六個參數傳入電腦。

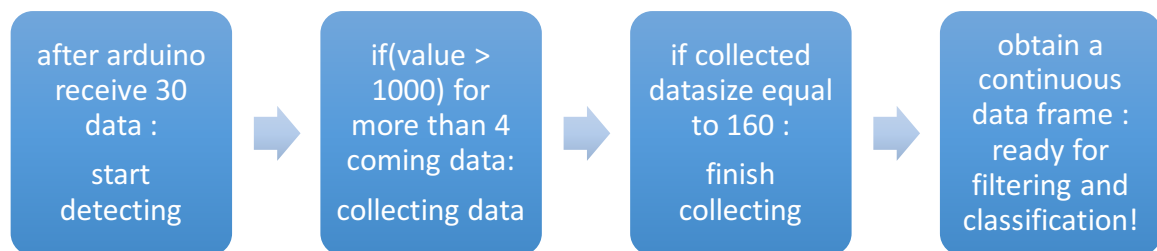


2. Signal Processing Part

$$\text{sample rate} = 100\text{Hz}$$

$$\text{data} = (\text{accelX}, \text{accelY}, \text{accelZ}, \text{gyroX}, \text{gyroY}, \text{gyroZ})$$

$$\text{value} = \sqrt{\text{accelX}^2 + \text{accelY}^2 + \text{accelZ}^2 + \text{gyroX}^2 + \text{gyroY}^2 + \text{gyroZ}^2}$$



(1) Begin threshold

我們測試很多取threshold的方法，但都沒有準確的判斷動作的開始，於是我們直接根據經驗，取1000作為threshold，而為了避免偵測到細微變動產生的錯誤，我們採取連續偵測四組以上訊號都大於threshold才開始搜集資料。

(2) End threshold

經過幾次嘗試，利用end threshold 判斷動作結束結果難以達成，於是我們也根據經驗，直接取固定資料數，這樣才能完整的截取動作訊號，也不會造成延遲。

(3) Kalman Filter

Kalman filter 是一種高效率的遞歸濾波器，它能夠從一系列不完全及包含雜訊的測量中，估計動態系統的狀態。演算法分為二步驟，估計及測量更新。在估計步驟中，卡爾曼濾波會產生有關目前狀態的估計，其中也包括不確定性。只要觀察到下一個量測（其中一定含有某種程度的誤差，包括隨機雜訊），會透過加權平均來更新估計值，而確定性越高的量測加權比重也越高。演算法是疊代的，可以在實時控制系統中執行，只需要目前的輸入量測、以往的計算值以及其不確定性矩陣，不需要其他以往的資訊。

簡單來說，利用 $k-1$ 的狀態，加上變化量，預估出 k 狀態，再利用 $k-1$ 狀態的雜訊，預估 k 狀態的雜訊。利用預估出的 k 狀態與 k 的測量狀態，搭配權重值(Kalman Gain)完成更新 k 狀態。最後利用權重值(Kalman Gain) 更新 k 狀態的雜訊。

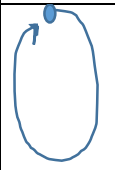
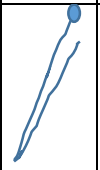








3. ML Classification

每個類別收集40筆資料進行訓練，





4. Keyboard Control

利用 pyautogui 這個套件可以自動化的控制鍵盤。

Digits & Other Symbols Trajectories

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									

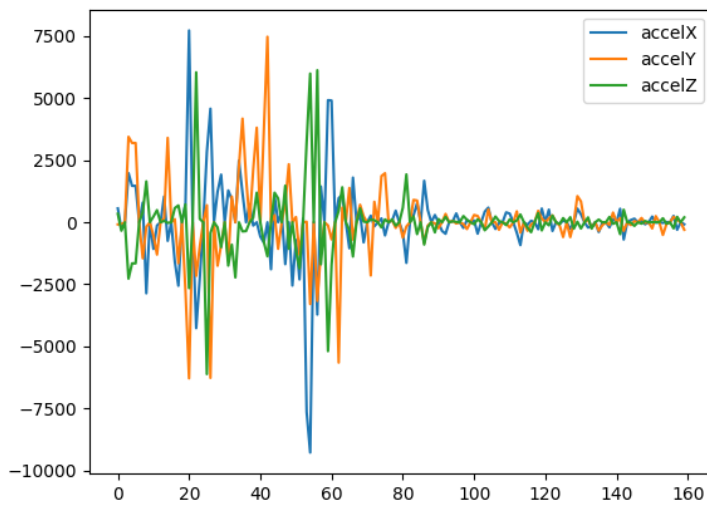
right	left	backspace	°
-------	------	-----------	---	---	-----

				poke	Poke three times
---	---	---	---	------	------------------

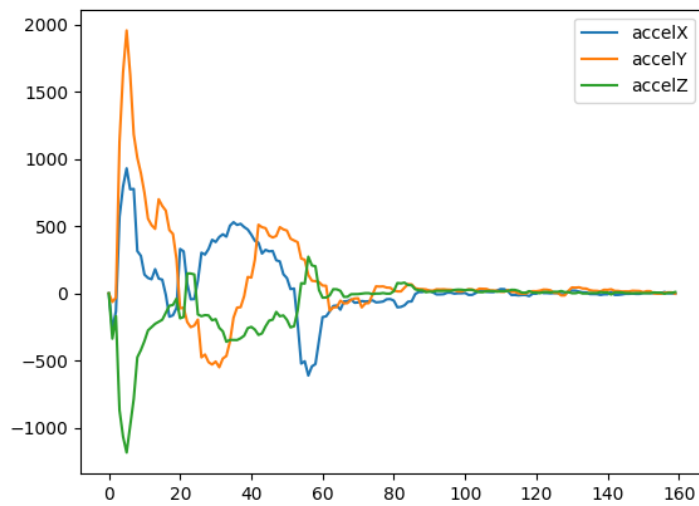
Result

1. Signal processing for the digit 0

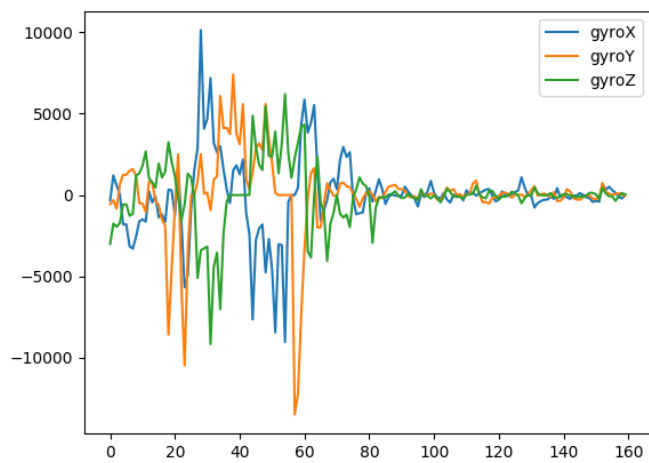
Zero (raw data from accelerometer)



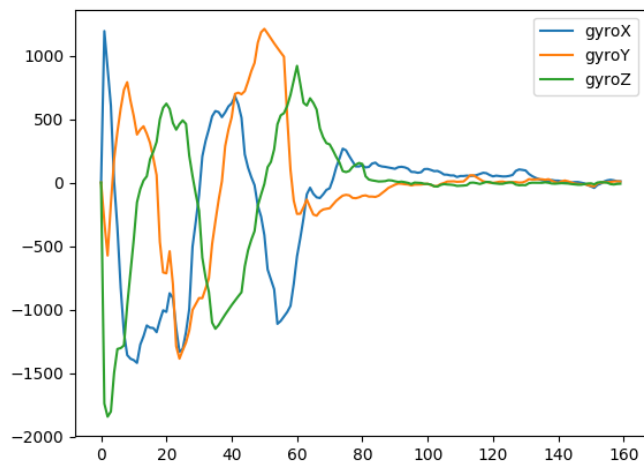
Zero (filtered data from accelerometer)



Zero (raw data from gyroscope)



Zero (filtered data from gyroscope)



2. Testing accuracy

Conclusion

手指筆畫時只要有任何移動就會進入程式，所以在做手寫辨識手指維持不動有點累人，但過程很有趣。

Reference

An Inertial-Measurement-Unit-Based Pen With a Trajectory Reconstruction Algorithm and Its Applications

Online Handwriting Recognition Using an Accelerometer-Based Pen Device

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/lsm9ds0-hookup-guide>