

懸吊行程偵測之 動態避震控制系統 系統設計文件

System Design Document

專案名稱	懸吊行程偵測之動態避震控制系統
撰寫日期	107.9.10
發展者	王信驊、蔡明智、吳家宏、戴侑宗

本文件範本由軟體工程學會發展修訂，範例內容引用自「國科會自由軟體專案研究計劃」之計畫成果。

目錄

1. 系統架構設計(System Architecture Design)	2
2. 模組介面設計(Module Interface Design)	3
3. 流程設計(Process Design)	5
4. 使用者介面設計(User Interface Design)	6

1. 系統架構設計(System Architecture Design)

本作品以微控制器為核心，整合霍爾距離量測、加速度感測及伺服馬達控制，完成一套懸吊行程偵測之動態避震控制系統。騎乘時藉由偵測避震器的行程與震動變化，將數據經過濾波及變異數演算後，進行騎乘動態分析，輸出適當的脈波訊號控制伺服馬達調整本系統設計之機構將避震器設置於最適合當下路況。本系統可調整六段阻尼係數，配合騎乘路況自動將避震器調整至最佳狀態，大幅減少騎乘者對避震器調整的煩惱，且可有效提升騎乘的安全性及舒適度，達到最佳的騎乘體驗。系統架構圖如圖 1 所示。

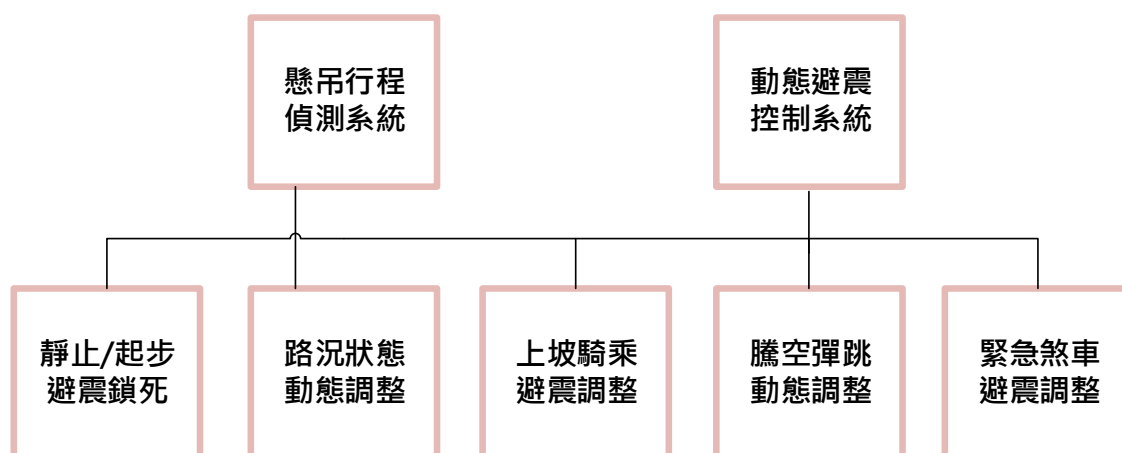


圖1. 懸吊行程偵測之動態避震控制系統架構圖

● 懸吊行程偵測子系統

■ 霍爾感測避震行程

自行車前叉避震器上設有霍爾感測器及磁鐵，透過霍爾感測器與磁鐵之間的磁場變化量，能夠即時量測避震行程的變化，並且自動判斷目前路況狀態。

■ 慣性姿態感測車輛狀態

慣性姿態感測器設置於自行車避震前叉上，能隨時監測車身俯仰角度，或是有無騰空狀態，以及煞車等狀況，自動判斷自行車目前狀態。如圖 2

● 動態避震控制子系統

■ 自動調整避震阻尼旋鈕

經過微控制器分析路面類型，輸出最適合的脈波訊號至伺服馬達，再由伺服馬達轉動阻尼旋鈕，使阻尼達到最合適的軟硬度，讓騎乘者處於最舒適的狀態。當阻尼閥門越小，產生的阻力就越大，感覺就越硬，相反的當阻尼閥門越大，產生的阻力就越小，感覺就越軟。不同的旋轉角度可以調出更精密的軟硬程度。

表一、懸吊行程偵測子系統與動態避震控制子系統元件說明:

懸吊行程偵測系統與動態避震控制系統		
名稱	型號	功能
微控制器	Arduino UNO	本作品用騎乘動態分析及懸吊行程偵測判斷後的結果分為起步/靜止、路況狀態、上坡騎乘、騰空動態調整與緊急煞車五大模式，當模式判斷完成，再由該模式合適的脈波訊號來控制伺服馬達，調整避震器調整至相應的模式。
霍爾感測器	KY-024	裝於前叉避震器上，透過霍爾感測器與磁鐵之間的磁場變化量，能夠即時量測懸吊行程的變化。
姿態感測器	MPU6050	設置於自行車避震前叉上，能夠及時判斷車體是處於上坡、起步、靜止或緊急煞車的對應狀態。
伺服馬達	S3001	接收微控制器的脈波訊號，調整避震器阻尼旋鈕的模式。

- 靜止/起步子功能

接收慣性姿態感測元件的 Z 軸加速度數據，並且透過標準差變異數分析，若 X 軸、Z 軸長時無數據變化，將判斷車身狀態為靜止狀態，或是無數據變化突然一有變化將判斷為起步狀態，若判斷為此兩種狀態，微控制器將輸出脈波訊號給伺服馬達轉動至鎖死狀態。

- 路況狀態動態調整子功能

接收霍爾感測元件傳送過來的數據，並將其資料先行做中位值濾波，在做標準差變異數分析，然後進行判斷道路狀況，當路況判斷完畢微控制器會依照此路況輸出適當的脈波訊號至伺服馬達，讓阻尼透過伺服馬達完成轉動。

- 上坡騎整避震調整子功能

當車子正在騎上坡路段時，此時姿態感測器會感測仰俯角的數值，將偵測值傳送回微控制器進行判斷，讓伺服馬達控制避震器調至最硬，讓使用者在騎乘時能夠為省力以及更加的舒適。

- 騰空彈跳動態調整子功能

接收慣性姿態感測元件的 Z 軸加速度數據，並且透過標準差變異數分析，若 Z 軸數據在短時間內突然發生劇烈變化，表示車身狀態為騰空狀態，並且透過微控制器輸出脈波訊號至伺服馬達讓阻尼變軟。

- 緊急煞車避震調整子功能

當腳踏車要緊急煞車時，此時手把上的霍爾傳感器會輸出電壓，啟動外部中斷系統，讓伺服馬達能夠即時將避震器調整至最硬，藉此減少因慣性而翻車的意外事故，也能提高在騎程中的安全性。

2. 模組介面設計(Module Interface Design)

● 微控制器與感測元件及量測元件傳輸流程

- 微控制器會蒐集所有感測元件及量測元件之訊號，再將霍爾感測器與姿態感測器 X、Y、Z 軸的數據經過騎乘動態分析處理。
- 所有元件會將各自不同的訊號傳送至微控制器中進行判斷。霍爾感測器、姿態感測器，會分別傳送類比訊號以及數位訊號至微控制器。

● 微控制器與感測元件傳輸規則

■ 霍爾傳感器

本作品使用 KY-024 霍爾感測器，能將變化的磁場轉換為輸出電壓，利用其特性將避震器的行程變化經由 A/D 轉換成數位訊號來判斷路面狀況。且在緊急煞車時能夠輸出高電位啟用外部中斷調整避震器，提升騎乘的安全性。

■ 姿態感測器

本作品使用 MPU6050 慣性感測器，MPU6050 結合了 3 軸陀螺儀及 3 軸加速度傳感器，並使用 I2C 與微控制器溝通。本作品利用加速度計測量 X、Y、Z 三個方向的分加速度，並利用各方向分量與重力加速度的比值計算出車體處於何種狀態，輔助微控制器判斷路面狀況，調整避震器至適當的模式。

● 微控制器與伺服馬達傳輸流程

- 微控制器將所有感測訊號整合後，進行運算，並將霍爾感測器與姿態感測器的值經動態騎乘系統整理後，分析出五大結果後，再利用脈波伺服馬達及避震器。
- 當系統啟動後，遇到不同的路面狀況時，微控制器接收霍爾感測器及姿態感測器訊號後，啟動伺服馬達控制避震器調整至最佳狀態。

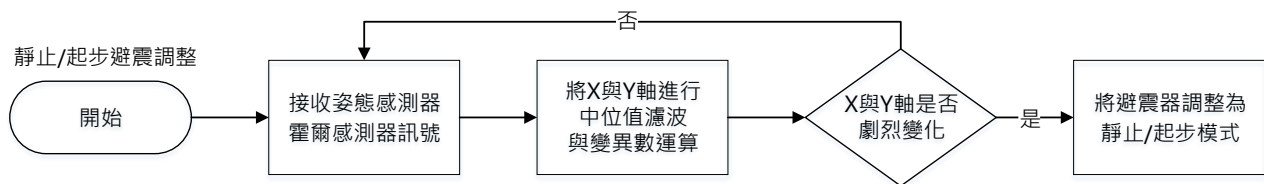
● 微控制器與伺服馬達傳輸規則

■ 微控制器輸出 PWM 電壓訊號

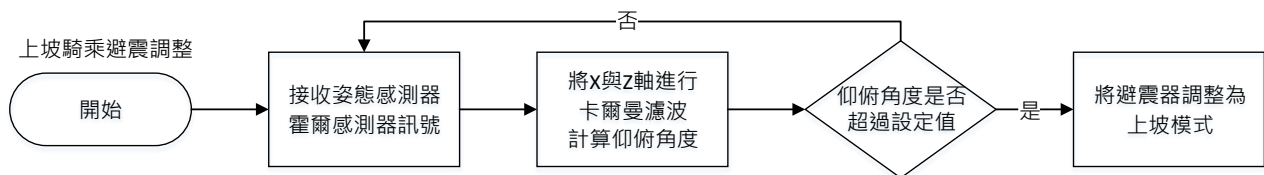
- 本作品使用 Futaba 伺服馬達以及 RST Flrst Air 避震器，將霍爾感測器與姿態感測器所偵測到的避震行程變化以及 X、Z 軸位移的資料傳送至微控制器上去控制伺服馬達。

3. 流程設計(Process Design)

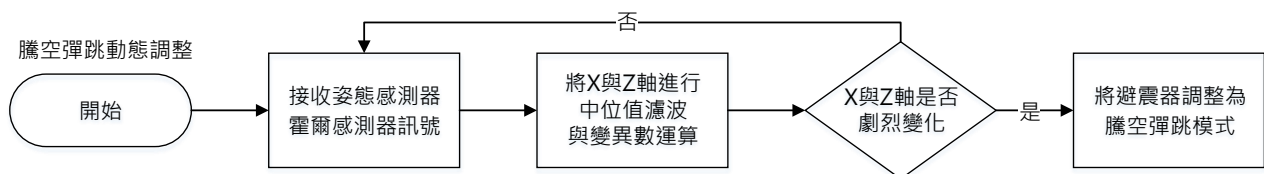
● 靜止/起步避震調整模式



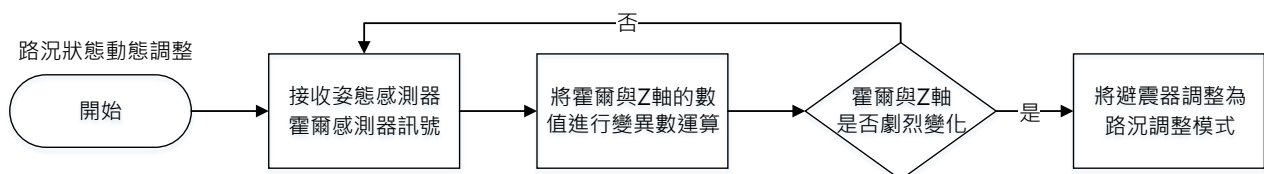
● 上坡騎乘避震調整模式



● 騰空彈跳動態調整模式



● 路況狀態動態調整模式



● 緊急煞車避震調整模式

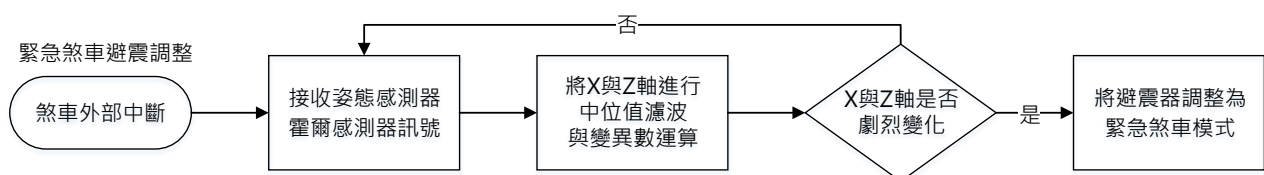


圖2. 系統流程圖

● 感測系統模組設計

感測控制系統內各感測模組測量之方法：(1) 霍爾感測器訊號 (2) 姿態感測器訊號 (3) 傳至 Arduino Uno 微控制器 (4) 訊號判斷 (5) 控制伺服馬達 (6) 調整避震器到適合的模式。

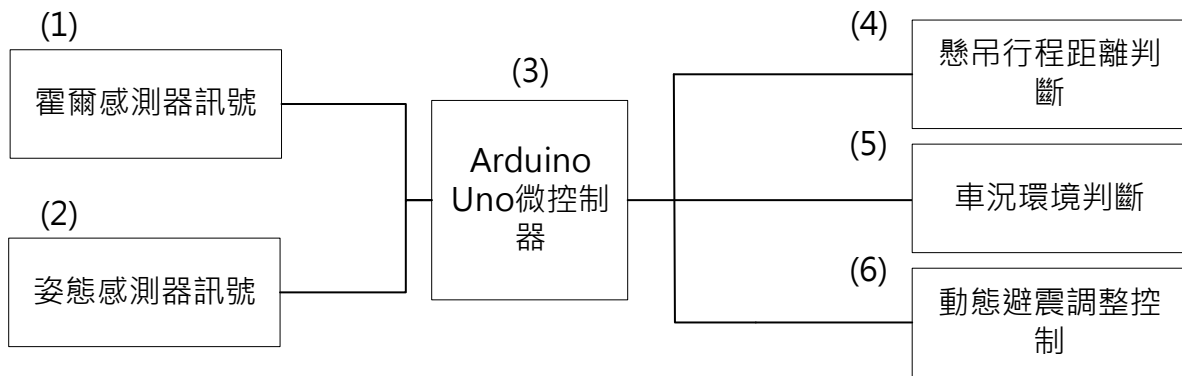


圖3. 感測系統流程圖

4. 使用者介面設計(User Interface Design)

(1) 路況狀態即時監控系統介面與手動控制避震模式介面

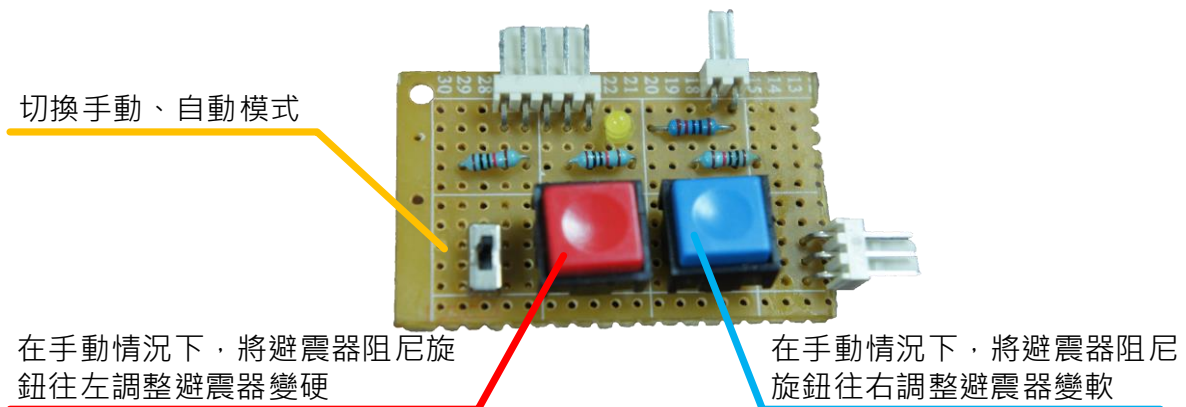


圖4. 手動控制避震模式介面

(2) 使用者數值監控除錯視窗

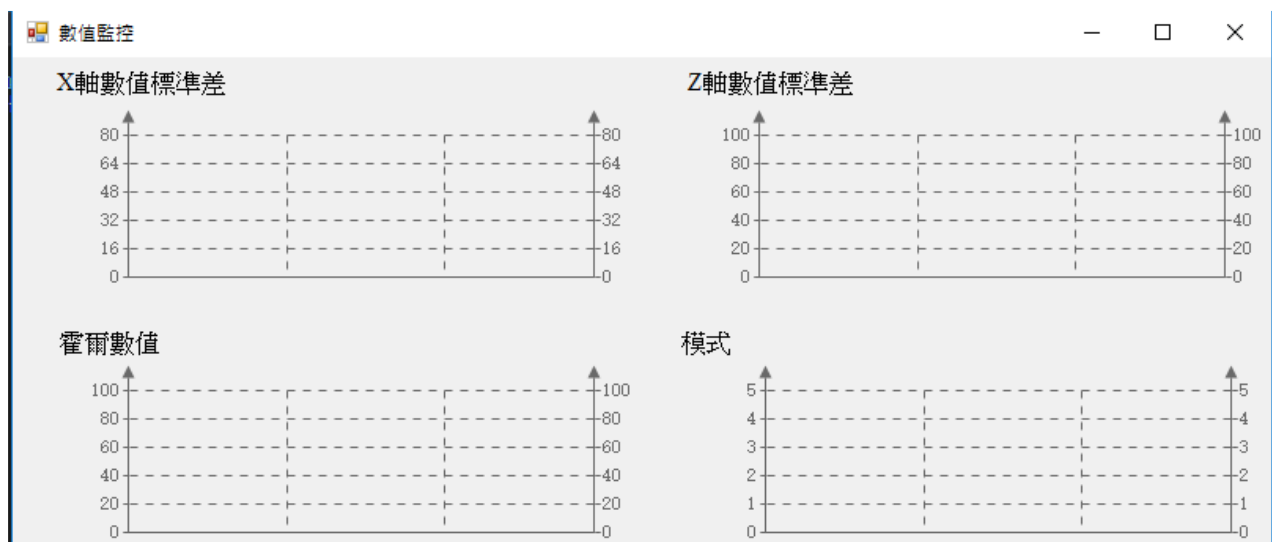


圖5. 數值監控除錯視窗