

車道偏移警示系統

林瑞璋¹、黃子豪²、王秋雄³

¹ 教授 林瑞璋,國立虎尾科技大學機械設計工程系

² 研究生 黃子豪,國立虎尾科技大學機械設計工程系

³ 研究生 王秋雄,國立虎尾科技大學機械設計工程系

*¹Email: nhit100@gmail.com ²10973101@gm.nfu.edu.tw ³11073114@gm.nfu.edu.tw

摘要

本研究結合軟體對於駕駛者危險之各項行為開發有效之振動警示系統,以有效降低車輛事故。因此本研究採用駕駛之行為模態,進行各項設備之開發。希冀藉由警示系統的輔助下,促使駕駛者能夠迅速正確的作出反應動作,以避免意外事故發生。

本研究之方向為:1. 智能化卡車用偏移系警告系統研發:台灣產品主要生產偏移識別軟體,以語音通知駕駛,經常駕駛會因環境吵雜無法接受訊號,而忽略危險性。2. 智能化卡車用防撞警告系統研發:台灣防撞裝置也是由前後雷達以距離判別危險距離,再利用語音通知駕駛危險情境,經常駕駛會因環境吵雜無法接受訊號,而忽略危險性。3. 感知軟硬體系統(偏移)聯結設計:聯結影像系統、震動系統及機構連動設計。4. 機構設備及傳動設計:機電主要組裝線圈、纏繞、機構,可使用其他傳動部分,如後視鏡之馬達及檢測裝置。

在警示型態分面,本研究將自行開發震動防撞警示系統,與其它不同警示型態,如語音結合振動器警示系統。本研究將考慮感知反應時間、感知反應速度、煞車反應時間、碰撞時間及平均加速度等因素之設計。而一般實驗結果顯示,震動警示訊號接受度優於語音+視覺警示,及在無警示的條件下之極具危險。故本研究之設計以震動器之設計優於其他語音及光學之警告系統。經實驗測試於震動力方面,以12v~20v 測試,得到力量為0.8N~1.5N,誤差值3%。振動電流為 1A ~ 5A,頻率為 300次/SEC ~ 500次/SEC。全車實驗偏移時間0.5sec設定響應狀態,誤差值 3% 響應。全部可靠度95%以上,合乎原廠設計。

關鍵字: 車道偏移、影像系統、震動系統

1. 前言

目前配合廠商實際進行相關設備開發,本研究結合軟體對於駕駛者危險之各項行為開發有效之震

動警示系統,以有效降低車輛事故,因此本研究將採用駕駛之行為模態,進行各項設備之開發,希冀藉由警示系統的輔助下,促使駕駛者能夠迅速正確地做出反應動作,以避免意外事故發生。

在警示型態分面,本研究將自行開發震動防撞警示系統,與其它不同警示型態,如語音+振動器警示系統。而一般實驗結果顯示,震動警示訊號接受度優於語音+視覺警示,及在無警示的條件下極具危險。而本研究在於利用極少元件及小體積研發震動裝置並結合智能系統運作,其中必須考慮到振動頻率、磁力大小、及震動力大小。

目前國內車道偏離警告系統大致可分為兩種:(1)影像偵測式,(2)光敏偵測式,以下分別介紹兩種警告系統之感測原理。(1)影像偵測式,是目前全球大多數汽車製造商所使用之警告系統,主要是透過前擋風玻璃上方的 CCD (Charge Coupled Device, 感光耦合元件) / CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor, 互補性氧化金屬半導體) 感測鏡頭,即時偵測前方影像及車道線,再透過電腦系統精密運算,精確地辨別車道線位置,增加駕駛者行車安全。[1-9]。

2. 偏移系統軟硬體設備簡介

震動系統設計產品包含本體、心軸、捲繞線圈、磁石傳動元件、板狀彈簧、電控等機電元件所組成,如圖 1~3 所示。其壽命影響為磁力受彈簧之推力產生之震動,故本研究以彈簧、傳遞機構及本體等為受力來源分析。設計分為三個要點,(1)本體、(2)板狀彈簧所需之強度、(3)推力機構等強度。為確保產品基本的生產能力,於進入量產階段後,將保有一定生產品質的機台交給客戶。故建立標準之程序,可減少開發需耗費相當大的人力物力。故考量成本與市場競爭激烈的壓力下,縮短設計時間並減少測試次數,莫不積極採用有限元素分析技術從事機構設計。

馬達之製造設計流程圖 4 所示,含(1)金屬沖壓

件沖壓加工:沖壓模具設計開發製造;(2)馬達線圈加工;(3)塑膠模具設計開發製造:塑膠射出成形件。

震動感應裝置如圖2.5所示,含(1)本體及其他構件:射出模具設計開發製造;(2) 驅動IC程式燒錄:SMT+DIP加工及PCBA電路測試。

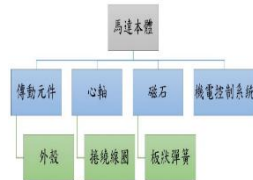


圖1 結構組合說明圖

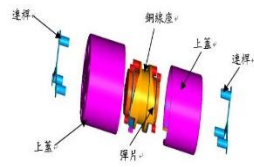


圖2 馬達爆炸圖

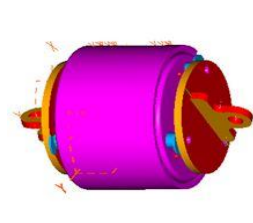


圖3 馬達組合圖



圖4 馬達製造流程圖

3. 實驗方法及步驟

3.1 馬達震動力感測器接法

本研究利用 Arduino 程式來製作電子秤來量測馬達在不同電壓下的馬達震動力量大小,首先將荷重元元件結合 HX711 重量感測放大器模組來當作主要量測馬達震動力的感測器,且連接繼電器提供馬達訊號,透過電源供應器驅動各電壓下之馬達震動。

本次研究需量測馬達之震動力,因單純驅動馬達震動無法量測,所以搭配了 Arduino 程式做一個磅秤來量測馬達震動力的感測器,此磅秤需搭配荷重元元件、HX711 放大模組、繼電器、Arduino Uno R3 開發板,以及磅秤支座,磅秤支座採用 3D 列印製作,如圖 5-7 所示。圖 8 為 HX711 放大模組接線,圖 9 為荷重元元件接線,圖 10 為震動力感測器。

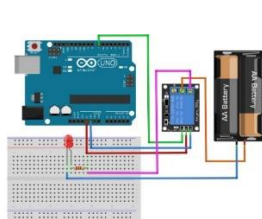


圖5 為繼電器接法。

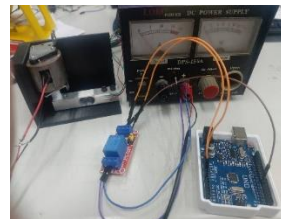


圖6 繼電器接

```
void setup() {
  pinMode(8, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(8, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(8, LOW);
  delay(100);
}
```

圖7 繼電器程式圖

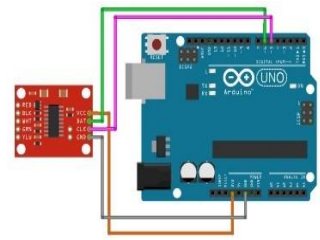


圖8 放大模組接線。

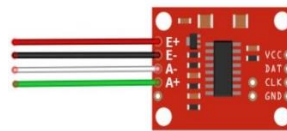


圖9 荷重元元件接線。



圖10 震動力感測器。

3.2 軟體控制程式之 Arduino 程式

在此研究我們從 Arduino 程式庫裡套用 Bogdan Necula 撰寫的 HX711 函式庫,如圖 11 所示。



圖11 HX711函式庫

套用完程式庫裡的函式,首先我們要先將此 HX711 放大模組元件做校正,如圖 12 所示,此程式為校正式,要先取得此程式計算出的比例參數,套用在下一個程式裡。

```
/*
#include "HX711.h"
// HX711 模塊設定
const int DT_PIN = 6;
const int SCK_PIN = 5;
const int sample_weight = 30; // 基準物品的真實重量 (公克)

HX711 scale;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  scale.begin(DT_PIN, SCK_PIN);
  scale.set_scale(); // 開始取得比例參數
  scale.tare();
  Serial.println("Nothing on it.");
  Serial.println(scale.get_units(10));
  Serial.println("Please put sample object on it..."); // 提示放上基準物品
}

void loop() {
  float current_weight=scale.get_units(10); // 取得10次數值的平均
  float scale_factor=(current_weight/sample_weight);
  Serial.print("Scale number: ");
  Serial.println(scale_factor,0); // 顯示比例參數，記起來，以便用在正式的程式中
}
```

圖12 校正式

當校正完成取得比例參數後,即可撰

寫量測重量的程式，撰寫完成即可量測，如圖 13 為本研究實驗搭配繼電器所撰寫的感測器程式。

```
#include "HX711.h"
#include <LiquidCrystal_PCF8574.h>
LiquidCrystal_PCF8574 lcd(0x27);
// 接線
const int DT_PIN = 6;
const int SCK_PIN = 5;
const int scale_factor = 836;
HX711 scale;
void setup() {
  pinMode(8, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Initializing the scale");
  scale.begin(DT_PIN, SCK_PIN);
  lcd.begin(16, 1);
  lcd.setBacklight(255);
  lcd.clear();
  Serial.println("Before setting up the scale:");
  Serial.println(scale.get_units(5), 0);
  scale.set_scale(scale_factor);
  scale.tare();
  Serial.println("After setting up the scale:");
  Serial.println(scale.get_units(5), 0);
  Serial.println("Readings:");
}

void loop() {
  digitalWrite(8, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(8, LOW);
  delay(100);

  Serial.println(scale.get_units(1), 0)/100000;
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Weight: ");
  lcd.setCursor(9, 0);
  float weight = scale.get_units(1);

  if (weight <= 0) {
    weight = 0;
  }
  lcd.print(weight, 0);
  lcd.setCursor(13, 0);
  lcd.print("g");
}
```

圖 13 感測器程式

4 實驗結果

4.1 實驗數據

圖 14 為震動力感測器實驗，本實驗分別量測在不同電壓下，12V、14V、16V、18V 及 20V 馬達震動力，圖 15 為 Arduino 監控數據視窗，圖 16 為不同電壓值震動力比較圖，而在此將數據統整為表 1，結果顯示如下。



圖 14 測試震動力感測器

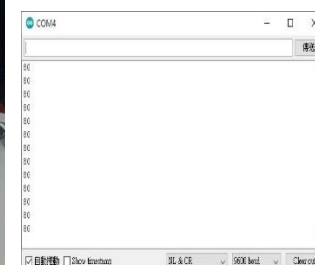


圖 15 Arduino 監控數據視窗。

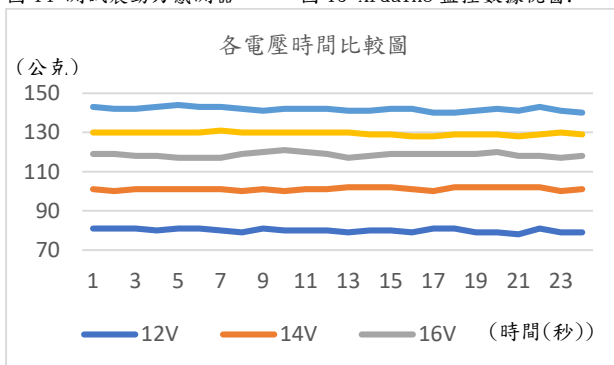


圖 16 不同電壓值震動力比較圖

表 1 不同電壓值震動力比較表

秒數	12V	14V	16V	18V	20V
1	81	101	119	130	143
2	81	100	119	130	142
3	81	101	118	130	142
4	80	101	118	130	143
5	81	101	117	130	144
6	81	101	117	130	143
7	80	101	117	131	143
8	79	100	119	130	142
9	81	101	120	130	141
10	80	100	121	130	142
11	80	101	120	130	142
12	80	101	119	130	142
13	79	102	117	130	141
14	80	102	118	129	141
15	80	102	119	129	142
16	79	101	119	128	142
17	81	100	119	128	140
18	81	102	119	129	140
19	79	102	119	129	141
20	79	102	120	129	142
21	78	102	118	128	141
22	81	102	118	129	143
23	79	100	117	130	141
24	79	101	118	129	140
平均	80	101.12	118.54	129.5	141.80

單位：公克

4.2 回歸分析

本節採用回歸分析法-簡單線性回歸，建立預測公式(1)，找出預測值(公式 2)並計算殘差(表 2)，以「電壓」為自變數，「平均震動力量」為應變數，利用 Matlab 求出之 A0, A1 值(圖 17)並建置回歸模型及殘差圖(如圖 18~19)。

回歸分析電壓與震動力關係:

$$F = A_0 + A_1 * V \quad (1)$$

$$A_0 = 1.264$$

$$A_1 = 0.13$$

$$F = 1.2638 + 0.13 * V \quad (2)$$

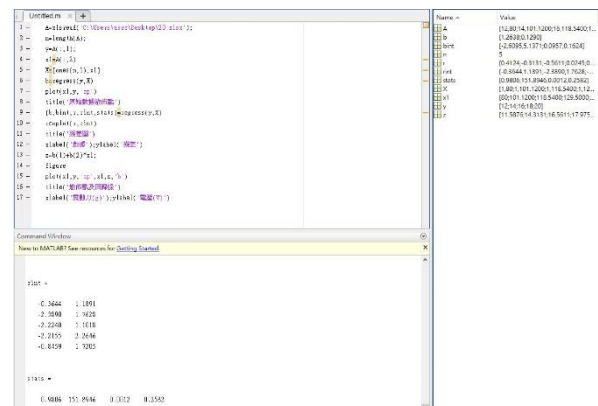


圖 17 利用 Matlab 求值

表 4. 2 方程式及預測值與殘差值

方程式	$F = 1.2638 + 0.13 * V$	
觀察值	預測 Y	殘差
1	11.58761	0.412392
2	14.31309	-0.31309
3	16.5611	-0.5611
4	17.97546	0.024541
5	19.56274	0.437256

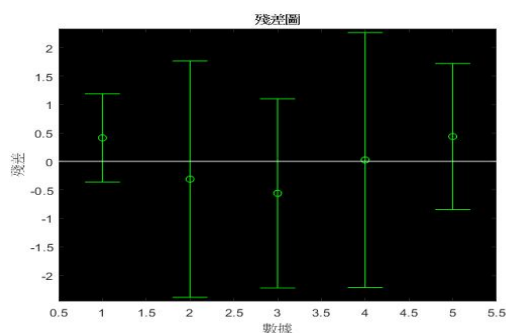


圖 18 殘差分析圖

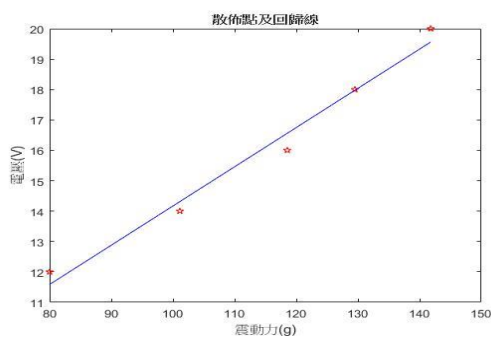


圖 19 散佈點及回歸線

4.3 實車測試

本次實驗馬達將搭配 VACRON 行車紀錄器，圖 4.8，裝載在車上，進行實車測試(圖 20~圖 24)，在行駛過程中如未打方向燈切換車道或者駕駛人員不留神，導致車輛產生偏移，偏移量大約為前車輪壓到車道線 80 公分內，震動馬達將啟動震動以提醒駕駛人車道已偏移，因在實車測試過程中拍攝實車現場偏移量，故以數位計算方式計算偏移輛，並計算偏移時間。



圖 20 未裝置車上震動系統圖



圖 21 實車操作測試圖。



圖 22 實車測距離照。



圖 23 實車操作未偏離圖。



圖 24 實車測右側偏離照

偏離時間量測值如表 2~3 所示。

表 2 實車測試左偏移結果

左偏移次數	延遲(震動響應)時間(s)	誤差(設定-實際延遲時間)
1	0.3	0.2
2	0.2	0.3
3	0.2	0.3
4	0.3	0.2
5	0.2	0.3
平均延遲時間	0.24	0.26

表 3 實車測試左偏移結果

右偏移次數	延遲(震動響應)時間(s)	誤差(設定-實際延遲時間)
1	0.2	0.3
2	0.2	0.3
3	0.3	0.2
4	0.2	0.3
5	0.3	0.2
平均延遲時間	0.24	0.26

5. 結論

從實驗結果可看出在不同的電壓值下，馬達震動力會因為提供不同的電壓值下而產生不同的震動力，電壓值越大，馬達震動力越大。

本次研究成功設計一套車道偏移警示系統，可擴大汽車市場所需，防止駕駛者於開車過程中疲勞過度發生車禍，當此系統偵測到車輛已偏離原行駛車道上，將啟用震動裝置，以提醒駕駛者的注意，本實驗所採用之馬達利用橫向震動原理，其震動有明顯之方向感且效果較偏心錘佳，此實

驗分別測試在不同的電壓值下馬達震動力大小，此數據可搭配在不同的車速來啟用馬達。故總結有下列結論：

1. 不同的電壓值下，馬達震動力會因為提供不同的電壓值下而產生不同的震動力，電壓愈大震動力愈大，本系統電壓設計 12 V~20 V，力量 0.8 N~1.5 N。

2. 經實驗測試於震動力方面，振動電流為 1A~5A，頻率為 300 次/SEC~500 次/SEC。

3. 全車實驗偏移時間 0.5sec 設定響應狀態，誤差值 3% 響應。

在車速越快時，提供較大的電壓供應馬達所需，避免車速過快時，馬達震動感不佳，導致駕駛者未注意，此馬達也可搭配專用的行車紀錄器，讓此系統不只是行車紀錄器而已也是一套車道偏移系統，此裝置不只可裝載在小型車上，也可以搭載在大型車，提供給未搭配車道偏移警示系統的中大型車輛上。此套系統也可以搭配語音提醒裝置，在駕駛人可能會因為震動感不佳而忽略車輛已偏離原車道，搭配語音警示系統，在聽覺與觸覺上提供給駕駛人多一份注意，而保障駕駛人的安全。本套系統未來可結合防追撞裝置利用原有的前鏡頭偵測與前方車輛的車距，一旦超過標準安全駕駛範圍或過度接近前方車輛時，系統會自動發出燈光與聲音警示。

6. 參考文獻

- [1] 黃榮章、吳漢鵬、施聰評，“車道偏移警示系統實車搭載功能驗證之探討”，2010，ARTC 財團法人車輛研究測試中心。
- [2] Houser, Pierowicz, & Fuglewicz, “Concept of Operations and Voluntary Operational Requirements for Lane Departure Warning Systems (LDWS) On board Commercial Motor Vehicles” (Technical Report No. FMCSA MCRR 05 005), 2005, Federal Motor Carrier Safety
- [3] 財團法人車輛研究測試中心研發處，“「車輛駕駛警示系統」試運行”，2010，第 75 期，車輛研測資訊，pp.16。
- [4] Batavia, P. H., “Driver adaptive lane departure warning systems”，1999，(The degree of Doctor of Philosophy), Carnegie Mellon

University

- [5] Motoyama, S., Ohta, T., Watanabe, T., & Ito, Y., “Development of Lane Departure Warning System.”, 2000, Proc. 7th ITS World Congress.
- [6] Keisuke, S., & Hakan, J., “An analysis of driver’s steering behaviour during auditory or haptic warnings for the designing of lane departure warning system.”, JSAE Review, 24 (1), 2003, pp.65~70.
- [7] Bertozzi, M. and A. Broggi, “GOLD: a parallel real-time stereo vision system for generic obstacle and lane detection,” IEEE Trans. on Image Processing, Vol.7, Issue: 1, 1998, pp.62-81.
- [8] Jeong, S.G., C.S. Kim, D.Y. Lee, S.K. Ha, D.H. Lee, and M.H. Lee, “Real-time lane detection for autonomous vehicle,” Proc. IEEE Int. Symposium. On Industrial Electronics, Vol. 3, 2001, pp.1466-1471.
- [9] 陳逸軒，“應用於 24-GHz FMCW 汽車雷達與 60-GHz WPAN CMOS 壓控震盪器之研製”，碩士論文，電腦與通信工程研究所，成功大學，2008.