

I294376

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 35129867

B60R 21/03

※申請日期： 95.7.28

B60W 40/10

一、發明名稱：(中文/英文)

車輛動態預測系統與方法

B60W 40/12

A SYSTEM AND METHOD FOR PREDICTING VEHICLE
MOVEMENT

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

NATION CHIAO TUNG UNIVERSITY

代表人：(中文/英文)

張俊彥 / CHANG, CHUN YEN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

1001 TA-HSUEH RD., HSINCHU, TAIWAN, R.O.C.

國籍：(中文/英文)

中華民國/Taiwan, R.O.C.

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 陳宗麟 / CHEN, TSUNG LIN

2. 許齡元 / HSU, LING YUAN

國籍：(中文/英文)

1. ~2. 中華民國/Taiwan, R.O.C.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種車輛動態預測系統與方法，係用以預測一車輛之運動行為，此車輛動態預測系統包含一感測部、一估測器與一預測器，其中感測部由三個感測器組成，用以測量質心的縱向速度與側向加速度，以及車輛懸掛彈簧之長度變化，並透過估測器而估算出多個車輛動態之物理量，並將這些物理量傳輸入預測器，進行車輛於未來時間動態之預測，因此，本發明之車輛動態預測系統與方法係量測三個物理量而進行車輛動態預測，更增加低成本與準確性之優勢。

六、英文發明摘要：

A system and method for predicting vehicle movement are disclosed. The system includes a sensor part, an estimator, and a predictor. The sensor part consisting of three sensors is used for measuring longitudinal velocity and lateral acceleration of mass center and length variations of suspension springs of vehicle. The estimator estimates plural physical quantities for movements of vehicles. The predictor receives the physical quantities, obtained from the estimator, and then predicts the future movements of the vehicle. Thus, the system and method predict movement of the vehicles by measuring three physical quantities and have advantages of low cost and accuracy.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

110 第一感測器

130 第二感測器

150 第三感測器

300 估測器

310 非線性狀態觀察器

320 完整車輛模型

400 道路狀況

410 駕駛者操作行為

500 預測器

600 判斷器

700 防止系統

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係涉及一種車輛動態預測系統與方法，尤其是關於利用三個量測之物理量，搭配利用數值演算法則之一估測器以推算出相關之物理量，並利用利用數值演算法則之一預測器接受這些物理量而可預測車輛之動態行為。

【先前技術】

對於車輛的行駛狀況，較先進的車輛電子系統皆會配備有車輛翻覆警告裝置，用以預測車輛於何種環境、何種駕駛情況之下，可能造成車輛翻覆，而可適時的提出警告或是直接予以修正。相關技術如美國專利公報公告號第 6002974 號專利係利用側傾角感測器、俯仰角速度感測器、縱向加速規、側向加速規與垂直加速規，並利用擴增卡曼濾波器（Extended Kalman Filter）來估測目前的側傾角與俯仰角，且再利用側傾角速度與側傾角套用至經驗加權函數來預測未來的側傾角，同樣地利用俯仰角速度與俯仰角套用至經驗加權函數來預測未來的俯仰角。如第 6192305 號專利採用側傾角感測器、俯仰角速度感測器、縱向加速規、側向加速規與垂直加速規，並利用擴增卡曼濾波器來估測目前的側傾角、俯仰角，再利用估測的側向加速度與縱向速度套用至經驗公式來獲得由橫擺運動所產生之偏差值，並利用此偏差

值與側傾角套用至經驗加權函數來預測未來的側傾角，而此偏差值與俯仰角套用至經驗加權函數來預測未來的俯仰角。如第 6556908 號專利感測器的選用採用縱向加速規、側向加速規、橫擺角感測器、側傾角速度感測器與輪胎速度感測器，經由側向加速度與側傾角速度套用至經驗加權函數來算出過去與目前之側傾角速度，並藉由另一經驗加權函數來運用過去與目前之側傾角速度來計算其重新校正後之側傾梯度，並藉由此側傾梯度找出較為可靠性的側傾角以判斷翻覆事件。如第 6631317 號專利感測器包含縱向加速規、側向加速規、橫擺角感測器、側傾角速度感測器與輪胎速度感測器，接著側向加速規、縱向加速規、側傾角速度感測器、橫擺角速度感測器與輪胎速度感測器所測得之物理量套用至簡化公式來決定暫態測傾角與穩定側傾角，利用這兩個值與兩個數值運算濾波器來估測出側傾角以判斷翻覆事件。

但上述專利皆利用四至五種感測器方能估算出車輛的側傾角，而後藉由經驗加權函數或是簡化公式來預測車輛側傾角，並以此物理量來宣告是否翻覆，然而所預測之車輛側傾角皆無考慮道路狀況之影響。

【發明內容】

鑑於以上的問題，本發明所欲解決之問題在於提供一種車輛動態預測系統與方法，藉以利用三個感測器所得之物理

量並經估算且運用包含道路狀況之車輛模型來得出車輛於未來時間的動態，藉由車輛於未來時間之側傾角來判斷車輛是否會翻覆。

因此，為解決上述一種車輛動態預測系統的技術問題，本發明揭露一種車輛動態預測系統，係用以預測一車輛於未來時間之運動行為，此車輛動態預測系統包含一感測部、一估測器與一預測器，其中感測部由下列元件組成：

一第一感測器係測量車輛之質心的縱向速度，並產生一縱向速度信號；一第二感測器係測量車輛之質心的側向加速度，並產生一側向加速度信號及一第三感測器係測量車輛之懸掛彈簧之長度變化，並產生一長度變化信號。

而估測器包含一由一車輛動態模型所建構之非線性狀態觀察器，且接受縱向速度信號、側向加速度信號與長度變化信號，並經由非線性狀態觀察器而估測出車輛之一側傾角、一側傾角速度、一側傾角加速度、一俯仰角、一俯仰角速度、一俯仰角加速度、一橫擺角、一橫擺角速度、一橫擺角加速度、一縱向位移、一縱向加速度、一側向位移、一側向速度、一垂直位移、一垂直速度、一垂直加速度與一輪胎角速度。而預測器包含一車輛動態模型，且接受縱向速度信號、側向加速度信號、長度變化信號、側傾角、側傾角速度、側傾角加速度、俯仰角、俯仰角速度、俯仰角加速度、橫擺

角、橫擺角速度、橫擺角加速度、縱向位移、縱向加速度、側向位移、側向速度、垂直位移、垂直速度、垂直加速度與輪胎角速度，而預測車輛於未來時間之運動行為。

車輛動態預測系統更包含一判斷器，係接收側傾角或俯仰角，亦或同時接收兩者，而估算側傾角或俯仰角之變化趨勢而判斷車輛於未來時間是否翻覆狀態，且估算出未來車輛之翻覆位置。其中側傾角或俯仰角之變化趨勢係為側傾角或俯仰角是否為發散函數，而判斷車輛於未來時間是否翻覆狀態。並且判斷器可透上述所估算之物理量而估算出未來車輛之翻覆位置。

並且第二感測器用以測量車輛之質心的側向加速度，可用測量車輛之質心的橫擺角速度代替，並產生一橫擺角速度訊號，亦可使估測器產生相同的作用。另亦可用測量車輛之質心的橫擺角代替側向加速度，並產生一橫擺角速度信號，同樣可使估測器產生相同的作用。

為解決上述一種車輛動態預測方法的技術問題，本發明揭露一種車輛動態預測方法，係用以預測一車輛於未來時間之運動行為，此車輛動態預測方法包含下列步驟：

測量車輛之質心的縱向速度，並產生一縱向速度信號；
測量車輛之質心的側向加速度，並產生一側向加速度信號；
測量車輛之懸掛彈簧之長度變化，並產生一長度變化信號；

接受縱向速度信號、側向加速度信號與長度變化信號，而估測出車輛之一側傾角、一側傾角速度、一側傾角加速度、一俯仰角、一俯仰角速度、一俯仰角加速度、一橫擺角、一橫擺角速度、一橫擺角加速度、一縱向位移、一縱向加速度、一側向位移、一側向速度、一垂直位移、一垂直速度、一垂直加速度與一輪胎角速度；及接受縱向速度信號、側向加速度信號、長度變化信號、側傾角、側傾角速度、側傾角加速度、俯仰角、俯仰角速度、俯仰角加速度、橫擺角、橫擺角速度、橫擺角加速度、縱向位移、縱向加速度、側向位移、側向速度、垂直位移、垂直速度、垂直加速度與輪胎角速度，而預測車輛於未來時間之運動行為。

此車輛動態預測方法更包含接收側傾角，而估算側傾角之變化趨勢而判斷車輛於未來時間是否翻覆。

其中側傾角之變化趨勢的步驟係為估算側傾角或俯仰角是否為發散函數的步驟。

此車輛動態預測方法更包含接收俯仰角，而估算俯仰角之變化趨勢而判斷車輛於未來時間是否翻覆。

其中俯仰角之變化趨勢的步驟係為估算俯仰角是否為發散函數的步驟。

此車輛動態預測方法更包含估算該車輛之翻覆位置。

其中測量車輛之質心的側向加速度，可用測量車輛之質

心的橫擺角速度代替，並產生一橫擺角速度訊號，亦可估算出相同的結果。另亦可用測量車輛之質心的橫擺角代替測量質心的側向加速度，而產生一橫擺角速度信號，同樣可估測算出相同的結果。

因此，本發明之一種車輛動態預測系統與方法，可利用三個感測出的物理量，並經由估測器與預測器可以預測車輛於未來時間之軌跡，更進而可預測車輛於行進時是否會翻覆，因此，經由估測器的設置而可使必須利用量測之物理量大幅減少，而降低感測器的成本，另一方面，由於感測器的大幅減少，使得因感測器失效或產生錯誤信號而造成估測錯誤之情況亦可大大地降低，更增加預測的穩定性與精確性。而且由於習知技術中，其估算之法測係為經驗公式，因此，其所估算之值大都不是非常準確，然本發明係運用完整車輛模型作為估算之法則，因此，所估算之值可非常準確。而且本發明另將道路狀況所產生之因素考慮在內，可更增加其估算之準確性。

有關本發明的特徵與實作，茲配合圖示作最佳實施例詳細說明如下。

【實施方式】

請參閱「第1圖」，所示為本發明之組合方塊示意圖。本發明係一種車輛動態預測系統，係用以預測一車輛之運動

行為，此車輛動態預測系統包含一感測部、一估測器 300 與一預測器 500。其中感測部係由下列元件組成：

一第一感測器 110 係測量車輛之質心的縱向速度，並產生一縱向速度信號；一第二感測器 130 係測量車輛之質心的側向加速度，並產生一側向加速度信號及一第三感測器 150 係測量車輛之懸掛彈簧之長度變化，並產生一長度變化信號。其中，第一感測器 110 可為縱向速度感測器，而第二感測器 130 可為側向加速規，而第三感測器 150 可為懸掛距離感測器。

而估測器 300 係包含非線性狀態觀察器 310，係由完整車輛模型 320 為基礎所建立，在此利用擴增卡曼濾波器 (Extended Kalman Filter) 為一例子說明，此為利用系統動態方程式、系統誤差和觀測誤差的統計與隨機特性、及初始條件等信息對觀測數據進行處理，從而得到系統狀態變數之最小誤差估測的一種演算法則。當估測器 300 接受縱向速度信號、側向加速度信號與長度變化信號，而經由非線性狀態觀察器 310 而估測出車輛之一側傾角、一側傾角速度、一側傾角加速度、一俯仰角、一俯仰角速度、一俯仰角加速度、一橫擺角、一橫擺角速度、一橫擺角加速度、一縱向位移、一縱向加速度、一側向位移、一側向速度、一垂直位移、一垂直速度、一垂直加速度與一輪胎角速度。

而預測器 500 組包含一完整車輛模型 320，且接受縱向速度信號、側向加速度信號、長度變化信號、側傾角、側傾角速度、側傾角加速度、俯仰角、俯仰角速度、俯仰角加速度、橫擺角、橫擺角速度、橫擺角加速度、縱向位移、縱向加速度、側向位移、側向速度、垂直位移、垂直速度、垂直加速度與輪胎角速度，而預測車輛於未來時間之運動行為。

另一道路狀況 (road condition) 400 被以“外界干擾”的方式輸入系統，藉由將道路狀況加入至完整車輛模型 320 透過選取適當的感測部，道路狀況 400 對車輛動態的影響將可被估測器 300 正確估出。

一駕駛者操作行為 (steering maneuver) 410 等訊息傳輸至估測器 300，以協助估測器 300 能夠估測出其它的物理量。

在估測器 300 中，我們可以採用以完整車輛模型 320，如「第 1 圖」，為基礎所建立之擴增卡曼濾波器。

完整車輛模型 320 包含了車輛六個自由度、懸掛系統位移自由度、以及輪胎轉速自由度的車輛模型，其動態方程式可以表示如下式：

$$\begin{aligned}\ddot{x} &= \frac{1}{m_{vehicle}} \left(\sum F_{xi} + F_x^{road} \right) + \dot{y}\dot{\varepsilon} \\ \ddot{y} &= \frac{1}{m_{vehicle}} \left(\sum F_{yi} + F_y^{road} \right) - \dot{x}\dot{\varepsilon} \\ \ddot{z} &= \frac{1}{m_{vehicle}} \left(\sum F_{zi} + F_z^{road} \right)\end{aligned}$$

$$I_x \dot{\omega}_x = M_x + (I_y - I_z) \omega_y \omega_z$$

$$I_y \dot{\omega}_y = M_y + (I_z - I_x) \omega_z \omega_x$$

$$I_z \dot{\omega}_z = M_z + (I_x - I_y) \omega_x \omega_y$$

$$\dot{H}_i = L \cdot \dot{\theta} \cos \theta + SB \cdot (\dot{\phi} \cos \theta \cos \phi - \dot{\theta} \sin \theta \sin \phi) - \dot{z}$$

$$\dot{\omega}_i = \frac{1}{I_{wheel}} (-r_i F_{ai} - T_{brake,i} + T_{motor,i})$$

其中 $L = [l_1 \ l_1 \ -l_2 \ -l_2]^T$, $SB = \left[\begin{array}{cccc} -sb_1 & sb_1 & sb_2 & -sb_2 \end{array} \right]^T$

$$\omega_x = \dot{\phi} - \dot{\varepsilon} \sin \theta, \quad \omega_y = \dot{\theta} \cos \phi + \dot{\varepsilon} \cos \theta \sin \phi, \quad \omega_z = -\dot{\theta} \sin \phi + \dot{\varepsilon} \cos \theta \cos \phi$$

$$F_{zi} = K \cdot H_i + D \cdot \dot{H}_i$$

上式參數的定義為：

x, y, z ：車輛之質心在縱向 (longitudinal direction)、側向 (lateral direction) 與垂直 (vertical direction) 線性方向上的位移量。

$\phi, \theta, \varepsilon$ ：在尤拉轉換中所使用的三個尤拉角 (Euler angles)。

$\omega_{x,y,z}$ ：車輛沿著 x, y, z 三軸旋轉的角速度，其中 ω_x 定義為側傾 (roll) 角速度、 ω_y 定義為俯仰 (pitch) 角速度、 ω_z 定義為橫擺 (yaw) 角速度。

$F_{x,y,zi}$ ：第 i 輪胎上之有效三軸作用力，其中 F_x, F_y 為非線性輪胎模型之輸出。

F_{ai} ：第 i 輪胎的縱向黏著力。

$F_{x,y,z}^{road}$ ：模擬道路狀況所激發的力。

$M_{x,y,z}$ ：以質心為轉動中心之轉動動量，是由輪胎上之有效作用力所引起。

H_i ：懸掛系統之彈黃長度變化量。

$T_{brake,i}$ ：第 i 輪胎的煞車力矩，藉由駕駛者踩煞車力道所計算出。

$T_{motor,i}$ ：第 i 輪胎的引擎力矩，藉由駕駛者踩油門力道所計算出。

以下為車輛常數：

$m_{vehicle}$ ：車輛總重量。

sb_1 ：車輛幾何參數，此為車輛前軸兩輪所夾之長度。

sb_2 ：車輛幾何參數，此為車輛後軸兩輪所夾之長度。

l_1 ：車輛幾何參數，此為車輛質心到前軸之長度。

l_2 ：車輛幾何參數，此為車輛質心到後軸之長度。

$I_{x,y,z}$ ：針對於質心之三軸轉動慣量。

I_{wheel} ：輪胎的轉動慣量。

K ：懸掛系統之彈簧彈性係數。

D ：懸掛系統之阻尼系統。

r_i ：輪胎半徑。

因此，由上述公式之觀察矩陣可知，把用以測量車輛之質心的側向加速度，可用測量車輛之質心的橫擺角速度代

替，並產生一橫擺角速度訊號，亦可使估測器 300 產生相同的作用，所以第二感測器 130 可為橫擺角速度陀螺儀。另亦可用測量車輛之質心的橫擺角代替側向加速度，並產生一橫擺角速度信號，同樣可使估測器 300 產生相同的作用，所以第二感測器 130 可為量測橫擺角感測器。

另，車輛動態預測系統更包含一判斷器 600，係接收側傾角，而估算側傾角之變化趨勢而判斷車輛於未來時間是否翻覆。其中側傾角之變化趨勢係為側傾角是否為發散函數，而判斷車輛於未來時間是否翻覆。並將估測器 300 產生之訊號與下一時序之駕駛者參數而再次提供於下一時序之估測器 300。若當判斷器 600 判斷車輛於未來時間會翻覆，則產生訊號至一防止系統 700，以自動調整車輛狀況，而避免車輛翻覆。或是將訊號傳至警報器，用以警告駕駛者車輛於未來時間會翻覆，而使駕駛者適時調整車輛狀況，用以防止車輛翻覆。並且，此判斷器 600 可利用此估算時的車輛位置為起始點，而估算未來車輛之翻覆位置。

請參閱「第 2 圖」至「第 5 圖」，所示為本發明之模擬數據圖。圖中實線為車輛在時域中之模擬情形，在這些模擬中，車輛行走的速度為每小時 90 公里並且在第 4 秒的時候作急速轉彎的動作，這些模擬一共有兩種情況，而這些情況分別是駕駛者處於不同角度的路面上行駛，從「第 2 圖」至「第

5 圖」便呈現其模擬結果，於圖中用實線來當作車輛在某一駕駛行為下的動態響應，虛線為估測器 300 的估測與預測器 500 的預測。

為了來比較預測動態與未來動態之間的差異，預測器 500 將不會去做每個時間點的未來動態預測，而是會故意地設計成隨著時間而輸出目前的車輛動態。除此之外，由三個感測器 110、130、150 測得的量（質心之側向加速度與縱向速度以及懸掛彈簧之長度變化）會故意地在 5.1 秒前進入並輔助估測器 300 且對車輛即時動態進行估算，並在 5.1 秒後將感測器 110、130、150 關掉，進行車輛動態的預測。其中方向盤在 5~8 秒採用固定的轉彎角度，是模擬車輛在固定的輸入下（固定方向盤轉彎角度）的動態行為。若在 5~8 秒中所預測的動態行為（如圖中虛線，沒有感測器 110、130、150 訊號）能與車輛在時域中的模擬（如圖中實線）相符合，即代表我們可以利用此估測器 300 與預測器 500 的架構，在某一時間點，對未來時間的相對與地面座標之車輛方位或者是車輛動態進行預測。

如「第 2 圖」與「第 3 圖」所示，係顯示車輛之方向盤角度、側傾角與橫擺角對時間關係圖以及車輛質心之三軸方向位移對時間關係圖。此情況係代表車輛在平坦的路面上做滑順地轉彎，本發明之車輛動態預測系統可成功地預測車輛

於未來時間之動態行為，雖然在時間 8 秒之後在車輛動態行為與預測器 500 的輸出有明顯的不同，這是因為 8 秒之後，駕駛者改變了方向盤的角度，並且如預期地預測器 500 無法得知。然而美中不足的是車輛橫擺角並無法相當吻合。

如「第 4 圖」與「第 5 圖」所示，係顯示車輛之方向盤角度、側傾角與橫擺角對時間關係圖以及車輛質心之三軸方向位移對時間關係圖。此情況為車輛在斜坡上做滑順地轉彎，此斜坡為沿著路面縱向軸偏 -25 度的斜坡，本發明之車輛動態預測系統依然是可作用的，且此情況是經過特殊設計，其所有的操作情況與第一種情況不同的是僅僅在於車輛行駛於不同的路面上。此情況的重要性在於車輛行駛於斜坡上，而此斜坡亦是引起車輛翻覆的要件，此外，在這個狀況下，車輛橫擺角不同於其他情況，而可成功地被估測且預測到，這是因為側向加速度在斜坡上時含有車輛橫擺角此項動態，因此車輛橫擺角可藉由側向加速度來估測到。而且可預估車輛於接近七秒時翻覆。

請參閱「第 6 圖」、「第 7 圖」與「第 8 圖」，所示為本發明之方法流程圖。如「第 6 圖」所示，本發明之一種車輛動態預測方法，係用以預測一車輛於未來時間之運動行為，此車輛動態預測方法包含下列步驟：

首先測量車輛之質心的縱向速度及側向加速度與車輛

之懸掛彈簧之長度變化，並產生一縱向速度信號、一側向加速度信號與一長度變化信號（步驟 900）；接受縱向速度信號、側向加速度信號與長度變化信號，而估測出車輛之一側傾角、一側傾角速度、一側傾角加速度、一俯仰角、一俯仰角速度、一俯仰角加速度、一橫擺角、一橫擺角速度、一橫擺角加速度、一縱向位移、一縱向加速度、一側向位移、一側向速度、一垂直位移、一垂直速度、一垂直加速度與一輪胎角速度（步驟 901）；接受縱向速度信號、側向加速度信號、長度變化信號、側傾角、側傾角速度、側傾角加速度、俯仰角、俯仰角速度、俯仰角加速度、橫擺角、橫擺角速度、橫擺角加速度、縱向位移、縱向加速度、側向位移、側向速度、垂直位移、垂直速度、垂直加速度與輪胎角速度，而預測車輛於未來時間之運動行為（步驟 903）。接收側傾角，而估算側傾角之變化趨勢而判斷車輛於未來時間是否翻覆（步驟 905）。如「第 7 圖」所示，經由上述步驟 900 至步驟 903 後，接收俯仰角，而估算俯仰角之變化趨勢而判斷車輛於未來時間是否翻覆（步驟 907）。如「第 8 圖」所示，經由上述步驟 900 至步驟 903 後，並且可預估車輛於未來時間的翻覆位置（步驟 909）。

其中側傾角與俯仰角之變化趨勢的步驟係為估算側傾角與俯仰角是否為發散函數的步驟。

其中測量車輛之質心的側向加速度，可用測量車輛之質心的橫擺角速度代替，並產生一橫擺角速度訊號，亦可估算出車輛的所有相關物理量。另亦可用測量車輛之質心的橫擺角代替測量質心的側向加速度，而產生一橫擺角速度信號，同樣可估測算出車輛的所有相關物理量。

雖然本發明以前述之較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習相像技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之專利保護範圍須視本說明書所附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

「第 1 圖」係顯示本發明之組合方塊示意圖；

「第 2 圖」係顯示本發明車輛之方向盤角度、側傾角與橫擺角對時間關係圖；

「第 3 圖」係顯示本發明之車輛質心之三軸方向位移對時間關係圖；

「第 4 圖」係顯示本發明車輛之方向盤角度、側傾角與橫擺角對時間關係圖；

「第 5 圖」係顯示本發明之車輛質心之三軸方向位移對時間關係圖；及

「第 6 圖」、「第 7 圖」與「第 8 圖」係顯示本發明之方法流程圖。

【主要元件符號說明】

110 第一感測器

130 第二感測器

150 第三感測器

300 估測器

310 非線性狀態觀察器

320 完整車輛模型

400 道路狀況

410 駕駛者操作行為

500 預測器

600 判斷器

700 防止系統

十、申請專利範圍：

1. 一種車輛動態預測系統，係用以預測一車輛之運動行為，該車輛動態預測系統包含：

一感測部，係由下列元件組成：

一第一感測器，係測量該車輛之質心的縱向速度，並產生一縱向速度信號；

一第二感測器，係測量該車輛之質心的側向加速度，並產生一側向加速度信號；及

一第三感測器，係測量該車輛之懸掛彈簧之長度變化，並產生一長度變化信號；

一估測器，係包含一由一車輛動態模型為基礎所建立之非線性狀態觀察器，且接受該縱向速度信號、該側向加速度信號與該長度變化信號，而經由該非線性狀態觀察器而估測出該車輛之一側傾角、一側傾角速度、一側傾角加速度、一俯仰角、一俯仰角速度、一俯仰角加速度、一橫擺角、一橫擺角速度、一橫擺角加速度、一縱向位移、一縱向加速度、一側向位移、一側向速度、一垂直位移、一垂直速度、一垂直加速度與一輪胎角速度；及

一預測器，係包含該車輛動態模型，且接受該縱向速度信號、該側向加速度信號、該長度變化信號、該側傾角、該側傾角速度、該側傾角加速度、該俯仰角、該俯仰角速度、該俯仰角加速度、該橫擺角、該橫擺角速度、該橫擺角加速度、該縱向位移、該縱向加速度、該側向位移、該側向速度、該垂直位移、該垂直速度、該垂直加速度

與該輪胎角速度，而預測該車輛之動態。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之車輛動態預測系統，更包含一判斷器，係接收該側傾角，而估算該側傾角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻覆狀態。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之車輛動態預測系統，其中該側傾角變化趨勢係為該側傾角是否為發散函數，而判斷該車輛是否翻覆狀態。
4. 如申請專利範圍第 2 項所述之車輛動態預測系統，其中該判斷器估算該車輛之未來翻覆位置。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之車輛動態預測系統，更包含一判斷器，係接收該俯仰角，而估算該俯仰角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻覆狀態。
6. 如申請專利範圍第 4 項所述之車輛動態預測系統，其中該俯仰角之變化趨勢係為該俯仰角是否為發散函數，而判斷該車輛是否翻覆狀態。
7. 如申請專利範圍第 5 項所述之車輛動態預測系統，其中該判斷器估算該車輛之未來翻覆位置。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之車輛動態預測系統，該非線性狀態觀察器係為一擴增卡曼濾波器。
9. 一種車輛動態預測系統，係用以預測一車輛之運動行為，該車輛動態預測系統包含：
 - 一感測部，係由下列元件組成：
 - 一第一感測器，係測量該車輛之質心的縱向速

度，並產生一縱向速度信號；

一第二感測器，係測量該車輛之橫擺角速度，並產生一橫擺角速度信號；及

一第三感測器，係測量該車輛之懸掛彈簧之長度變化，並產生一長度變化信號；

一估測器，係包含一由一車輛動態模型為基礎所建立之非線性狀態觀察器，且接受該縱向速度信號、該橫擺角速度信號與該長度變化信號，而該非線性狀態觀察器估測出該車輛之一側傾角、一側傾角速度、一側傾角加速度、一俯仰角、一俯仰角速度、一俯仰角加速度、一橫擺角、一橫擺角加速度、一縱向位移、一縱向加速度、一側向位移、一側向速度、一側向加速度、一垂直位移、一垂直速度、一垂直加速度與一輪胎角速度；及

一預測器，係包含該車輛動態模型，且接受該縱向速度信號、該橫擺角速度、該長度變化信號、該側傾角、該側傾角速度、該側傾角加速度、該俯仰角、該俯仰角速度、該俯仰角加速度、該橫擺角、該橫擺角加速度、該縱向位移、該縱向加速度、該側向位移、該側向速度、該側向加速度、該垂直位移、該垂直速度、該垂直加速度與該輪胎角速度，而預測該車輛之動態。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之車輛動態預測系統，更包含一判斷器，係接收該側傾角，而估算該側傾角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻覆狀態。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之車輛動態預測系統，其中該側傾角之變化趨勢係為該側傾角是否為發散函數，而判斷該車輛是否翻覆狀態。
12. 如申請專利範圍第 10 項所述之車輛動態預測系統，其中該判斷器估算該車輛之未來翻覆位置。
13. 如申請專利範圍第 9 項所述之車輛動態預測系統，更包含一判斷器，係接收該側傾角，而估算該側傾角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻覆狀態。
14. 如申請專利範圍第 13 項所述之車輛動態預測系統，其中該側傾角之變化趨勢係為該側傾角是否為發散函數，而判斷該車輛是否翻覆狀態。
15. 如申請專利範圍第 13 項所述之車輛動態預測系統，其中該判斷器估算該車輛之未來翻覆位置。
16. 如申請專利範圍第 9 項所述之車輛動態預測系統，該非線性狀態觀察器係為一擴增卡曼濾波器。
17. 一種車輛動態預測系統，係用以預測一車輛之動態，該車輛動態預測系統包含：
 - 一感測部，係由下列元件組成：
 - 一第一感測器，係測量該車輛之質心的縱向速度，並產生一縱向速度信號；
 - 一第二感測器，係測量該車輛之橫擺角，並產生一橫擺角信號；及
 - 一第三感測器，係測量該車輛之懸掛彈簧之長

度變化，並產生一長度變化信號；

一估測器，係包含一由一車輛動態模型為基礎所建立之非線性狀態觀察器，且接受該縱向速度信號、橫擺角信號與該長度變化信號，而該非線性狀態觀察器估測出該車輛之一側傾角、一側傾角速度、一側傾角加速度、一俯仰角、一俯仰角速度、一俯仰角加速度、一橫擺角速度、一橫擺角加速度、一縱向位移、一縱向加速度、一側向位移、一側向速度、一側向加速度、一垂直位移、一垂直速度、一垂直加速度與一輪胎角速度；及

一預測器，係包含該車輛動態模型，且接受該縱向速度信號、該橫擺角信號、該長度變化信號、該側傾角、該側傾角速度、該側傾角加速度、該俯仰角、該俯仰角速度、該俯仰角加速度、該橫擺角速度、該橫擺角加速度、該縱向位移、該縱向加速度、該側向位移、該側向速度、該側向加速度、該垂直位移、該垂直速度、該垂直加速度與該輪胎角速度，而預測該車輛之動態。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之車輛動態預測系統，更包含一判斷器，係接收該側傾角，而估算該側傾角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻覆狀態。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述之車輛動態預測系統，其中該側傾角之變化趨勢係為該側傾角是否為發散函數，而判斷該車輛是否翻覆狀態。

20. 如申請專利範圍第 18 項所述之車輛動態預測系統，其

中該判斷器估算該車輛之未來翻覆位置。

21. 如申請專利範圍第 17 項所述之車輛動態預測系統，更包含一判斷器，係接收該俯仰角，而估算該俯仰角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻覆狀態。
22. 如申請專利範圍第 21 項所述之車輛動態預測系統，其中該俯仰角之變化趨勢係為該俯仰角是否為發散函數，而判斷該車輛是否翻覆狀態。
23. 如申請專利範圍第 21 項所述之車輛動態預測系統，其中該判斷器估算該車輛之未來翻覆位置。
24. 如申請專利範圍第 17 項所述之車輛動態預測系統，該非線性狀態觀察器係為一擴增卡曼濾波器。
25. 一種車輛動態預測方法，係用以預測一車輛之動態，該車輛動態預測方法包含下列步驟：

測量該車輛之質心的縱向速度及側向加速度與該車輛之懸掛彈簧之長度變化，並產生一縱向速度信號、一側向加速度信號與一長度變化信號；

接受該縱向速度信號、該側向加速度信號與該長度變化信號，而估測出該車輛之一側傾角、一側傾角速度、一側傾角加速度、一俯仰角、一俯仰角速度、一俯仰角加速度、一橫擺角、一橫擺角速度、一橫擺角加速度、一縱向位移、一縱向加速度、一側向位移、一側向速度、一垂直位移、一垂直速度、一垂直加速度與一輪胎角速度；及

接受該縱向速度信號、該側向加速度信號、該長度變化信號、該側傾角、該側傾角速度、該側傾角加速度、該俯仰角、該俯仰角速度、該俯仰角加速度、該橫擺角、該橫擺角速度、該橫擺角加速度、該縱向位移、該縱向加速度、該側向位移、該側向速度、該垂直位移、該垂直速度、該垂直加速度與該輪胎角速度，而預測該車輛之動態。

26. 如申請專利範圍第 25 項所述之車輛動態預測方法，其中於預測該車輛之動態的步驟後，更包含接收該側傾角，而估算該側傾角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻覆狀態的步驟。
27. 如申請專利範圍第 26 項所述之車輛動態預測方法，其中該側傾角之變化趨勢的步驟係為估算該側傾角是否為發散函數的步驟。
28. 如申請專利範圍第 25 項所述之車輛動態預測方法，其中於預測該車輛之動態的步驟後，更包含預估該車輛之未來翻覆位置的驟。
29. 如申請專利範圍第 25 項所述之車輛動態預測方法，其中於預測該車輛之動態的步驟後，更包含接收該俯仰角，而估算該俯仰角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻覆狀態。
30. 如申請專利範圍第 29 項所述之車輛動態預測方法，其中該俯仰角之變化趨勢的步驟係為估算該俯仰角是否

為發散函數的步驟。

31. 一種車輛動態預測方法，係用以預測一車輛之動態，該車輛動態預測方法包含：

測量該車輛之質心的縱向速度及橫擺角速度與該車輛之懸掛彈簧之長度變化，並產生一縱向速度信號、一橫擺角速度信號與一長度變化信號；

接受該縱向速度信號、該橫擺角速度信號與該長度變化信號，而估測出該車輛之一側傾角、一側傾角速度、一側傾角加速度、一俯仰角、一俯仰角速度、一俯仰角加速度、一橫擺角、一橫擺角加速度、一縱向位移、一縱向加速度、一側向位移、一側向速度、一側向加速度、一垂直位移、一垂直速度、一垂直加速度與一輪胎角速度；及

接受該縱向速度信號、該橫擺角速度、該長度變化信號、該側傾角、該側傾角速度、該側傾角加速度、該俯仰角、該俯仰角速度、該俯仰角加速度、該橫擺角、該橫擺角加速度、該縱向位移、該縱向加速度、該側向位移、該側向速度、該側向加速度、該垂直位移、該垂直速度、該垂直加速度與該輪胎角速度，而預測該車輛之動態。

32. 如申請專利範圍第 31 項所述之車輛動態預測方法，其中於預測該車輛之動態的步驟後，更包含接收該側傾角，而估算該側傾角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻

覆狀態的步驟。

33. 如申請專利範圍第 32 項所述之車輛動態預測方法，其中該側傾角之變化趨勢的步驟係為估算該側傾角是否為發散函數的步驟。
34. 如申請專利範圍第 31 項所述之車輛動態預測方法，其中於預測該車輛之動態的步驟後，更包含預估該車輛於未來時間之一翻覆位置的步驟。
35. 如申請專利範圍第 31 項所述之車輛動態預測方法，其中於預測該車輛之動態的步驟後，更包含接收該俯仰角，而估算該俯仰角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻覆狀態的步驟。
36. 如申請專利範圍第 35 項所述之車輛動態預測方法，其中該俯仰角之變化趨勢的步驟係為估算該俯仰角是否為發散函數的步驟。
37. 一種車輛動態預測方法，係用以預測一車輛之動態，該車輛動態預測方法包含下列步驟：

 測量該車輛之質心的縱向速度及橫擺角與該車輛之懸掛彈簧之長度變化，並產生一縱向速度信號、一橫擺角信號與一長度變化信號；

 接受該縱向速度信號、橫擺角信號與該長度變化信號，而估測出該車輛之一側傾角、一側傾角速度、一側傾角加速度、一俯仰角、一俯仰角速度、一俯仰角加速度、一橫擺角速度、一橫擺角加速度、一縱向位移、一縱

向加速度、一側向位移、一側向速度、一側向加速度、一垂直位移、一垂直速度、一垂直加速度與一輪胎角速度；及

接受該縱向速度信號、該橫擺角、該長度變化信號、該側傾角、該側傾角速度、該側傾角加速度、該俯仰角、該俯仰角速度、該俯仰角加速度、該橫擺角速度、該橫擺角加速度、該縱向位移、該縱向加速度、該側向位移、該側向速度、該側向加速度、該垂直位移、該垂直速度、該垂直加速度與該輪胎角速度，而預測該車輛之動態。

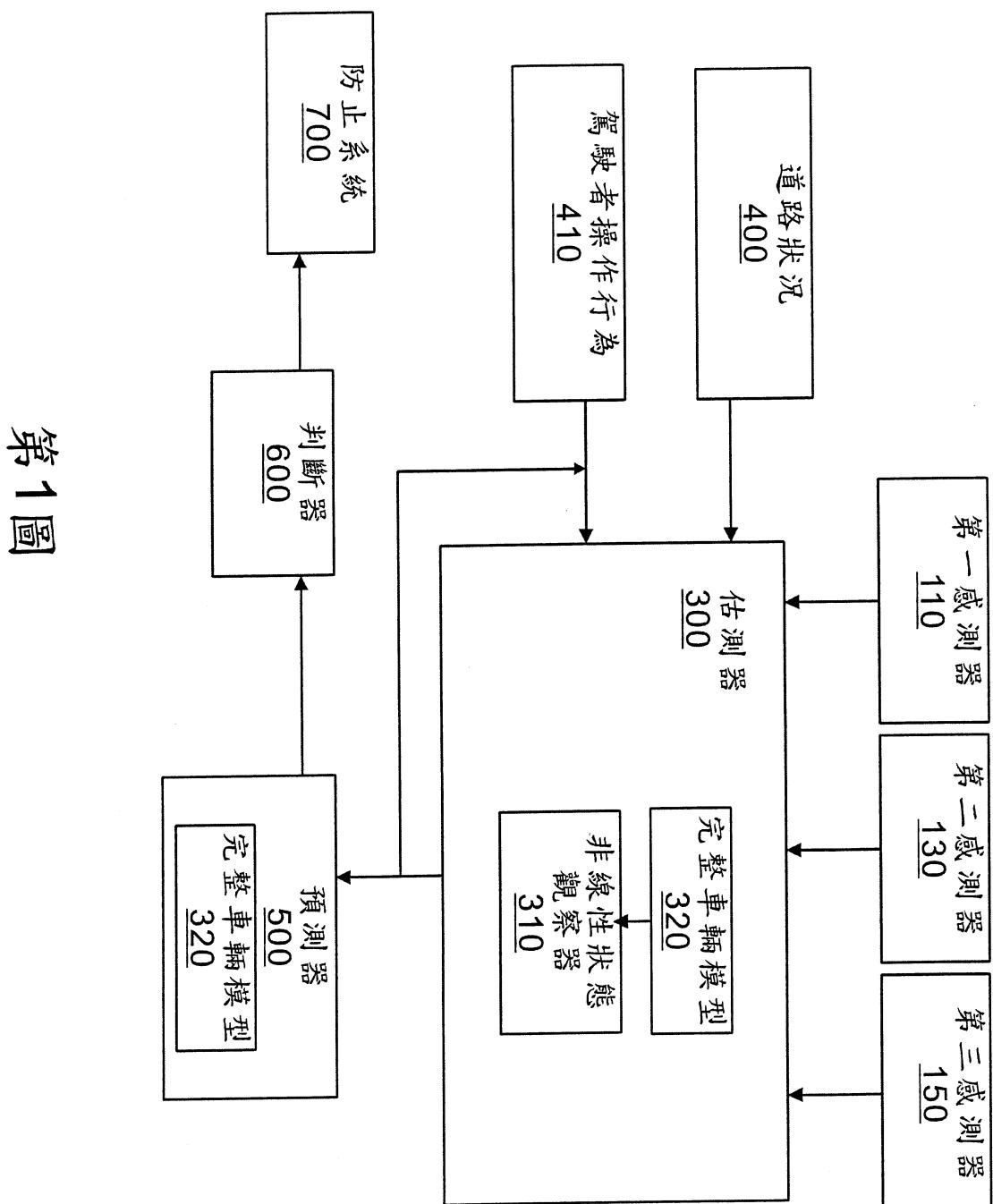
38. 如申請專利範圍第 37 項所述之車輛動態預測方法，其中於預測該車輛之動態的步驟後，更包含接收該側傾角，而估算該側傾角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻覆狀態的步驟。
39. 如申請專利範圍第 38 項所述之車輛動態預測方法，其中該側傾角之變化趨勢的步驟係為估算該側傾角是否為發散函數的步驟。
40. 如申請專利範圍第 37 項所述之車輛動態預測方法，其中於預測該車輛之動態的步驟後，更包含預估該車輛於未來時間之一翻覆位置的步驟。
41. 如申請專利範圍第 37 項所述之車輛動態預測方法，其中於預測該車輛之動態的步驟後，更包含接收該俯仰角，而估算該俯仰角之變化趨勢而判斷該車輛是否翻

覆狀態的步驟。

42. 如申請專利範圍第 41 項所述之車輛動態預測方法，其中該俯仰角之變化趨勢的步驟係為估算該俯仰角是否為發散函數的步驟。

I294376

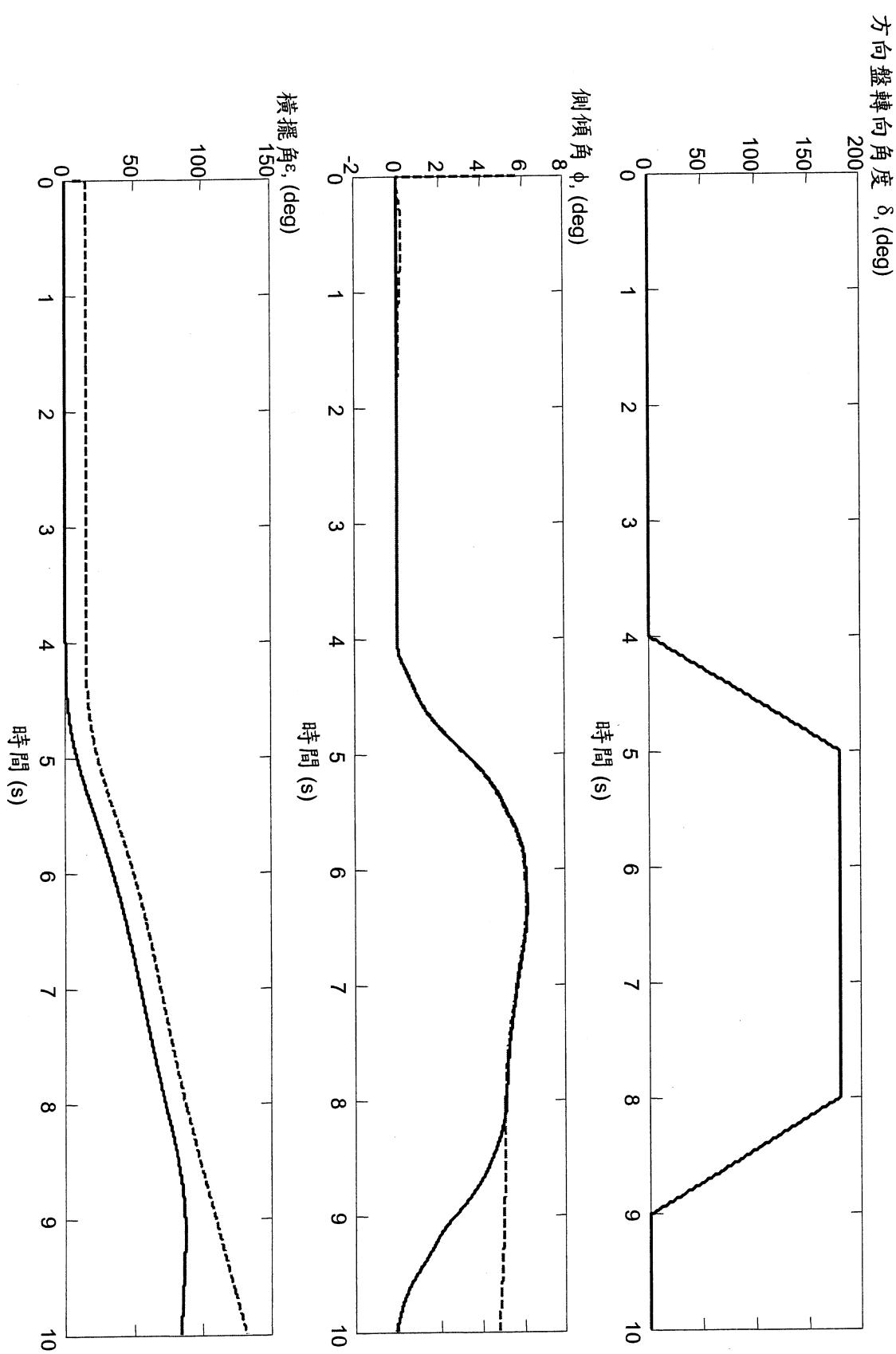
式圖



第1圖

I294376

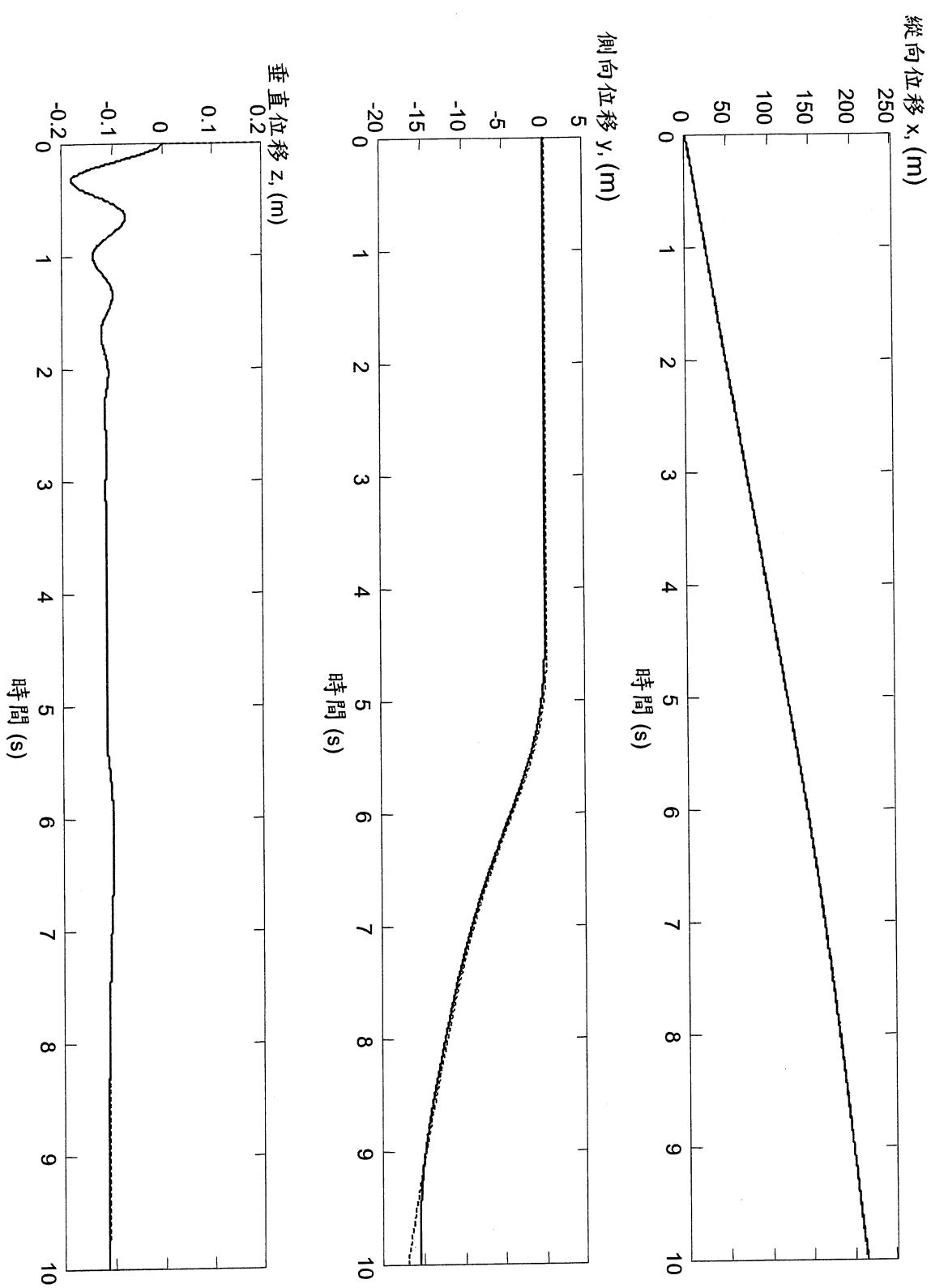
式圖



第2圖

I294376

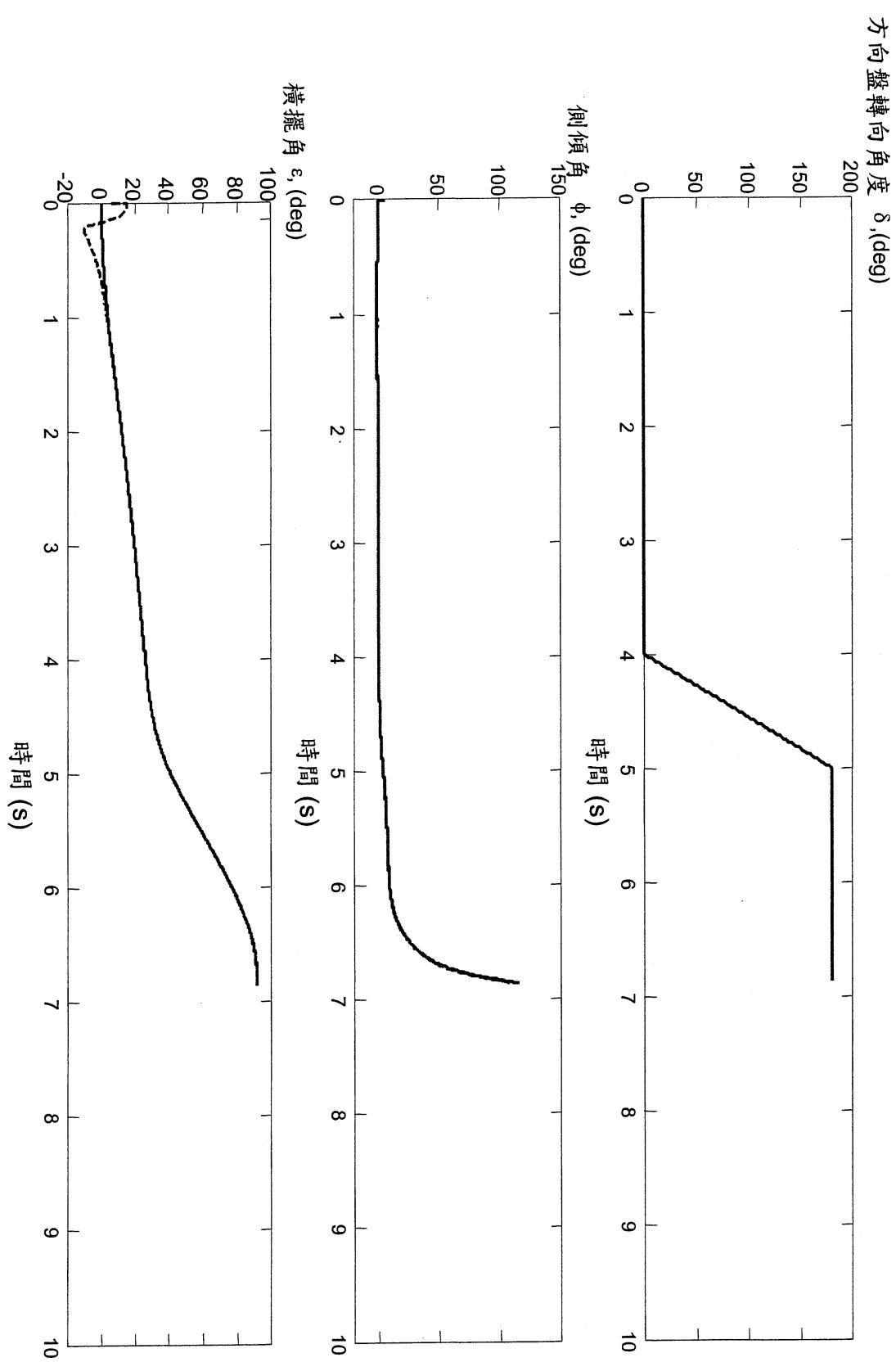
式圖



第3圖

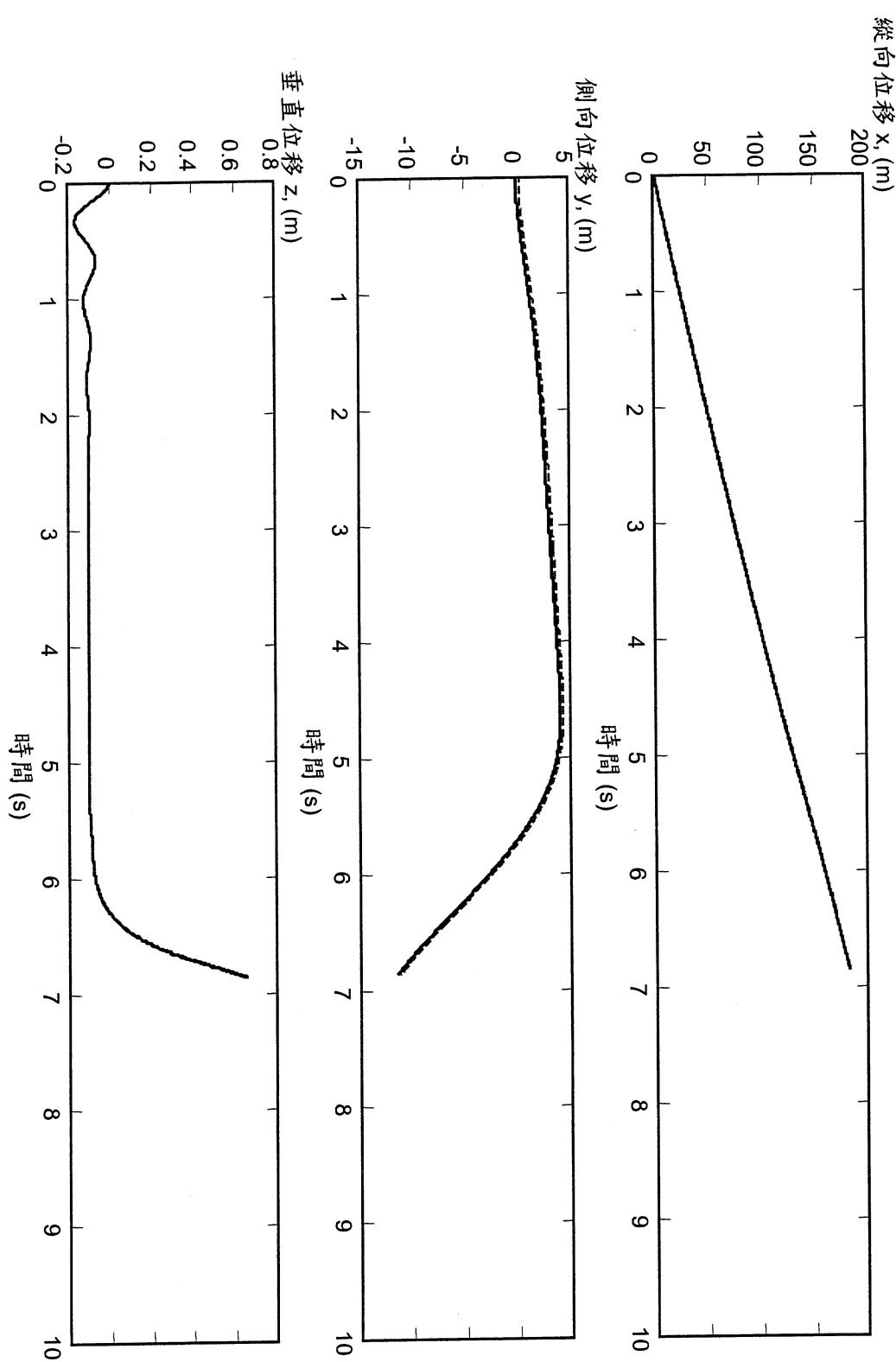
I294376

式圖



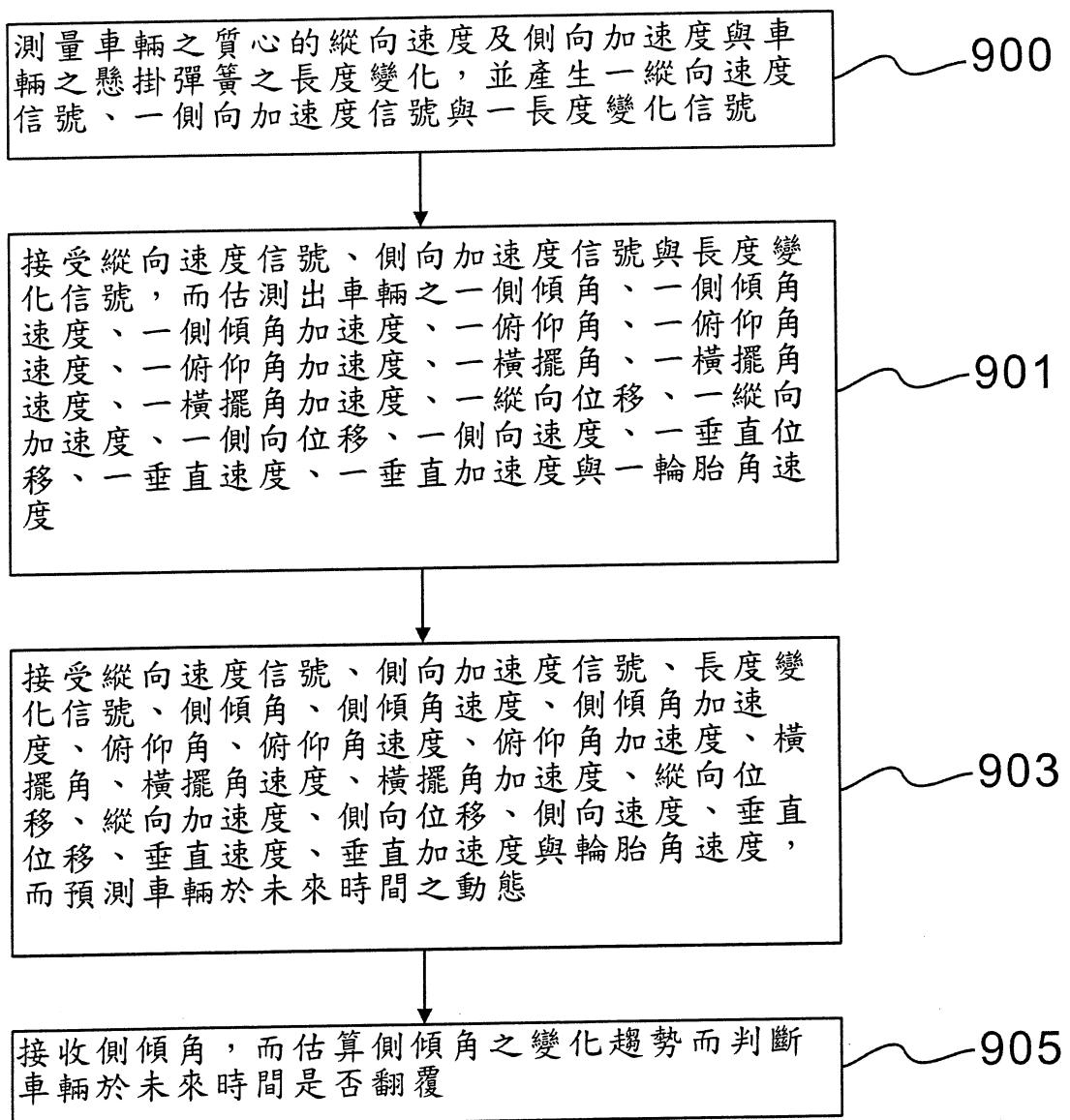
第4圖

式圖



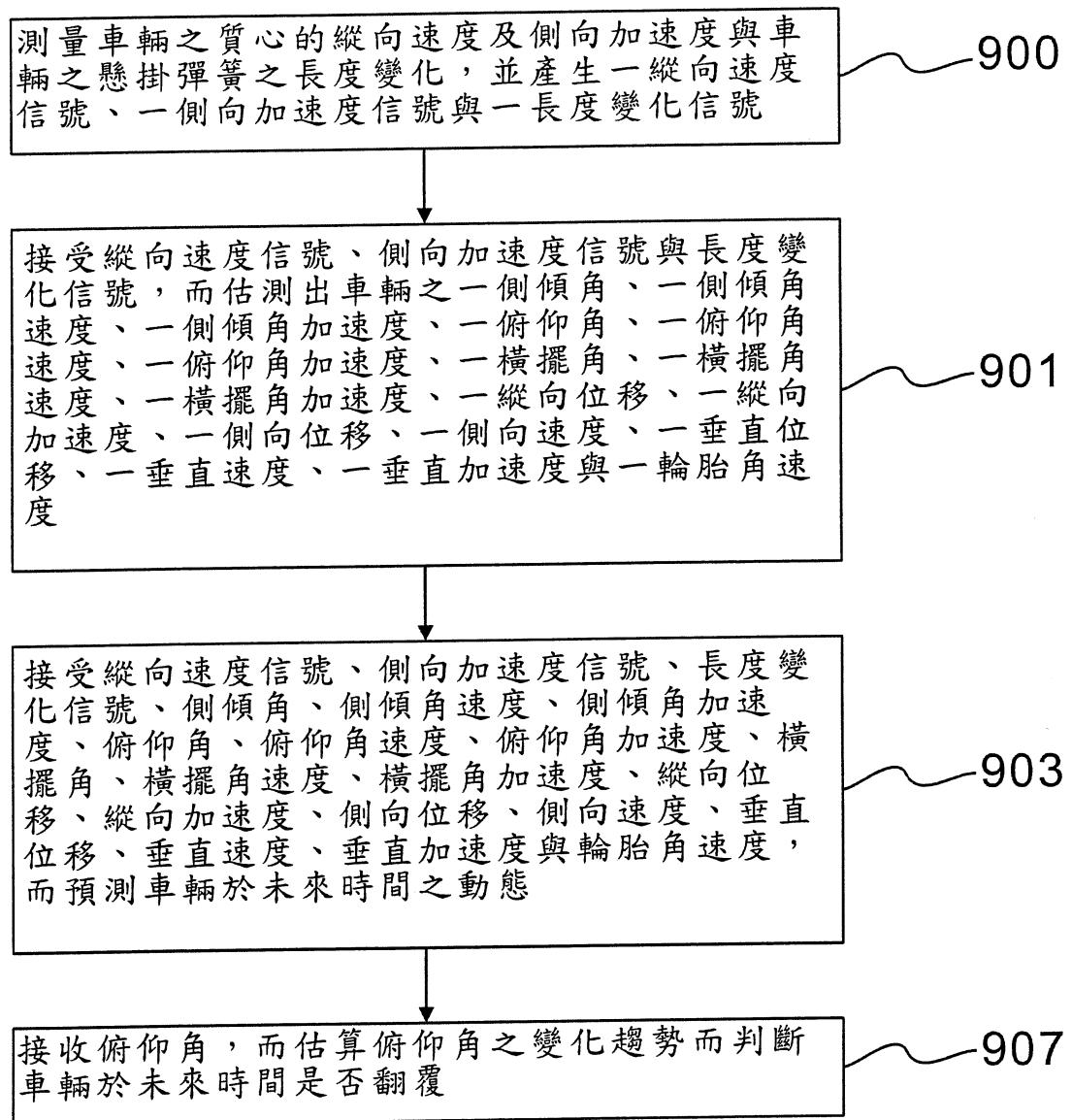
第5圖

圖式



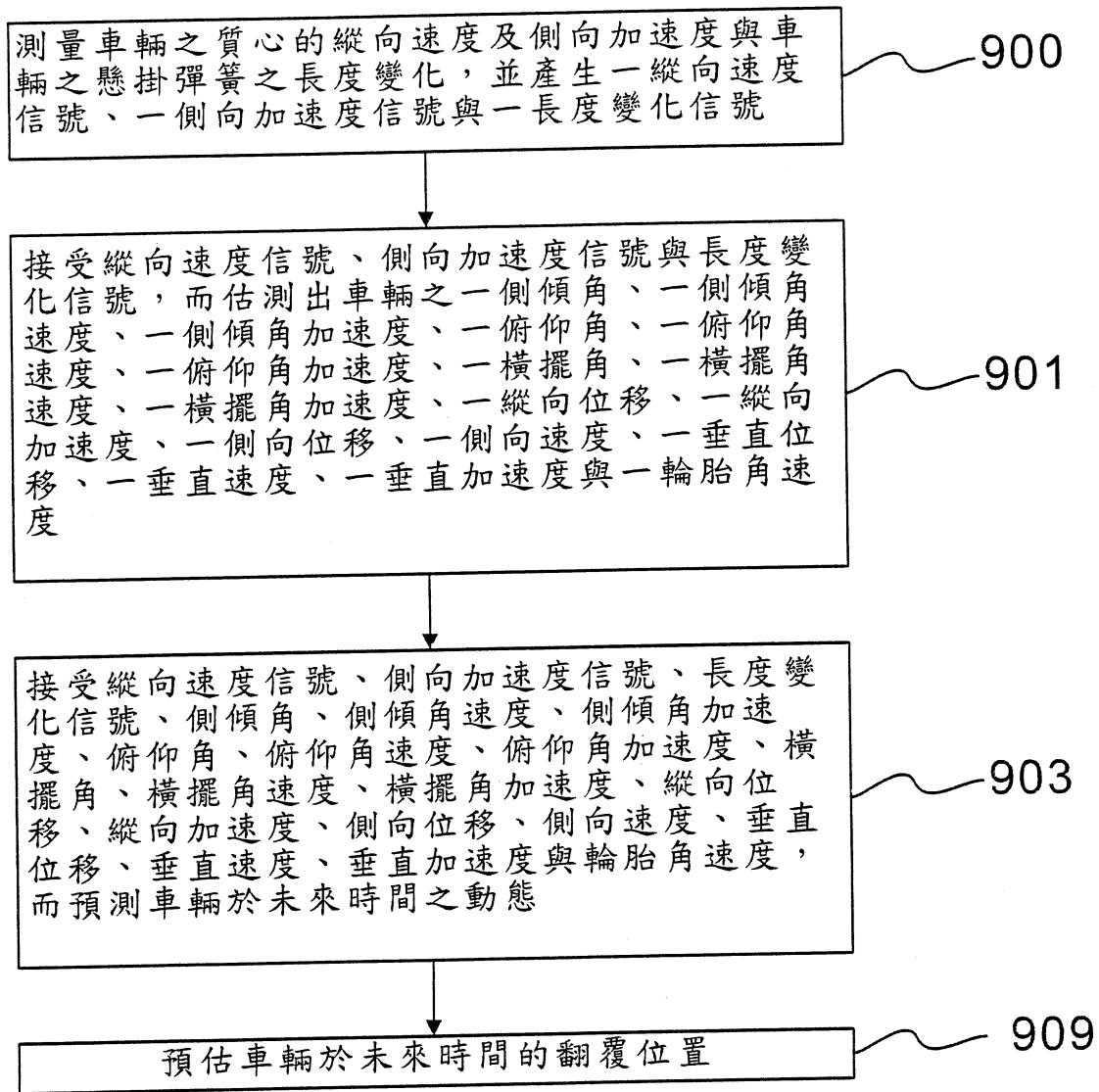
第6圖

圖式



第7圖

圖式



第8圖