



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I719663 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：108136267

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 07 日

(51)Int. Cl. : **B60W30/09 (2012.01)****B60W40/10 (2012.01)**

(71)申請人：財團法人車輛研究測試中心(中華民國) AUTOMOTIVE RESEARCH & TESTING CENTER (TW)

彰化縣鹿港鎮鹿工南七路 6 號

(72)發明人：張統凱 JHANG, TONG-KAI (TW)；余建宏 YU, CHIEN-HUNG (TW)；徐錦衍 HSU, JIN-YAN (TW)；古昆隴 KU, KUN-LUNG (TW)

(74)代理人：高玉駿；楊祺雄

(56)參考文獻：

TW 201927609A

CN 102076541B

CN 104097637B

CN 109649393A

US 10272947B2

審查人員：張人傑

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：9 共 37 頁

(54)名稱

用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法及系統

(57)摘要

一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法及系統，處理單元根據慣性測量單元在當前時間點測量的車輛速度、角速度和加速度估算出車輛在未來單位時間內的縱向位移量、側向位移量及方位角偏移量；根據車道偵側模組估算出車輛在當前時間點之位置的當前位置資料、該縱向及側向位移量、該方位角偏移量，透過座標轉換將車道變換輔助系統估算出相對於車輛在當前時間點之位置的參考車變換軌跡曲線所含的參考側向軌跡曲線轉換成相對於車輛在未來單位時間點之位置的側向軌跡曲線；及根據加速度門檻、急跳度門檻及該側向軌跡曲線產生目標側向軌跡曲線。

指定代表圖：

符號簡單說明：

100:車道追蹤系統

1:車道偵測模組

11:CCD 影像感測器

12:影像處理器

2:慣性測量單元

21:三軸陀螺儀

22:三軸加速度計

23:速度感測器

3:處理單元

4:車道變換輔助系統

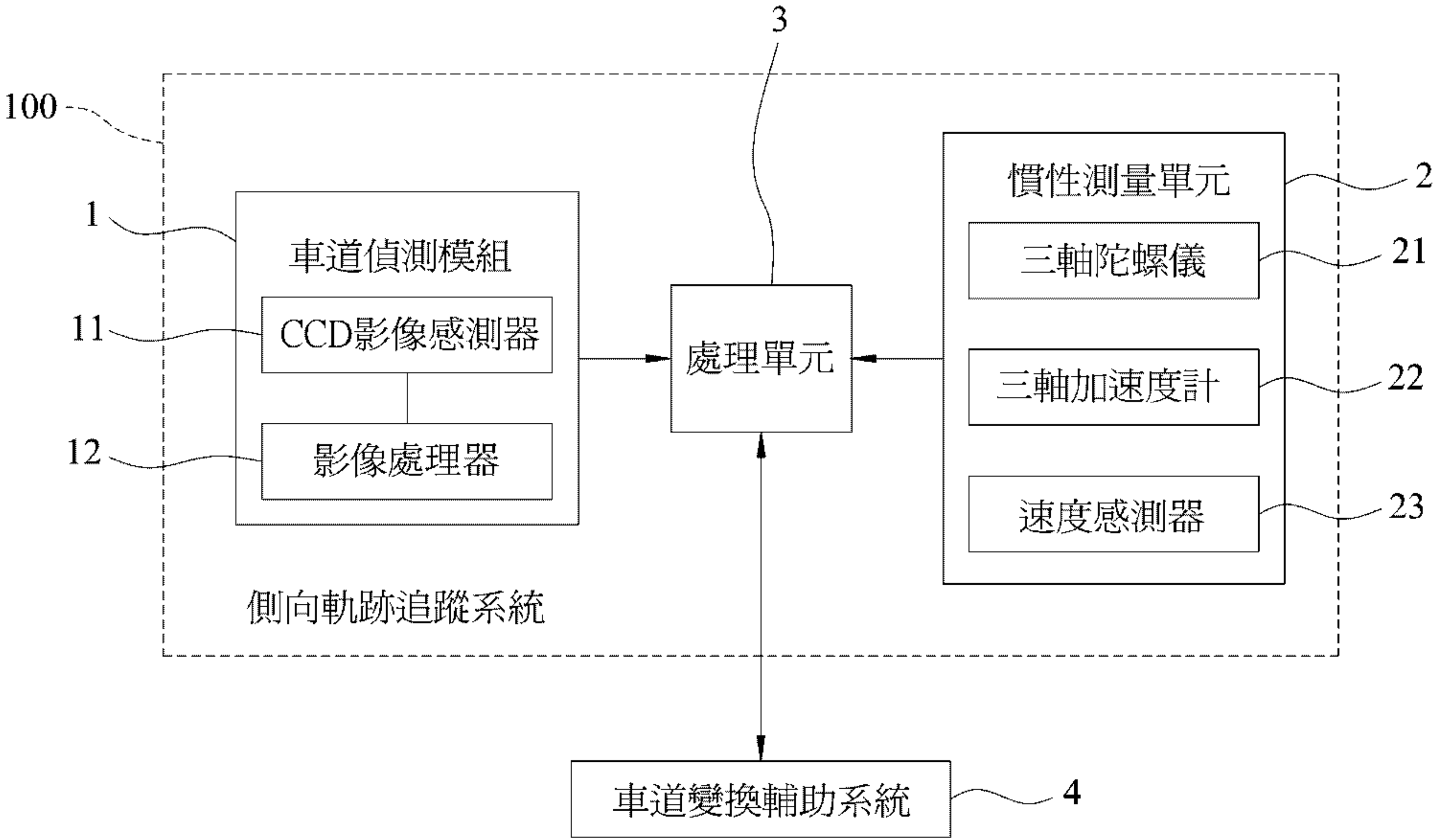


圖1



I719663

【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法及系統

【中文】

一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法及系統，處理單元根據慣性測量單元在當前時間點測量的車輛速度、角速度和加速度估算出車輛在未來單位時間內的縱向位移量、側向位移量及方位角偏移量；根據車道偵測模組估算出車輛在當前時間點之位置的當前位置資料、該縱向及側向位移量、該方位角偏移量，透過座標轉換將車道變換輔助系統估算出相對於車輛在當前時間點之位置的參考車變換軌跡曲線所含的參考側向軌跡曲線轉換成相對於車輛在未來單位時間點之位置的側向軌跡曲線；及根據加速度門檻、急跳度門檻及該側向軌跡曲線產生目標側向軌跡曲線。

【指定代表圖】：圖（1）

【代表圖之符號簡單說明】

- 100…… 車道追蹤系統
- 1……… 車道偵測模組
- 11……… CCD 影像感測器
- 12……… 影像處理器
- 2……… 慣性測量單元
- 21……… 三軸陀螺儀
- 22……… 三軸加速度計
- 23……… 速度感測器

- 3..... 處理單元
- 4..... 車道變換輔助系統

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法及系統

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於自動駕駛車輛的車道變換控制，特別是指一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法及系統。

【先前技術】

【0002】 目前，應用於車輛的先進駕駛輔助系統(Advanced Driver Assistance System，ADAS)例如包括自動緊急煞車(Auto Emergency Braking，AEB)系統、適應性巡航控制(Adaptive Cruise Control，ACC)系統、車道跟隨系統(Lane Following System，LFS)、前方防撞警示(Forward Collision Warning，FCW)系統、車道偏移警示(Lane Departure Warning，LDW)系統、盲點偵測(Blind Spot Detection，BSD)系統、後方橫向交通警報(Rear Cross Traffic Alert，RCTA)系統、車道維持輔助系統(Lane Keeping Assist System，LKAS)等。國際產調預測於2020年時此ADAS的車輛安裝率將可達到40%，而於2025年時更可達到60%。

【0003】 目前已安裝於國產轎車的LKAS及/或車道跟隨系統

(Lane Following System, LFS)用於提供轉向控制來修正車輛的行駛方向以確保車輛平穩地行駛在所偵測到的車道(也就是，原車道範圍)中，但當車輛跨越車道線時，轉向修正功能將被解除。另一方面，目前已安裝於高級進口轎車的車道變換控制系統可在駕駛者啟動方向燈(也就是，俗稱的「打方向燈」)時，偵測車輛周遭障礙物並規劃出合適且安全的車道變換軌跡，以使車輛沿著此車道變換軌跡移動至所欲變換的車道。

【0004】然而，特別是在車輛在變換車道之前(也就是說，在車道變換控制系統被啟動之前)已接受LKAS或LFS系統的控制之情況下，由於上述車道變換控制系統所規劃出的變換路徑軌跡(也就是，目標軌跡)通常為一三次曲線(其可以一三次曲線方程式來表示)，並且在車輛跨越車道線時，LKAS或LFS系統開始重新規劃(新的)目標路徑(也就是，變換的另一車道的中心線)，因此如何使車輛在轉向控制上從三次曲線的目標軌跡切換至另一車道之中心線的目標軌跡時仍可保持平順的轉向控制，以避免發生因轉向控制命令的急遽變化所導致的車輛跳動現象(車輛乘坐者會感到不平順)遂成為一重要課題。

【發明內容】

【0005】因此，本發明的一目的，即在提供一種用於車道變換控

制的側向軌跡追蹤方法，其能克服上述習知技藝的至少一缺點。

【0006】於是，本發明提供了一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法，藉由一處理單元來實施，包含以下步驟：(A)當接收到由一設於一行駛在一車道之車輛的車道變換輔助系統所估算出相對於該車輛的一參考點在當前時間點之位置的參考車道變換軌跡曲線時，根據由一設於該車輛的車道偵測模組根據先前感測該車道的多幅影像而獲得的車道線資料，估算出該車輛的該參考點在該當前時間點之位置的當前位置資料；(B)根據由一設於該車輛的慣性測量單元在該當前時間點測量到該車輛的速度、角速度和加速度，估算出該車輛在未來的單位時間內的縱向位移量、側向位移量及方位角偏移量；(C)根據估算出的該當前位置資料、該縱向位移量、該側向位移量、及該方位角偏移量並利用座標轉換方式，將該參考車道變換軌跡曲線轉換成相對於該車輛的該參考點在未來單位時間點之估算位置的車道變換軌跡曲線；(D)將該車道變換軌跡曲線分解成一側向軌跡曲線及一縱向軌跡曲線；及(E)根據一預定加速度門檻、一預定急跳度門檻及該側向軌跡曲線且利用一預定梯形加速度曲線模型，產生一目標側向軌跡曲線，以使該目標側向軌跡曲線經過二次微分處理後所獲得的目標側向加速度曲線的加速度值的絕對值不大於該預定加速度門檻，並且該目標側向軌跡曲線經過三次微分處理後所獲得的目標側向急跳度曲線的急跳度值的絕對

值不大於該預定急跳度門檻。

【0007】 因此，本發明之另一目的，即在提供一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤系統，其能克服上述習知技藝的至少一缺點。

【0008】 於是，本發明所提供的一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤系統，適於結合一安裝於一行駛在一車道之車輛的車道變換輔助系統來使用，並包含一車道偵測模組、一慣性測量單元、及一處理單元。

【0009】 該車道偵測模組設於該車輛，並用來持續地感測該車道的影像，以便根據先前感測的多幅影像產生對應於當前時間點的車道線資料。

【0010】 該慣性測量單元設於該車輛，並用來持續測量該車輛的速度、角速度及加速度以產生一包含該速度、該角速度及該加速度的測量結果。

【0011】 該處理單元電連接該車道偵測模組及該慣性測量單元以接收來自該車道偵測模組的該車道線資料和來自該慣性測量單元的該測量結果，且適於連接該車道變換輔助系統，並且當接收到由該車道變換輔助系統所估算出相對於該車輛的一參考點在該當前時間點之位置的參考車道變換軌跡曲線時，執行以下操作：根據該車道線資料，估算出該車輛的該參考點在該當前時間點之位置的當前位置資料；根據在該當前時間點的該測量結果，估算出該車輛在

未來單位時間內的縱向位移量、側向位移量及方位角偏移量；根據估算出的該當前位置資料、該縱向位移量、該側向位移量、及該方位角偏移量並利用座標轉換方式，將該參考車道變換軌跡曲線轉換成相對於該車輛的該參考點在未來單位時間點之估算位置的车道變換軌跡曲線；將該車道變換軌跡曲線分解成一側向軌跡曲線及一縱向軌跡曲線；及根據一預定加速度門檻及、一預定急跳度門檻及該側向軌跡曲線且利用一預定梯形加速度曲線模型，產生一目標側向軌跡曲線，以使該目標側向軌跡曲線經過二次微分處理後所獲得的目標側向加速度曲線的加速度值的絕對值不大於該預定加速度門檻，並且該目標側向軌跡曲線經過三次微分處理後所獲得的目標側向急跳度曲線的急跳度值的絕對值不大於該預定急跳度門檻。

【0012】 本發明的功效在於：由於該目標側向軌跡曲線在側向加速度方面不大於該預定加速度門檻，並且在側向急跳度方面不大於該預定急跳度門檻，因此利用該目標側向軌跡區線所規劃的目標車道變換軌跡曲線可有效避免因轉向控制命令的急遽變化(例如，側向急跳度大於該預定側向急跳度門檻，或者側向加速度大於該預定側向加速度門檻)所導致的車輛跳動現象。

【圖式簡單說明】

【0013】 本發明的其他的特徵及功效，將於參照圖式的實施方式

中清楚地呈現，其中：

圖 1 是一方塊圖，示例地說明本發明用於車道變換控制的側向軌跡追蹤系統的一實施例；

圖 2 是一示意圖，示例地繪示行駛在一車道的車輛欲變換到相鄰的右側車道的一種情況；

圖 3 是一流程圖，示例地說明在圖 2 的情況下該實施例的一處理單元如何執行本發明的側向軌跡追蹤方法；

圖 4 是一示意圖，示例地繪示該車輛欲變換到相鄰的右側車道的另一種情況；

圖 5 是一流程圖，示例地說明圖 3 中的步驟 306 的子步驟；

圖 6 繪示出在圖 2 的情況下的側向軌跡曲線的一範例；

圖 7 繪示出根據圖 6 的側向軌跡曲線所獲得的一參考側向加速度曲線；

圖 8 繪示出對應於圖 6 的側向軌跡曲線的目標側向加速度曲線；及

圖 9 繪示出將圖 8 的目標側向加速度曲線一次微分處理所獲得的目標側向急跳度曲線。

【實施方式】

【0014】 在本發明被詳細描述之前，應當注意在以下的說明內容

中，類似的元件是以相同的編號來表示。

【0015】參閱圖1及圖2，本發明用於車道變換控制的側向軌跡追蹤系統100的一實施例可應用於一行駛在一車道(例如，圖2所示的車道401)的車輛(例如，圖2所示的車輛200)，並適於結合一安裝於該車輛200的車道變換輔助系統4來使用。該車道變換輔助系統4是用來在該車輛200想要變換車道時(例如，駕駛者啟動方向燈時)，在確認具有安全行駛空間後，利用已知的環境感測方式自動估算出一參考車道變換軌跡曲線(例如，圖2所示的一三次曲線C1)，並可根據此參考車道變換軌跡曲線產生相關的轉向控制命令，以致該車輛200的動力系統和轉向系統(圖未示)響應於相關轉向控制命令而使該車輛200(可在無須人為操控下)自動地沿著此參考車道變換軌跡曲線移動至所欲變換的車道(例如，圖2所示的車道402)。更具體地，該參考車道變換軌跡曲線通常可被分解成一參考縱向軌跡曲線和一參考側向軌跡曲線組成。該側向軌跡追蹤系統100包含一車道偵測模組1、一慣性測量單元2、及一處理單元3。

【0016】該車道偵測模組1被設於該車輛200，且例如包含一安裝於該車輛200的前擋風玻璃的CCD影像感測器11、及一電連接該CCD影像感測器11的影像處理器12。該CCD影像感測器11被用來以一感測頻率(例如，10/sec)持續地感測該車道401的影像，且該影像處理器12根據該CCD影像感測器11先前所感測的多幅影像且

利用已知影像處理演算法以產生對應於當前時間點的車道線資料(其例如可包含左車道線方程式和右車道線方程式)。

【0017】該慣性測量單元(Inertial Measurement Unit)2被設於該車輛200，且例如包含一三軸陀螺儀(Triaxial Gyroscope)21、一三軸加速度計(Triaxial Accelerometer)22及一速度感測器23，但不以此例為限，其分別用來持續測量該車輛200的角速度、加速度及速度，並且產生且輸出一包含所測量的速度、角速度及加速度的測量結果。

【0018】舉例來說，在本實施例中，該車道偵測模組1的輸出更新率例如可被設計為10/sec，而該慣性測量單元2的輸出更新率例如可被設計為單位時間(例如，10ms)的倒數(例如，100/sec，其為該車道偵測模組1之輸出更新率的十倍)。

【0019】該處理單元3電連接該車道偵測模組1及該慣性測量單元2，以接收來自該車道偵測模組1的所有車道線資料以及來自該慣性測量單元2的該測量結果。此外，該處理單元3還用來連接該車道變換輔助系統4，以便在必要時(也就是說，當該車輛200要變換車道時)接收由該車道變換輔助系統4所估算出的側向軌跡曲線。在本實施例中，該處理單元3具有算術運算功能及雜訊濾波功能。

【0020】以下將參閱圖1至圖4，示例地詳細說明當該車輛200的駕駛者想要從車道401變換到車道402(見圖2)而在當前時間點(以

下以 t_0 來表示)啟動了方向燈(圖未示)時，該處理單元3如何經由執行一側向軌跡追蹤方法來獲得一應用於車道變換控制的目標側向軌跡曲線。該側向軌跡追蹤方法包含以下步驟301~308(見圖3)。

【0021】當該車輛200的方向燈被啟動時，該車道變換輔助系統4開始運作以估算出相對於該車輛200的一參考點201(例如，如圖2所示該車輛200的一重心)在該當前時間點 t_0 之位置(例如，由圖2中的 P_0 表示)的參考車道變換軌跡曲線(其例如為一三次曲線並由圖2中的一實線的曲線C1所表示)，並將該參考車道變換軌跡曲線C1輸出至該處理單元3。於是，該處理單元3是以從外部接收的方式獲得來自該車道變換輔助系統4的該參考車道變換軌跡曲線C1(步驟301)。

【0022】接著，在步驟302中，該處理單元3根據來自該車道偵測模組1的該車道線資料，估算出該車輛200的該參考點201在該當前時間點 t_0 之位置 P_0 的當前位置資料。

【0023】另一方面，在步驟303中，該處理單元3根據來自該慣性測量單元2的該測量結果(也就是，該速度、該角速度及該加速度)，估算出該車輛200在未來的單位時間(例如，10ms)內的縱向位移量(例如，由圖2中的 S_x 表示)、側向位移量(例如，由圖2中的 S_y 表示)、及方位角偏移量(例如，由圖2中的 ψ 表示)。更明確地說，在此，該處理單元3可用作一卡爾曼濾波器(Kalman Filter)，以便先利用卡

爾曼濾波方式濾除該角速度及該加速度的雜訊後，然後根據濾波後的該角速度及該加速度並利用卡爾曼估測方式估算出該車輛200的偏航率(Yaw Rate)及側向加速度。由於卡爾曼濾波器及卡爾曼估測方式的細節已為嫻熟此技藝者所熟知，故在此不再贅述。最後，該處理單元3根據該偏航率、該側向加速度及該單位時間估算出該方位角偏移量 ψ 和該側向位移量 S_y ，以及根據該速度、該偏航率及該單位時間估算出該縱向位移量 S_x 。

【0024】值得注意的是，步驟302及303的執行順序並無一定的限制。

【0025】跟隨在步驟302及步驟303之後的步驟304中，該處理單元3根據估算出的該當前位置資料、該縱向位移量 S_x 、該側向位移量 S_y 、及該方位角偏移量 ψ 並利用座標轉換方式，將該參考車道變換軌跡曲線C1轉換成相對於該車輛200的該參考點201在未來單位時間點(以下，以 t_{0+1} 表示)之估算位置(以下，以 P_{0+1} 來表示)的車道變換軌跡曲線(以下，以C2來表示)。更具體地，如圖2所示，若該估算位置 P_{0+1} 是位於該參考車道變換軌跡曲線C1時(也就是說，該側向位移量 S_y 相同於該參考車道變換軌跡曲線C1在未來的該單位時間內所獲得的參考側向位移量 S_{yc1})，則該車道變換軌跡曲線C2大部分與該參考車道變換軌跡曲線C1重疊。另一方面，若該估算位置 P_{0+1} 並非位於該參考車道變換軌跡曲線C1時，例如，該估算位置

P_{0+1} 位於該參考車道變換軌跡曲線C1的左側(此意謂該側向位移量 S_y 小於該參考側向位移量 S_{yc1})，如圖4所示，又或者該估算位置 P_{0+1} 位於該參考車道變換軌跡曲線C1的右側(圖未示，此意謂該側向位移量 S_y 大於該參考側向位移量 S_{yc1})，則該車道變換軌跡曲線C2會是一條不同於該參考車道變換軌跡曲線C1的三次曲線(見圖4)。特別要注意的是，為了在圖2及圖4中可清楚繪示出 P_0 和 P_{0+1} ，該位置 P_0 與該估算位置 P_{0+1} 之間的距離是以明顯誇大的方式呈現於圖2和圖4。在此情況下，該車輛200的該參考點201在該未來單位時間點 t_{0+1} 相對於在該當前時間點 t_0 的座標關係可表示成以下式1：

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\psi & \sin\psi \\ -\sin\psi & \cos\psi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x - S_x \\ y - S_y \end{bmatrix} \quad \text{式 1}$$

將式1經過反座標轉換後，獲得以下式2：

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\psi & -\sin\psi \\ \sin\psi & \cos\psi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} S_x \\ S_y \end{bmatrix} \quad \text{式 2}$$

於是，從式2可獲得 $x=g(x',y')$ 且 $y=h(x',y')$ 。當該參考車道變換軌跡曲線C1以 $y_1=f_1(x)=a_1x^3+b_1x^2+c_1x+d_1$ 來表示時，則所獲得的該車道變換軌跡曲線C2可表示成以下式3：

$$h(x',y')=f_1(g(x',y'))=a_2x'^3+b_2x'^2+c_2x'+d_2 \quad \text{式 3}$$

【0026】之後，在步驟305中，該處理單元3將該車道變換軌跡曲線C2分解成一側向軌跡曲線及一縱向軌跡曲線。該側向軌跡曲線通常例如為一三次曲線(可以如 $y(t)=at^3+bt^2+ct+d$ 的通式來表示)。舉例來說，在圖2的情況下，該側向軌跡曲線例如是一如圖6

所示的三次曲線6。

【0027】 之後，在步驟306中，該處理單元3根據一預定加速度門檻(以下以A來表示)及、一預定急跳度(Jerk)門檻(以下以J來表示)及該側向軌跡曲線且利用一預定梯形加速度曲線模型，產生一目標側向軌跡曲線，以使該目標側向軌跡曲線經過二次微分處理後所獲得的目標側向加速度曲線的加速度值的絕對值不大於該預定加速度門檻，並且該目標側向軌跡曲線經過三次微分處理後所獲得的目標側向急跳度曲線的急跳度值的絕對值不大於該預定急跳度門檻。在本實施例中，例如， $A=3\text{ m/s}^2$ ，且 $J=5\text{ m/s}^3$ ，但不以此例為限。

【0028】 更具體地，參閱圖5，步驟306包含以下子步驟51~54。

【0029】 在步驟51中，該處理單元3先對該側向軌跡曲線(例如圖6的曲線6)進行兩次微分處理以獲得一參考曲線(圖未示)。

【0030】 然後，在步驟52中，該處理單元3利用一預定梯形加速度曲線模型修正該參考曲線，以獲得一參考側向加速度曲線(以 $a_{y_ref}(t)$ 來表示)，以使該參考側向加速度曲線具有一具有不小於零的加速度值的第一梯形曲線段，以及一連接該第一梯形曲線段且具有不大於零的加速度值的第二梯形曲線段，並且該第二梯形曲線段在加速度值上映射於該第一梯形曲線段。舉例來說，圖7繪示出對應於圖6的側向軌跡曲線6的參考側向加速度曲線7(以 $a_{y_ref}(t)$ 來表示)，其包含例如呈等腰梯形狀的第一梯形曲線段71、及例如呈

倒等腰梯形狀的第二梯形曲線段72，並且該第一梯形曲線段71具有不小於零但不大於 5 m/s^2 的加速度值，而該第二梯形曲線段72具有不大於零但不小於 -5 m/s^2 的加速度值。

【0031】之後，在步驟53中，該處理單元3根據該參考側向加速度曲線、該預定加速度門檻及該預定急跳度門檻，規劃出一作為目標側向加速度曲線的類正弦波曲線，以使該類正弦波曲線具有不小於零但不大於該預定加速度門檻的加速度值的第一曲線段，以及一連接該第一曲線段的該第二曲線段，該第二曲線段具有不大於零的加速度值且其加速度值的絕對值不大於該預定加速度門檻，並且該第一曲線段及該二曲線段其中每一者經過一次微分處理後具有不大於該預定急跳度門檻的絕對值大小。舉例來說，圖8繪示出對應於圖6的側向軌跡曲線6的目標側向加速度曲線8(其為一類正弦波曲線，且以 $a_{y_target}(t)$ 來表示)，其包含第一曲線段81及第二曲線段82，但不以此例為限，其中該第一曲線段81的一最大加速度值約為 3 m/s^2 ，且該第二曲線段82的一最小加速度值約為 -3 m/s^2 ，並且圖9繪示出將圖8的目標側向加速度曲線8經過一次微分處理所獲得的目標側向急跳度曲線9(以 $j_{y_target}(t)$ 來表示)，其具有不大於 5 m/s^3 (該預定急跳度門檻)的(急跳度)絕對值大小。

【0032】最後，在步驟54中，該處理單元3對該目標側向加速度曲線進行兩次積分處理，以獲得該目標側向軌跡曲線。

【0033】 跟隨在步驟306之後步驟307中，該處理單元3根據該縱向軌跡曲線及該目標側向軌跡曲線，產生一相對於該車輛200的該參考點201在該未來單位時間點 t_{0+1} 之估算位置 P_{0+1} 的目標車道變換軌跡曲線(例如，圖2及圖4的虛線曲線C3)。

【0034】 最後，在步驟308中，該處理單元3將該目標車道變換曲軌跡曲線輸出至該車道變換輔助系統。

【0035】 綜上所述，由本發明該側向軌跡追蹤系統100所規劃出的該目標側向軌跡曲線在側向加速度方面不大於該預定加速度門檻，並且在側向急跳度方面不大於該預定急跳度門檻，因此利用該目標側向軌跡區線所規劃的目標車道變換軌跡曲線可有效避免因轉向控制命令的急遽變化(例如，側向急跳度大於該預定側向急跳度門檻，或者側向加速度大於該預定側向加速度門檻)所導致的車輛跳動現象。故確實能達成本發明的目的。

【0036】 惟以上所述者，僅為本發明的實施例而已，當不能以此限定本發明實施的範圍，凡是依本發明申請專利範圍及專利說明書內容所作的簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋的範圍內。

【符號說明】

【0037】

100……側向軌跡追蹤系統

- 1…… 車道偵測模組
- 11 …… CCD 影像感測器
- 12 …… 影像處理器
- 2…… 慣性測量單元
- 21 …… 三軸陀螺儀
- 22 …… 三軸加速度計
- 23 …… 速度感測器
- 3…… 處理單元
- 4…… 車道變換輔助系統
- 301-308 步驟
- 401…… 車道
- 402…… 車道
- 51-54 … 步驟
- 6…… 側向軌跡曲線
- 7…… 參考側向加速度曲線
- 71 …… 第一梯形曲線段
- 72 …… 第二梯形曲線段
- 8…… 目標側向加速度曲線
- 81 …… 第一曲線段
- 82 …… 第二曲線段
- 200…… 車輛
- 201…… 參考點
- C1…… 參考車道變換軌跡曲線
- C2…… 車道變換軌跡曲線

C3…… 目標車道變換軌跡曲線

P₀…… 位置

P₀₊₁ … 估算位置

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法，藉由一處理單元來實施，包含以下步驟：

(A)當接收到由一設於一行駛在一車道之車輛的車道變換輔助系統所估算出相對於該車輛的一參考點在當前時間點之位置的參考車道變換軌跡曲線時，根據由一設於該車輛的車道偵測模組根據先前感測該車道的多幅影像而獲得的車道線資料，估算出該車輛的該參考點在該當前時間點之位置的當前位置資料；

(B)根據由一設於該車輛的慣性測量單元在該當前時間點測量到該車輛的速度、角速度和加速度，估算出該車輛在未來的單位時間內的縱向位移量、側向位移量及方位角偏移量，其中該處理單元先利用卡爾曼濾波方式濾除該角速度及該加速度的雜訊後，然後根據濾波後的該角速度及該加速度並利用卡爾曼估測方式估算出該車輛的偏航率及側向加速度，並且根據該偏航率、該側向加速度及該單位時間估算出該方位角偏移量和該側向位移量，以及根據該速度、該偏航率及該單位時間估算出該縱向位移量；

(C)根據估算出的該當前位置資料、該縱向位移量、該側向位移量、及該方位角偏移量並利用座標轉換方式，將該參考車道變換軌跡曲線轉換成相對於該車輛的該參考點在未來單位時間點之估算位置的车道變換軌跡曲線；

(D)將該車道變換軌跡曲線分解成一側向軌跡曲線及一縱向軌跡曲線；及

(E)根據一預定加速度門檻、一預定急跳度門檻及該側向軌跡曲線且利用一預定梯形加速度曲線模型，產生一目標側向軌跡曲線，以使該目標側向軌跡曲線經過二次微分處理後所獲得的目標側向加速度曲線的加速度值的絕對值不大於該預定加速度門檻，並且該目標側向軌跡曲線經過三次微分處理後所獲得的目標側向急跳度曲線的急跳度值的絕對值不大於該預定急跳度門檻。

【第2項】一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法，藉由一處理單元來實施，包含以下步驟：

(A)當接收到由一設於一行駛在一車道之車輛的車道變換輔助系統所估算出相對於該車輛的一參考點在當前時間點之位置的參考車道變換軌跡曲線時，根據由一設於該車輛的車道偵測模組根據先前感測該車道的多幅影像而獲得的車道線資料，估算出該車輛的該參考點在該當前時間點之位置的當前位置資料；

(B)根據由一設於該車輛的慣性測量單元在該當前時間點測量到該車輛的速度、角速度和加速度，估算出該車輛在未來的單位時間內的縱向位移量、側向位移量及方位角偏移量；

(C)根據估算出的該當前位置資料、該縱向位移量、該側向位移量、及該方位角偏移量並利用座標轉換方式，將該參考車道變換軌跡曲線轉換成相對於該車輛的該參考點在未來單位時間點之估算位置的车道變換軌跡曲線；

(D)將該車道變換軌跡曲線分解成一側向軌跡曲線及

一縱向軌跡曲線；及

(E) 對該側向軌跡曲線進行兩次微分處理以獲得一參考曲線；利用一預定梯形加速度曲線模型修正該參考曲線，以獲得一參考側向加速度曲線，其中該參考側向加速度曲線具有一具有不小於零的加速度值的第一梯形曲線段，以及一連接該第一梯形曲線段且具有不大於零的加速度值的第二梯形曲線段，並且該第二梯形曲線段在加速度值上映射於該第一梯形曲線段；根據該參考側向加速度曲線、一預定加速度門檻及一預定急跳度門檻，規劃出一作為目標側向加速度曲線的類正弦波曲線，以使該類正弦波曲線具有一具有不小於零但不大於該預定加速度門檻的加速度值的第一曲線段，以及一連接該第一曲線段且具有不大於零而其絕對值不大於該預定加速度門檻的加速度值的第二曲線段，其中該第一曲線段及該二曲線段其中每一者經過一次微分處理後具有不大於該預定急跳度門檻的絕對值大小；及對該目標側向加速度曲線進行兩次積分處理以獲得一目標側向軌跡曲線，以致該目標側向軌跡曲線經過二次微分處理後所獲得的該目標側向加速度曲線的加速度值的絕對值不大於該預定加速度門檻，並且該目標側向軌跡曲線經過三次微分處理後所獲得的目標側向急跳度曲線的急跳度值的絕對值不大於該預定急跳度門檻。

【第3項】 如請求項1或2所述的用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法，其中，該預定加速度門檻為 3 m/s^2 ，且該預定急跳度

門檻為 5 m/s^3 。

【第4項】如請求項1或2所述的用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法，在步驟(E)之後，還包含以下步驟：

(F)根據該縱向軌跡曲線及該目標側向軌跡曲線，產生一相對於該車輛的該參考點在該未來單位時間點之估算位置的目標車道變換軌跡曲線，並將該目標車道變換軌跡曲線輸出至該車道變換輔助系統。

【第5項】一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤方法，藉由一處理單元來實施，包含以下步驟：

(A)當接收到由一設於一行駛在一車道之車輛的車道變換輔助系統所估算出相對於該車輛的一參考點在當前時間點之位置的參考車道變換軌跡曲線時，根據由一設於該車輛的車道偵測模組根據先前感測該車道的多幅影像而獲得的車道線資料，估算出該車輛的該參考點在該當前時間點之位置的當前位置資料；

(B)根據由一設於該車輛的慣性測量單元在該當前時間點測量到該車輛的速度、角速度和加速度，估算出該車輛在未來的單位時間內的縱向位移量、側向位移量及方位角偏移量，其中該處理單元先利用卡爾曼濾波方式濾除該角速度及該加速度的雜訊後，然後根據濾波後的該角速度及該加速度並利用卡爾曼估測方式估算出該車輛的偏航率及側向加速度，並且根據該偏航率、該側向加速度及該單位時間估算出該方位角偏移量和該側向位移量，以及根據該速度、該偏航率及該單位時間估算出該縱向位移量；

(C)根據估算出的該當前位置資料、該縱向位移量、該側向位移量、及該方位角偏移量並利用座標轉換方式，將該參考車道變換軌跡曲線轉換成相對於該車輛的該參考點在未來單位時間點之估算位置的車道變換軌跡曲線；

(D)將該車道變換軌跡曲線分解成一側向軌跡曲線及一縱向軌跡曲線；

(E)對該側向軌跡曲線進行兩次微分處理以獲得一參考曲線；利用一預定梯形加速度曲線模型修正該參考曲線，以獲得一參考側向加速度曲線，其中該參考側向加速度曲線具有一具有不小於零的加速度值的第一梯形曲線段，以及一連接該第一梯形曲線段且具有不大於零的加速度值的第二梯形曲線段，並且該第二梯形曲線段在加速度值上映射於該第一梯形曲線段；根據該參考側向加速度曲線、一為 3 m/s^2 的預定加速度門檻及一為 5 m/s^3 的預定急跳度門檻，規劃出一作為目標側向加速度曲線的類正弦波曲線，以使該類正弦波曲線具有一具有不小於零但不大於該預定加速度門檻的加速度值的第一曲線段，以及一連接該第一曲線段且具有不大於零而其絕對值不大於該預定加速度門檻的加速度值的第二曲線段，其中該第一曲線段及該二曲線段其中每一者經過一次微分處理後具有不大於該預定急跳度門檻的絕對值大小；及對該目標側向加速度曲線進行兩次積分處理以獲得一目標側向軌跡曲線，以致該目標側向軌跡曲線經過二次微分處理後所獲得的該目標側向加速度曲線的加速度值的絕對值不大於該預定加

速度門檻，並且該目標側向軌跡曲線經過三次微分處理後所獲得的目標側向急跳度曲線的急跳度值的絕對值不大於該預定急跳度門檻；及

(F) 根據該縱向軌跡曲線及該目標側向軌跡曲線，產生一相對於該車輛的該參考點在該未來單位時間點之估算位置的目標車道變換軌跡曲線，並將該目標車道變換軌跡曲線輸出至該車道變換輔助系統。

【第6項】一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤系統，適於結合一安裝於一行駛在一車道之車輛的車道變換輔助系統來使用，並包含：

一車道偵測模組，設於一行駛在一車道的車輛，並用來持續地感測該車道的影像，以便根據先前感測的多幅影像產生對應於當前時間點的車道線資料；

一慣性測量單元，設於該車輛，並用來持續地測量該車輛的速度、角速度及加速度以產生一包含該速度、該角速度及該加速度的測量結果；及

一處理單元，電連接該車道偵測模組及該慣性測量單元以接收來自該車道偵測模組的該車道線資料和來自該慣性測量單元的該測量結果，且適於連接該車道變換輔助系統，並且當接收到由該車道變換輔助系統所估算出相對於該車輛的一參考點在該當前時間點之位置的參考車道變換軌跡曲線時，執行以下操作

根據該車道線資料，估算出該車輛的該參考點在該當前時間點之位置的當前位置資料，

根據該測量結果，估算出該車輛在未來單位時間內的縱向位移量、側向位移量及方位角偏移量，其中該處理單元先利用卡爾曼濾波方式濾除該角速度及該加速度的雜訊後，然後根據濾波後的該角速度及該加速度並利用卡爾曼估測方式估算出該車輛的偏航率及側向加速度，並且根據該偏航率、該側向加速度及該單位時間估算出該方位角偏移量和該側向位移量，以及根據該速度、該偏航率及該單位時間估算出該縱向位移量，

根據估算出的該當前位置資料、該縱向位移量、該側向位移量、及該方位角偏移量並利用座標轉換方式，將該參考車道變換軌跡曲線轉換成相對於該車輛的該參考點在未來單位時間點之估算位置的車道變換軌跡曲線，

將該車道變換軌跡曲線分解成一側向軌跡曲線及一縱向軌跡曲線，及

根據一預定加速度門檻及、一預定急跳度門檻及該側向軌跡曲線且利用一預定梯形加速度曲線模型，產生一目標側向軌跡曲線，以使該目標側向軌跡曲線經過二次微分處理後所獲得的目標側向加速度曲線的加速度值的絕對值不大於該預定加速度門檻，並且該目標側向軌跡曲線經過三次微分處理後所獲得的目標側向急跳度曲線的急跳度值的絕對值不大於該預定急跳度門檻。

【第7項】 一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤系統，適於結合一安裝於一行駛在一車道之車輛的車道變換輔助系統來使用，並包含：

一車道偵測模組，設於一行駛在一車道的車輛，並用來持續地感測該車道的影像，以便根據先前感測的多幅影像產生對應於當前時間點的車道線資料；

一慣性測量單元，設於該車輛，並用來持續地測量該車輛的速度、角速度及加速度以產生一包含該速度、該角速度及該加速度的測量結果；及

一處理單元，電連接該車道偵測模組及該慣性測量單元以接收來自該車道偵測模組的該車道線資料和來自該慣性測量單元的該測量結果，且適於連接該車道變換輔助系統，並且當接收到由該車道變換輔助系統所估算出相對於該車輛的一參考點在該當前時間點之位置的參考車道變換軌跡曲線時，執行以下操作：

根據該車道線資料，估算出該車輛的該參考點在該當前時間點之位置的當前位置資料；

根據該測量結果，估算出該車輛在未來單位時間內縱向位移量、側向位移量及方位角偏移量；

根據估算出的該當前位置資料、該縱向位移量、該側向位移量、及該方位角偏移量並利用座標轉換方式，將該參考車道變換軌跡曲線轉換成相對於該車輛的該參考點在未來單位時間點之估算位置的車道變換軌跡曲線；

將該車道變換軌跡曲線分解成一側向軌跡曲線及一縱向軌跡曲線；及

對該側向軌跡曲線進行兩次微分處理以獲得一參考曲線；利用一預定梯形加速度曲線模型修正該參考曲

線，以獲得一參考側向加速度曲線，其中該參考側向加速度曲線具有一具有不小於零的加速度值的第一梯形曲線段，以及一連接該第一梯形曲線段且具有不大於零的加速度值的第二梯形曲線段，並且該第二梯形曲線段在加速度值上映射於該第一梯形曲線段；根據該參考側向加速度曲線、一預定加速度門檻及一預定急跳度門檻，規劃出一作為目標側向加速度曲線的類正弦波曲線，以使該類正弦波曲線具有一具有不小於零但不大於該預定加速度門檻的加速度值的第一曲線段，以及一連接該第一曲線段且具有不大於零而其絕對值不大於該預定加速度門檻的加速度值的第二曲線段，其中該第一曲線段及該二曲線段其中每一者經過一次微分處理後具有不大於該預定急跳度門檻的絕對值大小；及對該目標側向加速度曲線進行兩次積分處理以獲得一目標側向軌跡曲線，以致該目標側向軌跡曲線經過二次微分處理後所獲得的該目標側向加速度曲線的加速度值的絕對值不大於該預定加速度門檻，並且該目標側向軌跡曲線經過三次微分處理後所獲得的目標側向急跳度曲線的急跳度值的絕對值不大於該預定急跳度門檻。

【第8項】 如請求項6或7所述的用於車道變換控制的側向軌跡追蹤系統，其中，該慣性測量單元包含：

- 一陀螺儀，操作來感測該車輛的該角速度；
- 一加速度計，操作來感測該車輛的該加速度；及
- 一速度感測器，操作來感測該車輛的該速度。

【第9項】如請求項6或7所述的用於車道變換控制的側向軌跡追蹤系統，其中，該預定加速度門檻為 3 m/s^2 ，且該預定急跳度門檻為 5 m/s^3 。

【第10項】如請求項6或7所述的用於車道變換控制的側向軌跡追蹤系統，其中，該處理單元根據該縱向軌跡曲線及該目標側向軌跡曲線，產生一相對於該車輛的該參考點在該未來單位時間點之估算位置的目標車道變換軌跡曲線，並將該目標車道變換軌跡曲線輸出至該車道變換輔助系統。

【第11項】一種用於車道變換控制的側向軌跡追蹤系統，適於結合一安裝於一行駛在一車道之車輛的車道變換輔助系統來使用，並包含：

一車道偵測模組，設於一行駛在一車道的車輛，並用來持續地感測該車道的影像，以便根據先前感測的多幅影像產生對應於當前時間點的車道線資料；

一慣性測量單元，設於該車輛，並包含一操作來持續地感測該車輛的角速度的陀螺儀、一操作來持續地感測該車輛的加速度的加速度計、及一操作來持續地感測該車輛的速度的速度感測器，以產生一包含該速度、該角速度及該加速度的測量結果；及

一處理單元，電連接該車道偵測模組及該慣性測量單元以接收來自該車道偵測模組的該車道線資料和來自該慣性測量單元的該測量結果，且適於連接該車道變換輔助系統，並且當接收到由該車道變換輔助系統所估算出相對於該車輛的一參考點在該當前時間點之位置的參考車道

變換軌跡曲線時，執行以下操作：

根據該車道線資料，估算出該車輛的該參考點在該當前時間點之位置的當前位置資料；

根據該測量結果，估算出該車輛在未來單位時間內的縱向位移量、側向位移量及方位角偏移量，其中該處理單元先利用卡爾曼濾波方式濾除該角速度及該加速度的雜訊後，然後根據濾波後的該角速度及該加速度並利用卡爾曼估測方式估算出該車輛的偏航率及側向加速度，並且根據該偏航率、該側向加速度及該單位時間估算出該方位角偏移量和該側向位移量，以及根據該速度、該偏航率及該單位時間估算出該縱向位移量；

根據估算出的該當前位置資料、該縱向位移量、該側向位移量、及該方位角偏移量並利用座標轉換方式，將該參考車道變換軌跡曲線轉換成相對於該車輛的該參考點在未來單位時間點之估算位置的車道變換軌跡曲線；

將該車道變換軌跡曲線分解成一側向軌跡曲線及一縱向軌跡曲線；

對該側向軌跡曲線進行兩次微分處理以獲得一參考曲線；利用一預定梯形加速度曲線模型修正該參考曲線，以獲得一參考側向加速度曲線，其中該參考側向加速度曲線具有一具有不小於零的加速度值的第一梯形曲線段，以及一連接該第一梯形曲線段且具有不大於零的加速度值的第二梯形曲線段，並且該第二梯形曲線段在加速度值上映射於該第一梯形曲線段；根據該參考側向加速度曲

線、一為 3 m/s^2 的預定加速度門檻及一為 5 m/s^3 的預定急跳度門檻，規劃出一作為目標側向加速度曲線的類正弦波曲線，以使該類正弦波曲線具有一具有不小於零但不大於該預定加速度門檻的加速度值的第一曲線段，以及一連接該第一曲線段且具有不大於零而其絕對值不大於該預定加速度門檻的加速度值的第二曲線段，其中該第一曲線段及該二曲線段其中每一者經過一次微分處理後具有不大於該預定急跳度門檻的絕對值大小；及對該目標側向加速度曲線進行兩次積分處理以獲得一目標側向軌跡曲線，以致該目標側向軌跡曲線經過二次微分處理後所獲得的該目標側向加速度曲線的加速度值的絕對值不大於該預定加速度門檻，並且該目標側向軌跡曲線經過三次微分處理後所獲得的目標側向急跳度曲線的急跳度值的絕對值不大於該預定急跳度門檻；及

根據該縱向軌跡曲線及該目標側向軌跡曲線，產生一相對於該車輛的該參考點在該未來單位時間點之估算位置的目標車道變換軌跡曲線，並將該目標車道變換軌跡曲線輸出至該車道變換輔助系統。

【發明圖式】

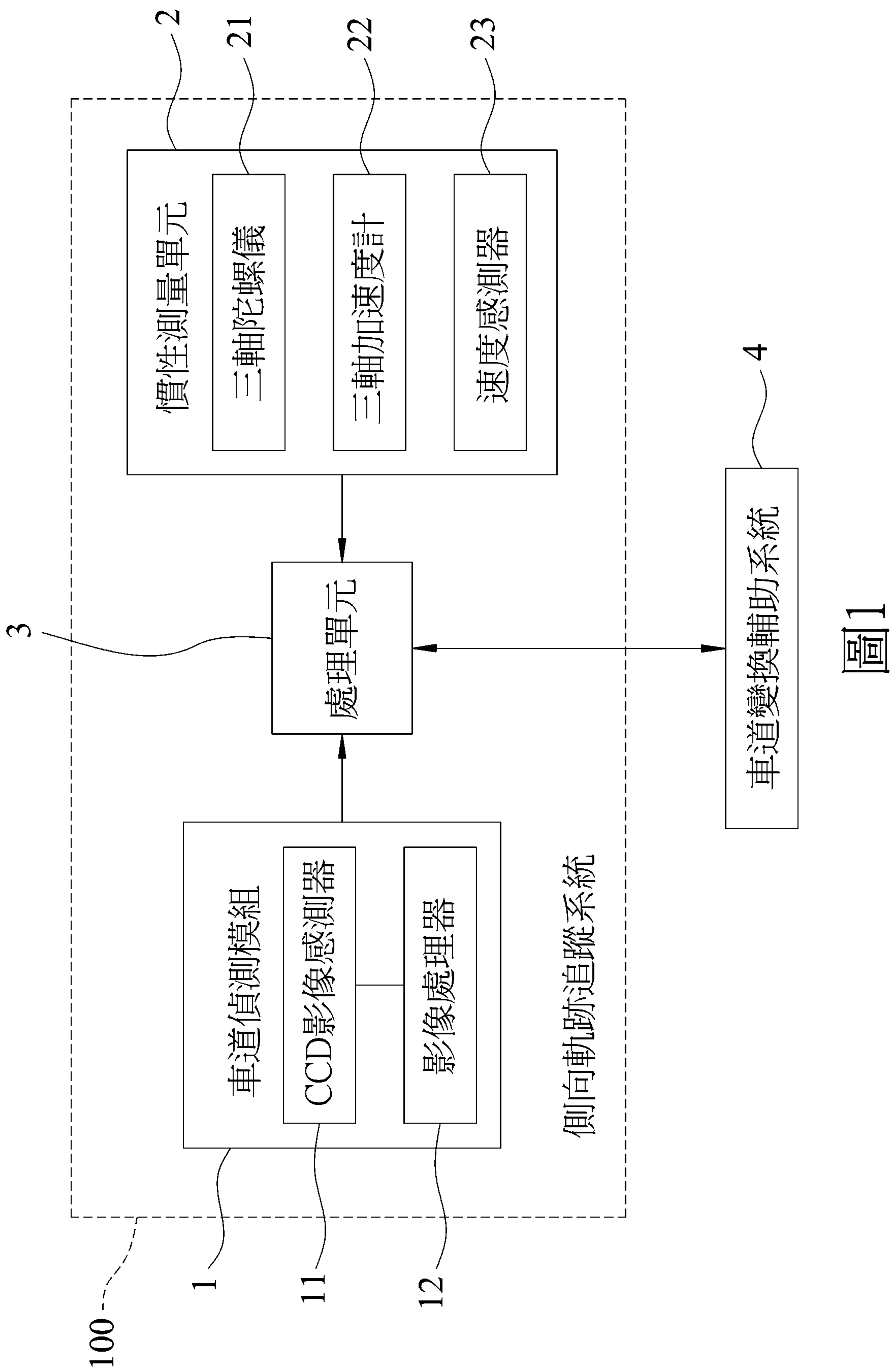


圖1

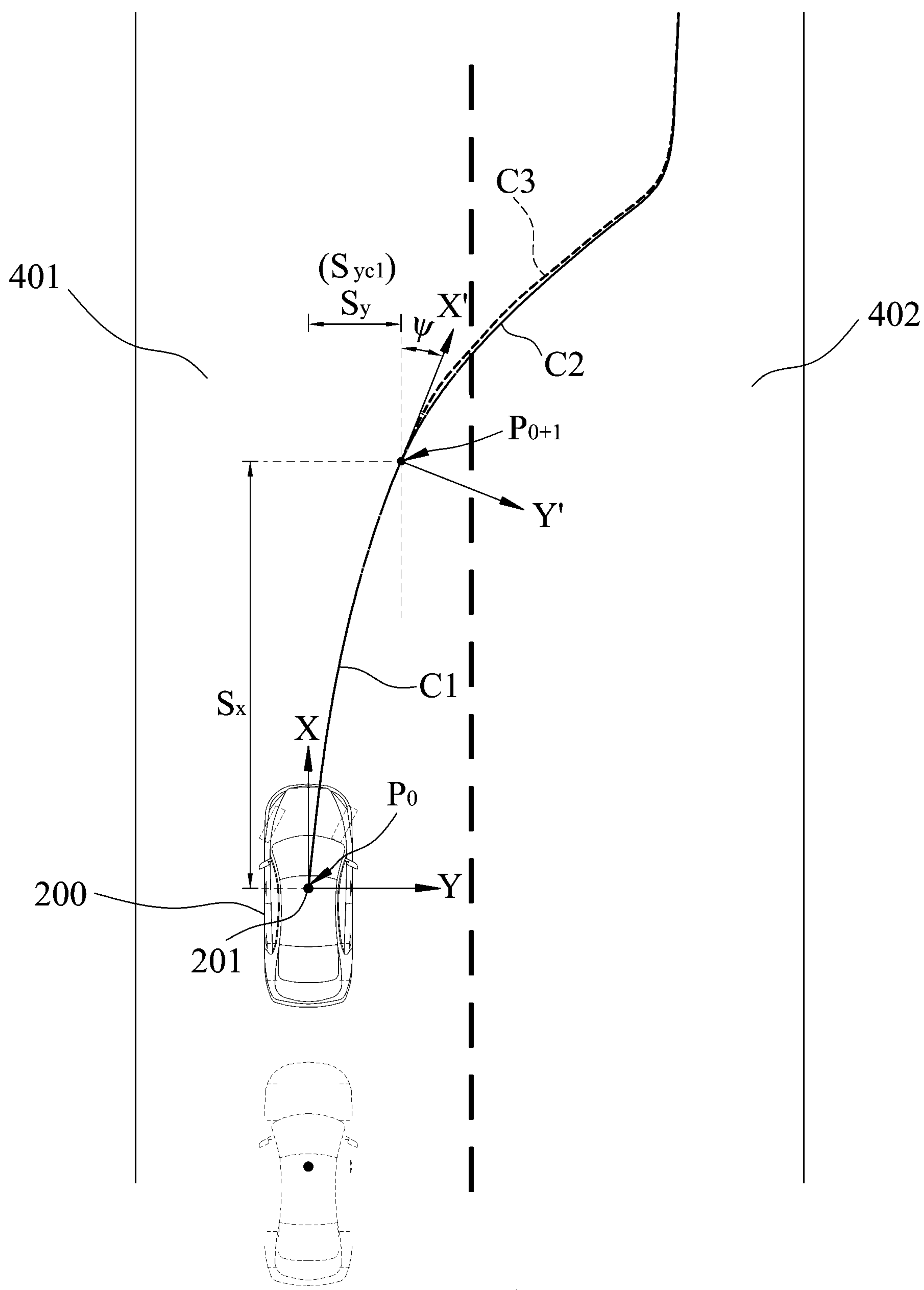


圖2

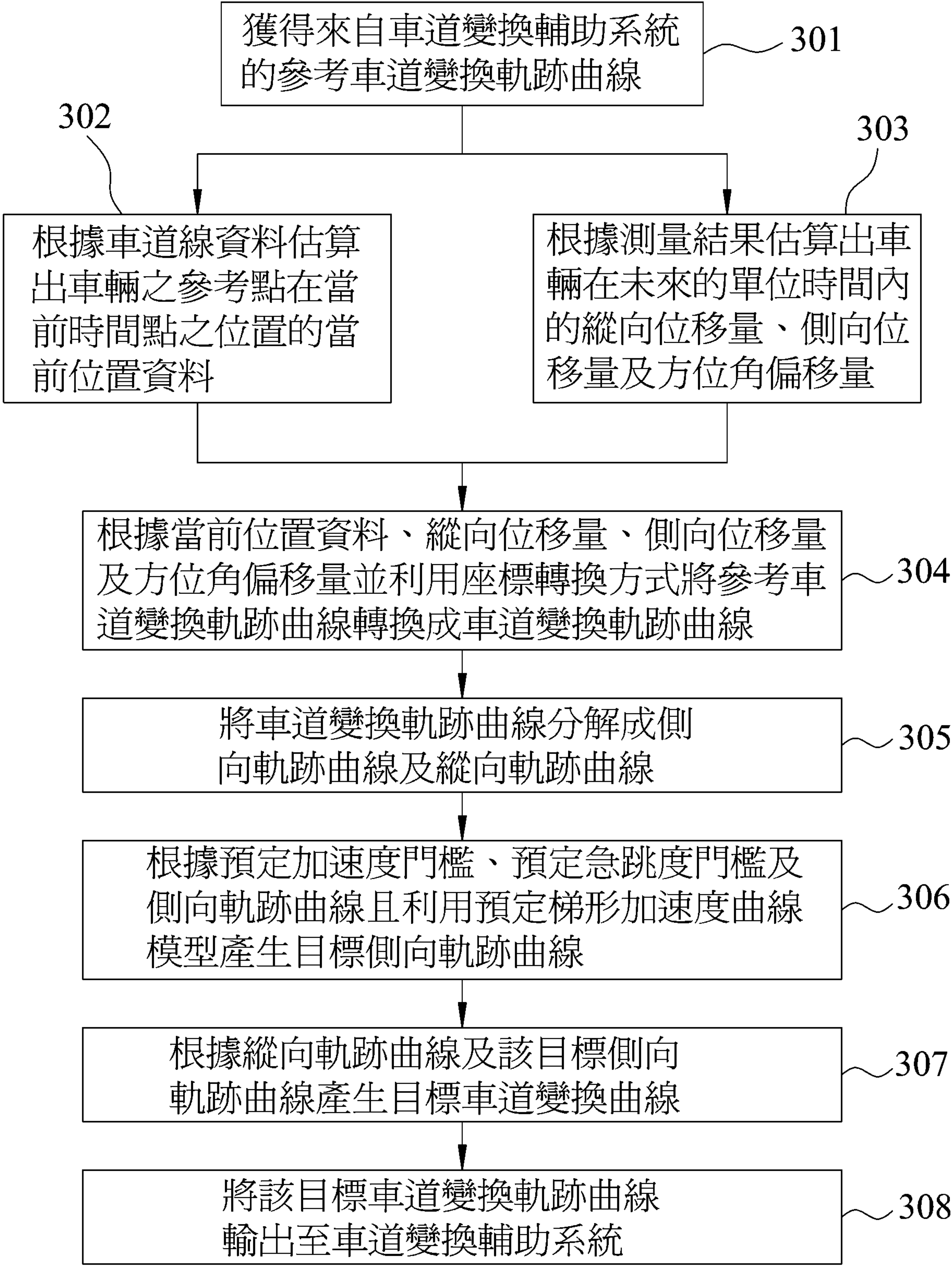


圖3

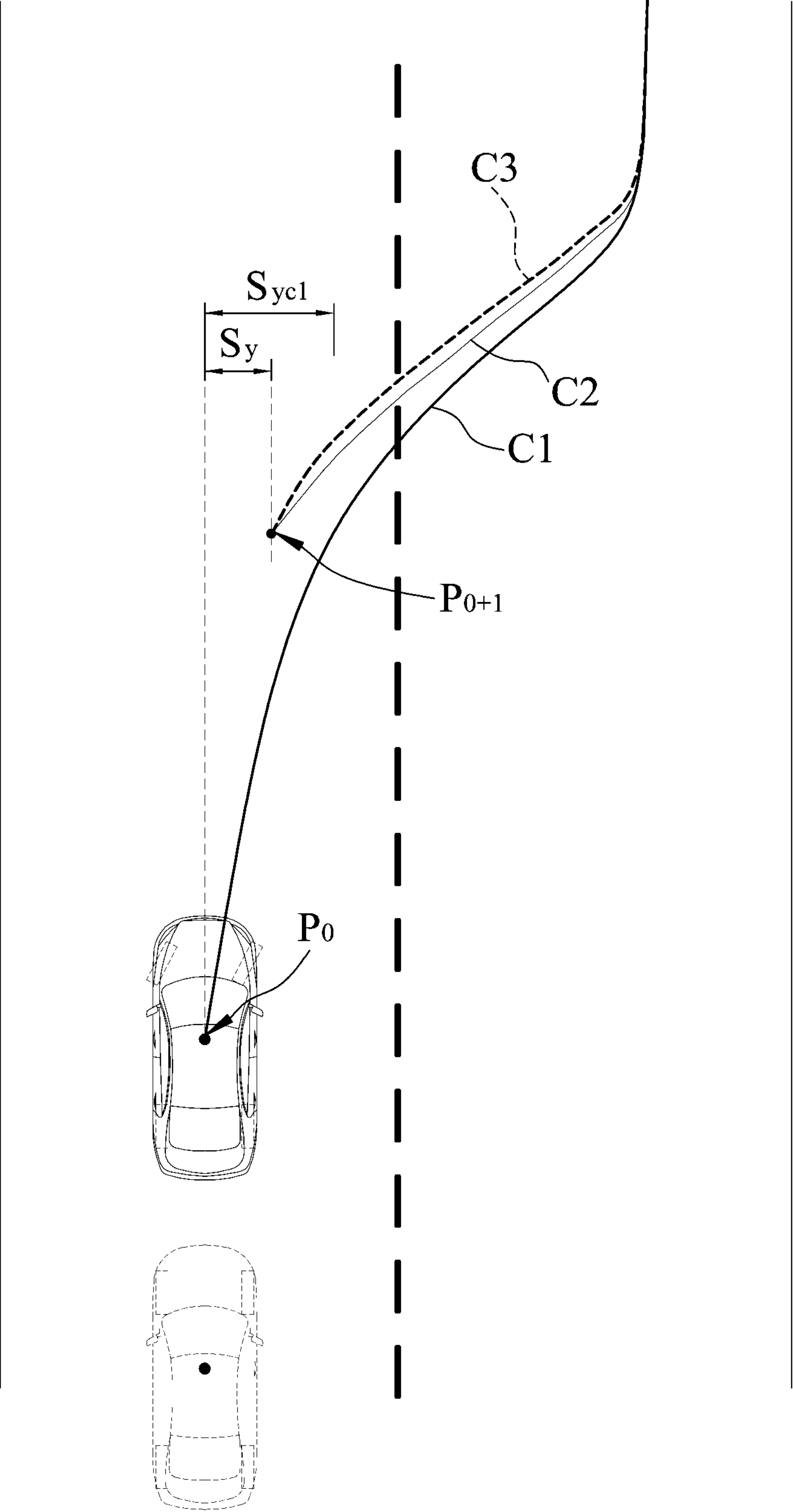


圖4

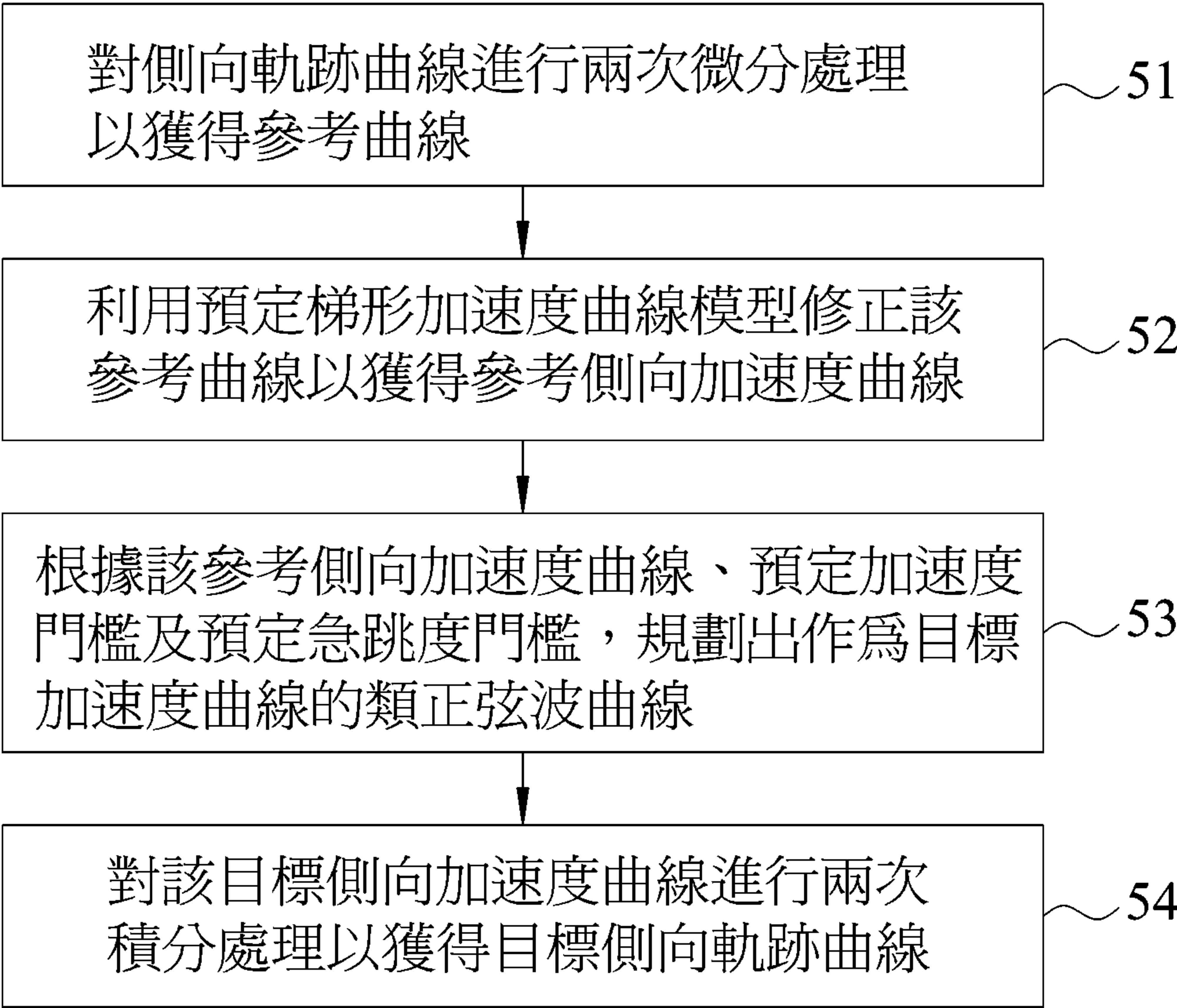


圖5

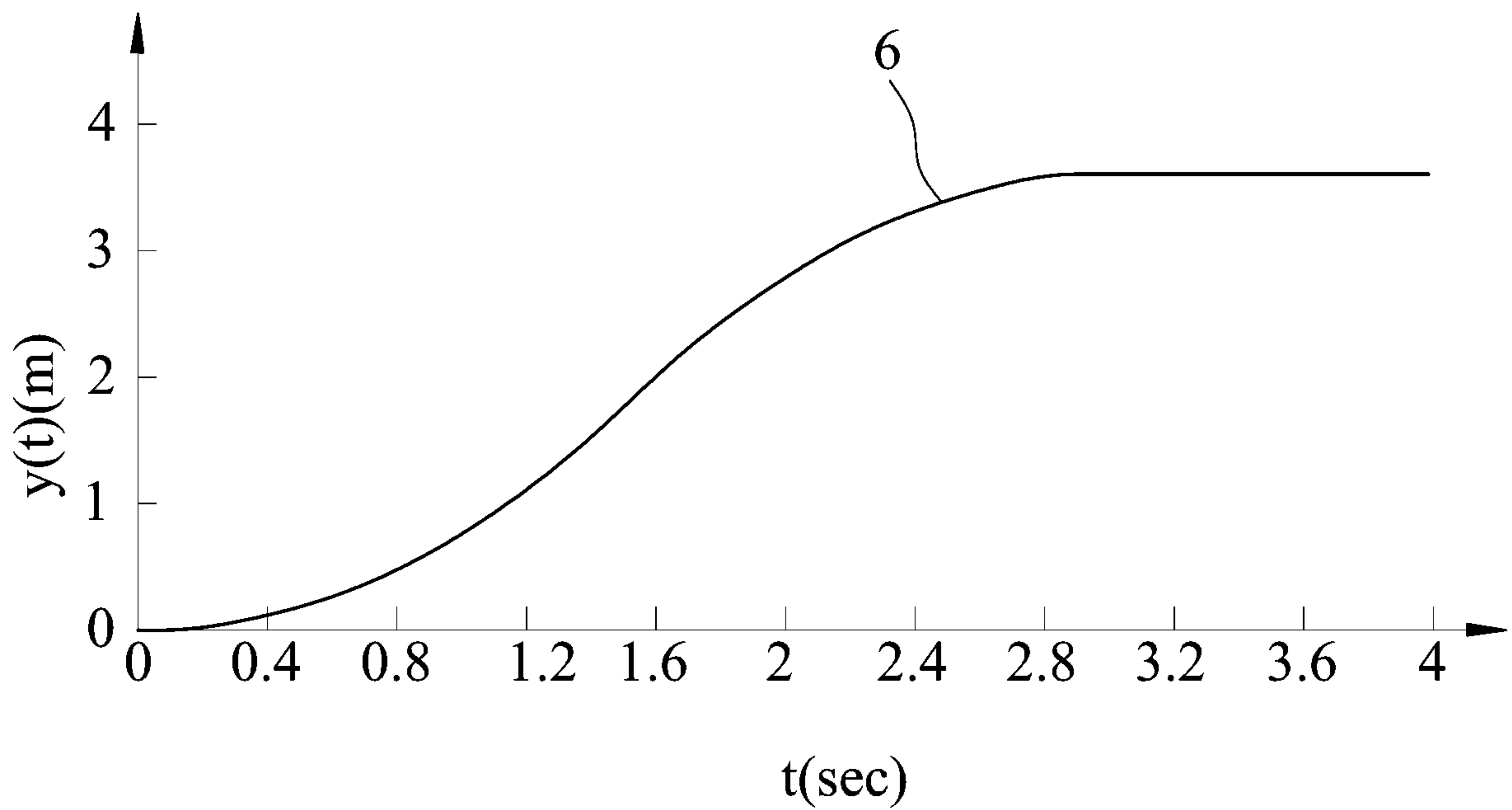


圖6

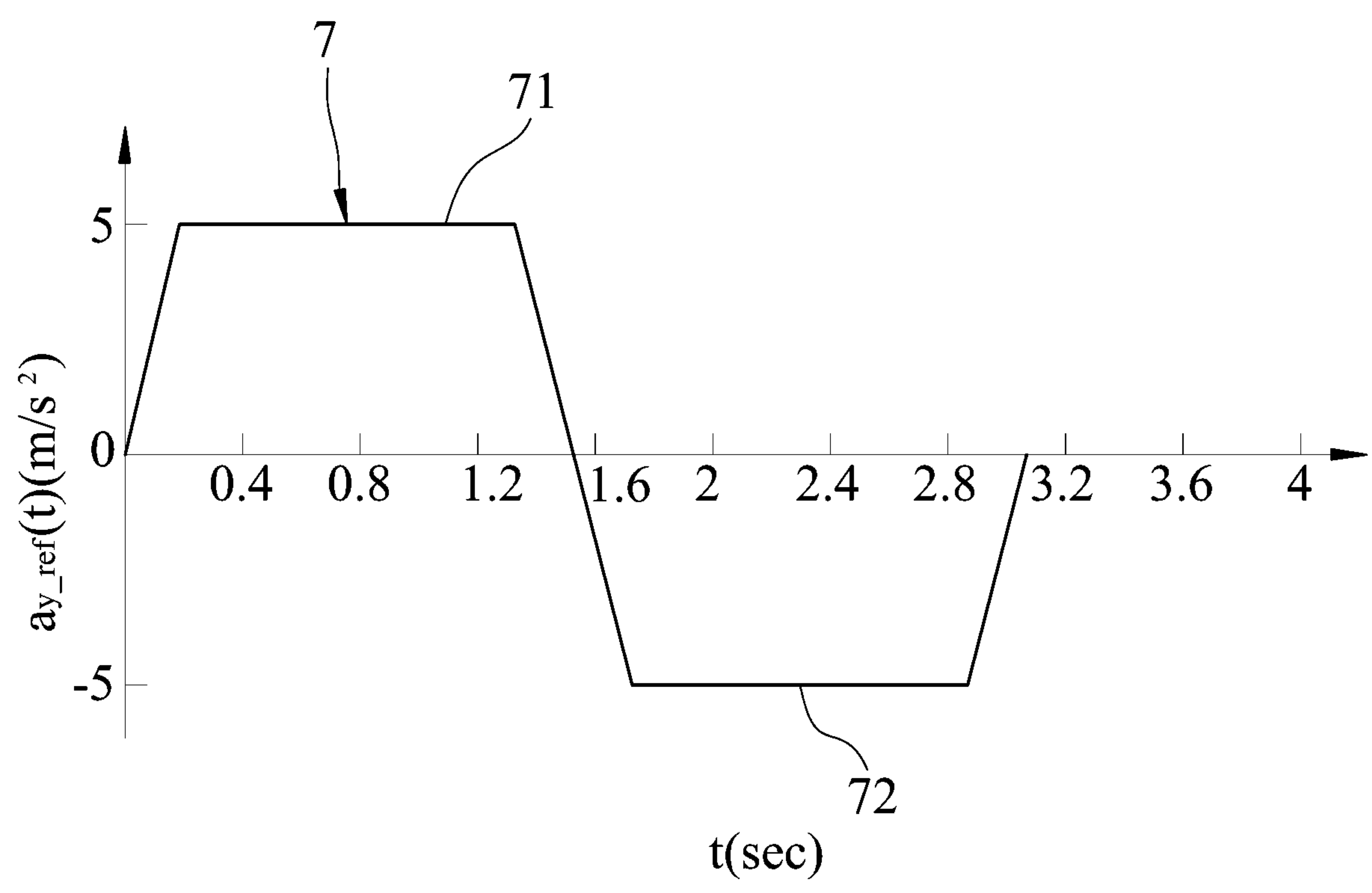


圖7

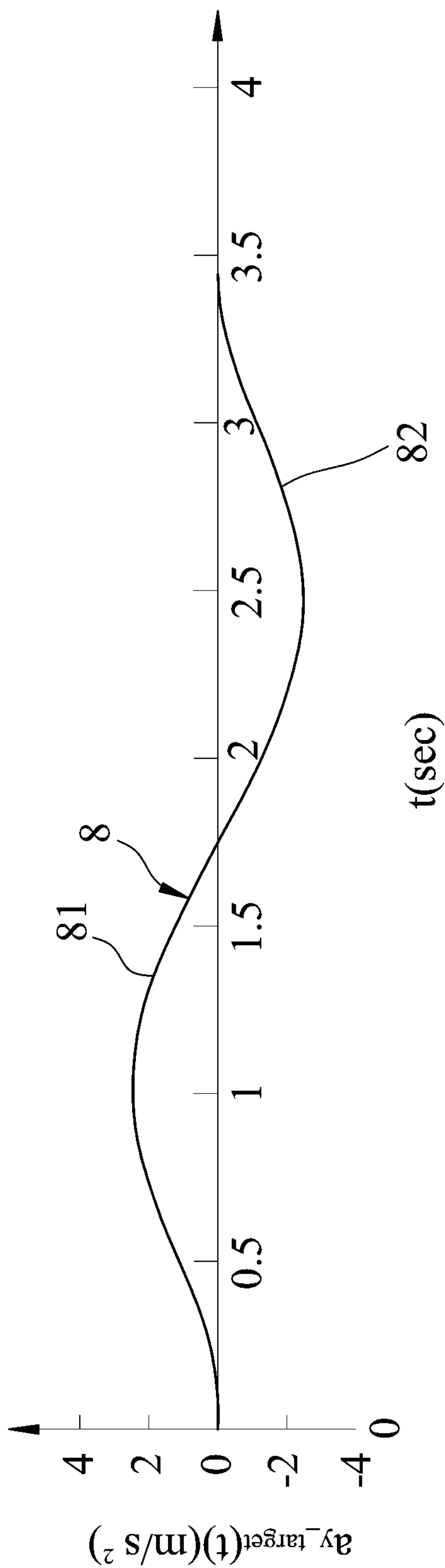


圖8

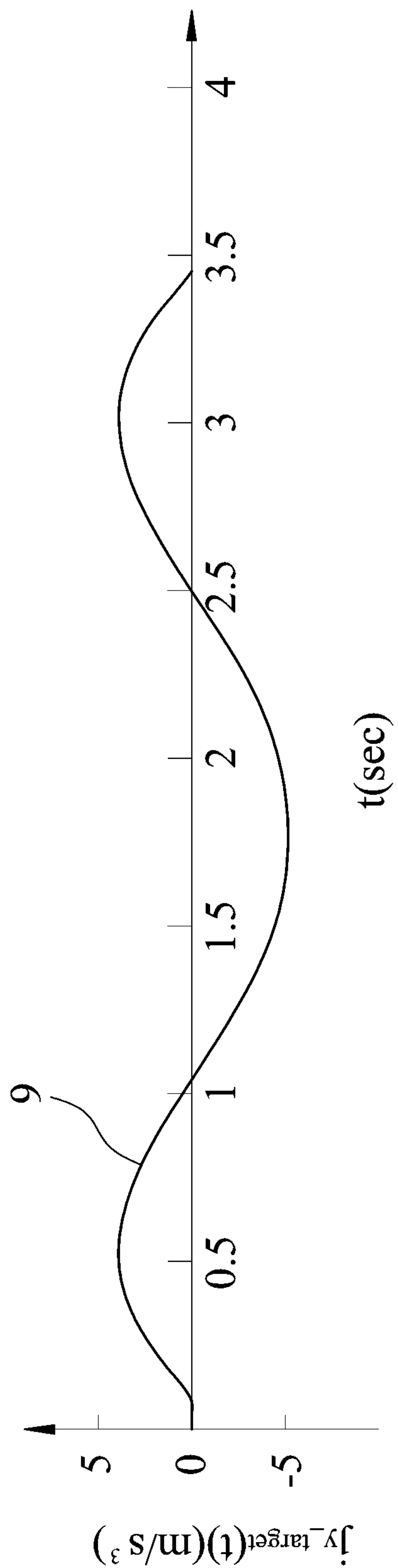


圖9