

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

車輛切換車道之自動控制方法

## 【英文發明名稱】

AUTOMATIC CONTROL METHOD FOR VEHICLE LANE CHANGE

## 【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種車輛切換車道之自動控制方法，尤其是指一種利用模糊控制技術控制方向盤轉動角度比例以及油門與煞車的比值的輸出數據，使車輛自動且安全的完成車道的切換動作的創新方法。

## 【先前技術】

【0002】 自動駕駛技術目前已成為車輛運輸載具的風潮，未來更可能成為車輛運輸載具的必要配備，這是因為車輛運輸載具會因自動駕駛技術的變革而減少交通事故，使車輛的行駛更具安全性。

【0003】 因此，為了尋求更安全的駕駛方式以及更有效率的道路使用環境，各大車廠一直積極投入自動輔助駕駛或是自動駕駛系統的開發，好讓車輛可自動協助駕駛者進行決策或進而介入控制車輛，達到直接避免意外事故的目標。

【0004】 以福斯汽車所開發的自動科技(Temporary Auto Pilot,TAP) 為例，其最高能夠在時速 130 公里的行車速度下，自動控制車輛的加速和剎車。該 TAP 系統包含了雷達、相機、超音波感測器各元件，主要在駕駛人的監督之下，透過 TAP 系統的執行，確保車輛行駛的安全性。不過福斯汽車開發的 TAP 技術並不是用來完全取代駕駛人的角色，而是協助駕駛人達到更輕鬆、更安全的行車經驗。

【0005】 目前各大車廠更進一步針對自主式自動駕駛技術進行開發。所謂自主式自動駕駛是指車輛在沒有人類的幫助下，自行決定要採取的動作，以完成行車目標。因此，運動規劃(motion planning)是自主式自動駕駛最重要也是最基本所必須克服的問題，即如何在起點與終點之間，規劃一條不會碰到障礙物的路徑，來確保行車的安全性，是自主式自動駕駛技術的重要課題。

【0006】 請參看我國證書號 TW I365145、I434239 以及 I535589，皆是揭示車輛自動駕駛的技術。其中，TW I365145 是揭示一種可以在移動載具前進時辨識影像中之影像特徵以作為車道偏移輔助/警示的依據，以及在車輛後退時產生移動載具輔助軌跡並根據距離之估測進行俯瞰視角轉換或發出警示訊息之方法與系統。TW I434239 是關於一種感測本車後方之影像資訊，以定義出一左車道、一右車道與本車道各自對應的感興趣區域，再藉由偵測三感興趣區域中是否有方向燈閃爍，以判斷出後方是否有可能造成危害之來車，並適

時對本車之駕駛人提出警示，而使駕駛人注意本車與後方來車之間的相對距離，以提昇駕駛者於行車過程中對於行車環境之警覺性的技術。至於 TW I535589 則是透過與車輛的控制系統整合，並持續偵測車輛周圍環境，且找出與本車目的地行駛方向相同的車輛，並以自動駕駛方式進行跟車以自動將車輛行駛至目的地，主要透過辨識前車方向燈的燈號可及早判斷前車行駛方向與行車狀態，減少緊急剎車與車輛間碰撞並可提高行車效率的主動式自動駕駛輔助系統與方法。

【0007】 上述 TW I365145 與 TW I434239 是針對如何令車輛不偏離車道以及主車與後車之間是否保持安全距離進行技術開發，而 TW I535589 則是一種跟車技術。

【0008】 另參 TW I490520，其提出了一微波技術應用都卜勒效應 (Doppler Effect) 於天線系統，協助偵測鄰近車道前、後方有無車輛接近，並且判斷駕駛切換車道後，是否在所規定安全距離外。利用天線微波技術可以偵測鄰近車道前、後方車輛的位置，而都卜勒效應則能由發射信號頻率與接收到的反射信號頻率之頻率偏移，可得知待測車輛之速度，再與自身車輛互相比較，即可預估在切換車道後，車與車之間是否維持預設的安全距離。

【0009】 今，本發明人即是鑒於無人駕駛車將會成為未來主流，且日後所有新車都將具備部分的自動駕駛功能的趨勢下，因而研發出本發明。

## 【發明內容】

【0010】 本發明之主要目的，係提供一種車輛切換車道之自動控制方法，主要透過將感測器感測資料轉換成適當的導航道路以及障礙與相關標誌，進而適度矯正其駕駛方向、油門及煞車，避免因為行車距離過近、分心駕駛及危險駕駛等人為因素而導致之交通事故，達到安全避障，安全導航的目的。

【0011】 本發明之目的及功效，係由以下技術實現：

【0012】 一種車輛切換車道之自動控制方法，其包含下列步驟：

【0013】 車道環境判斷步驟，根據安裝於一車輛之至少一感知器對所述車輛周圍環境偵測所得之環境資訊，判斷是否可以變換車道；

【0014】 提供一變換車道預設路徑步驟，當判斷可以變換車道時即給予一變換車道的預設路徑，令所述車輛循所述預設路徑進行車道的切換；其中，變換到右邊車道之數學方程式為：

$$【0015】 \quad y_g^{SET}(x_g) = \frac{l_1}{1 + \exp\left(-\rho_1\left(x_g - \frac{l_c}{2}\right)\right)}$$

【0016】 變換到左邊車道之數學方程式為：

$$【0017】 \quad y_g^{SET}(x_g) = \frac{-l_1}{1 + \exp\left(-\rho_1\left(x_g - \frac{l_c}{2}\right)\right)}$$

【0018】 其中， $x_g$  是所述車輛的縱向位置， $y_g$  是所述車輛的橫向位置， $y_g^{SET}$  是所述預設路徑， $\exp$  是指數函數， $l_1$  是車道變換橫向路距參數， $\rho_1$  是車道變換彎曲參數， $l_c$  是車道變換縱向路距參數；

- 【0019】 點亮變換車道預告燈號步驟，根據變換車道之所述預設路徑點亮所述車輛對應側之方向燈；
- 【0020】 持續輸出方向盤轉動角度比例以及油門與煞車的比值步驟，根據所述車輛目前的位移狀態與變換車道之所述預設路徑的誤差進行模糊控制，以得到方向盤轉動角度比例控制輸出模糊變數以及油門與煞車比值控制輸出模糊變數，再將方向盤轉動角度比例控制輸出模糊變數以及油門與煞車比值控制輸出模糊變數進行解模糊化，即可得方向盤轉動角度比例以及油門與煞車比值，所述車輛根據所得之方向盤轉動角度比例以及油門與煞車比值修正方向盤轉動角度以及油門與煞車輸出量，使所述車輛的行駛動態能符合所述預設路徑。
- 【0021】 如上所述之車輛切換車道之自動控制方法，其中，所述車輛周圍的環境資訊包含車道影像、前車車距、與左及/或右方車道上車輛的距離、左及/或右方車道上車輛的速度。
- 【0022】 如上所述之車輛切換車道之自動控制方法，其中，所述感知器為雷達、光學雷達、全球定位系統(GPS)、照相機、攝影機其中之一或二者以上。
- 【0023】 如上所述之車輛切換車道之自動控制方法，其中，所述模糊控制的輸入為：
- 【0024】  $\Delta y_g(x_g) = y_g^{SET}(x_g) - y_g(x_g)$ ；
- 【0025】 其模糊推論規則為：

【0026】 If  $\eta_{A1}\Delta y_g = A_1$  and  $\eta_{B1}\Delta(\Delta y_g) = B_1$ , then  $u_\delta = C_1$ ,

【0027】 If  $\eta_{A2}\Delta y_g = A_2$  and  $\eta_{B2}\Delta(\Delta y_g) = B_2$ , then  $u_{OB} = C_2$ ;

【0028】 其中  $\Delta(\Delta y_g) = \Delta y_g(k) - \Delta y_g(k-1)$ ， $\Delta y_g(k)$  代表目前的數據， $\Delta y_g(k-1)$  代表上一個數據；參數  $\eta_{A1}$ 、 $\eta_{A2}$  及  $\eta_{B1}$ 、 $\eta_{B2}$  為規格化因子，模糊數  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $B_1$ 、 $B_2$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  代表語句狀態；則模糊推論規則的運算式如下：

【0029】 If  $(\eta_{A1}\Delta y_g, \eta_{B1}\Delta(\Delta y_g))$  is  $A_1 \times B_1$ , then  $u_\delta$  is  $C_1$

【0030】 其中， $[A_1 \times B_1](\eta_{A1}\Delta y_g, \eta_{B1}\Delta(\Delta y_g)) = \min[A_1(\eta_{A1}\Delta y_g), B_1(\eta_{B1}\Delta(\Delta y_g))]$  及

【0031】 If  $(\eta_{A2}\Delta y_g, \eta_{B2}\Delta(\Delta y_g))$  is  $A_2 \times B_2$ , then  $u_{OB}$  is  $C_2$

【0032】 其中， $[A_2 \times B_2](\eta_{A2}\Delta y_g, \eta_{B2}\Delta(\Delta y_g)) = \min[A_2(\eta_{A2}\Delta y_g), B_2(\eta_{B2}\Delta(\Delta y_g))]$

【0033】 其中，所述語句狀態為：正大(PB)、正中(PM)、正小(PS)、零(ZE)、負小(NS)、負中(NM)、負大(NB)。

【0034】 如上所述之車輛切換車道之自動控制方法，其中，所述方向盤轉動角度比例控制輸出模糊變數以及所述油門與煞車比值控制輸出模糊變數解模糊化係採用重心解模糊化，其公式為：

$$\text{【0035】 } u_\delta = \eta_{C1} \times \frac{\sum_j C_1(u_{\delta j}) \times u_{\delta j}}{\sum_j C_1(u_{\delta j})}$$

$$\text{【0036】 } u_{OB} = \eta_{C2} \times \frac{\sum_j C_2(u_{OBj}) \times u_{OBj}}{\sum_j C_2(u_{OBj})}$$

【0037】 其中， $\eta_{c1}$  及  $\eta_{c2}$  是解規格化因子， $u_s$  是方向盤轉動角度比例， $u_{OB}$  是油門與煞車的輸出比值，若為正值，代表踩油門，若為負值，代表踩煞車。

### 【圖式簡單說明】

【0038】 第一圖：本發明之車輛切換車道之自動控制方法的步驟流程圖

【0039】 第二圖：變換車道的預設路徑示意圖

【0040】 第三圖：本發明變換車道的模糊控制示意圖

【0041】 第四圖：揭示方向盤轉動角度比例的模糊控制之歸屬函數圖

【0042】 第五圖：揭示油門與煞車的比值的模糊控制之歸屬函數圖

【0043】 第六圖：以本發明之方法自動控制車輛切換至右邊車道之預設路徑流程圖

【0044】 第七圖：以本發明之方法自動控制車輛切換至左邊車道之預設路徑流程圖

### 【實施方式】

【0045】 為令本發明所運用之技術內容、發明目的及其達成之功效有更完整且清楚的揭露，茲於下詳細說明之，並請一併參閱所揭之圖式及圖號：

【0046】 請參看第一圖，係揭示本發明之車輛切換車道之自動控制方

## 法的步驟流程圖

【0047】 本發明之車輛切換車道之自動控制方法，其步驟包含：車道環境判斷步驟（1 1）、提供一變換車道預設路徑步驟（1 2）、點亮變換車道預告燈號步驟（1 3）以及持續輸出方向盤轉動角度比例以及油門與煞車的比值步驟（1 4）；其中：

【0048】 車道環境判斷步驟（1 1），係在車輛安裝至少一感知器，由該感知器偵測車輛周圍環境，並依此得到車輛周圍之環境資訊，車上微電腦即根據該環境資訊判斷車輛是否可以或需要變換車道；其中，該車輛周圍的環境資訊包含有車道影像、前車車距、與左及/或右方車道上車輛的距離、左及/或右方車道上車輛的速度；而該感知器則可為雷達、光學雷達、全球定位系統(GPS)、照相機、攝影機其中之一或二者以上；其中，雷達、光學雷達係用於定位以及障礙物檢測，全球定位系統(GPS)用於定位，照相機、攝影機則用於基於深度學習的物體識別以及定位輔助。

【0049】 提供一變換車道預設路徑步驟（1 2），當車上微電腦判斷可以變換車道時即根據該環境資訊提供一變換車道的預設路徑（請參看第二圖），令車輛循所提供的預設路徑進行車道的切換；其中，當車輛欲由目前車道變換到右邊車道之預設路徑的數學方程式為：

$$\text{【0050】 } y_g^{\text{SET}}(x_g) = \frac{l_1}{1 + \exp\left(-\rho_1\left(x_g - \frac{l_c}{2}\right)\right)}$$



【0051】 當車輛欲由目前車道變換到左邊車道之預設路徑的數學方程式為：

$$【0052】 \quad y_g^{SET}(x_g) = \frac{-l_1}{1 + \exp\left(-\rho_1\left(x_g - \frac{l_c}{2}\right)\right)}$$

【0053】 其中， $x_g$  是所述車輛的縱向位置， $y_g$  是所述車輛的橫向位置， $y_g^{SET}$  是所述預設路徑， $\exp$  是指數函數， $l_1$  是車道變換橫向路距參數，其以向右橫向路距為正參數，而以向左橫向路距為負參數， $\rho_1$  是車道變換彎曲參數， $l_c$  是車道變換縱向路距參數；

【0054】 點亮變換車道預告燈號步驟（13），係根據車上微電腦所提供之預設路徑係向右變換車道或向左變換車道，進一步點亮向右變換車道或向左變換車道時該車輛對應該側之方向燈，以通知後方來車注意本車輛欲進行車道變換；

【0055】 持續輸出方向盤轉動角度比例以及油門與煞車的比值步驟（14），在車輛開始依據預設路徑進行車道變換時，車上微電腦會進一步根據車輛目前的位移狀態與系統所提供之預設路徑間的誤差進行模糊控制（請參看第三圖），以得到方向盤轉動角度比例控制輸出模糊變數以及油門與煞車比值控制輸出模糊變數，再分別針對方向盤轉動角度比例控制輸出模糊變數以及油門與煞車比值控制輸出模糊變數進行解模糊化，而分別得到方向盤轉動角度比例以及油門與煞車比值，車輛再根據所得之方向盤轉動角度比例以及油門與煞車比值修正方向盤轉動角

度( $\delta$ )以及油門(OIL)與煞車(BRAKE)輸出量，如此反覆執行使車輛的行駛動態能符合所述預設路徑，直到車輛完成車道變換的動作。

【0056】 其中，進行車輛目前的位移狀態與系統所提供之預設路徑間的誤差的模糊控制時，該模糊控制的輸入為：

【0057】  $\Delta y_g(x_g) = y_g^{\text{SET}}(x_g) - y_g(x_g)$ ；

【0058】 方向盤轉動角度比例模糊推論規則為：

【0059】 If  $\eta_{A1}\Delta y_g = A_1$  and  $\eta_{B1}\Delta(\Delta y_g) = B_1$ , then  $u_\delta = C_1$ ，

【0060】 其中  $\Delta(\Delta y_g) = \Delta y_g(k) - \Delta y_g(k-1)$ ， $\Delta y_g(k)$  代表目前的數據， $\Delta y_g(k-1)$  代表上一個數據；參數  $\eta_{A1}$  及  $\eta_{B1}$  為規格化因子，模糊數  $A_1$ 、 $B_1$ 、 $C_1$  代表語句狀態；則方向盤轉動角度比例模糊推論規則的運算式如下：

【0061】 If  $(\eta_{A1}\Delta y_g, \eta_{B1}\Delta(\Delta y_g))$  is  $A_1 \times B_1$ , then  $u_\delta$  is  $C_1$ ；

【0062】 其中， $[A_1 \times B_1](\eta_{A1}\Delta y_g, \eta_{B1}\Delta(\Delta y_g)) = \min[A_1(\eta_{A1}\Delta y_g), B_1(\eta_{B1}\Delta(\Delta y_g))]$ ；

【0063】 其中，語句狀態為：正大(PB)、正中(PM)、正小(PS)、零(ZE)、負小(NS)、負中(NM)、負大(NB)，其歸屬函數圖如第四圖所示，而模糊控制規則表則如表 1 所示。

【0064】 表 1 模糊控制規則表

$u_\delta(k)$	$\eta_{B1}\Delta(\Delta y_g(k))$							
		PB	PM	PS	ZE	NS	NM	NB
$\eta_{A1}\Delta y_g(k)$	NB	NB	NB	NB	NM	NM	NS	ZE
	NM	NB	NB	NM	NM	NS	ZE	ZE
	NS	NM	NM	NS	NS	ZE	PS	PS
	ZE	NM	NS	NS	ZE	PS	PS	PM

	PS	NS	NS	ZE	PS	PS	PM	PM
	PM	ZE	ZE	PS	PM	PM	PB	PB
	PB	ZE	PS	PM	PM	PB	PB	PB

【0065】 而油門與煞車比值模糊推論規則為：

【0066】 If  $\eta_{A_2}\Delta y_g = A_2$  and  $\eta_{B_2}\Delta(\Delta y_g) = B_2$ , then  $u_{OB} = C_2$  ;

【0067】 其中  $\Delta(\Delta y_g) = \Delta y_g(k) - \Delta y_g(k-1)$ ， $\Delta y_g(k)$  代表目前的數據， $\Delta y_g(k-1)$  代表上一個數據；參數  $\eta_{A_2}$  及  $\eta_{B_2}$  為規格化因子，模糊數  $A_2$ 、 $B_2$ 、 $C_2$  代表語句狀態；則油門與煞車比值模糊推論規則的運算式如下：

【0068】 If  $(\eta_{A_2}\Delta y_g, \eta_{B_2}\Delta(\Delta y_g))$  is  $A_2 \times B_2$ , then  $u_{OB}$  is  $C_2$  ;

【0069】 其中， $[A_2 \times B_2](\eta_{A_2}\Delta y_g, \eta_{B_2}\Delta(\Delta y_g)) = \min[A_2(\eta_{A_2}\Delta y_g), B_2(\eta_{B_2}\Delta(\Delta y_g))]$ ；

【0070】 其中，所述語句狀態為：正大(PB)、正中(PM)、正小(PS)、零(ZE)、負小(NS)、負中(NM)、負大(NB)，其歸屬函數圖如第五圖所示，而模糊控制規則表則如表 2 所示。

【0071】 表 2 模糊控制規則表

$u_{OB}(k)$	$\eta_{B_2}\Delta(\Delta y_g(k))$							
		PB	PM	PS	ZE	NS	NM	NB
$\eta_{A_2}\Delta y_g(k)$	NB	NB	NB	NB	NM	NM	NS	ZE
	NM	NB	NB	NM	NM	NS	ZE	ZE
	NS	NM	NM	NS	NS	ZE	PS	PS
	ZE	NM	NS	NS	ZE	PS	PS	PM
	PS	NS	NS	ZE	PS	PS	PM	PM
	PM	ZE	ZE	PS	PM	PM	PB	PB
	PB	ZE	PS	PM	PM	PB	PB	PB

【0072】 又，方向盤轉動角度比例控制輸出模糊變數解模糊化係採用重心解模糊化，其公式為：

$$\text{【0073】 } u_{\delta} = \eta_{c1} \times \frac{\sum_j c_1(u_{\delta j}) \times u_{\delta j}}{\sum_j c_1(u_{\delta j})}$$

【0074】 其中， $\eta_{c1}$ 是解規格化因子， $u_{\delta}$ 是方向盤轉動角度比例。

【0075】 而油門與煞車比值控制輸出模糊變數亦採用重心解模糊化，其公式為：

$$\text{【0076】 } u_{OB} = \eta_{c2} \times \frac{\sum_j c_2(u_{OBj}) \times u_{OBj}}{\sum_j c_2(u_{OBj})}$$

【0077】 其中， $\eta_{c2}$ 是解規格化因子， $u_{OB}$ 是油門與煞車的輸出比值，若為正值，代表踩油門，若為負值，代表踩煞車。

【0078】 請參看第六圖，為以本發明之方法自動控制車輛切換至右邊車道之預設路徑流程圖。於執行變換至右邊車道預設路徑時，其程序為：

【0079】 程序(一)車上之感知器會先偵測右方是否有車，若右方有車則不能右轉並回到程序(一)，若右方無車則進入程序(二)；

【0080】 程序(二)偵測後方是否有車，若後方有車則進入程序(三)，若後方無車則進入程序(五)；

- 【0081】 程序(三)量測本車輛與後方車輛之安全距離及速度，再進入程序(四)；
- 【0082】 程序(四)判斷切換至右邊車道是否安全，若不安全，不能右轉並回到程序(一)；若安全進入程序(五)；
- 【0083】 程序(五)偵測前方是否有車，若前方有車則進入程序(六)，若後方無車則進入程序(八)；
- 【0084】 程序(六)量測本車輛與前方車輛之安全距離及速度，再進入程序(七)；
- 【0085】 程序(七)判斷切換至右邊車道是否安全，若不安全，不能右轉並回到程序(一)；若安全進入程序(八)；
- 【0086】 程序(八)設定預設路徑之參數 $l_1$ 、 $\rho_1$ 、 $l_c$ ，接著進入程序(九)；
- 【0087】 程序(九)執行點亮車輛右側方向燈。
- 【0088】 請參看第七圖，為以本發明之方法自動控制車輛切換至左邊車道之預設路徑流程圖。於執行變換至左邊車道預設路徑時，其程序為：
- 【0089】 程序(一)車上之感知器會先偵測左方是否有車，若左方有車則不能左轉並回到程序(一)，若左方無車則進入程序(二)；
- 【0090】 程序(二)偵測後方是否有車，若後方有車則進入程序(三)，若後方無車則進入程序(五)；

- 【0091】 程序(三)量測本車輛與後方車輛之安全距離及速度，再進入程序(四)；
- 【0092】 程序(四)判斷切換至左邊車道是否安全，若不安全，不能左轉並回到程序(一)；若安全進入程序(五)；
- 【0093】 程序(五)偵測前方是否有車，若前方有車則進入程序(六)，若後方無車則進入程序(八)；
- 【0094】 程序(六)量測本車輛與前方車輛之安全距離及速度，再進入程序(七)；
- 【0095】 程序(七)判斷切換至左邊車道是否安全，若不安全，不能左轉並回到程序(一)；若安全進入程序(八)；
- 【0096】 程序(八)設定預設路徑之參數 $l_1$ 、 $\rho_1$ 、 $l_c$ ，接著進入程序(九)；
- 【0097】 程序(九)點亮車輛左側方向燈。
- 【0098】 以上所舉者僅係本發明之部份實施例，並非用以限制本發明，致依本發明之創意精神及特徵，稍加變化修飾而成者，亦應包括在本專利範圍之內。
- 【0099】 綜上所述，本發明實施例確能達到所預期之使用功效，又其所揭露之具體技術手段，不僅未曾見諸於同類產品中，亦未曾公開於申請前，誠已完全符合專利法之規定與要求，爰依法提出發明專利之申請，懇請惠予審查，並賜准專利，則實感德便。

#### 【符號說明】

- 【0100】 ( 1 1 ) 車道環境判斷步驟
- 【0101】 ( 1 2 ) 提供一變換車道預設路徑步驟
- 【0102】 ( 1 3 ) 點亮變換車道預告燈號步驟
- 【0103】 ( 1 4 ) 持續輸出方向盤轉動角度比例以及油門與煞車的比值  
步驟