

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4895003号
(P4895003)

(45) 発行日 平成24年3月14日(2012.3.14)

(24) 登録日 平成24年1月6日(2012.1.6)

(51) Int. Cl.	F 1		
G 0 8 G 1/00 (2006.01)	G 0 8 G	1/00	X
F 0 2 D 29/02 (2006.01)	F 0 2 D	29/02	3 0 1 D
B 6 0 W 30/12 (2006.01)	B 6 0 W	30/12	
B 6 0 W 10/20 (2006.01)	B 6 0 W	10/20	
B 6 0 W 10/04 (2006.01)	B 6 0 W	10/04	

請求項の数 3 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-16690 (P2006-16690)	(73) 特許権者	591261509
(22) 出願日	平成18年1月25日(2006.1.25)		株式会社エクス・リサーチ
(65) 公開番号	特開2007-199939 (P2007-199939A)		東京都千代田区外神田2丁目19番12号
(43) 公開日	平成19年8月9日(2007.8.9)	(74) 代理人	100139114
審査請求日	平成20年9月26日(2008.9.26)		弁理士 田中 貞嗣
		(74) 代理人	100139103
			弁理士 小山 卓志
		(74) 代理人	100095980
			弁理士 菅井 英雄
		(74) 代理人	100094787
			弁理士 青木 健二
		(74) 代理人	100097777
			弁理士 蕪澤 弘
		(74) 代理人	100091971
			弁理士 米澤 明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動運転制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の車両にそれぞれ搭載されて該複数の車両の自動運転を制御する自動運転制御装置において、

該複数の車両によって隊列を形成して走行する制御を行う隊列形成手段と、

該隊列形成手段によって該複数の車両で隊列走行をしているときに隊列からの離脱制御を行う隊列離脱手段と、

該隊列離脱手段によって隊列から離脱する車両の前方を走行する前方車両と当該車両との車間距離、及び当該車両の後方を走行する後方車両と当該車両との車間距離を広げる制御を行う車間距離確保手段と、

自動運転中には、ステアリング、アクセルペダル、ブレーキペダル、シフトレバー等の各操作手段をニュートラル状態に保持するように制御し、

該車間距離確保手段によって所定の車間距離が確保されると、実運転をドライバが引き継ぐまでの間、ステアリング、アクセルペダル、ブレーキペダル、シフトレバー等の各操作手段を実際の運転状況にあわせて動作させるように制御する制御手段と、を有することを特徴とする自動運転制御装置。

【請求項2】

該制御手段は、該各操作手段を所定位置まで移動させる動作を、所定の時間をかけて行わせることを特徴とする請求項1に記載の自動運転制御装置。

【請求項3】

該制御手段によって、該各操作手段を実際の運転状況にあわせて動作させるように制御した後、ドライバが適正な運転操作を行い得るかどうかを判定する自動運転解除可否判定手段を有することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の自動運転制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車等の移動体車両に搭載され、当該車両の自動運転制御を司る自動運転制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、自動車等の車両の運転を自動的に行う自動運転システムが知られている。このような自動運転システムの下では、たとえば高速道路などを走行する複数の自動車車両は、個別的に走行するよりも、隊列を形成して車両群として走行する方が、省力化や交通緩和などの点で好ましい場合が多いと考えられている。従って、自動運転システムでは、複数の車両により隊列を形成させて、この隊列全体をいかに自動的に隊列走行させるかにつき研究がされている。

【0003】

隊列を形成して隊列走行を行う車両間では、先行車についての制御情報を後続車両に伝送したり、逆に後続車両の制御情報を先行車に伝送したりする。このような車両間での情報交換を通じて、それぞれの車両は、隊列全体のことを考慮しつつ、方向変換、加速あるいは減速などの運転操作を行う隊列走行制御がなされる。隊列走行制御が行われている際には、交通渋滞の緩和を図る等の目的で、車両間の距離は、通常のドライバがマニュアル操作によって運転する場合に比較して、かなり短く設定される。具体的には、隊列走行制御下の車両間の車間距離は数10cm～1m程度まで縮めることが検討されている。従って、隊列走行中の車両が、自動運転からマニュアル操作による運転に切換えて、隊列を離脱しようとする場合には、通常のドライバにとってはかなり高度な運転テクニックを要求されるようなこととなる。このように高度な運転テクニックを通常のドライバに強いるのは現実的ではないため、隊列走行中の車両が、自動運転からマニュアル操作による運転に切換えて、隊列を離脱するような場合については、通常のドライバが対応できる程度の車間距離にまで広げるような何らかの処置を行うことが必要となってくる。

【0004】

上記のようなことに対処するために、例えば、特許文献1（特開2001-273588号公報）には、自車両の操舵制御を行う操舵制御手段と、その自車両の前方または後方を走行する他車両との車間距離を制御する車間距離制御手段と、該操舵制御手段及び車間距離制御手段とを制御することにより、ドライバがマニュアル運転可能な前記自車両を、該他車両と隊列を組んだ状態で自動走行するように制御する隊列走行制御手段とを備える隊列走行制御装置であって、前記隊列走行制御手段は、前記自車両を隊列走行させている状態においてドライバによる隊列走行を解除する旨の操作を検出したときには、前記操舵制御手段による操舵制御を解除することによってドライバのマニュアル操舵を許容すると共に、そのマニュアル操舵によって前記自車両が前記隊列から離脱するまでの期間にわたって、前記車間距離制御手段による車間距離の制御を継続し、さらに、前記期間において、前記車間距離制御手段により、前記自車両と前記前方の他車両との車間距離が次第に長くなるように制御することを特徴とする隊列走行制御装置が開示されている。

【特許文献1】特開2001-273588号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に開示されている隊列走行制御装置では、マニュアル操舵によって自車両が隊列から離脱するまでの期間において、車間距離制御手段により、自車両と前方の他車両との車間距離が次第に長くなるように制御するものであるが、自車両と後方の他車両との

10

20

30

40

50

車間距離については考慮されていない。すなわち、特許文献 1 に開示されている隊列走行制御装置では、ドライバが隊列走行を解除する旨の操作した後、前方を走行する他車両との車間距離は広がるように制御されるのであるが、後方を走行する他車両は、隊列走行制御装置の通常の制御に則って走行するために、自車両との車間距離は依然として短く保つように制御される。後方を走行する他車両がこのように制御されると、ドライバが隊列走行を解除しマニュアル操舵による運転をしようとした後も、自車両の後方にピタリとくっついて走行する車両が存在することとなり、ドライバは後方から追突されるのではないかという多大な恐怖感を感じるようになる。特に、自動運転からマニュアル操舵による運転に切替えた後においては、ドライバはマニュアル操舵による運転に対する勘が戻っていないために、その恐怖感はよりいっそう大きいものとなる。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

このような課題を解決するために、請求項 1 に係る発明は、複数の車両にそれぞれ搭載されて該複数の車両の自動運転を制御する自動運転制御装置において、該複数の車両によって隊列を形成して走行する制御を行う隊列形成手段と、該隊列形成手段によって該複数の車両で隊列走行をしているときに隊列からの離脱制御を行う隊列離脱手段と、該隊列離脱手段によって隊列から離脱する車両の前方を走行する前方車両と当該車両との車間距離、及び当該車両の後方を走行する後方車両と当該車両との車間距離を広げる制御を行う車間距離確保手段と、自動運転中には、ステアリング、アクセルペダル、ブレーキペダル、シフトレバー等の各操作手段をニュートラル状態に保持するように制御し、該車間距離確保手段によって所定の車間距離が確保されると、実運転をドライバが引き継ぐまでの間、ステアリング、アクセルペダル、ブレーキペダル、シフトレバー等の各操作手段を実際の運転状況にあわせて動作させるように制御する制御手段と、を有することを特徴とする。

20

また、請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載の自動運転制御装置において、該制御手段は、該各操作手段を所定位置まで移動させる動作を、所定の時間をかけて行わせることを特徴とする。

また、請求項 3 に係る発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の自動運転制御装置において、該制御手段によって、該各操作手段を実際の運転状況にあわせて動作させるように制御した後、ドライバが適正な運転操作を行い得るかどうかを判定する自動運転解除可否判定手段を有することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、隊列走行中に自動運転からマニュアル操作による運転に変更する際、前方を走行する車両との車間距離に加え、後方を走行する車両との車間距離をも十分に確保することができるので、ドライバは後方から追突されるのではないかという恐怖感を感じることもない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。図 1 は、本発明の実施の形態に係る自動運転制御装置のシステム構成を示す図である。この自動運転制御装置は隊列走行する各車両に搭載される。本実施形態の自動運転制御装置は、電子制御ユニット（以下、ECU と呼ぶ）10 を備えており、この ECU 10 によって自動運転等の制御がなされる。

40

【0009】

本実施形態においては、車両の前部及び後部には CCD カメラ 11 が備えられており、これらの CCD カメラ 11 により車両の前方及びに広がる所定領域内の周辺状況が撮影される。CCD カメラ 11 により撮影された周辺状況の画像データは、ECU 10 において画像処理され、自動運転等の制御のために利用される。

50

【 0 0 1 0 】

12は車両の前方及び後方を走行する他の車両との車間距離を検出するレーザーレーダー、或いはミリ波レーダー等からなる距離センサである。また、13は自車両の車速を検出する車速センサである。距離センサ12及び車速センサ13の情報はECU10に入力され、自動運転等の制御のために利用される。

【 0 0 1 1 】

車両の運転席にはステアリング15が設けられており、このステアリング15の回転に応じてステアリング15の操舵量を検出する操舵角センサ16と、ステアリング15に操舵力を付与するステアリング用のアクチュエータ14がさらに設けられている。

【 0 0 1 2 】

本実施形態の自動運転制御装置では、車両が自動運転モードにあるときは、タイヤ28の操舵角にあわせて、アクチュエータ14によりステアリング15を模擬的に回転操作することはしない、所謂バイ・ワイヤ技術を用いている。すなわち、車両が自動運転モードにあるときは、操舵角センサ16の信号はECU10において利用されず、またアクチュエータ14に対してECU10から信号が入力されることはなく、アクチュエータ14、ステアリング15、操舵角センサ16は、ECU10とは言わば切り離された状態となっている。

【 0 0 1 3 】

ドライバが自動運転を解除し、マニュアル操作による運転モードが選択されると、ECU10がアクチュエータ14を制御することによって、ステアリング15に操舵力を付与し、これによるドライバは操舵感を感じることができる。また、マニュアル操作による運転モード時には、ステアリング15の操舵量を検出する操舵角センサ16からの信号は、ECU10に入力され、タイヤ28の操舵に反映される。

【 0 0 1 4 】

車両の運転席にはアクセルペダル18が設けられており、アクセルペダル18の踏み込みに応じてアクセルペダル18の踏み込み量を検出する踏み込み量検出センサ19と、アクセルペダル18に踏み込み力を付与するアクセルペダル用のアクチュエータ17がさらに設けられている。

【 0 0 1 5 】

本実施形態の自動運転制御装置では、車両が自動運転モードにあるときは、エンジン(モータ)29のスロットルの開度にあわせて、アクチュエータ17によりアクセルペダル18の踏み込み量を模擬的に操作することはしない、所謂バイ・ワイヤ技術を用いている。すなわち、車両が自動運転モードにあるときは、踏み込み量検出センサ19の信号はECU10において利用されず、またアクチュエータ17に対してECU10から信号が入力されることはなく、アクチュエータ17、アクセルペダル18、踏み込み量検出センサ19は、ECU10とは言わば切り離された状態となっている。

【 0 0 1 6 】

ドライバが自動運転を解除し、マニュアル操作による運転モードが選択されると、ECU10がアクチュエータ17を制御することによって、アクセルペダル18に踏み込み力を付与し、これによるドライバは操作感を感じることができる。また、マニュアル操作による運転モード時には、アクセルペダル18の踏み込み量を検出する踏み込み量検出センサ19からの信号は、ECU10に入力され、エンジン(モータ)29のスロットルの開度や変速機30の状態に反映される。

【 0 0 1 7 】

車両の運転席にはシフトレバー21が設けられており、シフトレバー21の位置を検出するレバー位置検出センサ21と、シフトレバー21を所定のレンジ位置に移動させるための駆動力を付与するシフトレバー用のアクチュエータ22がさらに設けられている。

【 0 0 1 8 】

本実施形態の自動運転制御装置では、車両が自動運転モードにあるときは、変速機30の状態にあわせて、アクチュエータ20によりシフトレバー21の位置を模擬的に操作す

10

20

30

40

50

ることはしない、所謂バイ・ワイヤ技術を用いている。すなわち、車両が自動運転モードにあるときは、レバー位置検出センサ 21 の信号は ECU 10 において利用されず、またアクチュエータ 20 に対して ECU 10 から信号が入力されることはなく、アクチュエータ 20、シフトレバー 21、レバー位置検出センサ 21 は、ECU 10 とは言わば切り離された状態となっている。

【0019】

ドライバが自動運転を解除し、マニュアル操作による運転モードが選択されると、ECU 10 がアクチュエータ 20 を制御することによって、シフトレバー 21 に駆動力を付与し、これによってシフトレバー 21 は所定のレンジ位置に移動され、ドライバは変速機 30 がどのような状態にあるかを知ることができる。また、マニュアル操作による運転モード時には、シフトレバー 21 の位置を検出する、レバー位置検出センサ 21 からの信号は、ECU 10 に入力され、変速機 27 の状態に反映される。

10

【0020】

なお、本例では、変速機 30 の操作手段としてシフトレバー 21 を用いるものを挙げたが、他の操作手段を用いることもできる。例えば、変速機 30 の操作手段としては、押下式のスイッチを採用することができる。このようなスイッチを採用した場合には、変速機がどのレンジに入っているかについて表示手段を設けるようにする。この場合、物理的な可動部がないので、アクチュエータ等の構成を要しない。

【0021】

さらに、変速機 30 の操作手段として、操作時には傾倒することによって、所望のレンジに入れることができ、その操作が終わると鉛直方向に直立し中立位置に復帰するような中立復帰レバー式のスイッチを採用することもできる。このようなスイッチを採用した場合には、変速機がどのレンジに入っているかについて表示手段を設けるようにする。この場合、非操作時にはスイッチは常に復帰するように構成されているので、アクチュエータ等の構成を省略することができる。

20

【0022】

車両の運転席にはブレーキペダル 24 が設けられており、ブレーキペダル 24 の踏み込みに応じてブレーキペダル 24 の踏み込み量を検出する踏み込み量検出センサ 25 と、ブレーキペダル 24 に踏み込み力を付与するブレーキペダル用のアクチュエータ 23 がさらに設けられている。

30

【0023】

本実施形態の自動運転制御装置では、車両が自動運転モードにあるときは、ブレーキ 31 の駆動にあわせて、アクチュエータ 23 によりブレーキペダル 24 の踏み込み量を模倣的に操作することはしない、所謂バイ・ワイヤ技術を用いている。すなわち、車両が自動運転モードにあるときは、踏み込み量検出センサ 25 の信号は ECU 10 において利用されず、またアクチュエータ 23 に対して ECU 10 から信号が入力されることはなく、アクチュエータ 23、ブレーキペダル 24、踏み込み量検出センサ 25 は、ECU 10 とは言わば切り離された状態となっている。

【0024】

ドライバが自動運転を解除し、マニュアル操作による運転モードが選択されると、ECU 10 がアクチュエータ 23 を制御することによって、ブレーキペダル 24 に踏み込み力を付与し、これによるドライバは操作感を感じることができる。また、マニュアル操作による運転モード時には、ブレーキペダル 24 の踏み込み量を検出する踏み込み量検出センサ 25 からの信号は、ECU 10 に入力され、ブレーキ 31 や変速機 30 の状態に反映される。

40

【0025】

26 は自車両の周囲に存在する他車両との間で各種情報を送受信するための車間通信機であり、27 は道路網に設置された公共の通信設備と各種情報の送受信を行う交通情報用通信機である。車間通信機 26 や交通情報用通信機 27 で得られた情報は、自動運転の制御のために ECU 10 において利用される。また、ECU 10 は、自車両から他車両に対

50

して自らの運転制御情報を車間通信機 26 によって送信する。このような車間通信機 26 を用いることで、自動運転モードの際に、隊列を形成して隊列走行を行う車両間で先行車についての制御情報を後続車両に伝送したり、逆に後続車両の制御情報を先行車に伝送したりする。

【0026】

自動運転モードの際には、タイヤ 28 の操舵角、エンジン（或いはモータ）29 のスロットルの開度、変速機 30 の状態、ブレーキ 31 の状態は、ECU 10 からの制御信号に基づいて、変更されるように構成されている。また、マニュアル操作による運転モードの際には、ドライバによるステアリング 15、アクセルペダル 18、シフトレバー 21、ブレーキペダル 24 の操作情報は、ECU 10 を経由し、タイヤ 28、エンジン（或いはモータ）29、変速機 30、ブレーキ 31 に伝達される。

10

【0027】

30 は、車両の自動運転を解除し、ドライバのマニュアル操作による運転に変更するための自度運転解除スイッチであり、運転席に設けられている。また、33 はタイヤ 28 の操舵角、エンジン（或いはモータ）29 のスロットルの開度、変速機 30 の状態、ブレーキ 31 の状態等の種々の情報をドライバに報知する、運転席に配置された表示パネルである。

【0028】

以上のようなシステム構成の自動運転制御装置を有する車両が隊列走行中に、自動運転モードを解除し、ドライバによるマニュアル操作による運転に変更する際の挙動の一例につき、図 2 を参照しつつ説明する。図 2 は、車両 51 が隊列走行中に、ドライバが自動運転モードを解除し、マニュアル操作による運転に切り替える際の隊列の挙動を示す図である。このような挙動は、以下に示すように、隊列走行する各車両に搭載された自動運転制御装置が連携し制御するものである。

20

【0029】

図 2 において（A）は、車両 50、車両 51、車両 52 の 3 台により、先頭車両を車両 50 とし、隊列走行を行っている状態が示されている。このような隊列走行時には、車両 50 - 車両 51 間、車両 51 - 車両 52 間は、距離 d_1 に設定される。ここで、距離 d_1 は自動運転制御装置によって設定される、隊列走行中の車両間の車間距離である。この距離 d_1 は、交通渋滞の緩和を図る等の目的で、通常のドライバがマニュアル操作によって運転する場合に比較してかなり短い、数 10 cm ~ 1 m 程度の距離に設定してある。従って、隊列走行中の車両が、自動運転からマニュアル操作による運転に切換えて、隊列を離脱しようとするような場合には、当該車両の前方及び後方に、通常のドライバの運転テクニックでも対応できる程度十分な車間距離を設けるように自動運転制御装置が設定を行う。このような通常のドライバの運転テクニックでも対応できる程度十分な車間距離を、マニュアル操作による運転のための車間距離として定義し、その車間距離は d_2 とする。

30

【0030】

自動運転モードを解除し、ドライバによるマニュアル操作による運転に変更する際の挙動としては、まず（A）の車両 50、車両 51、車両 52 の 3 台によって隊列走行を行っている状態で、車両 51 のドライバが、運転席の自動運転解除スイッチ 32 を操作し、自動運転解除を指示する（図 2 の（1））。この指示を受けた自動運転制御装置の ECU 10 は、車間通信機 26 を用いて、前方を走行している車両 50、後方を走行している車両 52 に対して、車両 51 が自動運転を解除することを通知する（図 2 の（2））。

40

【0031】

次に、図 2（B）に示されるように、車両 50 の自動運転制御装置の ECU 10 は、変速機 30、ブレーキ 31 を制御し減速を行い、前方を走行する車両 50 との車間距離が d_2 となるようにする（図 2 の（3））。また、同時に、車両 51 が自動運転を解除する旨の通知を受けた車両 52 の自動運転制御装置の ECU 10 は、変速機 30、ブレーキ 31 を制御し減速を行い、前方を走行する車両 51 との車間距離が d_2 となるようにする（図 2 の（4））。車両 51 の自動運転制御装置の ECU 10 は、前方を走行する車両 50 及

50

び後方を走行する車両52との車間距離が d_2 であることを、距離センサ12からの情報で確認する。加えて、自動運転制御装置のECU10は、ドライバがマニュアルによって適正な運転操作を行い得るかどうかのチェック確認を行い、この確認ができると自動運転を解除する。このように車両51は隊列走行から離脱する(図2の(5))。

【0032】

このように本実施形態によれば、マニュアル操作による運転に変更する際、前方を走行する車両との車間距離に加え、後方を走行する車両との車間距離をも十分に確保することができる。従って、ドライバは後方から追突されるのではないかという恐怖感を感じることもない。

【0033】

以上が本実施形態の自動運転制御装置による自動運転モードを解除する際の動作である。次に、自動運転制御装置がこのような動作を行うためのフローチャートについて説明する。なお、他のフローチャートに基づいて制御を行っても、本実施形態による自動運転モード解除動作を行い得るものであり、ここで示すフローチャートは、自動運転制御装置を制御するためのあくまで一例に過ぎない。

【0034】

図3は、自動運転モードを解除する車両51の自動運転制御装置の制御のためのフローチャートを示す図である。まず、ドライバにより、運転席の自動運転解除スイッチ32が操作されると、フローが開始され(S100)、自動運転制御装置に対して自動運転解除要求がなされる(S101)。次に、S102において、前方を走行する車両50との車間距離が d_2 より大きく、かつ、後方を走行する車両52との車間距離が d_2 より大きい、という条件に合致するかを判定する。ここで、S102の条件が満たされていればS104に進み、満たされていないならばS103に進み、後述する車間距離を確保するルーチンに入る。

【0035】

S104においては、ステアリング14、アクセルペダル18、シフトレバー21等を適切な位置に動かすようにする。このステップにおける動作では、例えば、ステアリング15で言えば、自動運転におけるタイヤの操舵角にあわせて、ECU10がアクチュエータ14を制御することで、ステアリング15の動きを模擬的に運転状況に合わせて再現する。同様にして、ECU10は、アクチュエータ17、アクチュエータ20、アクチュエータ23を制御することによって、アクセルペダル18、シフトレバー21、ブレーキペダル24それぞれの動きを自動運転による運転状況に合わせて模擬的に再現する。

【0036】

S104の動作が完了すると、次にS105へと進む。S105においては、自動運転の解除の可否が判定される。このステップにおいては、ドライバがマニュアル操舵に適應できるか否かが判定される。自動運転からマニュアル操舵による運転に切換えられた後においては、ドライバはマニュアル操舵による運転に対する勘が戻っていない。このために、自動運転制御装置のECU10は、ドライバがマニュアル操舵によって適正な運転操作を行い得るかどうかのチェック確認を行う。具体的な方法としては、自動運転解除スイッチ32押下後には、ECU10は、ドライバに模擬的な運転操作を行わせる。なお、この段階での本運転は実際にはECU10によるものである。このドライバによる運転操作と自動運転制御装置が最適と判断する運転操作を比較して、一定時間、一定値以内の差異を維持できたことを確認すると、ドライバは適正な運転をすることができると判定し、S106に進み、自動運転を解除した上で、処理を中止する(S107)。これに対して、S105において、ドライバは適正な運転をすることができないと判定されると、S107に進む。S107では、アクチュエータによって、ステアリング14、アクセルペダル18、シフトレバー21等の操作手段はニュートラル位置へと移動させ、自動運転の解除を行わない。そして、S108にて全体の処理を終了する。

【0037】

次に、図3に示されるフローチャートのS103における車間距離を確保するためのル

10

20

30

40

50

ーチンについて説明する。図4は、自動運転モードを解除する車両51の自動運転制御装置が車間距離を確保する制御を行うためのルーチンのフローチャートを示す図である。

【0038】

S110において車間距離確保のルーチンが開始されると、S111でECU10は車間通信機26により、周辺車両に対して、自車両が自動運転を解除する旨の情報を送信する。

【0039】

次に、S112へと進み、距離センサ12からの情報に基づき、前方を走行する車両50との距離と後方を走行する車両52との距離との和をとり、その和が、 d_2 の2倍より大きいか小さいかを判定する。

10

【0040】

ここで、その和が d_2 の2倍より小さいと判定されるとS113へと進み、その和が d_2 の2倍以上であると判定されるとS118へと進む。S113においては、後方を走行する車両52との距離は d_{min} より大きいか小さいかにつき判定がなされる。ここで、距離 d_{min} は、自動運転制御装置による隊列走行において、必要な最低限の車間距離として定義されるものであり、この距離は d_1 より短い距離である。通常の自動運転制御装置による隊列走行においては、ある程度の余裕をもって、車間距離は距離 d_1 に設定されている。

【0041】

S113において、後方を走行する車両52との距離は d_{min} より大きいと判定されると、S114へと進み、自車両を減速させる。

20

【0042】

S113において、後方を走行する車両52との距離は d_{min} 以下であると判定されると、S115へと進み、前方を走行する車両50との車間距離が d_1 より大きいか小さいかにつき判定する。

【0043】

S115において、前方を走行する車両50との車間距離が d_1 より大きいと判定されるとS116へと進む。このステップでは、後方を走行する車両52との距離に余裕はなく、前方を走行する車両50との距離にはまだ余裕がある状態であるので、自車両51を加速する。

30

【0044】

S115において、前方を走行する車両50との車間距離が d_1 以下であると判定されるとS117へと進む。このステップでは、後方を走行する車両52との距離に余裕はなく、前方を走行する車両50との距離にも余裕がない状態であるので、自車両51をそのままの状態で行き止らせる。

【0045】

S112において、距離センサ12からの情報に基づき、前方を走行する車両50との距離と後方を走行する車両52との距離との和をとり、その和が、 d_2 の2倍以上であると判定されると、S118へと進む。

【0046】

S118においては、前方を走行する車両51との距離は d_2 より大きいか小さいかにつき判定がなされる。

40

【0047】

S118において、前方を走行する車両51との距離は d_2 より大きいと判定された場合には、S119へと進む。このステップでは、前方を走行する車両51との距離に余裕がある状態であるので、自車両51を加速する。

【0048】

S118において、前方を走行する車両51との距離は d_2 以下であると判定された場合には、S120へと進む。このステップでは、前方を走行する車両51との距離が、マニュアル操作による運転のために必要な車間距離 d_2 より短い状態であるので、自車両5

50

1を減速する。

【0049】

S121のステップにおいて、リターンされる。

【0050】

次に、自動運転モードを解除する車両51の後方を走行する車両52の自動運転制御装置の制御について説明する。図5は、自動運転モードを解除する車両51の後方を走行する車両52の自動運転制御装置の制御のためのフローチャートを示す図である。

【0051】

S130から処理が開始され、S131において、自動運転制御装置の車間通信機26で、前方を走行する車両51から車両51が自動運転を解除する旨の情報を受信する。すると、次に、S132へと進み、S132において、前方を走行する車両51と間の距離情報を自動運転制御装置の距離センサ12によって獲得し、この距離が d_2 より大きいかどうかを判断する。

10

【0052】

S132において、前方を走行する車両51と間の距離が d_2 以下であると判定されると、S133へと進み、車間距離を確保するルーチンを実行する。

【0053】

S132において、前方を走行する車両51と間の距離が d_2 より大きいと判定されると、S134へと進み、処理を終了する。

【0054】

20

次に、図5に示されるフローチャートのS133における車間距離を確保するためのルーチンについて説明する。図6は、自動運転モードを解除する車両51の後方を走行する車両52の自動運転制御装置が車間距離を確保する制御を行うためのルーチンのフローチャートを示す図である。

【0055】

S140において車間距離確保のルーチンが開始されると、S141において、後方を走行する車両が存在するかを、自動運転制御装置のCCDカメラ11からの情報により判定する。

【0056】

S141において、CCDカメラ11からの情報に基づき、後方を走行する車両が存在しなかったと判定された場合には、S142に進む。S142のステップでは、自車両52を減速させて、前方を走行する車両51との距離をあける。

30

【0057】

S141において、CCDカメラ11からの情報に基づき、後方を走行する車両が存在すると判定された場合には、S143に進み、S143において、後方を走行する車両との間の距離を距離センサ12からの情報により得た上で、この距離が d_{min} より大きいかどうかを判定する。

【0058】

S143において、後方を走行する車両との間の距離が d_{min} より大きいと判定された場合には、S144へと進み、S144において、前方を走行する車両との距離をあけるように自車両52の減速を行う。

40

【0059】

S143において、後方を走行する車両との間の距離が d_{min} 以下であると判定された場合には、S145へと進む。

【0060】

S145において、前方を走行する車両51との距離が d_1 より大きいかどうかを判定する。

【0061】

S145において、前方を走行する車両51との距離が d_1 より大きいと判定された場合には、S146へと進み、S146において、前方を走行する車両51との距離を詰め

50

るように自車両52の加速を行う。このように、加速してなるべく後続車との距離を確保するようにする。

【0062】

S145において、前方を走行する車両51との距離が d_1 以下である判定された場合には、S147へと進む。S146において、現状の速度を保つように制御する。これは、S146では、前方を走行する車両51との距離と後方を走行する車両との距離とは、ともに自動運転を行う上での車間距離としては限界のものであるからである。

【0063】

S148のステップにおいては、リターン処理がなされる。

【0064】

S146及びS147の状態となると、車両52の自動運転制御装置は、車両51のために車間距離をあける制御を行うことはできなくなるが、これは、車両52の後続車の自動運転制御装置の制御ミスの場合や車両52の後続車が自動運転制御装置を備えていない場合など例外的な場合に限られるものと想定される。このような例外の場合に対する処理に関して、本発明の技術思想を逸脱しない範囲で、さらなる制御フローを付加することもできる。

【0065】

次に、本実施形態の自動運転制御装置の他の制御方法について説明する。以下、複数台の車両で隊列走行中、自動運転モードを解除し隊列を離脱した車両が存在した場合に、自動運転制御装置の他の制御方法に基づき、各車両が再び隊列を組までどのように動くかにつき説明する。

【0066】

複数台の車両で隊列走行を行う際には、その隊列の先頭を走行する先導車によって、その隊列を先導するという考え方と、特にそのような先導者を設けずに隊列を組むという考え方の二通りの考え方に基づいて、隊列を形成する各車両の自動運転制御装置を設計することができる。

【0067】

まず、先導車を設定せずに隊列を組むという考え方に基づいて、各車両の自動運転制御装置の動作によって、各車両をどのように挙動させるのかについて説明する。図7は、複数台の車両で隊列走行中、自動運転モードを解除し隊列を離脱した車両が存在した場合に、先導者なしで、再び隊列を組までどのように動くかにつき示す図である。

【0068】

図7において(A)は、車両50、車両51、車両52、車両53の4台により、隊列走行を行っている状態が示されている。このような隊列走行時には、車両50 - 車両51間、車両51 - 車両52間、車両52 - 車両53間は、距離 d_1 に設定される。距離 d_1 は自動運転制御装置によって設定される、隊列走行中の車両間の車間距離である。この距離 d_1 は、交通渋滞の緩和を図る等の目的で、通常のドライバがマニュアル操作によって運転する場合に比較してかなり短い、数10cm ~ 1m程度の距離に設定してある。従って、隊列走行中の車両が、自動運転からマニュアル操作による運転に切換えて、隊列を離脱しようとするような場合には、当該車両の前方及び後方に、通常のドライバの運転テクニックでも対応できる程度十分な車間距離を設けるように自動運転制御装置が設定を行う。このような通常のドライバの運転テクニックでも対応できる程度十分な車間距離を、マニュアル操作による運転のための車間距離として定義し、その車間距離は d_2 とする。

【0069】

自動運転モードを解除し、ドライバによるマニュアル操作による運転に変更する際の挙動としては、まず(A)の車両50、車両51、車両52、車両54の4台によって隊列走行を行っている状態で、車両51のドライバが、運転席の自動運転解除スイッチ32を操作し、自動運転解除を指示する(図7の(1))。この指示を受けた自動運転制御装置のECU10は、車間通信機26を用いて、前方を走行している車両50、後方を走行している車両52に対して、車両51が自動運転を解除することを通知する(図7の(2))

10

20

30

40

50

)。

【 0 0 7 0 】

次に、図 7 (B) に示されるように、通知を受信した後方を走行する車両 5 2 の E C U 1 0 は、変速機 3 0、ブレーキ 3 1 を制御し減速を行い、前方を走行する車両 5 1 との車間距離が d_2 となるようにする (図 7 の (3))。これにあわせて、車両 5 2 のさらに後方を走行する車両 5 3 の E C U 1 0 は、変速機 3 0、ブレーキ 3 1 を制御し減速を行い、前方を走行する車両 5 2 との車間距離が通常の隊列走行時の車間距離である d_1 となるようにする (図 7 の (4))。

【 0 0 7 1 】

後方に十分な車間距離を確保した上で、車両 5 1 の E C U 1 0 は、変速機 3 0、ブレーキ 3 1 を制御し減速を行い、前方を走行する車両 5 0 との車間距離が d_2 となるようにする (図 7 の (5))。

10

【 0 0 7 2 】

このような状態となったら、車両 5 1 の自動運転制御装置の E C U 1 0 は、前方を走行する車両 5 0 及び後方を走行する車両 5 2 との車間距離が d_2 であることを、距離センサ 1 2 からの情報で確認する。加えて、自動運転制御装置の E C U 1 0 は、ドライバがマニュアルによって適正な運転操作を行い得るかどうかのチェック確認を行い、この確認ができると自動運転を解除する (図 7 の (6))。

【 0 0 7 3 】

自動運転を解除された車両 5 1 は、図 7 (C) に示されるように、車線変更等で隊列を離脱する (図 7 の (7))。車両 5 1 が隊列を離脱した後は、車両 5 2 の E C U 1 0 は、変速機 3 0、ブレーキ 3 1 を制御し加速を行い、前方を走行する車両 5 0 との車間距離が d_1 となるようにする (図 7 の (8))。また、それに追従するように、車両 5 3 の E C U 1 0 は、変速機 3 0、ブレーキ 3 1 を制御し加速を行い、前方を走行する車両 5 2 との車間距離が d_1 となるようにする (図 7 の (9))。

20

【 0 0 7 4 】

各車両の自動運転制御装置によって、各車両は以上のように制御され、図 7 (d) に示されるように、再び車両 5 0、車両 5 2、車両 5 4 の 3 台によって、隊列走行を行っている状態となる。

【 0 0 7 5 】

次に、先導車を設定して隊列を組むという考え方に基づいて、各車両の自動運転制御装置の動作によって、各車両をどのように挙動させるのかについて説明する。図 8 は、複数台の車両で隊列走行中、自動運転モードを解除し隊列を離脱した車両が存在した場合に、先導者を基準とし、再び隊列を組んでどのように動くかにつき示す図である。

30

【 0 0 7 6 】

図 8 において (A) は、車両 5 0、車両 5 1、車両 5 2、車両 5 3 の 4 台により、先頭車両を車両 5 0 とし、隊列走行を行っている状態が示されている。このような隊列走行時には、車両 5 0 - 車両 5 1 間、車両 5 1 - 車両 5 2 間、車両 5 2 - 車両 5 3 間は、距離 d_1 に設定される。ここで、距離 d_1 は自動運転制御装置によって設定される、隊列走行中の車両間の車間距離である。この距離 d_1 は、交通渋滞の緩和を図る等の目的で、通常のドライバがマニュアル操作によって運転する場合に比較してかなり短い、数 10 c m ~ 1 m 程度の距離に設定してある。従って、隊列走行中の車両が、自動運転からマニュアル操作による運転に切換えて、隊列を離脱しようとするような場合には、当該車両の前方及び後方に、通常のドライバの運転テクニックでも対応できる程度十分な車間距離を設けるように自動運転制御装置が設定を行う。このような通常のドライバの運転テクニックでも対応できる程度十分な車間距離を、マニュアル操作による運転のための車間距離として定義し、その車間距離は d_2 とする。

40

【 0 0 7 7 】

自動運転モードを解除し、ドライバによるマニュアル操作による運転に変更する際の挙動としては、まず (A) の車両 5 0、車両 5 1、車両 5 2 の 3 台によって隊列走行を行っ

50

ている状態で、車両 5 1 のドライバが、運転席の自動運転解除スイッチ 3 2 を操作し、自動運転解除を指示する（図 8 の（1））。この指示を受けた自動運転制御装置の ECU 1 0 は、車間通信機 2 6 を用いて、前方を走行している先導車両 5 0 に対して、車両 5 1 が自動運転を解除することを通知する（図 8 の（2））。

【0078】

本形態では、先導車を設定して隊列を組むという考え方に基づいて、各車両の自動運転制御装置が制御されているので、車両 5 1 の自動運転解除情報は、まず先導車両 5 0 に対して、通知される。車両 5 1 の自動運転解除情報の通知を受けた先導車両 5 0 は、車両 5 1 の隊列離脱によって隊列走行が分割される旨の情報を、車両 5 1 の後方を走行する車両 5 2 及び車両 5 2 に対して通知する（図 8 の（3））。このような通知を受けた車両 5 2 及び車両 5 2 の自動運転解除情報は、新たな先導車両として、車両 5 2 を設定する（図 8 の（4））。

10

【0079】

次に、図 8（B）に示されるように、通知を受信した後方を走行する車両 5 2 の ECU 1 0 は、変速機 3 0、ブレーキ 3 1 を制御し減速を行い、前方を走行する車両 5 1 との車間距離が d_2 となるようにする（図 8 の（5））。新たな先導車両 5 2 の挙動あわせて、後方を走行する車両 5 3 の ECU 1 0 は、変速機 3 0、ブレーキ 3 1 を制御し減速を行い、前方を走行する車両 5 2 との車間距離が通常の隊列走行時の車間距離である d_1 となるようにする（図 8 の（6））。

【0080】

20

後方に十分な車間距離を確保した上で、車両 5 1 の ECU 1 0 は、変速機 3 0、ブレーキ 3 1 を制御し減速を行い、前方を走行する車両 5 0 との車間距離が d_2 となるようにする（図 8 の（7））。

【0081】

このような状態となったら、車両 5 1 の自動運転制御装置の ECU 1 0 は、前方を走行する車両 5 0 及び後方を走行する車両 5 2 との車間距離が d_2 であることを、距離センサ 1 2 からの情報で確認する。加えて、自動運転制御装置の ECU 1 0 は、ドライバがマニュアルによって適正な運転操作を行い得るかどうかのチェック確認を行い、この確認ができると自動運転を解除する（図 8 の（8））。

【0082】

30

自動運転を解除された車両 5 1 は、図 8（C）に示されるように、車線変更等で隊列を離脱する（図 8 の（9））。車両 5 1 が隊列を離脱した後は、車両 5 2 の ECU 1 0 は、変速機 3 0、ブレーキ 3 1 を制御し加速を行い、前方を走行する車両 5 0 との車間距離が d_1 となるようにする（図 8 の（10））。また、それに追従するように、車両 5 3 の ECU 1 0 は、変速機 3 0、ブレーキ 3 1 を制御し加速を行い、前方を走行する車両 5 2 との車間距離が d_1 となるようにする（図 8 の（11））。

【0083】

各車両の自動運転制御装置によって、各車両は以上のように制御され、再び車両 5 0、車両 5 2、車両 5 4 の 3 台によって隊列走行を行う図 8（D）に示される状態となる。このような状態となったら、新たな先導車両として機能していた車両 5 2 は、車両 5 0 に対して隊列が合体したことを通知し（図 8 の（11））、今度は再び車両 5 0 を先導車両として、隊列を再編成する（図 8 の（12））。

40

【0084】

本実施形態においては、以上のように、隊列の先頭を走行する先導車によってその隊列を先導するという考え方と、特にそのような先導者を設けずに隊列を組むという考え方に基づいて、自動運転制御装置による制御が行われる。いずれの制御方法においても、本実施形態によれば、マニュアル操作による運転に変更する際、後方を走行する車両との車間距離を十分に確保することができる。従って、ドライバは後方から追突されるのではないかという恐怖感を感じることもない。

【0085】

50

次に、図3のS 1 0 4において、ステアリング1 4、アクセルペダル1 8、シフトレバー2 1等を適切な位置に動かすようにする動作につき説明する。パイ・ワイヤ化された本実施形態の車両では、自動運転制御装置による自動運転中、ステアリング1 4、アクセルペダル1 8、シフトレバー2 1、ブレーキペダル2 4は、それぞれのニュートラル位置に保たれている。すなわち、車両が自動運転を行っている間は、例えば、ステアリング1 5で言えば、自動運転におけるタイヤの操舵角にあわせて模擬的に回転操作するようなことはしない。

【0086】

ここで、「ニュートラル位置」とは、ステアリング1 4の場合は真正面に進行する際のステアリングの回転角であり、アクセルペダル1 8、ブレーキペダル2 4のペダル類については全く操作がされていない状態でのペダルの位置であり、シフトレバー2 1の場合はニュートラルレンジに入っている状態の位置である。以後、各操作手段のこのような位置のことを「ニュートラル位置」と言うこととする。

10

【0087】

図3のS 1 0 4においては、このような自動運転中における、ニュートラル位置にあるステアリング1 4、アクセルペダル1 8、シフトレバー2 1、ブレーキペダル2 4の各操作手段を、アクチュエータ1 4、1 7、2 0、2 3を制御することによって、実際の運転動作にあわせて再現する。例えば、ステアリング1 5で言えば、自動運転におけるタイヤの操舵角に併せて、ECU1 0がアクチュエータ1 4を制御することで、ステアリング1 5の動きを模擬的に運転状況に合わせて再現する。同様に、ECU1 0は、アクチュエータ1 7、アクチュエータ2 0、アクチュエータ2 3を制御することによって、アクセルペダル1 8、シフトレバー2 1、ブレーキペダル2 4それぞれの動きを自動運転による運転状況に合わせて模擬的に再現する。

20

【0088】

ここで、運転席におけるステアリング1 4、アクセルペダル1 8、ブレーキペダル2 4の操作手段の状態等が、自動運転中と自動運転解除指示後とでどのように変わるのかにつき図面を参照しつつ説明する。図9は、本実施形態の自動運転制御装置を有する車両の自動運転中の運転席の様子を示す図である。また、図10は、本実施形態の自動運転制御装置を有する車両の自動運転解除指示後の運転席の様子を示す図である。図9及び図10において、ステアリングインジケータ6 0は、ステアリング1 4の状態の如何に関わらず、タイヤ2 8の操舵角に応じた表示がなされるものであり、ステアリングインジケータ6 0内のマーク位置によりタイヤ2 8の操舵角を示すようになっている。アクセルインジケータ6 1は、アクセルペダル1 8がどの程度操作されているかに関わらず、エンジン(モータ)2 9のスロットルの開度に応じた表示がなされるものであり、アクセルインジケータ6 1内のマーク位置によりエンジン(モータ)2 9のスロットルの開度を示すようになっている。また、ブレーキインジケータ6 2は、ブレーキペダル2 4がどの程度操作されているかに関わらず、ブレーキ3 1の動作状態に応じた表示がなされるものであり、ブレーキインジケータ6 2内のマーク位置によりブレーキ3 1の状態を示すようになっている。6 3は運転席の全面に設けられたフロントガラスである。

30

【0089】

図9に示すように、本実施形態の車両はパイ・ワイヤ化されているので、自動運転中の運転席では、ステアリング1 4、アクセルペダル1 8、ブレーキペダル2 4は全てニュートラル位置に保持されており、実際の運転状況は、ステアリングインジケータ6 0、アクセルインジケータ6 1、ブレーキインジケータ6 2によって参照できるようになっている。

40

【0090】

ドライバによって自動運転解除の指示がなされると、本実施形態の自動運転制御装置は前述のような車間距離の制御を行いつつ、自動運転による運転状況に合わせて各アクチュエータによってステアリング1 4、アクセルペダル1 8、ブレーキペダル2 4を模擬的に操作するような制御を行う。このような制御が図3におけるS 1 0 4に示されるものであり

50

、その際の運転席の様子は、図10に示されるようなものとなる。

【0091】

上記のように自動運転解除の指示がなされると、アクチュエータによってステアリング14、アクセルペダル18、ブレーキペダル24等の各操作手段が一斉に駆動されるようになるが、この際、急激にステアリング14等が動き出すと、ドライバに精神的な焦燥感を与えるし、またステアリング14等の各操作手段が急激に動いて、これらがドライバの手足に当たりドライバが怪我をする恐れもある。そこで、本実施形態の自動運転制御装置では、自動運転解除の指示がなされた後、アクチュエータによってステアリング14、アクセルペダル18、ブレーキペダル24等の各操作手段を駆動する際、一定の時間をかけて、各操作手段の模擬的な操作位置にまでもっていくように制御する。

10

【0092】

ドライバによって自動運転解除の指示がなされた後、ステアリング等の各操作手段を適切な位置へと動かす際の自動運転制御装置の制御につき、図11を参照しつつ説明する。図11は、ドライバによって自動運転解除の指示がなされた後、自動運転制御装置が、ステアリング等の各操作手段を適切な位置へと動かすためのルーチンのフローチャートを示す図である。なお、このフローチャートによる自動運転制御装置の制御は、あくまで一例に過ぎず、本実施形態の自動運転制御装置の制御は他のフローチャートによっても制御し得るものである。本発明では、本発明の技術思想を逸脱しない限り、どのようなフローチャートを用いて自動運転制御装置の制御を行っても構わない。

【0093】

S150においてこのルーチンが開始されると、まず、S151において、 t に0がセットされタイマーによるカウントアップが開始される。次に、S152において、 t が t_d に比較して小さいかどうかを比較する。ここで、 t_d は、 $t=0$ の時点から各操作手段の模擬的な操作位置にまでもっていくまでの時間である。すなわち、本実施形態の自動運転制御装置の制御においては、各操作手段を $t=0$ から $t=t_d$ までの時間をかけて、模擬的な操作位置にまでもっていくようにする。

20

【0094】

ステアリング14を例に取り、時間 t_d をかけてステアリング14を模擬的な操作位置にまでもっていくことについて説明する。ステアリング14の回転角を θ 、タイヤの操舵角を δ とすると、所定の比例定数 k によって、回転角 θ と操舵角 δ は下記の式(1)のように表すことができる。

30

【0095】

$$\theta = k \cdot \delta \quad (1)$$

$t=0$ から $t=t_d$ までの時間をかけて、ステアリング14を模擬的な操作位置にまで持っていくとすると、時刻 t における回転角 θ は下記の式(2)のように表すことができる。

【0096】

$$\theta = k \cdot \delta \cdot t / t_d \quad (0 \leq t \leq t_d) \quad (2)$$

このような考え方は、ペダル類の他の操作手段についても適用することができる。

【0097】

図11のフローチャートに戻ると、S152において、 t が t_d に比較して小さいと判定されると、S153へと進み、例えば、ステアリングの場合は(2)式に基づいて、ステアリング14の回転角 θ の値を算出する。S154においては、S153で算出された値に基づいてステアリング14等の各操作手段をアクチュエータによって動かす。S155では、 t に経過時間 t を足す。

40

【0098】

S152において、 t が t_d 以上であると判定されるS156に進み、S156でリターンされる。

【0099】

以上のような自動運転制御装置の制御によって、ステアリング等の各操作手段を適切な

50

位置へと動かすようにするので、本実施形態においては、例えば、急激にステアリング 14 等が動き出すことなどによって、ドライバに精神的な焦燥感を与えることもないし、またステアリング 14 等の各操作手段が急激に動いて、これらがドライバの手足に当たりドライバが怪我をするようなこともない。

【0100】

次に、図3のS105において、自動運転制御装置が自動運転解除の可否を判定することにつき説明する。自動運転からマニュアル操舵による運転に切換えられた後においては、ドライバはマニュアル操舵による運転に対する勘が戻っておらず、すぐに適切な運転操作ができるとは限らない。そこで、自動運転制御装置は、S104でステアリング15、アクセルペダル18等を適切な位置に移動させた後、一定の時間ドライバに模擬的な運転操作を行わせてドライバの運転技量につきチェックを行う。

10

【0101】

より具体的には、S104で自動運転制御装置は、アクチュエータによってステアリング15、アクセルペダル18等を適切な位置に移動させるが、この後、自動運転制御装置の運転操作にあわせてアクチュエータがステアリング15、アクセルペダル18等を動かしていた力を一定の時間をかけて減らしていく。ドライバは、これを補完するような形でステアリング15、アクセルペダル18等に力を加えなければ、適正な運転操作をすることができない。このような状況下で、一定の時間、ドライバに模擬的な運転操作を行わせる。なお、この段階での本運転は実際には自動運転制御装置が行っている。

【0102】

20

このような状況下でのドライバの模擬的な運転操作を通じて、ドライバによる運転操作と自動運転制御装置が最適と判断する運転操作を比較して、この比較結果が一定時間、一定値以内であれば、ドライバは適正な運転をすることができると判定し、自動運転を完全に解除し、ドライバによるマニュアル操作による運転に移行する。ドライバが適正な運転をすることができないと判定された場合には、自動運転の解除はされない。

【0103】

次に、自動運転制御装置による自動運転解除の可否判定を、運転席におけるドライバによる操作例に基づいて説明する。図12は、自動運転解除要求後において、ドライバが適正な運転操作を行っている様子を示す図である。また、図13は、自動運転解除要求後において、ドライバが不適正な運転操作を行っている様子を示す図である。

30

【0104】

図12及び図13において、ステアリングインジケータ60は、ステアリング14の状態の如何に関わらず、タイヤ28の操舵角に応じた表示がなされるものであり、ステアリングインジケータ60内のマーク位置によりタイヤ28の操舵角を示すようになっている。アクセルインジケータ61は、アクセルペダル18がどの程度操作されているかに関わらず、エンジン(モータ)29のスロットルの開度に応じた表示がなされるものであり、アクセルインジケータ61内のマーク位置によりエンジン(モータ)29のスロットルの開度を示すようになっている。また、ブレーキインジケータ62は、ブレーキペダル24がどの程度操作されているかに関わらず、ブレーキ31の動作状態に応じた表示がなされるものであり、ブレーキインジケータ62内のマーク位置によりブレーキ31の状態を示すようになっている。63は運転席の全面に設けられたフロントガラスである。また、図12及び図13において、ステアリング14にかかっているのは、ドライバの手を表しており、ブレーキペダル24及びアクセルペダル18にかかっているのは、ドライバの足を表している。

40

【0105】

図12の例では、右カーブにきちんと沿って、ドライバはステアリング14を操作しており、その操作もステアリングインジケータ60内のマーク位置と一致している。また、アクセルペダル18の操作も、アクセルインジケータ61内のマーク位置とほぼ一致している。ドライバが、このような適正な運転操作を一定時間することができれば、自動運転制御装置は自動運転を完全に解除する。

50

【 0 1 0 6 】

図 1 3 の例では、右カーブに対して、ドライバはステアリング 1 4 を逆方向に操作しており、さらに、その操作はステアリングインジケータ 6 0 内のマーク位置に反している。また、アクセルインジケータ 6 1 が示すように、ドライバは、アクセルペダル 1 8 の操作を行わなければならないに関わらず、アクセルペダル 1 8 を踏まず、逆に、ブレーキペダル 2 4 を踏んでいる。ドライバが、このような不適正な運転操作を続ける場合、自動運転を解除すると事故を起す危険があるので、自動運転制御装置は自動運転を完全に解除せず、自動運転を継続する。

【 0 1 0 7 】

上記のように自動運転制御装置が自動運転解除の可否を判定する際の自動運転制御装置の制御につき、図 1 4 を参照しつつ説明する。図 1 4 は、本実施形態の自動運転制御装置の自動運転解除可否判定に係る制御ルーチンのフローチャートを示す図である。なお、このフローチャートによる自動運転制御装置の制御は、あくまで一例に過ぎず、本実施形態の自動運転制御装置の制御は他のフローチャートによっても制御し得るものである。本発明では、本発明の技術思想を逸脱しない限り、どのようなフローチャートを用いて自動運転制御装置の制御を行っても構わない。

【 0 1 0 8 】

S 1 6 0 においてこのルーチンが開始されると、まず、S 1 6 1 において、カウンタ T に 0 がセットされる。次に、S 1 6 2 において、前記したようにアクチュエータによってステアリング 1 5、アクセルペダル 1 8、ブレーキペダル 2 4 に加えていた力を減らす。続いて S 1 6 3 へと進み、このステップにおいて、ドライバの模擬的な運転操作と自動運転制御装置が実際に行っている運転操作との差を測定する。S 1 6 4 において、2 つの運転操作の差は、運転操作の誤差として許容し得ると考えられる一定値以内であるかにつき判定され、一定値以内であれば、S 1 6 5 に進む。S 1 6 5 では、カウンタ T に経過時間 t を加える。先の誤差が、一定値以内でないとなると S 1 6 6 へと進み、カウンタ T は再び 0 にセットされる。S 1 6 7 において、カウンタ T の値は、所定の時間 T_{min} と比較される。 T_{min} は、ドライバが適正な運転操作を行っているため、ドライバが適正な運転操作を行っていない最低限の時間である。S 1 6 7 において、カウンタ T の値は所定の時間 T_{min} より大きければ、S 1 6 8 で持度運転解除可として、S 1 6 9 でリターンされる。S 1 6 7 において、カウンタ T の値は所定の時間 T_{min} 以内である場合は、再び S 1 6 2 に戻る。

【 0 1 0 9 】

以上のような制御に基づいて、アクセルペダル 1 8 を例にとり、どのように自動運転が解除されるかにつき、図 1 5 を参照しつつ説明する。図 1 5 は、自動運転解除スイッチ押下後、エンジン（モータ）2 9 のスロットル開度、アクセルペダル踏角、ドライバによる踏角、アクチュエータ 1 7 によるアクセルペダル 1 8 への補助踏力が時間経過に伴って、どのように変化するかにつき簡略的に示す図である。図 1 5 では、エンジン（モータ）2 9 のスロットル開度、アクセルペダル踏角、ドライバ踏角、補助踏力の推移をあくまで簡略的に示すために、経過時間を単位時間で表記してある。

【 0 1 1 0 】

図 1 5 (A) は自動運転解除可と判定される場合のアクセルペダル 1 8 操作例であり、図 1 5 (B) は自動運転解除不可と判定される場合のアクセルペダル 1 8 操作例である。両図を参照しつつ説明すると、まず、 $t = 0$ において自動運転解除スイッチ 3 2 が押下されると、アクチュエータ 1 7 によってアクセルペダル 1 8 に対して補助踏力が徐々に加わる。これにより、 $t = 1$ で、アクチュエータ 1 7 によってスロットル開度と完全に一致するようにアクセルペダル 1 8 が操作されることとなる。なお、アクセルペダル 1 8 に対して補助踏力が加わるにつれて、アクセルペダルの踏角も増えていく。

【 0 1 1 1 】

次に、 $t = 2$ から、アクチュエータ 1 7 によるアクセルペダル 1 8 に対する補助踏力を徐々に減少していく。これにあわせてドライバは自らの力でアクセルペダル 1 8 を踏み込

10

20

30

40

50

まなければならない。図15(A)の場合では、ドライバは適正な力で、スロットル開度にあわせるようにアクセルペダル18に対してドライバによる踏力をかけているが、図15(B)の場合では、ドライバは適正にドライバ踏力をかけていない。

【0112】

t = 3 から、自動運転解除可否判定ルーチンが開始され、図15(A)の場合では、t = 4 で自動運転解除可と判定され、自動運転が解除される。図15(B)の場合でも t = 3 から、自動運転解除可否判定ルーチンが開始されるが、ドライバは適正にアクセルペダル18を踏むための踏力をかけていないので、t = 4 で自動運転解除不可と判定され、自動運転が解除されず、そのまま自動運転制御装置による運転が続行される。

【0113】

以上のように本実施形態の自動運転制御装置によれば、自動運転からマニュアル操舵運転に切換えられた後、ドライバの運転操作が適正であるかどうかチェックされた上で自動運転が完全に解除される仕組みとなっているので、安全に自動運転を解除することができる。

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図1】本発明の実施の形態に係る自動運転制御装置のシステム構成を示す図である。

【図2】車両51が隊列走行中に、ドライバが自動運転モードを解除し、マニュアル操作による運転に切り替える際の隊列の挙動を示す図である。

【図3】自動運転モードを解除する車両の自動運転制御装置の制御のためのフローチャートを示す図である。

【図4】自動運転モードを解除する車両51の自動運転制御装置が車間距離を確保する制御を行うためのルーチンのフローチャートを示す図である。

【図5】自動運転モードを解除する車両51の後方を走行する車両52の自動運転制御装置の制御のためのフローチャートを示す図である。

【図6】自動運転モードを解除する車両51の後方を走行する車両52の自動運転制御装置が車間距離を確保する制御を行うためのルーチンのフローチャートを示す図である。

【図7】複数台の車両で隊列走行中、自動運転モードを解除し隊列を離脱した車両が存在した場合に、先導者なしで、再び隊列を組までどのように動くかにつき示す図である。

【図8】複数台の車両で隊列走行中、自動運転モードを解除し隊列を離脱した車両が存在した場合に、先導者を基準とし、再び隊列を組までどのように動くかにつき示す図である。

【図9】本実施形態の自動運転制御装置を有する車両の自動運転中の運転席の様子を示す図である。

【図10】本実施形態の自動運転制御装置を有する車両の自動運転解除指示後の運転席の様子を示す図である。

【図11】ドライバによって自動運転解除の指示がなされた後、ステアリング等の各操作手段を適切な位置へと動かす際の自動運転制御装置の制御のためのフローチャートを示す図である。

【図12】は、自動運転解除要求後において、ドライバが適正な運転操作を行っている様子を示す図である。

【図13】自動運転解除要求後において、ドライバが不適正な運転操作を行っている様子を示す図である。

【図14】本実施形態の自動運転制御装置の自動運転解除可否判定に係る制御ルーチンのフローチャートを示す図である。

【図15】自動運転解除スイッチ押下後、スロットル開度、アクセルペダル踏角、ドライバ踏角、補助踏力の時間経過に伴う変化につき簡略的に示す図である。

【符号の説明】

【0115】

10・・・電子制御ユニット(ECU)、11・・・CCDカメラ、12・・・距離セン

10

20

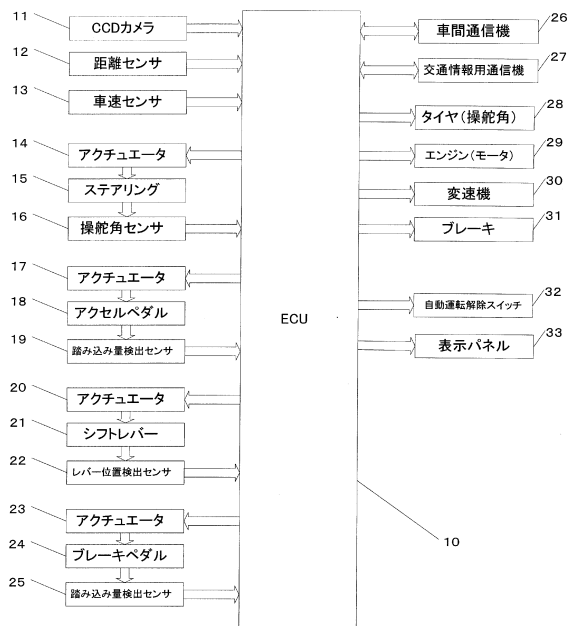
30

40

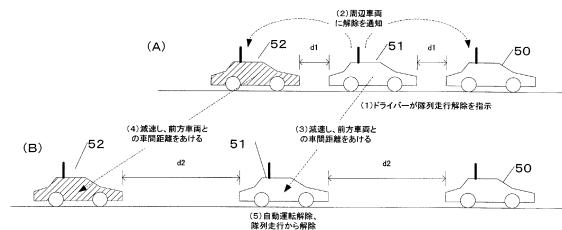
50

サ、13・・・車速センサ、14・・・(ステアリング用)アクチュエータ、15・・・ステアリング、16・・・操舵角センサ、17・・・(アクセルペダル用)アクチュエータ、18・・・アクセルペダル、19・・・(アクセルペダル用)踏み込み量検出センサ、20・・・(シフトレバー用)アクチュエータ、21・・・シフトレバー、22・・・(シフトレバー用)レバー位置検出センサ、23・・・(ブレーキペダル用)アクチュエータ、24・・・ブレーキペダル、25・・・(ブレーキペダル用)踏み込み量検出センサ、26・・・車間通信機、27・・・交通情報用通信機、28・・・タイヤ、29・・・エンジン(モータ)、30・・・変速機、31・・・ブレーキ、32・・・自動運転解除スイッチ、33・・・表示パネル、50、51、52、53・・・車両、60・・・ステアリングインジケータ、61・・・アクセルインジケータ、62・・・ブレーキインジケータ、63・・・フロントガラス

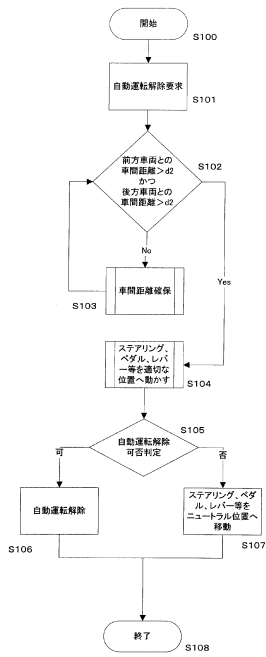
【図1】



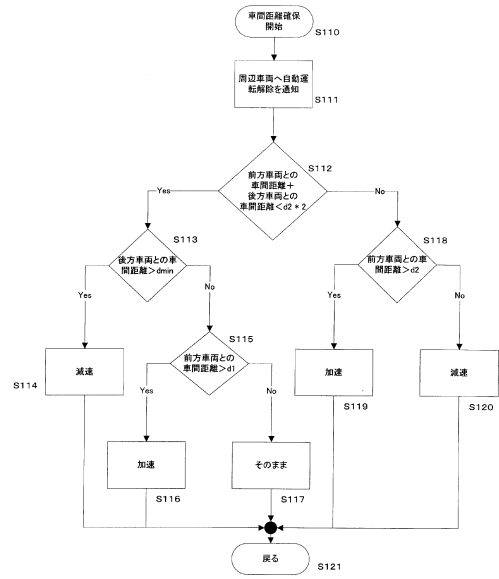
【図2】



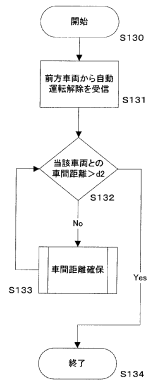
【 図 3 】



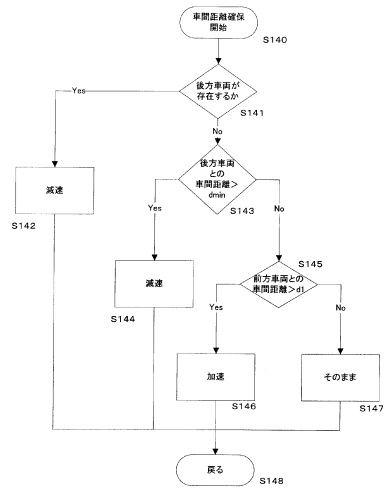
【 図 4 】



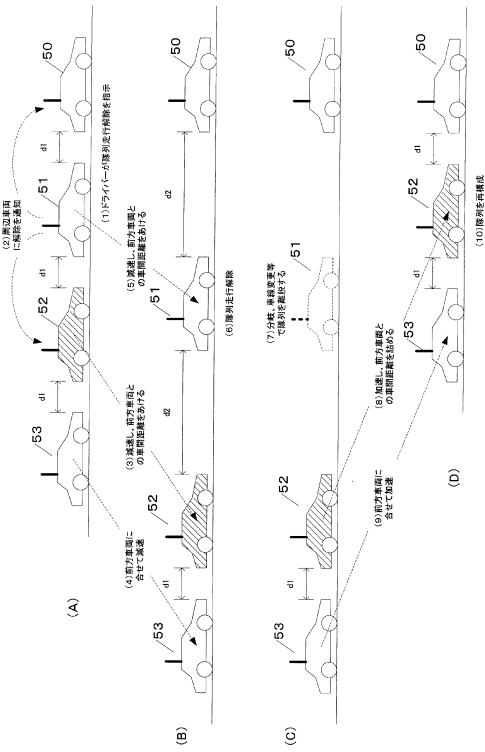
【 図 5 】



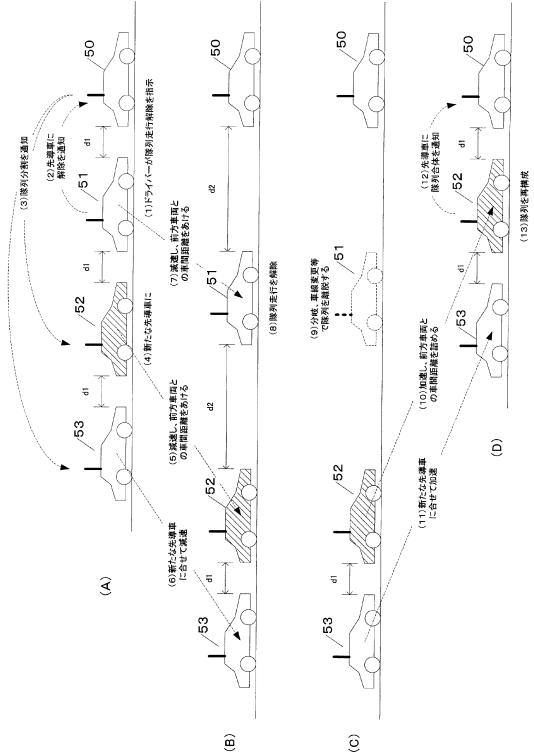
【 図 6 】



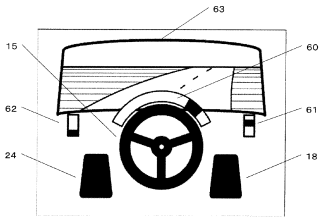
【図7】



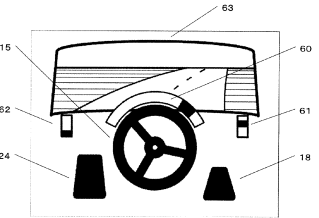
【図8】



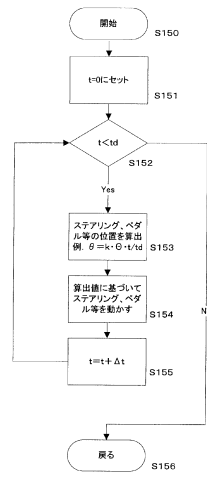
【図9】



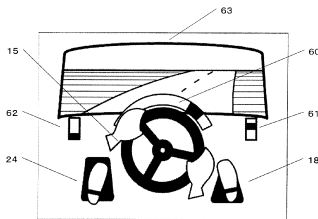
【図10】



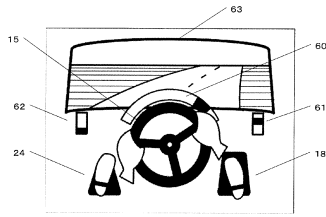
【図11】



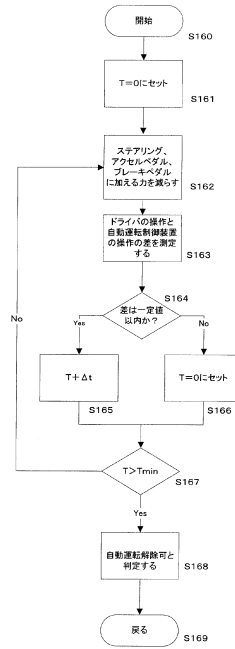
【図12】



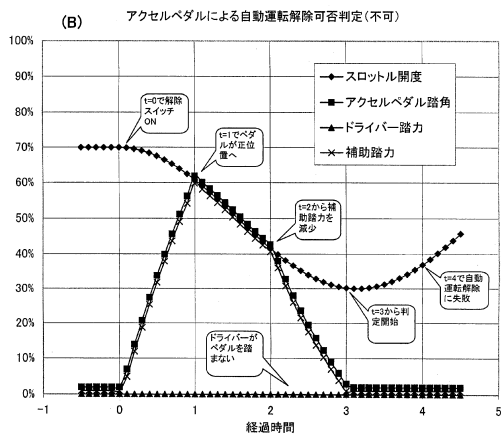
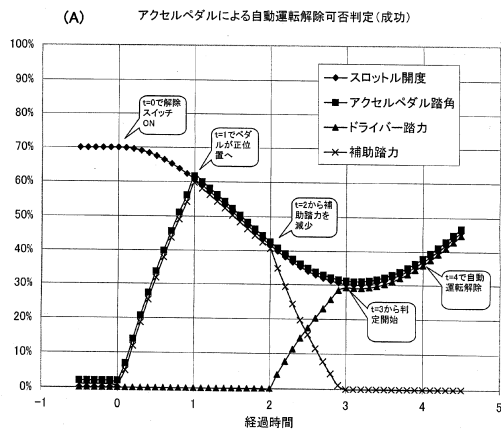
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 W 10/10 (2012.01) B 6 0 W 10/10
B 6 0 W 10/18 (2012.01) B 6 0 W 10/18
B 6 0 W 10/00 (2006.01) B 6 0 W 10/00

(74)代理人 100119220

弁理士 片寄 武彦

(72)発明者 山崎 聖展

東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクス・リサーチ内

審査官 日比谷 洋平

(56)参考文献 特開2001-273588(JP,A)
特開2004-058920(JP,A)
特開平10-309959(JP,A)
特開平11-078940(JP,A)
特開平09-086223(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 8 G 1 / 0 0 - 9 / 0 2
B 6 0 W 1 0 / 0 0
B 6 0 W 1 0 / 0 4
B 6 0 W 1 0 / 1 0
B 6 0 W 1 0 / 1 8
B 6 0 W 1 0 / 2 0
B 6 0 W 3 0 / 1 2