

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7152339号
(P7152339)

(45)発行日 令和4年10月12日(2022.10.12)

(24)登録日 令和4年10月3日(2022.10.3)

(51)国際特許分類 F I
 B 6 0 W 30/16 (2020.01) B 6 0 W 30/16
 G 0 8 G 1/16 (2006.01) G 0 8 G 1/16 E

請求項の数 18 (全24頁)

(21)出願番号	特願2019-57022(P2019-57022)	(73)特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22)出願日	平成31年3月25日(2019.3.25)	(74)代理人	110003281 特許業務法人大塚国際特許事務所
(65)公開番号	特開2020-157829(P2020-157829 A)	(74)代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
(43)公開日	令和2年10月1日(2020.10.1)	(74)代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
審査請求日	令和3年3月29日(2021.3.29)	(74)代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
		(74)代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
		(74)代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 走行制御装置、走行制御方法、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の外界の情報を取得する取得手段と、
 前記取得手段により取得された前記車両の外界の情報に基づいて、前記車両の走行を制御する制御手段と、

前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する他車両の情報が取得される場合、前記他車両と前記車両の車間距離と、前記他車両の速度と、前記車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第1可能空間を特定する第1特定手段と、

前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線と異なる隣接車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する後方他車両の情報と、前記車両及び前記後方他車両の前方を走行する前方他車両の情報とが取得される場合、前記前方他車両と前記後方他車両の車間距離と、前記前方他車両の速度と、前記後方他車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第2可能空間を特定する第2特定手段と、

前記第1特定手段により特定される前記第1可能空間と、前記第2特定手段により特定される前記第2可能空間とに基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを判断する判断手段と、

を備え、

前記第1特定手段は、前記車両と前記他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第1可能空間を特定し、

10

20

前記第2特定手段は、前記車両と前記前方他車両および前記後方他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第2可能空間を特定する、
 ことを特徴とする走行制御装置。

【請求項2】

車両の外界の情報を取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された前記車両の外界の情報に基づいて、前記車両の走行を制御する制御手段と、

前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する他車両の情報が取得される場合、前記他車両と前記車両の車間距離と、前記他車両の速度と、
 前記車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第1可能空間を特定する第1特定手段と、

10

前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線と異なる隣接車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する後方他車両の情報と、前記車両及び前記後方他車両の前方を走行する前方他車両の情報とが取得される場合、前記前方他車両と前記後方他車両の車間距離と、前記前方他車両の速度と、前記後方他車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第2可能空間を特定する第2特定手段と、

前記第1特定手段により特定される前記第1可能空間と、前記第2特定手段により特定される前記第2可能空間とに基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを判断する判断手段と、

20

を備え、

前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する車両で前記車両の前方を走行する第1他車両と、前記車両の走行車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する第2他車両との情報が取得される場合、

前記第1特定手段は、前記車両と前記第1他車両とに基づく前記第1可能空間と、前記第2他車両と前記車両とに基づく前記第1可能空間と、を特定し、

前記判断手段は、前記第1特定手段により特定されるそれぞれの第1可能空間と、前記第2特定手段により特定される前記第2可能空間とに基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを判断する、

ことを特徴とする走行制御装置。

30

【請求項3】

前記制御手段は、前記判断手段による判断の結果に応じて、加速もしくは減速を行うよう前記車両の走行を制御することを特徴とする請求項2に記載の走行制御装置。

【請求項4】

前記他車両は、前記車両の走行車線を走行する車両で前記車両の前方を走行する第1前方他車両であり、

前記前方他車両は、前記他車両を前記第1前方他車両とする場合の第2前方他車両であることを特徴とする請求項1に記載の走行制御装置。

【請求項5】

前記第2特定手段は、前記隣接車線上に推定される前記車両の位置に基づいて、前記第2可能空間を特定し、

40

前記推定される前記車両の位置は、所定の車線変更が必要な時間により前記車両が車線変更を行ったと推定される位置である、

ことを特徴とする請求項4に記載の走行制御装置。

【請求項6】

前記第2特定手段は、前記推定される前記車両と前記後方他車両の車間距離と、前記後方他車両の速度と、前記推定もしくは計測される前記車両の速度と、から特定される第3可能空間と、前記推定される前記車両と前記第2前方他車両の車間距離と、前記推定もしくは計測される前記車両の速度と、前記第2前方他車両の速度と、から特定される第4可能空間と、に基づいて、前記第2可能空間を特定し、前記車両の加減速度を算出するモデル

50

に基づいて、前記第3可能空間および前記第4可能空間を特定することを特徴とする請求項5に記載の走行制御装置。

【請求項7】

前記他車両は、前記車両の走行車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する第1後方他車両であり、

前記後方他車両は、前記他車両を前記第1後方他車両とする場合の第2後方他車両であることを特徴とする請求項1に記載の走行制御装置。

【請求項8】

前記第2特定手段は、前記隣接車線上に推定される前記車両の位置に基づいて、前記第2可能空間を特定し、

前記推定される前記車両の位置は、所定の車線変更が必要な時間により前記車両が車線変更を行ったと推定される位置である、

ことを特徴とする請求項7に記載の走行制御装置。

【請求項9】

前記第2特定手段は、前記推定される前記車両と前記第2後方他車両の車間距離と、前記第2後方他車両の速度と、前記推定もしくは計測される前記車両の速度と、から特定される第3可能空間と、前記推定される前記車両と前記前方他車両の車間距離と、前記推定もしくは計測される前記車両の速度と、前記前方他車両の速度と、から特定される第4可能空間と、に基づいて、前記第2可能空間を特定することを特徴とする請求項8に記載の走行制御装置。

【請求項10】

前記第2可能空間は、前記第3可能空間と前記第4可能空間とを含む領域であることを特徴とする請求項6又は9に記載の走行制御装置。

【請求項11】

前記第1可能空間、前記第2可能空間、前記第3可能空間、前記第4可能空間は、前記加減速度の大きさが所定値以下である空間として特定されることを特徴とする請求項10に記載の走行制御装置。

【請求項12】

前記判断手段は、前記第1可能空間と前記第2可能空間が車線方向を軸として隣接している場合、前記車両の車線変更が可能であると判断することを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項に記載の走行制御装置。

【請求項13】

前記制御手段は、前記判断手段により前記車両の車線変更が可能であると判断された場合、該車線変更を開始するよう前記車両の走行を制御することを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項に記載の走行制御装置。

【請求項14】

前記制御手段は、前記第1可能空間と前記第2可能空間が前記車線方向を軸として隣接している場合、該隣接している空間において前記車両から最も近い位置で車線変更を行うよう前記車両の走行を制御することを特徴とする請求項12に記載の走行制御装置。

【請求項15】

前記第1特定手段による前記第1可能空間の特定と前記第2特定手段による前記第2可能空間の特定は、並列に行われることを特徴とする請求項1乃至14のいずれか1項に記載の走行制御装置。

【請求項16】

前記第1特定手段による前記第1可能空間の特定と前記第2特定手段による前記第2可能空間の特定は、搭乗者の方向指示の入力に伴い開始されることを特徴とする請求項1乃至15のいずれか1項に記載の走行制御装置。

【請求項17】

走行制御装置において実行される走行制御方法であって、
車両の外界の情報を取得する取得工程と、

10

20

30

40

50

前記取得工程において取得された前記車両の外界の情報に基づいて、前記車両の走行を制御する制御工程と、

前記取得工程において、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する他車両の情報が取得される場合、前記他車両と前記車両の車間距離と、前記他車両の速度と、前記車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第1可能空間を特定する第1特定工程と、

前記取得工程において、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線と異なる隣接車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する後方他車両の情報と、前記車両及び前記後方他車両の前方を走行する前方他車両の情報とが取得される場合、前記前方他車両と前記後方他車両の車間距離と、前記前方他車両の速度と、前記後方他車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第2可能空間を特定する第2特定工程と、

10

前記第1特定工程において特定される前記第1可能空間と、前記第2特定工程において特定される前記第2可能空間とに基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを判断する判断工程と、

を有し、

前記第1特定工程では、前記車両と前記他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第1可能空間を特定し、

前記第2特定工程では、前記車両と前記前方他車両および前記後方他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、

前記第2可能空間を特定する、

20

ことを特徴とする走行制御方法。

【請求項18】

車両の外界の情報を取得する取得手段、

前記取得手段により取得された前記車両の外界の情報に基づいて、前記車両の走行を制御する制御手段、

前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する他車両の情報が取得される場合、前記他車両と前記車両の車間距離と、前記他車両の速度と、前記車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第1可能空間を特定する第1特定手段、

30

前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線と異なる隣接車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する後方他車両の情報と、前記車両及び前記後方他車両の前方を走行する前方他車両の情報とが取得される場合、前記前方他車両と前記後方他車両の車間距離と、前記前方他車両の速度と、前記後方他車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第2可能空間を特定する第2特定手段、

前記第1特定手段により特定される前記第1可能空間と、前記第2特定手段により特定される前記第2可能空間とに基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを判断する判断手段、

としてコンピュータを機能させ、

前記第1特定手段は、前記車両と前記他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第1可能空間を特定し、

40

前記第2特定手段は、前記車両と前記前方他車両および前記後方他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第2可能空間を特定する、

ことを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の走行を制御する走行制御装置、走行制御方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

近年、車両の走行を自動的に制御する技術が知られている。車線変更を行う技術もその一つであり、特許文献 1 には、自車両の周辺を走行する周辺車両として、自車両が走行する車線上で自車両の前を走行する前走車両、隣接車線を走行する前方基準車両および後方基準車両、が存在する場合に、それら周辺車両の将来位置を考慮して、前方基準車両と後方基準車両の間をターゲットとして車線変更を行うことが記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 文献 】 国際公開第 2 0 1 7 / 1 4 1 7 6 5 号

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、車線変更を行う際には、他車両から受ける影響や、他車両に及ぼす影響を考慮する必要がある、さらなる改善が求められている。

【 0 0 0 5 】

本発明は、他車両との間における影響に基づき、車線変更を適切に行うよう車両の走行を制御する走行制御装置、走行制御方法、およびプログラムを提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

20

本発明に係る走行制御装置は、車両の外界の情報を取得する取得手段と、前記取得手段により取得された前記車両の外界の情報に基づいて、前記車両の走行を制御する制御手段と、前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する他車両の情報が取得される場合、前記他車両と前記車両の車間距離と、前記他車両の速度と、前記車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第 1 可能空間を特定する第 1 特定手段と、前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線と異なる隣接車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する後方他車両の情報と、前記車両及び前記後方他車両の前方を走行する前方他車両の情報とが取得される場合、前記前方他車両と前記後方他車両の車間距離と、前記前方他車両の速度と、前記後方他車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第 2 可能空間を特定する第 2 特定手段と、前記第 1 特定手段により特定される前記第 1 可能空間と、前記第 2 特定手段により特定される前記第 2 可能空間とに基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを判断する判断手段と、を備え、前記第 1 特定手段は、前記車両と前記他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第 1 可能空間を特定し、前記第 2 特定手段は、前記車両と前記前方他車両および前記後方他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第 2 可能空間を特定することを特徴とする。

30

【 0 0 0 7 】

また、本発明に係る走行制御方法は、走行制御装置において実行される走行制御方法であって、車両の外界の情報を取得する取得工程と、前記取得工程において取得された前記車両の外界の情報に基づいて、前記車両の走行を制御する制御工程と、前記取得工程において、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する他車両の情報が取得される場合、前記他車両と前記車両の車間距離と、前記他車両の速度と、前記車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第 1 可能空間を特定する第 1 特定工程と、前記取得工程において、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線と異なる隣接車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する後方他車両の情報と、前記車両及び前記後方他車両の前方を走行する前方他車両の情報とが取得される場合、前記前方他車両と前記後方他車両の車間距離と、前記前方他車両の速度と、前記後方他車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第 2 可能空間を特定する第 2 特定工程と、前記第 1 特定工程において特定される前記第 1 可能空間と、前記第 2 特定工程において特定される前記第 2 可能空間と

40

50

に基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを判断する判断工程と、を有し、前記第1特定工程では、前記車両と前記他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第1可能空間を特定し、前記第2特定工程では、前記車両と前記前方他車両および前記後方他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第2可能空間を特定することを特徴とする。

【0008】

また、本発明に係るプログラムは、車両の外界の情報を取得する取得手段、前記取得手段により取得された前記車両の外界の情報に基づいて、前記車両の走行を制御する制御手段、前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する他車両の情報が取得される場合、前記他車両と前記車両の車間距離と、前記他車両の速度と、前記車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第1可能空間を特定する第1特定手段、前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線と異なる隣接車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する後方他車両の情報と、前記車両及び前記後方他車両の前方を走行する前方他車両の情報とが取得される場合、前記前方他車両と前記後方他車両の車間距離と、前記前方他車両の速度と、前記後方他車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第2可能空間を特定する第2特定手段、前記第1特定手段により特定される前記第1可能空間と、前記第2特定手段により特定される前記第2可能空間とに基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを判断する判断手段、としてコンピュータを機能させ、前記第1特定手段は、前記車両と前記他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第1可能空間を特定し、前記第2特定手段は、前記車両と前記前方他車両および前記後方他車両との車両間における車間距離および相対速度を用いて前記車両の加減速度を算出するモデルに基づいて、前記第2可能空間を特定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、他車両との間における影響に基づき、車線変更を適切に行うよう車両の走行を制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】車両用制御装置の構成を示す図である。

【図2】制御ユニットの機能ブロックを示す図である。

【図3】車線変更による車両間への進入動作を説明するための図である。

【図4】車線変更の処理を示すフローチャートである。

【図5】探索処理を示すフローチャートである。

【図6】探索処理を示すフローチャートである。

【図7】加減速度の予測マップを示す図である。

【図8】車線変更の処理を示すフローチャートである。

【図9】車線変更による車両間への進入動作を説明するための図である。

【図10】探索処理を示すフローチャートである。

【図11】車線変更による車両間への進入動作を説明するための図である。

【図12】車線変更による車両間への進入動作を説明するための図である。

【図13】車線変更の処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。尚、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、また実施形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明に必須のものとは限らない。実施形態で説明されている複数の特徴のうち二つ以上の特徴が任意に組み合わせられてもよい。また、同一若しくは同様の構成には同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

〔 第 1 実施形態 〕

図 1 は、本発明の一実施形態に係る車両用制御装置（走行制御装置）のブロック図であり、車両 1 を制御する。図 1 において、車両 1 はその概略が平面図と側面図とで示されている。車両 1 は一例としてセダンタイプの四輪の乗用車である。

【 0 0 1 3 】

図 1 の走行制御装置は、制御ユニット 2 を含む。制御ユニット 2 は車内ネットワークにより通信可能に接続された複数の ECU 20 ~ 29 を含む。各 ECU は、CPU に代表されるプロセッサ、半導体メモリ等の記憶デバイス、外部デバイスとのインタフェース等を含む。記憶デバイスにはプロセッサが実行するプログラムやプロセッサが処理に使用するデータ等が格納される。各 ECU はプロセッサ、記憶デバイスおよびインタフェース等を複数備えていてもよい。また、図 1 の走行制御装置の構成は、プログラムに係る本発明を実施するコンピュータとなり得る。

10

【 0 0 1 4 】

以下、各 ECU 20 ~ 29 が担当する機能等について説明する。なお、ECU の数や、担当する機能については適宜設計可能であり、本実施形態よりも細分化したり、あるいは、統合することが可能である。

【 0 0 1 5 】

ECU 20 は、車両 1 の自動運転に関わる制御を実行する。自動運転においては、車両 1 の操舵と、加減速の少なくともいずれか一方を自動制御する。

20

【 0 0 1 6 】

ECU 21 は、電動パワーステアリング装置 3 を制御する。電動パワーステアリング装置 3 は、ステアリングホイール 31 に対する運転者の運転操作（操舵操作）に応じて前輪を操舵する機構を含む。また、電動パワーステアリング装置 3 は、操舵操作をアシストしたり、あるいは、前輪を自動操舵するための駆動力を発揮するモータや、操舵角を検知するセンサ等を含む。車両 1 の運転状態が自動運転の場合、ECU 21 は、ECU 20 からの指示に対応して電動パワーステアリング装置 3 を自動制御し、車両 1 の進行方向を制御する。

【 0 0 1 7 】

ECU 22 および 23 は、車両の周囲状況を検知する検知ユニット 41 ~ 43 の制御および検知結果の情報処理を行う。検知ユニット 41 は、車両 1 の前方を撮影するカメラであり（以下、カメラ 41 と表記する場合がある。）、本実施形態の場合、車両 1 のルーフ前部でフロントウィンドウの車室内側に取り付けられる。カメラ 41 が撮影した画像の解析により、例えば、物標の輪郭抽出や、道路上の車線の区画線（白線等）を抽出可能である。

30

【 0 0 1 8 】

検知ユニット 42 は、Light Detection and Ranging (LIDAR) であり、車両 1 の周囲の物標を検知したり、物標との距離を測距する。本実施形態の場合、検知ユニット 42 は 5 つ設けられており、車両 1 の前部の各隅部に 1 つずつ、後部中央に 1 つ、後部各側方に 1 つずつ設けられている。検知ユニット 43 は、ミリ波レーダであり（以下、レーダ 43 と表記する場合がある）、車両 1 の周囲の物標を検知したり、物標との距離を測距する。本実施形態の場合、レーダ 43 は 5 つ設けられており、車両 1 の前部中央に 1 つ、前部各隅部に 1 つずつ、後部各隅部に 1 つずつ設けられている。

40

【 0 0 1 9 】

ECU 22 は、一方のカメラ 41 と、各検知ユニット 42 の制御および検知結果の情報処理を行う。ECU 23 は、他方のカメラ 41 と、各レーダ 43 の制御および検知結果の情報処理を行う。車両の周囲状況を検知する装置を二組備えたことで、検知結果の信頼性を向上でき、また、カメラやレーダ等、種類の異なる検知ユニットを備えたことで、車両の周辺環境の解析を多面的に行うことができる。

【 0 0 2 0 】

50

ECU 24は、ジャイロセンサ5、GPSセンサ24b、通信装置24cの制御および検知結果あるいは通信結果の情報処理を行う。ジャイロセンサ5は、車両1の回転運動を検知する。ジャイロセンサ5の検知結果や、車輪速等により車両1の進路を判定することができる。GPSセンサ24bは、車両1の現在位置を検知する。通信装置24cは、地図情報や交通情報、気象情報を提供するサーバと無線通信を行い、これらの情報を取得する。ECU 24は、記憶デバイスに構築された地図情報のデータベース24aにアクセス可能であり、ECU 24は、現在地から目的地へのルート探索等を行う。なお、データベース24aには、上記の交通情報や気象情報などのデータベースが構築されても良い。

【0021】

ECU 25は、車車間通信用の通信装置25aを備える。通信装置25aは、周辺の他車両と無線通信を行い、車両間での情報交換を行う。通信装置25aは、各種の通信機能を有し、例えば、専用狭域通信(DSRC: Dedicated Short Range Communication)機能やセルラー通信機能を有する。通信装置25aは、送受信アンテナを含むTCU(Telematics Communication Unit)として構成されても良い。

10

【0022】

ECU 26は、パワープラント6を制御する。パワープラント6は、車両1の駆動輪を回転させる駆動力を出力する機構であり、例えば、エンジンと変速機とを含む。ECU 26は、例えば、アクセルペダル7Aに設けた操作検知センサ7aにより検知した運転者の運転操作(アクセル操作あるいは加速操作)に対応してエンジンの出力を制御したり、車速センサ7cが検知した車速等の情報に基づいて変速機の変速段を切り替える。車両1の運転状態が自動運転の場合、ECU 26は、ECU 20からの指示に対応してパワープラント6を自動制御し、車両1の加減速を制御する。

20

【0023】

ECU 27は、方向指示器8(ウィンカ)を含む灯火器(ヘッドライト、テールライト等)を制御する。図1の例の場合、方向指示器8は、車両1の前部、ドアミラーおよび後部に設けられている。

【0024】

ECU 28は、入出力装置9の制御を行う。入出力装置9は、運転者に対する情報の出力と、運転者からの情報の入力を受け付けを行う。音声出力装置91は、運転者に対して音声により情報を報知する。表示装置92は、運転者に対して画像の表示により情報を報知する。表示装置92は例えば運転席正面に配置され、インストルメントパネル等を構成する。なお、ここでは、音声と表示を例示したが振動や光により情報を報知してもよい。また、音声、表示、振動または光のうちの複数を組み合わせることで情報を報知してもよい。更に、報知すべき情報のレベル(例えば緊急度)に応じて、組み合わせを異ならせたり、報知態様を異ならせるともよい。また、表示装置92は、ナビゲーション装置を含んでも良い。

30

【0025】

入力装置93は、運転者が操作可能な位置に配置され、車両1に対する指示を行うスイッチ群であるが、マイク等の音声入力装置も含まれてもよい。

【0026】

ECU 29は、ブレーキ装置10やパーキングブレーキ(不図示)を制御する。ブレーキ装置10は、例えばディスクブレーキ装置であり、車両1の各車輪に設けられ、車輪の回転に抵抗を加えることで車両1を減速あるいは停止させる。ECU 29は、例えば、ブレーキペダル7Bに設けた操作検知センサ7bにより検知した運転者の運転操作(ブレーキ操作)に対応してブレーキ装置10の作動を制御する。車両1の運転状態が自動運転の場合、ECU 29は、ECU 20からの指示に対応してブレーキ装置10を自動制御し、車両1の減速および停止を制御する。ブレーキ装置10やパーキングブレーキは、車両1の停止状態を維持するために作動することができる。また、パワープラント6の変速機がパーキングロック機構を備える場合、これを車両1の停止状態を維持するために作動することもできる。

40

【0027】

50

ECU20が実行する車両1の自動運転に関わる制御について説明する。ECU20は、運転者により目的地と自動運転が指示されると、ECU24により探索された案内ルートにしたがって、目的地へ向けて車両1の走行を自動制御する。自動制御の際、ECU20はECU22および23から車両1の周囲状況に関する情報（外界情報）を取得し、取得した情報に基づきECU21、ECU26および29に指示して、車両1の操舵、加減速を制御する。

【0028】

図2は、制御ユニット2の機能ブロックを示す図である。制御部200は、図1の制御ユニット2に対応し、外界認識部201、自己位置認識部202、車内認識部203、行動計画部204、駆動制御部205、デバイス制御部206を含む。各ブロックは、図1

10

【0029】

外界認識部201は、外界認識用カメラ207及び外界認識用センサ208からの信号に基づいて、車両1の外界情報を認識する。ここで、外界認識用カメラ207は、例えば図1のカメラ41であり、外界認識用センサ208は、例えば図1の検知ユニット42、43である。外界認識部201は、外界認識用カメラ207及び外界認識用センサ208からの信号に基づいて、例えば、交差点や踏切、トンネル等のシーン、路肩等のフリースペース、他車両の挙動（速度や進行方向等）を認識する。自己位置認識部202は、GPSセンサ211からの信号に基づいて車両1の現在位置を認識する。ここで、GPSセンサ211は、例えば、図1のGPSセンサ24bに対応する。

20

【0030】

車内認識部203は、車内認識用カメラ209及び車内認識用センサ210からの信号に基づいて、車両1の搭乗者を識別し、また、搭乗者の状態を認識する。車内認識用カメラ209は、例えば、車両1の車内の表示装置92上に設置された近赤外カメラであり、例えば、搭乗者の視線の方向を検出する。また、車内認識用センサ210は、例えば、搭乗者の生体信号を検知するセンサである。車内認識部203は、それらの信号に基づいて、搭乗者の居眠り状態、運転以外の作業中の状態、であることなどを認識する。

【0031】

行動計画部204は、外界認識部201、自己位置認識部202による認識の結果に基づいて、最適経路、リスク回避経路など、車両1の行動を計画する。行動計画部204は、例えば、交差点や踏切等の開始点や終点に基づく進入判定、他車両の挙動の予測結果に基づく行動計画を行う。駆動制御部205は、行動計画部204による行動計画に基づいて、駆動力出力装置212、ステアリング装置213、ブレーキ装置214を制御する。ここで、駆動力出力装置212は、例えば、図1のパワープラント6に対応し、ステアリング装置213は、図1の電動パワーステアリング装置3に対応し、ブレーキ装置214は、ブレーキ装置10に対応する。

30

【0032】

デバイス制御部206は、制御部200に接続されるデバイスを制御する。例えば、デバイス制御部206は、スピーカ215を制御し、警告やナビゲーションのためのメッセージ等、所定の音声メッセージを出力させる。また、例えば、デバイス制御部206は、表示装置216を制御し、所定のインタフェース画面を表示させる。表示装置216は、例えば表示装置92に対応する。また、例えば、デバイス制御部206は、ナビゲーション装置217を制御し、ナビゲーション装置217での設定情報を取得する。

40

【0033】

制御部200は、図2に示す以外の機能ブロックを適宜含んでも良く、例えば、通信装置24cを介して取得した地図情報に基づいて目的地までの最適経路を算出する最適経路算出部を含んでも良い。また、制御部200が、図2に示すカメラやセンサ以外から情報を取得しても良く、例えば、通信装置25aを介して他の車両の情報を取得するようにしても良い。また、制御部200は、GPSセンサ211だけでなく、車両1に設けられた各種センサからの検知信号を受信する。例えば、制御部200は、車両1のドア部に設け

50

られたドアの開閉センサやドアロックの機構センサの検知信号を、ドア部に構成されたECUを介して受信する。それにより、制御部200は、ドアのロック解除や、ドアの開閉動作を検知することができる。

【0034】

図3は、本実施形態における車線変更による車両間への進入動作を説明するための図である。図3において、自車両301は、自車線を V_e で走行している。車両302は、自車線において自車両301の前方を速度 V_f0 で走行する前方他車両である。車両303は、隣接車線において自車両301の後方を速度 V_r で走行する後方他車両である。また、車両304は、隣接車線において自車両301の前方を速度 V_f で走行する前方他車両である。本実施形態では、このような車両の位置関係において、自車両301が、自車線から隣接車線へ加速することにより、車線変更(LC)を行うシーンを想定している。そのようなシーンにおいて車線変更が行われると、自車両301は、車両303と車両304の車間領域をターゲットとして進入することになる。位置305は、そのようなケースにおいて車両303と車両304の車間領域での自車両301の推定される将来位置を示している。推定される将来位置は、例えば、所定の車線変更が必要な時間に基づいて決定される。例えば、ウィンカ点灯が車線変更の3秒前に提示する必要がある場合には、所定の車線変更が必要な時間とは、例えば、ウィンカ点灯から3秒となる。なお、本実施形態における車両の「位置」とは、経度、緯度等で規定される絶対的な位置ではなく、車両間の相対的な位置を指すものとする。

【0035】

本実施形態では、自車両301が実際に進入する位置を、IDMモデルに基づく加減速度の予測マップを用いて決定する。以下、実際に進入する位置のことを、車両変更(LC: Lane Change)位置ともいう。

【0036】

ここで、加減速度の予測マップを説明する。図7は、加減速度の予測マップの一例を示す図である。加減速度の予測マップは、先行車両とそれに追従する後続車両の2車両についての追従走行モデル(IDMモデル: Intelligent Driver Model)に基づいている。IDMモデルでは、先行車両の存在により生じる後続車両の加減速度は、式(1)で表されることが知られている。

【0037】

【数1】

$$a = a \left[1 - \left(\frac{v}{v_0} \right)^\delta - \left(\frac{s^*(v, \Delta v)}{s} \right)^2 \right]$$

・・・(1)

【0038】

ここで、 v は先行車両の速度、 v_0 は後続車両の速度、 v は相対速度、 δ は指数定数、 s は車間距離、 s^* は有効車間距離、 Δv を表す。式(1)の右辺の第3項は、車間距離と相対速度に関する項であり、他車両からの影響を表している。加減速度は、他車両からの影響に基づいて決定され、例えば、後続車両の速度>先行車両の速度の関係で速度差が大きく車間距離が短いほど、最適な車間距離とするために、後続車両は、相対速度と車間距離から算出される加減速度の衝撃を大きく受けることが分かる。

【0039】

図7の横軸は、2車両間の相対速度を表し、縦軸は、2車両間の車間距離を表している。また、式(1)で算出される加減速度は、図7上では、各ハッチングの違いにより表されている。加減速度の変化は、図示上、ハッチング境界が明確に示されているが、グラデーション状に変化する場合もある。なお、各ハッチングで表される加減速度は、後続車両の絶対速度で決定される。図7では、式(1)で表されるIDMモデルに基づいて、2車両間の相対速度及び相対距離を両軸として定められる空間上で、車両の加減速度

の分布が表されている。なお、加減速度は、例えば、 $-2000 \text{ mm/s}^2 = -0.2 \text{ G}$ として、G値に換算されても良い。

【0040】

図3において、自車両301と車両302の間のハッチング表示は、自車両301と車両302をIDMモデルとして考えた場合に、車間距離307において自車両301が受ける加減速度の分布を表す。特に、右上斜め方向の太斜線で示されるLC可能空間306は、自車両301が受ける加減速度の大きさが所定値以下であることを表す。そのため、自車両301が車両302から受ける衝撃は比較的小さいので、自車両301が、後述するLC可能空間308をターゲットとして車線変更をスムーズに行うことが可能である。

10

【0041】

また、位置305と車両304の間のハッチング表示は、例えば位置305にある将来位置の自車両301と車両304をIDMモデルとして考えた場合に、将来位置の自車両301が受ける加減速度の分布を表す。特に、右上斜め方向の太斜線で示される空間は、将来位置の自車両301が受ける加減速度が所定値以下であることを表す。そのため、将来位置の自車両301が車両304から受ける衝撃は比較的小さいので、自車両301がLC可能空間308をターゲットとして車線変更をスムーズに行うことが可能である。

【0042】

また、車両303と位置305の間のハッチング表示は、車両303と例えば位置305にある将来位置の自車両301をIDMモデルとして考えた場合に、車両303が受ける加減速度の分布を表す。特に、右上斜め方向の太斜線で示される空間は、車両303が受ける加減速度が所定値以下であることを表す。そのため、車両303が将来位置の自車両301から受ける衝撃は比較的小さいので、自車両301がLC可能空間308をターゲットとして車線変更をスムーズに行うことが可能である。

20

【0043】

本実施形態では、LC可能空間306とLC可能空間308とが重複する空間、即ち図3ではLC可能空間306において自車両301から最も近い位置を、自車両301が車線変更を行うLC位置として特定する。その特定した位置で車線変更を行えば、自車両301が車両302から受ける影響、将来位置の自車両301が車両304から受ける影響、将来位置の自車両301が車両303に及ぼす影響、のいずれも小さくすることができ、スムーズな車線変更を実現することができる。

30

【0044】

図4は、本実施形態における自車両301の車線変更の処理を示すフローチャートである。図4の処理は、例えば、自車両301の制御部200がROM等の記憶領域に記憶されているプログラムを読み出して実行することにより実現される。以下、特に断らない限り、自車両301の制御部200は、単に制御部200として説明する。

【0045】

S101において、制御部200は、車線変更の要求を受け付けると、例えばウィンカを点灯させる。その後、S102及びS103の処理が行われる。S102では、LC可能空間308を探索するための探索処理Aが行われ、S103では、LC可能空間306を探索するための探索処理Bが行われる。なお、本実施形態では、S102の探索処理AとS103の探索処理Bとが並列で行われるとして説明するが、探索処理Aの後に探索処理Bが行われるようにしても良いし、探索処理Bの後に探索処理Aが行われるようにしても良い。

40

【0046】

図5は、S102の探索処理Aの処理を示すフローチャートである。S201において、制御部200は、ギャップ長を取得する。ここで、ギャップ長は、図3の車間距離311に対応する。なお、本実施形態では、車間距離307、309、310、311、LC可能空間306、308は、走行車線上に沿った距離を表すものとする。

【0047】

50

S 2 0 2 において、制御部 2 0 0 は、第 2 前方他車両の速度 V_f を取得する。ここで、第 2 前方他車両とは、車両 3 0 4 である。S 2 0 3 において、制御部 2 0 0 は、第 2 後方他車両の速度 V_r を取得する。ここで、第 2 後方他車両とは、車両 3 0 3 である。制御部 2 0 0 は、例えば、外界認識用カメラ 2 0 7 や外界認識用センサ 2 0 8 を用いて、第 2 前方他車両及び第 2 後方他車両の速度を取得する。

【 0 0 4 8 】

S 2 0 4 において、制御部 2 0 0 は、自車両 3 0 1 が隣接車線に車線変更を行ったと推定した場合の仮想位置（将来位置）を表す変数 S_A （仮想位置 S_A ）を初期化する。図 3 の位置 3 0 5 は図 5 の処理で用いられる仮想位置の一つを表している。仮想位置 S_A の初期値は、例えば、第 2 前方車両から 1 m 後方の位置とする（ $S_A = 1$ ）。

10

【 0 0 4 9 】

S 2 0 5 において、制御部 2 0 0 は、第 2 前方他車両に対する仮想位置 S_A の自車両 3 0 1 の IDM 値 f を取得する。IDM 値は、後続車の予測加減速値の一例であり、本実施形態では、IDM モデルを用いて求められる IDM 値を一例として用いて説明する。S 2 0 5 では、制御部 2 0 0 は、例えば、自車両 3 0 1 の車線変更のための加速後の速度に基づいて IDM モデルを作成し、第 2 前方他車両と仮想位置 S_A の自車両 3 0 1 についての相対速度および車間距離から IDM 値 f を求め、仮想位置 S_A に対応づけて記憶領域に保持する。

【 0 0 5 0 】

S 2 0 6 において、制御部 2 0 0 は、仮想位置 S_A の自車両 3 0 1 に対する第 2 後方他車両の IDM 値 r を取得する。S 2 0 6 では、制御部 2 0 0 は、例えば、車両 3 0 3 の速度に基づいて IDM モデルを作成し、仮想位置 S_A の自車両 3 0 1 と第 2 後方他車両についての相対速度および車間距離から IDM 値 r を求め、仮想位置 S_A に対応づけて記憶領域に保持する。

20

【 0 0 5 1 】

S 2 0 7 において、制御部 2 0 0 は、仮想位置 S_A を更新する。仮想位置 S_A は、例えば、1 ずつインクリメントしていくようにしても良い。S 2 0 8 において、制御部 2 0 0 は、所定の条件、例えば、更新された仮想位置 S_A が「 $S_A \leq L - 1$ 」を満たすか否かを判定する。ここで、 L とは、図 3 の車間距離 3 1 1 に対応する。所定の条件を満たすと判定された場合には、S 2 0 9 に進み、所定の条件を満たさないと判定された場合は、S 2 0 5 からの処理を繰り返す。

30

【 0 0 5 2 】

S 2 0 9 において、制御部 2 0 0 は、各仮想位置 S_A について求められた加減速度 f 、 r から、ともに大きさが所定値以下（例えば、0.2 以下）となる空間 3 1 2 及び 3 1 3 を含む空間を LC 可能空間 3 0 8 として特定する。つまり、図 5 の探索処理 A が終了すると、加速してから車線変更を行う場合、加減速度が所定値以下となる空間を特定することができる。S 2 0 9 の後、図 5 の処理を終了する。

【 0 0 5 3 】

図 6 は、S 1 0 3 の探索処理 B の処理を示すフローチャートである。S 3 0 1 において、制御部 2 0 0 は、前方長を取得する。ここで、前方長は、図 3 の車間距離 3 0 7 に対応する。

40

【 0 0 5 4 】

S 3 0 2 において、制御部 2 0 0 は、第 1 前方他車両の速度 V_{f0} 、自車両 3 0 1 の速度 V_e を取得する。ここで、第 1 前方他車両とは、車両 3 0 2 である。また、ここで取得される速度 V_e は、車線変更のための加速後の速度となる。制御部 2 0 0 は、例えば、外界認識用カメラ 2 0 7 や外界認識用センサ 2 0 8 を用いて、第 1 前方他車両の速度を取得する。

【 0 0 5 5 】

S 3 0 3 において、制御部 2 0 0 は、車間距離 3 0 7 における自車両 3 0 1 の仮想位置（将来位置）を表す変数 S_B （仮想位置 S_B ）を初期化する。仮想位置 S_B の初期値は、

50

例えば、車両 302 から 1 m 後方の位置とする ($SB = 1$)。

【0056】

S304において、制御部200は、第1前方他車両に対する仮想位置SBの自車両301のIDM値0を取得する。S304では、制御部200は、例えば、仮想位置SBの自車両301の速度に基づいてIDMモデルを作成し、第1前方他車両と仮想位置SBの自車両301についての相対速度および車間距離からIDM値0を求め、仮想位置SBに対応づけて記憶領域に保持する。

【0057】

S305において、制御部200は、仮想位置SBを更新する。仮想位置SBは、例えば、1ずつインクリメントしていくようにしても良い。S306において、制御部200は、所定の条件、例えば、更新された仮想位置SBが「 $SB > d$ 」を満たすか否かを判定する。ここで、 d とは、図3の車間距離307に対応する。所定の条件を満たすと判定された場合には、S307に進み、所定の条件を満たさないと判定された場合は、S304からの処理を繰り返す。

10

【0058】

S307において、制御部200は、各仮想位置SBについて求められた加減速度0から、大きさが所定値以下(例えば、0.2以下)となる空間をLC可能空間306として特定する。つまり、図6の探索処理Bが終了すると、加速してから車線変更を行う場合の自車両301の前方に加減速度の大きさが所定値以下となる空間を特定することができる。S307の後、図6の処理を終了する。

20

【0059】

再び、図4を参照する。S102及びS103の後、S104に進む。S104において、制御部200は、探索処理AのS209で特定されたLC可能空間308と、探索処理BのS307で特定されたLC可能空間306と、に基づいて、車線変更が可能か否かを判断し、車線変更が可能であると判断した場合、自車両301がLC可能空間308に進入するLC位置を決定する。例えば、LC可能空間306とLC可能空間308との重複領域が自車両301の車長分以上であれば、車線変更が可能であると判断する。車線変更が可能でないと判断した場合、車線変更を中止し、図4の処理を終了する。また、車線変更が可能であると判断した場合、例えば、制御部200は、自車両301の位置から最も最短でLC可能空間308に進入する位置をLC位置として決定する。例えば、LC可能空間306がLC可能空間308に含まれている場合には、自車両301の車長分前方で隣接車線に平行移動した位置をLC位置として決定する。S105において、制御部200は、決定されたLC位置に向かって車線変更を行うよう自車両301を制御する。S105の後、図4の処理を終了する。

30

【0060】

図8は、S105の処理を示すフローチャートである。S401において、制御部200は、S104で決定されたLC位置に向かうよう自車両301の走行を制御する。その際、S101でのウィンカの点灯から所定の時間内に行うよう自車両301の走行を制御する。所定の時間とは、例えばウィンカの点灯から車線変更終了までの時間10秒である。

【0061】

S402において、制御部200は、車線変更が可能であるか否かを判定する。制御部200は、第2前方他車両による影響により、自車両301に加わる加減速度の大きさが所定値より大きくなったか否かを判定する。また、制御部200は、第2後方他車両に及ぼす影響により、第2後方他車両に加わる加減速度の大きさが所定値より大きくなったか否かを判定する。上記の2つの判定のいずれかについて、加減速度の大きさが所定値より大きくなったと判定された場合、制御部200は、車線変更が可能でないと判定し、S404において、車線変更を中止し、図8及び図4の処理を終了する。

40

【0062】

一方、上記の2つの判定のいずれについても、加減速度の大きさが所定値より大きくなっていないと判定された場合、制御部200は、S403において、車線変更の走行制御

50

が終了したか否かを判定する。S 4 0 3では、制御部 2 0 0は、自車両 3 0 1が S 1 0 4で決定された LC 位置に到達したか否かに基づいて判定する。車線変更の走行制御が終了したと判定された場合、図 8 及び図 4 の処理を終了する。一方、車線変更の走行制御が終了していないと判定された場合、S 4 0 1からの処理を繰り返す。

【 0 0 6 3 】

以上のように、本実施形態によれば、加速してから隣接車線へ車線変更を行う場合、自車線の第 1 前方他車両から受ける影響、隣接車線における第 2 前方他車両から受ける影響、隣接車線における第 2 後方他車両に及ぼす影響を考慮する。その結果、隣接車線への最適な進入位置を特定することができ、交通全体の走行を妨げることなく、円滑な車線変更を行うことができる。

10

【 0 0 6 4 】

[第 2 実施形態]

次に、第 2 実施形態について、第 1 実施形態と異なる点について説明する。第 1 実施形態では、加速してから隣接車線へ車線変更を行うケースを説明した。本実施形態では、減速してから隣接車線へ車線変更を行うケースについて説明する。

【 0 0 6 5 】

図 9 は、本実施形態における車線変更による車両間への進入動作を説明するための図である。図 9 において、自車両 9 0 1 は、自車線を V_e で走行している。車両 9 0 2 は、自車線において自車両 9 0 1 の後方を速度 $V_r 0$ で走行する後方他車両である。車両 9 0 3 は、隣接車線において自車両 9 0 1 の後方を速度 V_r で走行する後方他車両である。また、車両 9 0 4 は、隣接車線において自車両 9 0 1 の前方を速度 V_f で走行する前方他車両である。本実施形態では、このような車両の位置関係において、自車両 9 0 1 が、自車線から隣接車線へ減速することにより、車線変更 (LC) を行うシーンを想定している。そのようなシーンにおいて車線変更が行われると、自車両 9 0 1 は、車両 9 0 3 と車両 9 0 4 の車間領域をターゲットとして進入することになる。位置 9 0 5 は、そのようなケースにおいて車両 9 0 3 と車両 9 0 4 の車間領域での自車両 9 0 1 の推定される将来位置を示している。

20

【 0 0 6 6 】

図 9 において、自車両 9 0 1 と車両 9 0 2 の間のハッチング表示は、自車両 9 0 1 と車両 9 0 2 を IDM モデルとして考えた場合に、車間距離 9 0 7 において車両 9 0 2 が受ける加減速度の分布を表す。特に、右上斜め方向の太斜線で示される LC 可能空間 9 0 6 は、車両 9 0 2 が受ける加減速度の大きさが所定値以下であることを表す。そのため、自車両 9 0 1 が車両 9 0 2 に及ぼす衝撃は比較的小さいので、自車両 9 0 1 が、後述する LC 可能空間 9 0 8 をターゲットとして車線変更をスムーズに行うことが可能である。

30

【 0 0 6 7 】

また、位置 9 0 5 と車両 9 0 4 の間のハッチング表示は、例えば位置 9 0 5 にある将来位置の自車両 9 0 1 と車両 9 0 4 を IDM モデルとして考えた場合に、車間距離 9 0 9 において将来位置の自車両 9 0 1 が受ける加減速度の分布を表す。特に、右上斜め方向の太斜線で示される空間 9 1 3 は、将来位置の自車両 9 0 1 が受ける加減速度の大きさが所定値以下であることを表す。そのため、将来位置の自車両 9 0 1 が車両 9 0 4 から受ける衝撃は比較的小さいので、自車両 9 0 1 が LC 可能空間 9 0 8 をターゲットとして車線変更をスムーズに行うことが可能である。

40

【 0 0 6 8 】

また、車両 9 0 3 と位置 9 0 5 の間のハッチング表示は、車両 9 0 3 と例えば位置 9 0 5 にある将来位置の自車両 9 0 1 を IDM モデルとして考えた場合に、車間距離 9 1 0 において車両 9 0 3 が受ける加減速度の分布を表す。特に、右上斜め方向の太斜線で示される空間 9 1 4 は、車両 9 0 3 が受ける加減速度の大きさが所定値以下であることを表す。そのため、車両 9 0 3 が将来位置の自車両 9 0 1 から受ける衝撃は比較的小さいので、自車両 9 0 1 が LC 可能空間 9 0 8 をターゲットとして車線変更をスムーズに行うことが可能である。

50

【 0 0 6 9 】

本実施形態では、LC可能空間906とLC可能空間908とが重複する空間、即ち図9では空間912において自車両901から最も近い位置を、自車両901が車線変更を行うLC位置として特定する。その特定した位置で車線変更を行えば、自車両901が車両902に及ぼす影響、将来位置の自車両901が車両904から受ける影響、将来位置の自車両901が車両903に及ぼす影響、のいずれも小さくすることができ、スムーズな車線変更を実現することができる。

【 0 0 7 0 】

本実施形態においても、図4と図5の処理は同様である。但し、本実施形態において、図5のS103の探索処理Bでは、車両902との間の領域でのLC可能空間906が探索される。

10

【 0 0 7 1 】

図10は、本実施形態におけるS103の探索処理Bの処理を示すフローチャートである。S501において、制御部200は、後方長を取得する。ここで、後方長は、図9の車間距離907に対応する。

【 0 0 7 2 】

S502において、制御部200は、第1後方他車両の速度 V_{r0} 、自車両901の速度 V_e を取得する。ここで、第1後方他車両とは、車両902である。また、ここで取得される V_e は、車線変更のための減速後の速度となる。制御部200は、例えば、外界認識用カメラ207や外界認識用センサ208を用いて、第1後方他車両の速度を取得する。

20

【 0 0 7 3 】

S503において、制御部200は、車間距離907における自車両901の仮想位置(将来位置)を表す変数SB(仮想位置SB)を初期化する。仮想位置SBの初期値は、例えば、第1後方他車両から1m後方の位置とする($SB = 1$)。

【 0 0 7 4 】

S504において、制御部200は、仮想位置SBの自車両901に対する第1後方他車両のIDM値 0 を取得する。S504では、制御部200は、例えば、第1後方他車両の速度に基づいてIDMモデルを作成し、第1後方他車両と仮想位置SBの自車両901についての相対速度および車間距離からIDM値 0 を求め、仮想位置SBに対応づけて記憶領域に保持する。

30

【 0 0 7 5 】

S505において、制御部200は、仮想位置SBを更新する。仮想位置SBは、例えば、1ずつインクリメントしていくようにしても良い。S506において、制御部200は、所定の条件、例えば、更新された仮想位置SBが「 $SB < d$ 」を満たすか否かを判定する。ここで、 d とは、図9の車間距離907に対応する。所定の条件を満たすと判定された場合には、S907に進み、所定の条件を満たさないと判定された場合は、S904からの処理を繰り返す。

【 0 0 7 6 】

S507において、制御部200は、各仮想位置SBについての加減速度 0 から、大きさが所定値以下(例えば、 0.2 以下)となる空間をLC可能空間906として特定する。つまり、図10の探索処理Bが終了すると、減速してから車線変更を行う場合の、自車両901の後方に加減速度の大きさが所定値以下となる空間を特定することができる。S507の後、図10の処理を終了する。

40

【 0 0 7 7 】

図4のS102及びS103の後、S104に進む。S104において、制御部200は、探索処理AのS209で特定されたLC可能空間908と、探索処理BのS507で特定されたLC可能空間906と、に基づいて、自車両901がLC可能空間908に進入するLC位置を決定する。例えば、制御部200は、自車両901の位置から最も最短でLC可能空間908に進入する位置をLC位置として決定する。例えば、LC可能空間906がLC可能空間908に含まれている場合には、自車両901の車長分前方で隣接

50

車線に平行移動した位置を LC 位置として決定する。S 1 0 5 において、制御部 2 0 0 は、決定された LC 位置に向かって車線変更を行うよう自車両 9 0 1 を制御する。S 1 0 5 の後、図 4 の処理を終了する。S 1 0 5 において行われる図 8 の処理は、第 1 実施形態における説明と同じである。

【 0 0 7 8 】

以上のように、本実施形態によれば、減速してから隣接車線へ車線変更を行う場合、自車線の第 1 後方他車両に及ぼす影響、隣接車線における第 2 前方他車両から受ける影響、隣接車線における第 2 後方他車両に及ぼす影響を考慮する。その結果、隣接車線への最適な進入位置を特定することができ、交通全体の走行を妨げることなく、円滑な車線変更を行うことができる。

10

【 0 0 7 9 】

[第 3 実施形態]

次に、第 3 実施形態について、第 1 及び第 2 実施形態と異なる点について説明する。第 1 実施形態では、加速してから隣接車線へ車線変更を行うケースを説明した。第 2 実施形態では、減速してから隣接車線へ車線変更を行うケースについて説明した。本実施形態では、加速してから隣接車線へ車線変更を行うか、若しくは、減速してから隣接車線へ車線変更を行うか、について判断するケースについて説明する。

【 0 0 8 0 】

図 1 1 及び図 1 2 は、本実施形態における車線変更による車両間への進入動作を説明するための図である。図 1 1 及び図 1 2 において、自車両 1 1 0 1 は、自車線を V_e で走行している。車両 1 1 0 2 は、自車線において自車両 1 1 0 1 の前方を速度 $V_f 0$ で走行する第 1 前方他車両である。車両 1 1 0 3 は、自車線において自車両 1 1 0 1 の後方を速度 $V_r 0$ で走行する第 1 後方他車両である。車両 1 1 0 5 は、隣接車線において自車両 1 1 0 1 の後方を速度 V_r で走行する第 2 後方他車両である。また、車両 1 1 0 4 は、隣接車線において自車両 1 1 0 1 の前方を速度 V_f で走行する第 2 前方他車両である。本実施形態では、このような車両の位置関係において、自車両 1 1 0 1 が加速してから隣接車線へ車線変更するか、若しくは減速してから隣接車線へ車線変更するか、を判断する。

20

【 0 0 8 1 】

図 1 3 は、本実施形態における自車両 1 1 0 1 の車線変更の処理を示すフローチャートである。図 1 3 の処理は、例えば、自車両 1 1 0 1 の制御部 2 0 0 が ROM 等の記憶領域に記憶されているプログラムを読み出して実行することにより実現される。以下、特に断らない限り、自車両 1 1 0 1 の制御部 2 0 0 は、単に制御部 2 0 0 として説明する。また、以下、加速してからの車線変更を前方車線変更（前方 LC）、減速してからの車線変更を後方車線変更（後方 LC）ともいう。

30

【 0 0 8 2 】

S 6 0 1 において、制御部 2 0 0 は、車線変更の要求を受け付けると、例えばウィンカを点灯させる。その後、S 6 0 2 及び S 6 0 3、並びに、S 6 0 4 及び S 6 0 5 の処理が行われる。S 6 0 2 において、制御部 2 0 0 は、前方 LC のための探索処理 A 及び B を行う。S 6 0 2 の処理は、第 1 実施形態で説明した図 4 の S 1 0 2 及び S 1 0 3 と同じである。そして、S 6 0 3 において、制御部 2 0 0 は、前方 LC のための LC 位置を決定する。S 6 0 3 の処理は、図 4 の S 1 0 4 と同じである。つまり、探索処理 A の S 2 0 9 で特定された LC 可能空間 1 1 0 9 と、探索処理 B の S 3 0 7 で特定された LC 可能空間 1 1 0 7 とに基づいて、自車両 1 1 0 1 が LC 可能空間 1 1 0 9 に進入する LC 位置が決定される。

40

【 0 0 8 3 】

一方、S 6 0 4 において、制御部 2 0 0 は、後方 LC のための探索処理 A 及び B を行う。S 6 0 4 の処理は、第 2 実施形態で説明した図 4 の S 1 0 2 及び S 1 0 3 と同じである。そして、S 6 0 5 において、制御部 2 0 0 は、後方 LC のための LC 位置を決定する。S 6 0 5 の処理は、第 2 実施形態で説明した図 5 の S 2 0 9 及び図 1 0 の S 5 0 7 と同じである。つまり、探索処理 A の S 2 0 9 で特定された LC 可能空間 1 2 0 3 と、探索処理

50

BのS507で決定されたLC可能空間1201と、に基づいて、自車両1101がLC可能空間1203に進入するLC位置が決定される。

【0084】

上記では、S602及びS603の処理と、S604及びS605の処理とが並列に行われると記載したが、S602及びS603の処理と、S604及びS605の処理とが順次行われるようにしても良い。

【0085】

S606において、制御部200は、前方LCを行うか、若しくは後方LCを行うか、を判断する。この判断は、例えば、以下のように行われる。S602で特定されたLC可能空間1107とLC可能空間1109の重複領域を求める。一方、S604で特定されたLC可能空間1201とLC可能空間1203の重複領域を求める。重複領域として、例えば、車線方向上で重複する長さを求める。そして、制御部200は、重複領域の大きい方について行われた車線変更動作を実行すると判断する。なお、重複領域が所定長以下であれば、車線変更を中止するとしても良い。その場合の所定長とは、例えば自車両1101の車長である。

10

【0086】

S607において、制御部200は、S605で実行すると判断された車線変更動作を実行する旨を通知する。この通知は、例えば、デバイス制御部206を介して表示装置216にユーザインタフェース画面を表示することにより行われる。S608において、制御部200は、ユーザインタフェース画面上で運転者から車線変更動作の指示を受け付ける。

20

【0087】

S609において、制御部200は、受け付けた指示により実行する車線変更動作が前方LCであるか、後方LCであるかを判定する。前方LCであると判定された場合、S610において、制御部200は、第1実施形態のS105と同様に、S603で決定されたLC位置に向かって車線変更を行うよう自車両1101を制御する。その後、図13の処理を終了する。一方、後方LCであると判定された場合、S611において、制御部200は、第2実施形態のS105と同様に、S605で決定されたLC位置に向かって車線変更を行うよう自車両1101を制御する。その後、図13の処理を終了する。

【0088】

以上のように、本実施形態によれば、加速してから隣接車線へ車線変更を行うか、若しくは、減速してから隣接車線へ車線変更を行うか、について判断する。その結果、隣接車線への最適な進入位置をより特定しやすくなり、各車両全体の円滑な走行を妨げることなく車線変更を行うことができる。

30

【0089】

<実施形態のまとめ>

上記実施形態の走行制御装置は、車両の外界の情報を取得する取得手段と（外界認識用カメラ207、外界認識用センサ208）、前記取得手段により取得された前記車両の外界の情報に基づいて、前記車両の走行を制御する制御手段と（制御部200）、前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する車両で前記車両の前方を走行する第1前方他車両の情報が取得される場合、前記第1前方他車両と前記車両の車間距離と、前記第1前方他車両の速度と、前記車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第1可能空間（906）を特定する第1特定手段と（S103）、前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線と異なる隣接車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する後方他車両の情報と、前記車両及び前記後方他車両の前方を走行する第2前方他車両の情報とが取得される場合、前記第2前方他車両と前記後方他車両の車間距離と、前記第2前方他車両の速度と、前記後方他車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第2可能空間を特定する第2特定手段と（S102）、前記第1特定手段により特定される前記第1可能空間と、前記第2特定手段により特定される前記第2可能空間（908）とに基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを

40

50

判断する判断手段と（S104）を備えることを特徴とする。

【0090】

そのような構成により、自車線の他車両と、隣接車線の他車両とに基づいて前方への車線変更の判断を行うことができる。

【0091】

また、前記第2特定手段は、前記隣接車線上に推定される前記車両の位置（905）に基づいて、前記第2可能空間を特定し、前記推定される前記車両の位置は、所定の車線変更が必要な時間により前記車両が車線変更を行ったと推定される位置であることを特徴とする。また、前記第2特定手段は、前記推定される前記車両と前記後方他車両の車間距離（910）と、前記後方他車両の速度と、前記推定もしくは計測される前記車両の速度と、から特定される第3可能空間と、前記推定される前記車両と前記第2前方他車両の車間距離（909）と、前記推定もしくは計測される前記車両の速度と、前記第2前方他車両の速度と、から特定される第4可能空間と、に基づいて、前記第2可能空間を特定することを特徴とする。また、前記第2可能空間は、前記第3可能空間と前記第4可能空間とを含む領域であることを特徴とする。

10

【0092】

そのような構成により、自車線の他車両の挙動と、隣接車線の他車両の挙動とに基づいて車線変更の判断を行うことができる。また、隣接車線において、推定される車両の位置の前後の他車両の挙動から得られる空間を車線変更が可能な空間として特定することができる。

20

【0093】

また、前記第1可能空間、前記第2可能空間、前記第3可能空間、前記第4可能空間は、2車両間における車間距離および相対距離を用いて加減速度を算出するモデル（図7）に基づいて特定されることを特徴とする。また、前記第1可能空間、前記第2可能空間、前記第3可能空間、前記第4可能空間は、前記加減速度の大きさが所定値以下である空間として特定されることを特徴とする。

【0094】

そのような構成により、IDMモデルを用いて、自車線の他車両の挙動と、隣接車線の他車両の挙動とに基づき、車線変更の判断を行うことができる。

【0095】

また、前記判断手段は、前記第1可能空間と前記第2可能空間が車線方向を軸として隣接している場合、前記車両の車線変更が可能であると判断する（S104）ことを特徴とする。

30

【0096】

そのような構成により、第1可能空間と第2可能空間が車線方向に重複している場合に、車線変更が可能であると判断することができる。

【0097】

また、前記制御手段は、前記判断手段により前記車両の車線変更が可能であると判断された場合、該車線変更を開始するよう前記車両の走行を制御する（S105）ことを特徴とする。前記制御手段は、前記第1可能空間と前記第2可能空間が前記車線方向を軸として隣接している場合、該隣接している空間において前記車両から最も近い位置で車線変更を行うよう前記車両の走行を制御することを特徴とする。

40

【0098】

そのような構成により、第1可能空間と第2可能空間とに基づいて、最短距離で車線変更を行うことができる。

【0099】

また、前記第1特定手段による前記第1可能空間の特定と前記第2特定手段による前記第2可能空間の特定は、並列に行われる（S102、S103）ことを特徴とする。そのような構成により、車線変更を行うまでの処理時間が長くなることを防ぐことができる。

【0100】

50

また、前記第 1 特定手段による前記第 1 可能空間の特定と前記第 2 特定手段による前記第 2 可能空間の特定は、搭乗者の方向指示の入力に伴い (S 1 0 1) 開始されることを特徴とする。そのような構成により、例えばウィンカを点灯させたことをトリガとして処理を開始することができる。

【 0 1 0 1 】

上記実施形態の走行制御装置は、車両の外界の情報を取得する取得手段と、前記取得手段により取得された前記車両の外界の情報に基づいて、前記車両の走行を制御する制御手段と、前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する第 1 後方他車両の情報が取得される場合、前記第 1 後方他車両と前記車両の車間距離と (9 0 7)、前記第 1 後方他車両の速度と、前記車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第 1 可能空間を特定する第 1 特定手段と、前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線と異なる隣接車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する第 2 後方他車両の情報と、前記車両及び前記第 2 後方他車両の前方を走行する前方他車両の情報とが取得される場合、前記前方他車両と前記第 2 後方他車両の車間距離と、前記前方他車両の速度と、前記第 2 後方他車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第 2 可能空間を特定する第 2 特定手段と、前記第 1 特定手段により特定される前記第 1 可能空間と、前記第 2 特定手段により特定される前記第 2 可能空間とに基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを判断する判断手段とを備えることを特徴とする。

10

【 0 1 0 2 】

そのような構成により、自車線の他車両と、隣接車線の他車両とに基づいて後方への車線変更の判断を行うことができる。

20

【 0 1 0 3 】

上記実施形態の走行制御装置は、車両の外界の情報を取得する取得手段と、前記取得手段により取得された前記車両の外界の情報に基づいて、前記車両の走行を制御する制御手段と、前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線を走行する他車両の情報が取得される場合、前記他車両と前記車両の車間距離と、前記他車両の速度と、前記車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第 1 可能空間を特定する第 1 特定手段と (図 1 1、図 1 2)、前記取得手段により、前記車両の外界の情報として、前記車両の走行車線と異なる隣接車線を走行する車両で前記車両の後方を走行する後方他車両の情報と、前記車両及び前記後方他車両の前方を走行する前方他車両の情報とが取得される場合、前記前方他車両と前記後方他車両の車間距離と、前記前方他車両の速度と、前記後方他車両の速度と、から前記車両の車線変更が可能な第 2 可能空間を特定する第 2 特定手段と、前記第 1 特定手段により特定される前記第 1 可能空間と、前記第 2 特定手段により特定される前記第 2 可能空間とに基づいて、前記車両の車線変更が可能であるか否かを判断する判断手段とを備えることを特徴とする。

30

【 0 1 0 4 】

そのような構成により、自車線の他車両と、隣接車線の他車両とに基づいて車線変更の判断を行うことができる。

【 0 1 0 5 】

発明は上記の実施形態に制限されるものではなく、発明の要旨の範囲内で、種々の変形・変更が可能である。

40

【 符号の説明 】

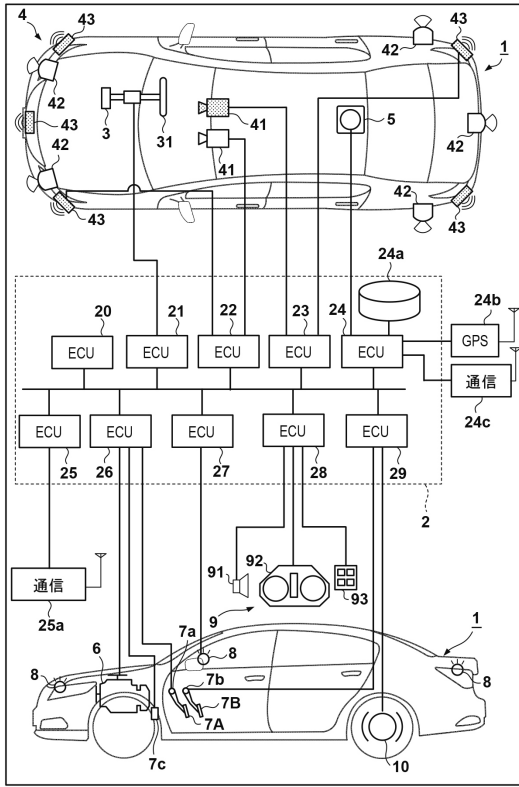
【 0 1 0 6 】

1 車両： 2 制御ユニット： 2 0、2 1、2 2、2 3、2 4、2 5、2 6、2 7、2 8、2 9 E C U： 2 0 0 制御部

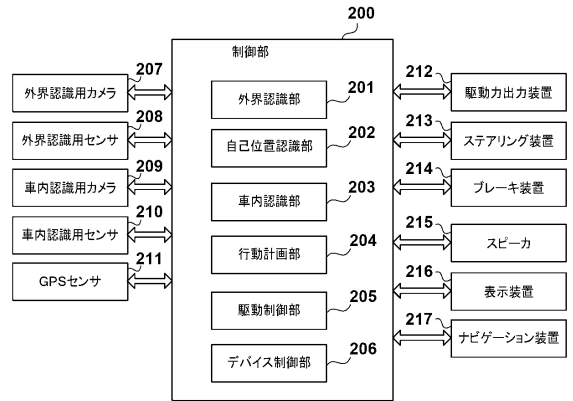
50

【図面】

【図 1】



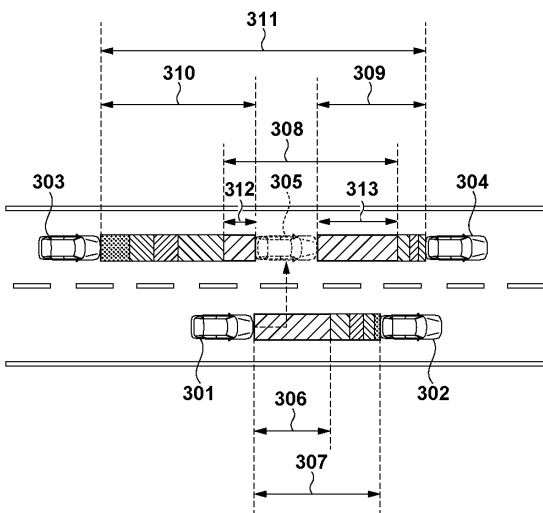
【図 2】



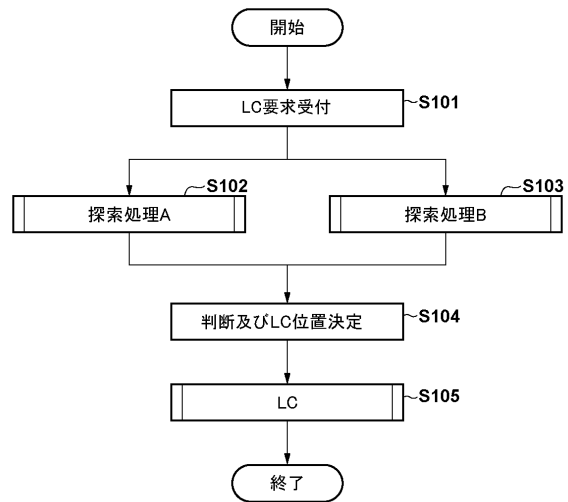
10

20

【図 3】



【図 4】

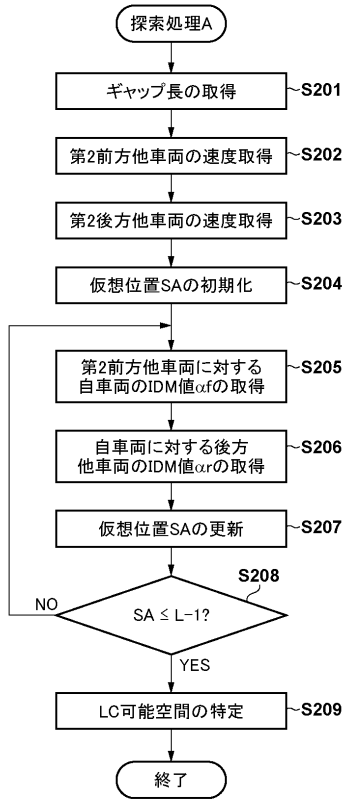


30

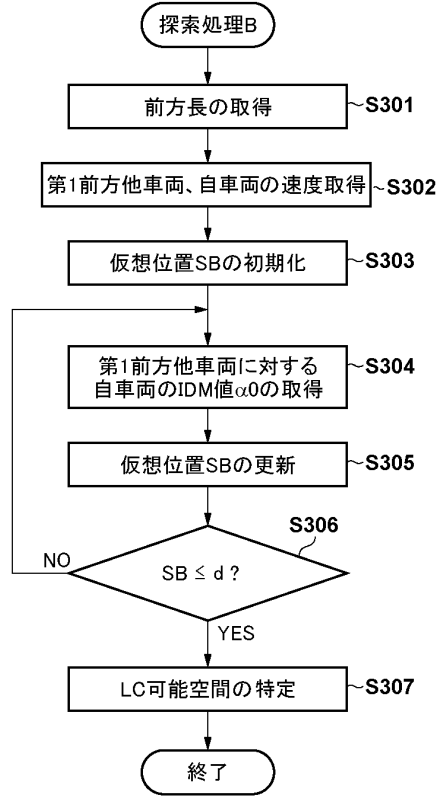
40

50

【 図 5 】



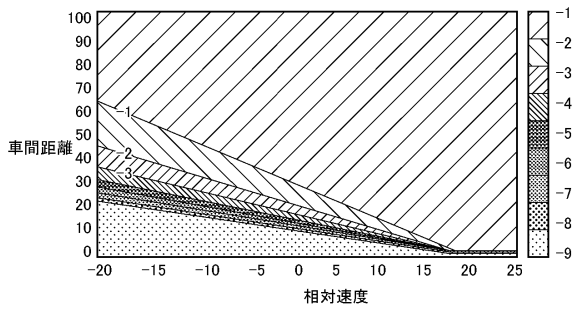
【 図 6 】



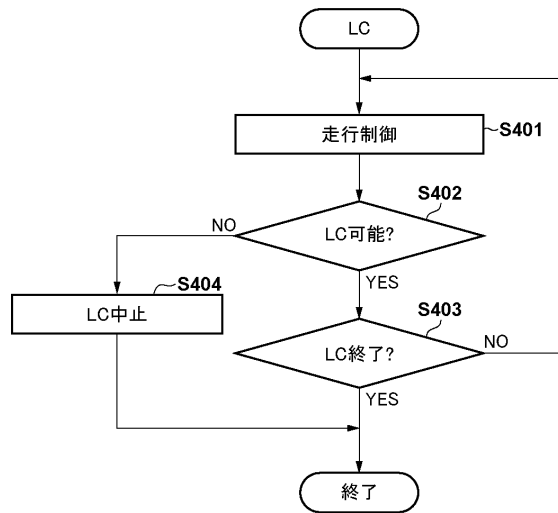
10

20

【 図 7 】



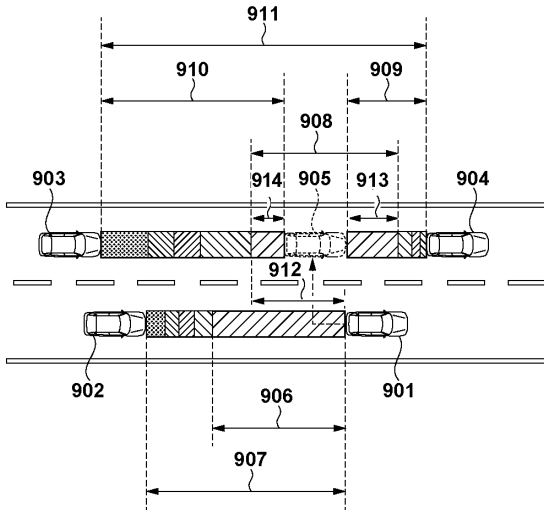
【 図 8 】



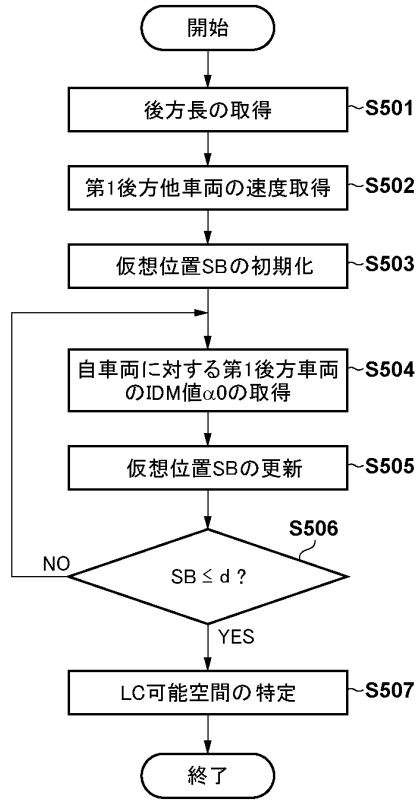
30

40

【図 9】



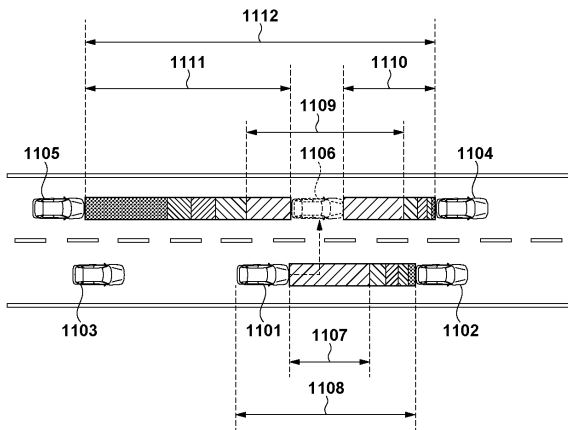
【図 10】



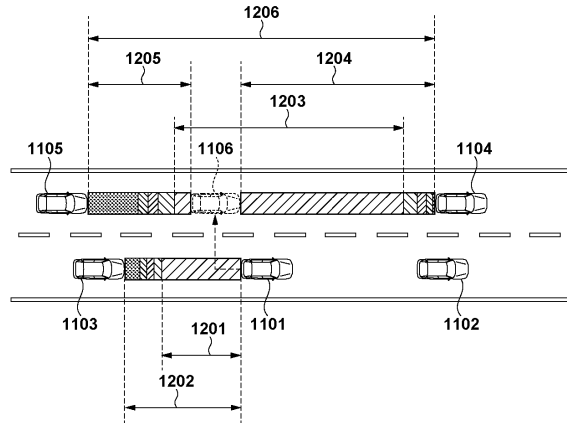
10

20

【図 11】



【図 12】

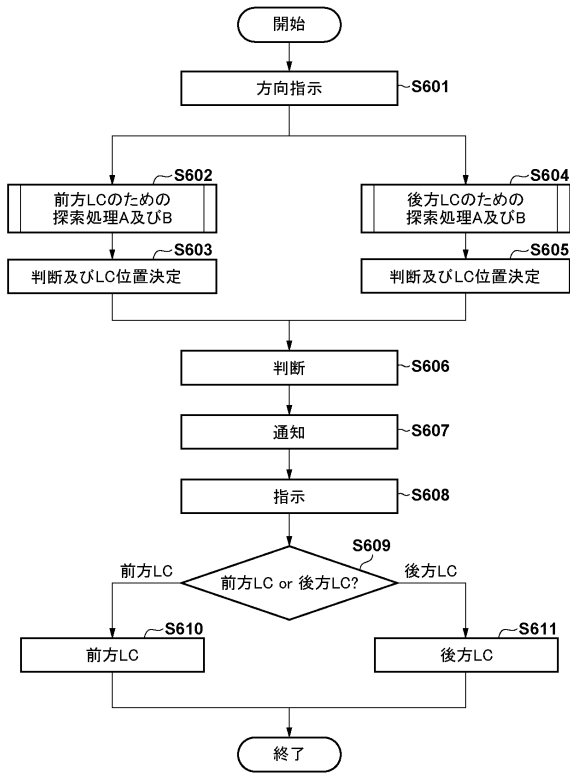


30

40

50

【 図 1 3 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (74)代理人 100166648
弁理士 鎗田 伸宜
- (72)発明者 岡 敬祐
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 熊野 孝保
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- 審査官 菅家 裕輔
- (56)参考文献 特開2017-190106(JP,A)
特開2005-324727(JP,A)
特開2009-078735(JP,A)
国際公開第2018/192352(WO,A1)
米国特許出願公開第2019/0004529(US,A1)
国際公開第2017/010349(WO,A1)
特開2016-207060(JP,A)
特開2015-174494(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B60W 10/00 - 10/30
B60W 30/00 - 60/00
G08G 1/00 - 99/00