

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5326230号  
(P5326230)

(45) 発行日 平成25年10月30日(2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日(2013.8.2)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>G08G</b>	<b>1/09</b>	<b>(2006.01)</b>	G08G 1/09 D
<b>B60T</b>	<b>7/12</b>	<b>(2006.01)</b>	B60T 7/12 F
<b>B60T</b>	<b>7/18</b>	<b>(2006.01)</b>	B60T 7/18
<b>B60R</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B60R 21/00 621E
<b>B60R</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B60R 21/00 624C
			請求項の数 15 (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2007-161808 (P2007-161808)	(73) 特許権者	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(22) 出願日	平成19年6月19日(2007.6.19)	(74) 代理人	100078868 弁理士 河野 登夫
(65) 公開番号	特開2009-3577 (P2009-3577A)	(72) 発明者	天目 健二 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気システムソリューション株式会社 此花事業所内
(43) 公開日	平成21年1月8日(2009.1.8)	(72) 発明者	服部 理 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
審査請求日	平成22年4月26日(2010.4.26)	審査官	白石 剛史
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 車両運転支援システム、運転支援装置、車両及び車両運転支援方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

交差点に設置された信号機の信号情報を送信する送信装置と、該送信装置が送信した信号情報を受信して車両の安全運転を支援する運転支援装置とを備える車両運転支援システムにおいて、

前記運転支援装置は、

自車両の速度情報を取得する速度取得手段と、

自車両と交差点との距離に関する情報を取得する距離情報取得手段と、

前記交差点までの距離、自車両の速度及び前記信号情報に基づいて、自車両が交差点の手前に停止するための停止条件及び交差点に進入するための進入条件の両者により決定されるジレンマ状態及びオプション状態を含む危険走行状態にあるか否かを判定する危険走行状態判定手段と、

黄信号時間に応じて、前記危険走行状態を決定する決定手段と、

前記危険走行状態判定手段で自車両が危険走行状態にあると判定した場合、危険走行状態で運転者が交差点を通過したか又は交差点で停止したかの傾向を示す自車両の運転操作履歴に基づいて、自車両に対して交差点を通過させるか又は交差点で停止させるかを判定する判定手段と、

該判定手段で判定した結果に応じて、自車両を加速又は減速するための情報を出力する出力手段と

を備えることを特徴とする車両運転支援システム。

## 【請求項 2】

前記運転支援装置は、  
前記運転操作履歴を自車両の走行に関する状態量に対応させて記憶する記憶手段と、  
自車両が前記危険走行状態にある場合、自車両の状態量に近似する 1 又は複数の近似状態量を特定する近似状態量特定手段を備え、  
前記判定手段は、  
前記近似状態量特定手段で特定した近似状態量に対応する運転操作履歴に基づいて、交差点での通過又は停止を判定するように構成してあることを特徴とする請求項 1 に記載の車両運転支援システム。

## 【請求項 3】

前記運転支援装置は、  
前記運転操作履歴に基づいて、自車両の危険走行状態を、交差点を通過させる通過状態と交差点で停止させる停止状態とに区分する区分手段を備え、  
前記判定手段は、  
自車両の走行に関する状態量が前記通過状態又は停止状態のいずれにあるかに応じて、交差点での通過又は停止を判定するように構成してあることを特徴とする請求項 1 に記載の車両運転支援システム。

## 【請求項 4】

前記運転支援装置は、  
周辺車両の有無を判定する周辺車両判定手段と、  
交差点の交通に関する交通情報を取得する交通情報取得手段と  
を備え、  
前記判定手段は、  
自車両を加速した場合の速度が所定速度以下であるか否か、かつ前方車両が存在しないこと、後続車両が存在すること及び前記交差点の交差道路の交通が閑散であることの少なくとも 1 つの条件を満たすか否かに応じて、交差点での通過又は停止を判定するように構成してあることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の車両運転支援システム。

## 【請求項 5】

前記進入条件及び停止条件の両者により決定されるジレンマ状態及びオプション状態を含む危険走行状態の近傍にある近傍状態を特定する近傍状態特定手段と、  
前記交差点までの距離、自車両の速度及び前記信号情報に基づいて、自車両が前記近傍状態にあるか否かを判定する近傍状態判定手段と、  
自車両が前記近傍状態にある場合、前記運転操作履歴に基づいて、自車両を加速するための情報出力又は減速するための情報出力のいずれを行うかを判定する情報出力判定手段と  
を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の車両運転支援システム。

## 【請求項 6】

所定の標準減速度に基づいて、前記危険走行状態を決定する決定手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の車両運転支援システム。

## 【請求項 7】

制動操作による自車両の停止の都度、自車両の減速度を取得する減速度取得手段と、  
該減速度情報取得手段で取得した減速度の統計値を算出する算出手段と、  
該算出手段で算出した統計値に基づいて、前記標準減速度を算定する標準減速度算定手段と  
を備えることを特徴とする請求項 6 に記載の車両運転支援システム。

## 【請求項 8】

制動操作に関する遅延時間に基づいて、前記危険走行状態を決定する決定手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の車両運転支援システム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 9】

自車両の速度低下を検知する検知手段と、  
 黄信号開始時点から前記検知手段で速度低下を検知した時点までの時間に基づいて、前記遅延時間を算定する遅延時間算定手段と  
 を備えることを特徴とする請求項 8 に記載の車両運転支援システム。

## 【請求項 10】

異なる交差点毎に、前記危険走行状態を決定する決定手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の車両運転支援システム。

## 【請求項 11】

前記出力手段で出力する情報に基づいて、自車両の加速又は減速を報知する報知手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれかに記載の車両運転支援システム。

10

## 【請求項 12】

前記出力手段で出力する情報に基づいて、自車両の加速又は減速を制御する制御手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のいずれかに記載の車両運転支援システム。

## 【請求項 13】

交差点に設置された信号機の信号情報を受信して車両の安全運転を支援する運転支援装置において、

自車両の速度情報を取得する速度取得手段と、

20

自車両と交差点との距離に関する情報を取得する距離情報取得手段と、

前記交差点までの距離、自車両の速度及び前記信号情報に基づいて、自車両が交差点の手前に停止するための停止条件及び交差点に進入するための進入条件の両者により決定されるジレンマ状態及びオブション状態を含む危険走行状態にあるか否かを判定する危険走行状態判定手段と、

黄信号時間に応じて、前記危険走行状態を決定する決定手段と、

前記危険走行状態判定手段で自車両が危険走行状態であると判定した場合、危険走行状態で運転者が交差点を通過したか又は交差点で停止したかの傾向を示す自車両の運転操作履歴に基づいて、自車両に対して交差点を通過させるか又は交差点で停止させるかを判定する判定手段と、

30

該判定手段で判定した結果に応じて、自車両を加速又は減速するための情報を出力する出力手段と

を備えることを特徴とする運転支援装置。

## 【請求項 14】

請求項 13 に記載の運転支援装置を搭載したことを特徴とする車両。

## 【請求項 15】

交差点に設置された信号機の信号情報を運転支援装置で受信して車両の安全運転を支援する車両運転支援方法において、

前記運転支援装置は、

自車両の速度情報及び自車両と交差点との距離に関する情報を取得し、

40

前記交差点までの距離、自車両の速度及び前記信号情報に基づいて、自車両が交差点の手前に停止するための停止条件及び交差点に進入するための進入条件の両者により決定されるジレンマ状態及びオブション状態を含む危険走行状態にあるか否かを判定し、

黄信号時間に応じて、前記危険走行状態を決定し、

自車両が危険走行状態であると判定された場合、危険走行状態で運転者が交差点を通過したか又は交差点で停止したかの傾向を示す自車両の運転操作履歴に基づいて、自車両に対して交差点を通過させるか又は交差点で停止させるかを判定し、

判定した結果に応じて、自車両を加速又は減速するための情報を出力することを特徴とする車両運転支援方法。

## 【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、車両の運転支援に関し、特に交差点で安全に車両を停止させ又は通過させる車両運転支援システム、該車両運転支援システムを構成する運転支援装置、該運転支援装置を搭載した車両及び車両運転支援方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

車両の安全運転支援には、走行中の車両を減速させて停止させる停止制御に関する技術、信号の切り替え時間を考慮したジレンマ制御に関する技術、車両の走行データ等を収集する技術、車両の位置を検出する技術など多くの技術が適用されている。

10

## 【0003】

例えば、交差点手前の停止線で車両を停止させるために、カメラから得られた画像に基づいて停止線を検出し、車両の速度又は加減速度の情報により車両の走行制御を行って停止線で車両を停止させる技術が開示されている（特許文献1及び特許文献2参照）。

## 【0004】

また、交差点の上流に設置した通信装置から、その交差点の信号の切り替えタイミング情報及び交差点の停止線までの距離（あるいは停止線の位置情報）を車載装置で取得し、車両がジレンマゾーンに入っている場合に、ジレンマゾーンから脱出させるための限界走行速度を提供する安全速度提供方法が開示されている（特許文献3参照）。

## 【0005】

20

また、車両の走行データを収集する技術として、例えば、車両に搭載されたデータ収集装置により、所定の時間経過の都度車両の位置、速度、加減速度、角速度等の走行挙動を示すデータ又は車両内のその他のデータなどのプローブ情報を収集する方法又はシステム、あるいは、これらのプローブ情報と道路地図とを対応させる方法又はシステムなどが種々提案されている。しかし、これらの方法又はシステムを活用して、ジレンマ領域又はオプション領域を回避して交差点を安全に通過又は停止する技術は開示されていない。

## 【0006】

一方、ナビゲーションで広く利用されている車両の位置を検出する方法として、自立航法、衛星航法、地図マッチング法、ハイブリッド航法などがある。自立航法は、距離センサ、方位センサ又は角速度センサなど用い、例えば、経緯度座標系を基にした直交座標系に対する車両の走行の方位角と単位時間当たりの走行距離に基づいて、逐次車両位置を算出するものであるが、道路との整合性は考慮されておらず、走行距離の増加に応じて車両位置の誤差が累積するという問題がある。

30

## 【0007】

また、衛星航法は、GPS（Global Positioning System）を用いるものであり、検出される位置には、10～20m程度の誤差を含む。GPSを用いるため、距離センサ、方位センサ又は角速度センサ等の車載のセンサは不要である。しかし、高架下の道路、建物に挟まれた道路、山道、街路樹等で覆われた道路では、所定数のGPS衛星から電波を受信することができず、検出精度が大きく劣化するという問題がある。

## 【0008】

40

また、地図マッチング法は、自立航法による走行軌跡と道路地図との整合性（マッチング）を考慮して車両の位置を検出するものである。すなわち、自立航法による軌跡と、道路地図データとを比較して相関をとりながら、走行していると考えられる複数の道路候補の中から、最も確からしい道路を選定してゆく。そして、候補となる道路が1本に限定された時点で、自立航法により得られた車両の走行軌跡を道路に合致させる。しかし、限定した道路が間違っている場合、それ以降の位置検出が不能になるという問題がある。

## 【0009】

また、ハイブリッド航法は、衛星航法と地図マッチング法とを組み合わせたものであり、自立航法と衛星航法の誤差を勘案しながら、合理的に車両の位置を推定し、走行している道路を特定するものである。ハイブリッド航法では、例えば、通常時には、地図マッ

50

ング法を用いて車両の位置を検出する。地図マッチング法で車両の位置を検出不能に陥った場合、衛星航法により車両の位置、方位を検出して車両の位置を推定し、道路地図データとの整合性を考慮して車両の位置を検出するものである。ハイブリッド航法を用いれば、特殊な場合を除けば、車両が走行している道路を間違ふ可能性は殆どなく、道路方向の位置精度も、平均的には10m程度の誤差範囲内であり、道路案内目的のナビゲーションという目的であれば、実用上殆ど問題ない精度レベルである。

【特許文献1】特開2002-190100号公報

【特許文献2】特開2006-151014号公報

【特許文献3】特開2006-139707号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、特許文献1及び特許文献2の技術では、車両が停止線に接近しない限り停止線を検出することができないため、停止線を検出できた時点では、車両は停止線付近に到達しており、車両を停止線で停止させるための時間的余裕が十分でない。この場合、車両を停止線で停止させるためには、大きな減速度で減速させる必要があり、後続車が存在する場合には、安全上問題がある。

【0011】

また、特許文献3では交差点の十分手前からジレンマ領域又はオプション領域を回避する走行制御又は情報提供を行う方法が開示されているものの、さらに安全かつ確実にジレンマ領域又はオプション領域を回避するように走行制御又は情報提供を行う方法が望まれていた。

【0012】

すなわち、黄信号に切り替わった時に、車両を交差点で停止させるか、あるいは、交差点を通過させるかは、個々の運転者で異なる場合が多く、危険走行領域を回避させる場合においても、運転者の運転特性(車両の走行挙動)を考慮してジレンマ領域又はオプション領域を回避するように走行制御又は情報提供を行う方法が望ましい。

【0013】

本発明は、斯かる事情に鑑みてなされたものであり、車両の走行挙動に応じて、危険走行領域を回避して交差点で安全に車両を通過させ又は停止させる車両運転支援システム、該車両運転支援システムを構成する運転支援装置、該運転支援装置を搭載した車両及び車両運転支援方法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】

【0014】

第1発明に係る車両運転支援システムは、交差点に設置された信号機の信号情報を送信する送信装置と、該送信装置が送信した信号情報を受信して車両の安全運転を支援する運転支援装置とを備える車両運転支援システムにおいて、前記運転支援装置は、自車両の速度情報を取得する速度取得手段と、自車両と交差点との距離に関する情報を取得する距離情報取得手段と、前記交差点までの距離、自車両の速度及び前記信号情報に基づいて、自車両が交差点の手前に停止するための停止条件及び交差点に進入するための進入条件の両者により決定されるジレンマ状態及びオプション状態を含む危険走行状態にあるか否かを判定する危険走行状態判定手段と、黄信号時間に応じて、前記危険走行状態を決定する決定手段と、前記危険走行状態判定手段で自車両が危険走行状態にあると判定した場合、危険走行状態で運転者が交差点を通過したか又は交差点で停止したかの傾向を示す自車両の運転操作履歴に基づいて、自車両に対して交差点を通過させるか又は交差点で停止させるかを判定する判定手段と、該判定手段で判定した結果に応じて、自車両を加速又は減速するための情報を出力する出力手段とを備えることを特徴とする。

【0015】

第2発明に係る車両運転支援システムは、第1発明において、前記運転支援装置は、前記運転操作履歴を自車両の走行に関する状態量に対応させて記憶する記憶手段と、自車両

10

20

30

40

50

が前記危険走行状態にある場合、自車両の状態量に近似する1又は複数の近似状態量を特定する近似状態量特定手段を備え、前記判定手段は、前記近似状態量特定手段で特定した近似状態量に対応する運転操作履歴に基づいて、交差点での通過又は停止を判定するように構成してあることを特徴とする。

【0016】

第3発明に係る車両運転支援システムは、第1発明において、前記運転支援装置は、前記運転操作履歴に基づいて、自車両の危険走行状態を、交差点を通過させる通過状態と交差点で停止させる停止状態とに区分する区分手段を備え、前記判定手段は、自車両の走行に関する状態量が前記通過状態又は停止状態のいずれにあるかに応じて、交差点での通過又は停止を判定するように構成してあることを特徴とする。

10

【0017】

第4発明に係る車両運転支援システムは、第1発明乃至第3発明のいずれかにおいて、前記運転支援装置は、周辺車両の有無を判定する周辺車両判定手段と、交差点の交通に関する交通情報を取得する交通情報取得手段とを備え、前記判定手段は、自車両を加速した場合の速度が所定速度以下であるか否か、かつ前方車両が存在しないこと、後続車両が存在すること及び前記交差点の交差道路の交通が開散であることの少なくとも1つの条件を満たすか否かに応じて、交差点での通過又は停止を判定するように構成してあることを特徴とする。

【0018】

第5発明に係る車両運転支援システムは、第1発明乃至第4発明のいずれかにおいて、前記進入条件及び停止条件の両者により決定されるジレンマ状態及びオプション状態を含む危険走行状態の近傍にある近傍状態を特定する近傍状態特定手段と、前記交差点までの距離、自車両の速度及び前記信号情報に基づいて、自車両が前記近傍状態にあるか否かを判定する近傍状態判定手段と、自車両が前記近傍状態にある場合、前記運転操作履歴に基づいて、自車両を加速するための情報出力又は減速するための情報出力のいずれを行うかを判定する情報出力判定手段とを備えることを特徴とする。

20

【0019】

第6発明に係る車両運転支援システムは、第1発明乃至第5発明のいずれかにおいて、所定の標準減速度に基づいて、前記危険走行状態を決定する決定手段を備えることを特徴とする。

30

【0020】

第7発明に係る車両運転支援システムは、第6発明において、制動操作による自車両の停止の都度、自車両の減速度を取得する減速度取得手段と、該減速度情報取得手段で取得した減速度の統計値を算出する算出手段と、該算出手段で算出した統計値に基づいて、前記標準減速度を算定する標準減速度算定手段とを備えることを特徴とする。

【0021】

第8発明に係る車両運転支援システムは、第1発明乃至第5発明のいずれかにおいて、制動操作に関する遅延時間に基づいて、前記危険走行状態を決定する決定手段を備えることを特徴とする。

【0022】

40

第9発明に係る車両運転支援システムは、第8発明において、自車両の速度低下を検知する検知手段と、黄信号開始時点から前記検知手段で速度低下を検知した時点までの時間に基づいて、前記遅延時間を算定する遅延時間算定手段とを備えることを特徴とする。

【0024】

第10発明に係る車両運転支援システムは、第1発明乃至第5発明のいずれかにおいて、異なる交差点毎に、前記危険走行状態を決定する決定手段を備えることを特徴とする。

【0025】

第11発明に係る車両運転支援システムは、第1発明乃至第10発明のいずれかにおいて、前記出力手段で出力する情報に基づいて、自車両の加速又は減速を報知する報知手段を備えることを特徴とする。

50

## 【 0 0 2 6 】

第 1 2 発明に係る車両運転支援システムは、第 1 発明乃至第 1 1 発明のいずれかにおいて、前記出力手段で出力する情報に基づいて、自車両の加速又は減速を制御する制御手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 2 7 】

第 1 3 発明に係る運転支援装置は、交差点に設置された信号機の信号情報を受信して車両の安全運転を支援する運転支援装置において、自車両の速度情報を取得する速度取得手段と、自車両と交差点との距離に関する情報を取得する距離情報取得手段と、前記交差点までの距離、自車両の速度及び前記信号情報に基づいて、自車両が交差点の手前に停止するための停止条件及び交差点に進入するための進入条件の両者により決定されるジレンマ状態及びオプション状態を含む危険走行状態にあるか否かを判定する危険走行状態判定手段と、黄信号時間に応じて、前記危険走行状態を決定する決定手段と、前記危険走行状態判定手段で自車両が危険走行状態にあると判定した場合、危険走行状態で運転者が交差点を通過したか又は交差点で停止したかの傾向を示す自車両の運転操作履歴に基づいて、自車両に対して交差点を通過させるか又は交差点で停止させるかを判定する判定手段と、該判定手段で判定した結果に応じて、自車両を加速又は減速するための情報を出力する出力手段とを備えることを特徴とする。

10

## 【 0 0 2 8 】

第 1 4 発明に係る車両は、上述の発明に係る運転支援装置を搭載したことを特徴とする。

20

## 【 0 0 2 9 】

第 1 5 発明に係る車両運転支援方法は、交差点に設置された信号機の信号情報を運転支援装置で受信して車両の安全運転を支援する車両運転支援方法において、前記運転支援装置は、自車両の速度情報及び自車両と交差点との距離に関する情報を取得し、前記交差点までの距離、自車両の速度及び前記信号情報に基づいて、自車両が交差点の手前に停止するための停止条件及び交差点に進入するための進入条件の両者により決定されるジレンマ状態及びオプション状態を含む危険走行状態にあるか否かを判定し、黄信号時間に応じて、前記危険走行状態を決定し、自車両が危険走行状態にあると判定された場合、危険走行状態で運転者が交差点を通過したか又は交差点で停止したかの傾向を示す自車両の運転操作履歴に基づいて、自車両に対して交差点を通過させるか又は交差点で停止させるかを判定し、判定した結果に応じて、自車両を加速又は減速するための情報を出力することを特徴とする。

30

## 【 0 0 3 0 】

第 1 発明、第 1 3 発明及び第 1 5 発明にあつては、運転支援装置は、自車両の速度情報（速度）及び自車両と交差点との距離に関する情報を取得し、交差点までの距離を算出する。この場合、自車両と交差点との距離に関する情報は、自車両と交差点との距離でもよく、あるいは、自車両及び交差点の位置であってもよい。運転支援装置は、交差点までの距離、自車両の速度、及び交差点に設置された信号機の信号情報（例えば、黄信号開始時点、黄信号時間などの信号パラメータを含む）に基づいて、自車両が交差点の手前に停止するための停止条件及び交差点に進入するための進入条件により決定される走行状態（例えば、危険走行状態）にあるか否かを判定する。危険走行状態は、例えば、ジレンマ状態とオプション状態がある。ジレンマ状態は、自車両が黄信号表示後に停止しようとしても交差点の手前に停止できず、かつ黄信号の終了時点までに交差点に進入できない状態であり、安全に停止又は進入できない状態である。また、オプション状態は、自車両が黄信号表示後に停止しようとして交差点の手前に停止でき、かつ黄信号の終了時点までに交差点に進入できる状態であり、運転者の特性により車両が停止するのか又は進入するのが異なる不安定な状態である。すなわち、将来のある時点（例えば、黄信号開始時点）での自車両の状態量（自車両の位置と速度など）がジレンマ領域又はオプション領域内にある場合、自車両は危険走行状態にあると判定できる。この場合、自車両の位置は、自車両から停止線までの距離のような相対的な位置でもよく、あるいは、座標のような絶対的な位置

40

50

でもよい。また、運転支援装置は、運転者の判断による走行中に時々刻々得られる車両の位置、速度、信号切り替えパラメータなどをプローブ情報として収集し、得られた黄信号時間に応じて走行状態を決定する。これにより、信号パラメータが変更になった場合でも、自車両が危険走行状態にあるか否かを精度良く判定することができる。

#### 【0031】

運転支援装置は、危険走行状態にあると判定した場合、交差点での通過又は停止に関する自車両の運転操作履歴に基づいて、自車両に対して交差点を通過させるか又は交差点で停止させるかを判定する。運転操作履歴は、例えば、運転者の判断による走行中に時々刻々得られる車両の位置、速度、信号切り替えパラメータなどをプローブ情報として収集し、黄信号開始時の車両の状態量（位置及び速度）が危険走行領域にある場合、その状態量に対して、走行の結果当該信号現示における交差点での通過又は停止の別を示す情報である。車両の位置は、停止線までの距離のような相対的な位置でもよく、あるいは、座標のような絶対的な位置でもよい。危険走行状態にあると判定した自車両の状態量に対して、運転操作履歴によれば運転者が交差点を通過する傾向がある場合、運転支援装置は、危険走行状態を回避するために、自車両を加速するための情報を出力する。また、危険走行状態にあると判定した自車両の状態量に対して、運転操作履歴によれば運転者が交差点で停止する傾向がある場合、運転支援装置は、危険走行状態を回避するために、車両を緩やかな減速度で減速するための情報を提供（出力）する。これにより、運転者の運転特性（自車両の走行挙動）に応じて、加速又は減速させることができ、運転者が何ら違和感なく危険走行状態（危険走行領域）を回避して交差点で安全に車両を通過させ又は停止させることができる。

10

20

#### 【0032】

第2発明にあつては、運転支援装置は、自車両が走行状態（例えば、危険走行状態）にある場合、自車両の状態量に近似する1又は複数の近似状態量を特定する。近似状態量としては、例えば、自車両の状態量からの変位が大きくなり、周辺に含まれる状態量を特定することができる。運転支援装置は、特定した近似状態量に対応する運転操作履歴に基づいて、交差点での通過又は停止を判定する。例えば、特定した近似状態量に対応する運転操作履歴によれば運転者が交差点を通過する傾向がある場合、運転支援装置は、危険走行状態を回避するために、自車両を加速して交差点を通過させるべく判定する。また、特定した近似状態量に対応する運転操作履歴によれば運転者が交差点で停止する傾向がある場合、運転支援装置は、危険走行状態を回避するために、自車両を減速して交差点で停止させるべく判定する。これにより、運転者の運転特性（自車両の走行挙動）に応じて、加速又は減速させることができ、運転者が何ら違和感なく危険走行状態（危険走行領域）を回避して交差点で安全に車両を通過させ又は停止させることができる。

30

#### 【0033】

第3発明にあつては、運転支援装置は、予め運転操作履歴に基づいて、自車両の走行状態を、交差点を通過させる通過状態と交差点で停止させる停止状態とに区分しておく。例えば、ジレンマ領域又はオプション領域などの危険走行領域のうち、運転操作履歴によれば運転者が交差点を通過する傾向がある領域を通過領域とし、運転操作履歴によれば運転者が交差点で停止する傾向がある領域を停止領域として、通過領域と停止領域との境界線を定めておく。運転支援装置は、自車両が危険走行状態にある場合において、自車両の状態量が通過領域にあるときは、危険走行状態を回避するために、自車両を加速して交差点を通過させるべく判定する。また、運転支援装置は、自車両が危険走行状態にある場合において、自車両の状態量が停止領域にあるときは、危険走行状態を回避するために、自車両を減速して交差点で停止させるべく判定する。これにより、運転者の運転特性（自車両の走行挙動）に応じて、加速又は減速させることができ、運転者が何ら違和感なく危険走行状態（危険走行領域）を回避して交差点で安全に車両を通過させ又は停止させることができる。

40

#### 【0034】

第4発明にあつては、運転支援装置は、自車両を加速した場合の速度が所定速度以下で

50



あることを必須条件とし、前方車両が存在しないこと、後続車両が存在すること及び交差点の交差道路の交通が閑散であることを選択条件とし、必須条件を満たすか否か、かつ選択条件の少なくとも1つを満たすか否かに応じて、交差点での通過又は停止を判定する。なお、前方車両とは、例えば、自車両の速度と超音波センサなどから前方車両との相対速度を所定の周期で検出し、検出した相対速度に基づいて、所定の速度まで加速した場合に衝突する可能性がある範囲内に存在している車両を対象とする。これにより、自車両を緩やかに加速して交差点に進入（通過）させる場合の安全性を確保することができる。

#### 【0035】

第5発明にあつては、運転支援装置は、進入条件及び停止条件により決定される走行状態の近傍にある近傍状態（近傍領域）を特定する。近傍領域は、例えば、交差点停止領域又は交差点通過領域内の状態量（位置、速度）と停止条件又は進入条件との近さ度合いにより判定することができる。この場合、位置は、停止線までの距離のような相対的な位置でもよく、あるいは、座標のような絶対的な位置でもよい。また、近さ度合いは、距離、座標切片の道のり、クラスタ分類などを用いて、停止条件又は進入条件からの乖離度を評価するための指標である。また、近傍領域は、運転操作履歴に基づいて特定することもできる。例えば、危険走行領域近傍の交差点停止領域であり、かつ運転操作履歴によれば運転者が交差点を通過する傾向がある領域、あるいは、危険走行領域近傍の交差点通過領域であり、かつ運転操作履歴によれば運転者が交差点で停止する傾向がある領域である。いずれの場合も、運転者の運転特性、すなわち、走行挙動によれば交差点で停止すべき状態に通過しようとし、交差点を通過すべき状態で停止しようとするため危険な走行をする可能性が高いといえる。運転支援装置は、自車両が近傍状態（近傍領域）にある場合、運転操作履歴に基づいて、自車両を加速するための情報出力又は減速するための情報出力のいずれを行うかを判定する。これにより、自車両が危険走行状態にない場合であっても、運転者の操作ミスにより危険走行状態に陥る事態を防止することができるとともに、運転者の走行挙動により危険な走行をする可能性が高い場合でも、適切な加速又は減速を促すべく情報提供をすることができる。

#### 【0036】

第6発明にあつては、運転支援装置は、所定の標準減速度に基づいて、走行状態（危険走行状態）を決定する。標準減速度は、あくまで車両の速度変化を示すものであり、制動操作の操作内容又は操作のタイミングとは無関係である。標準減速度は、例えば、黄信号に変わって車両の制動を開始する場合など、停止判断時点から反射反応（0.5秒）より十分長い時間（例えば、2秒以上）を経過してから減速操作を行うときにみられる減速度を意味している。つまり、急ブレーキをかけずに余裕のある停止を目的とするときにみられる減速度を意味している。なお、運転支援装置が標準減速度での速度制御を実施するタイミングは、反射反応より十分長い時間、あるいは反射反応の時間に限らない。一般的には、標準減速度は、平地乾燥路面で、およそ $2 \sim 3 \text{ m/s}^2$ である。標準減速度に基づいて危険走行状態を定めることにより、運転者による走行挙動に合わせた危険走行状態を用いることができる。

#### 【0037】

第7発明にあつては、運転支援装置は、例えば、運転者の判断による走行中に時々刻々得られる車両の位置、速度、信号切り替えパラメータなどをプローブ情報として収集し、黄信号又は赤信号で自車両を交差点で停止するための制動操作により自車両を停止させる都度、自車両の減速度を取得する。運転支援装置は、取得した減速度の統計値を算出して標準減速度を算定する。例えば、交差点で停止する都度取得した減速度の度数を求め、最も大きい減速度であつて、最頻値のものを標準減速度とすることができる。これにより、運転者の運転特性に応じた標準減速度を決定することができる。

#### 【0038】

第8発明にあつては、運転支援装置は、制動操作に関する遅延時間（例えば、運転者が黄信号に切り替わったのを見てブレーキを踏むまでの時間遅れ、すなわち、ブレーキの時

10

20

30

40

50

間遅れ)に基づいて、走行状態(危険走行状態)を決定する。例えば、運転者の運転特性によりブレーキの時間遅れは異なる場合がある。ブレーキの時間遅れに基づいて危険走行状態を定めることにより、運転者による走行挙動に合わせた危険走行状態を用いることができる。

【0039】

第9発明にあっては、運転支援装置は、黄信号開始時点から車両の速度低下を検知した時点までの時間に基づいて、遅延時間(ブレーキの時間遅れ)を算定する。なお、この場合、赤信号で交差点手前に停止することが予め分かっている場合には、制動操作(ブレーキ操作)が直ちに行われることは少ないので、プローブ情報などから車両が危険走行領域に突入し、急ブレーキ等で交差点の手前に停止した場合のデータのみを用いることが好ましい。これにより、運転者の運転特性に応じたブレーキの時間遅れを決定することができる。

10

【0041】

第10発明にあっては、運転支援装置は、運転者の判断による走行中に時々刻々得られる車両の位置、速度、信号切り替えパラメータなどをプローブ情報として収集し、異なる交差点毎に走行状態を決定する。これにより、各交差点で、自車両が危険走行状態にあるか否かを精度良く判定することができる。

【0042】

第11発明にあっては、運転支援装置は、加速又は減速するために出力する情報に基づいて、自車両の加速又は減速を報知する。すなわち、運転支援装置は、危険走行状態を回避するために、例えば、自車両を交差点に進入させる場合(交差点を通過させる場合)には、自車両が緩やかな加速度で加速すること又は加速指示を運転者に報知し、あるいは、自車両を交差点に停止させる場合には、自車両が緩やかな減速度で減速すること又は減速指示を運転者に報知する。これにより、運転者に危険走行状態(危険走行領域)を回避することを確実に伝えることができ、運転者が不意な操作を行うことを防止して確実に危険走行状態を回避することができる。また、運転者が指示に基づいて運転操作することで、危険走行状態(危険走行領域)を回避して交差点で安全に車両を停止させ又は通過させることができる。

20

【0043】

第12発明にあっては、運転支援装置は、加速又は減速するために出力する情報に基づいて、自車両の加速又は減速を制御する。すなわち、運転支援装置は、危険走行状態を回避するために、例えば、自車両を交差点に進入させる場合(交差点を通過させる場合)には、自車両を緩やかな加速度で加速し、あるいは、自車両を交差点に停止させる場合には、自車両を緩やかな減速度で減速する。これにより、危険走行状態(危険走行領域)を回避して交差点で安全に車両を停止させ又は通過させることができる。

30

【0044】

第14発明にあっては、車両は前述の運転支援装置を備えるため、車両の運転支援を行うことができる。

【発明の効果】

【0045】

本発明にあっては、車両の走行挙動に応じて加速又は減速させることができ、運転者が何ら違和感なく危険走行状態(危険走行領域)を回避して交差点で安全に車両を通過させ又は停止させることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

以下、本発明を実施の形態を示す図面に基づいて説明する。図1は本発明に係る車両運転支援システムの概要を示す模式図である。本発明に係る車両運転支援システムでは、信号機が設置された交差点手前に停止線を設けてあり、停止線から道路に沿って適長の離隔距離(例えば、200m)を有して路上装置21、22を設置してある。また、路上装置21の上流側(例えば、路上装置21から上流300m程度)に、光ビーコン10を設置

50

している。

【 0 0 4 7 】

図 1 に示すような交差点は複数設けられ、各交差点は車両の自動速度制御を行う自動速度制御対象交差点又は車両の自動速度制御を行わない自動速度制御非対象交差点のいずれかに設定されている。自動速度制御対象交差点は、例えば、事故の多い交差点、見通しの悪い交差点（交差点の直前がカーブしている等）、交通量のやや多い時間帯、夜間、事故の多い時間帯、機器の故障の有無等が根拠となるので、時間的に可変とした方が現実的である。この意味で、路上装置から、自動速度制御対象交差点の有無の情報を入手しても良い。自動速度制御対象交差点では、交差点の上流側の道路を走行する車両の速度制御を車載装置（運転支援装置）で行い運転者の運転支援を行う。また、自動速度制御非対象交

10

【 0 0 4 8 】

路上装置 2 1、2 2 は、例えば、超音波感知器、IC タグ、磁気ネール、光センサ等であり、電波、音波、光、磁気などをセンシングすることにより交信地点を特定することができるものである。路上装置 2 1、2 2 は、道路上に車載装置との交信領域を有する。車両が交信領域を通過する際に、車載装置は、路上装置 2 1、2 2 から交信領域を通過することを示す信号を受信する。なお、路上装置 2 1、2 2 は、車載装置との間で一方向通信を行うものでも双方向通信を行うものでもよい。また、路上装置 2 1、2 2 は、通信を目的としたものでなく、単に計測のための信号を発するだけでもよい。

20

【 0 0 4 9 】

光ビーコン 1 0 は、道路上に車載装置との通信領域を有する。車両が通信領域を通過する際に、車載装置は、光ビーコン 1 0 から所定の情報を受信する。所定の情報は、例えば、通信地点の位置情報、停止線の位置情報（例えば、停止線までの距離、停止線の絶対位置など）、路上装置 2 1、2 2 の位置情報（例えば、停止線から交信領域までの距離、交信領域の絶対位置など）、信号機の信号情報（例えば、黄信号開始時点及び黄信号時間など）、走行方向前方の交差点が自動速度制御対象交差点であるか又は自動速度制御非対象交差点であるか、及びプローブデータ収集対象交差点であるか等を示す交差点情報などである。なお、光ビーコン 1 0 に代えて、電波ビーコン、D S R C（Dedicated Short Range Communication：狭域通信）などを用いることもできる。

30

【 0 0 5 0 】

車両が交差点に向かって道路を走行する場合、車載装置は、光ビーコン 1 0 との通信により、所定の情報を取得する。例えば、車載装置は、この時点で停止線までの距離が、例えば、7 0 0 mであることを確認することができる。また、車載装置は、車両が交差点に向かって道路をさらに走行し、車載装置が路上装置 2 1 と交信することにより、車載装置は、自車両の位置が停止線から 4 0 0 mの地点にあることを確認することができる。すなわち、車載装置は、停止線までの距離を補正することができる。また、車載装置が路上装置 2 2 と交信した場合も同様である。これにより、車載装置は、交差点の上流地点で、予め停止線までの距離を精度良く把握しておくことができる。

40

【 0 0 5 1 】

その後、車載装置は、前方の交差点が自動速度制御非対象交差点である場合、交差点を通過（又は停止後通過）するまでの運転者の走行挙動に関するデータ（プローブデータ）を時々刻々取得する。すなわち、車載装置は、時々刻々得られる車両の位置、速度、信号切り替えパラメータなどをプローブデータとして収集し、黄信号開始時の車両の状態量（停止線までの距離及び速度）、走行の結果当該信号現示における交差点での通過又は停止

50

の別を示す運転操作履歴などの情報を取得して、走行挙動データベースを作成又は更新する。

#### 【0052】

前方の交差点が自動速度制御対象交差点である場合、車載装置は、停止線（交差点）までの距離、自車両の速度、交差点に設置された信号機の黄信号開始時点及び黄信号時間及び所定の標準減速度などに基づいて、将来のある時点（例えば、黄信号開始時点）での自車両の状態量（自車両の停止線までの位置と速度など）が交差点の手前に停止する停止条件及び交差点に進入する進入条件により決定される走行状態（例えば、危険走行状態）にあるか否かを判定する。標準減速度は、あくまで車両の速度変化を示すものであり、制動操作の操作内容又は操作のタイミングとは無関係である。標準減速度は、例えば、黄信号  
10  
に変わって車両の制動を開始する場合など、停止判断時点から反射反応（0.5秒）より十分長い時間（例えば、2秒以上）を経過してから減速操作を行うときにみられる減速度を意味している。つまり、急ブレーキをかけずに余裕のある停止を目的とするときにみられる減速度を意味している。なお、運転支援装置が標準減速度での速度制御を実施するタイミングは、反射反応より十分長い時間、あるいは反射反応の時間に限らない。一般的には、標準減速度は、平地乾燥路面で、およそ $2 \sim 3 \text{ m/s}^2$ である。

#### 【0053】

車載装置は、危険走行状態にあると判定した場合、交差点での通過又は停止に関する自車両の運転操作履歴（上述の走行挙動データベースに記録された情報）に基づいて、自車両に対して交差点を通過させるか又は交差点で停止させるかを判定する。危険走行状態  
20  
を回避するために、例えば、車両を停止線に停止させる場合には、車両を緩やかな減速度で減速するための処理を行い、あるいは、車両を交差点に進入させる場合（交差点を通過させる場合）には、車両を緩やかな加速度で加速するための処理を行う。

#### 【0054】

図2は車載装置30の構成を示すブロック図である。車載装置30には、車両に搭載されたビデオカメラ40を接続してある。ビデオカメラ40は、例えば、車両のフロントグリル、前部バンパなどに配置され、車両前方の道路を撮像できるようにしてある。また、車載装置30には、車両の走行状態を制御する車両制御部50を接続してある。車載装置30が出力する制御信号に応じて、車両制御部50は、所要の加減速度で車両を加減速させる。また、車載装置30には、自車両の前方、及び後方に他の車両が存在するか否かを  
30  
検出するための超音波センサ60を接続してある。なお、超音波センサ60に代えて、ミリ波レーダ等他の車載センサを用いることもできる。

#### 【0055】

車載装置30は、各種の演算処理を行うCPUからなり、後述する制御周期を計時するための時計を内蔵する制御部31を備える。なお、制御部31は、専用のハードウェア回路で構成してもよく、又は予め処理手順を定めたコンピュータプログラムを実行する構成であってもよい。制御部31には、内部バスを介して通信部32、測位部33、地図データベース34、表示部35、画像処理部36、操作部37、記憶部38、報知部39、プロセッサ部301などが接続されている。

#### 【0056】

測位部33は、GPS (Global Positioning System) 331、車速センサ332、ジャイロセンサ333、走行距離を計測する距離計334などを備えている。また、車載装置30は、専用装置のみならず、パーソナルコンピュータ、PDA、携帯電話など、取り外して地上でも別の目的などに利用できる装置に上述の各部の機能を備えるようにして構成することもできる。

#### 【0057】

通信部32は、光ビーコン10との間で路車間通信を行う通信機能を有する。なお、通信部32は、光ビーコン、電波ビーコン、DSRCなどの狭域通信に限定されるものではなく、例えば、中域通信としてUHF帯又はVHF帯等の無線LAN機能を備えるものでもよく、あるいは、広域通信として携帯電話、PHS、多重FM放送、インターネット通  
50

信などの通信機能を備えるものでもよい。また、通信部 3 2 は、路上装置 2 1、2 2 が送信する信号を受信する受信機能を備えている。なお、路上装置は通信を目的としたものでなく、単に路上装置が計測のための信号を発するものであればよく、通信部 3 2 はそのための信号であることを検知するために受信するものである。

【 0 0 5 8 】

測位部 3 3 は、複数の GPS 衛星からの電波を GPS 3 3 1 で受け取り、自車の位置を時々刻々測位する。また、測位部 3 3 は、GPS 衛星からの電波が届かない場所、あるいは GPS 3 3 1 により測位される位置の誤差を小さくするため、車速センサ 3 3 2、ジャイロセンサ 3 3 3 から出力される信号に基づいて自車位置を推定し、地図データベース 3 4 の道路データと照合することにより自車の位置をさらに精度良く測位する。なお、GPS 3 3 1 に加えて、DGPS (ディファレンシャル GPS) を搭載することもできる。DGPS は、予め位置が分かっている基準局から発信される FM 放送又は中波を受信し、GPS で算出した位置のずれを補正することができ、自車の位置の精度を向上させることができる。

10

【 0 0 5 9 】

表示部 3 5 は、フロントガラスディスプレイ又はヘッドアップディスプレイ、あるいは、カーナビゲーションシステム又は後方監視モニタなどの液晶表示パネルであって、運転者に所要の情報を表示する。

【 0 0 6 0 】

画像処理部 3 6 は、制御部 3 1 から画像処理開始の信号を受け付けた場合、ビデオカメラ 4 0 で道路を撮像して得られた撮像画像に基づいて、停止線を検出するための処理を行う。以下、撮像画像に基づいて停止線の位置を検出する方法について説明する。

20

【 0 0 6 1 】

ビデオカメラ 4 0 のレンズ中心を原点として、道路座標系を  $(X, Y, Z)$ 、カメラ座標系を  $(X', Y', Z')$  とし、道路座標系は、道路の進行方向を Y 軸 (前方向を正)、道路方向と垂直な道路面上の方向を X 軸 (前方に向かって右方向を正)、路面と垂直な方向を Z (上方を正) とする。また、カメラ座標系は、カメラレンズの光軸を Y' 軸、光軸に垂直であって水平方向の軸を X' 軸、カメラの上方向を Z' 軸とする。さらに、カメラ座標系の各軸の道路座標系の各軸に対する回転角を、それぞれ (ピッチ角)、 (ロール角)、 (ヨー角) とし、全て右ねじの進む方向を正 ( : 水平面より上向きが正、 : 右回りが正、 : 左回りが正) とする。この場合、道路座標系からカメラ座標系の変換式は、式 (1) で表すことができる。

30

【 0 0 6 2 】

【数 1】

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P11 & P12 & P13 \\ P21 & P22 & P23 \\ P31 & P32 & P33 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} P11 &= \cos\phi \cdot \cos\psi - \sin\theta \cdot \sin\phi \cdot \sin\psi \\ P12 &= \cos\phi \cdot \sin\psi + \sin\theta \cdot \sin\phi \cdot \cos\psi \\ P13 &= -\cos\theta \cdot \sin\phi \\ P21 &= -\cos\theta \cdot \sin\psi \\ P22 &= \cos\theta \cdot \cos\psi \\ P23 &= \sin\theta \\ P31 &= \sin\phi \cdot \cos\psi + \sin\theta \cdot \cos\phi \cdot \sin\psi \\ P32 &= \sin\phi \cdot \sin\psi - \sin\theta \cdot \cos\phi \cdot \cos\psi \\ P33 &= \cos\theta \cdot \cos\phi \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

$$\left. \begin{aligned} x &= F \cdot \frac{X'}{Y'} = F \cdot \frac{P11 \cdot X + P12 \cdot Y + P13 \cdot Z}{P21 \cdot X + P22 \cdot Y + P23 \cdot Z} \\ y &= F \cdot \frac{X'}{Y'} = F \cdot \frac{P31 \cdot X + P32 \cdot Y + P33 \cdot Z}{P21 \cdot X + P22 \cdot Y + P23 \cdot Z} \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

【0063】

変換行列の係数 P 1 1 ~ P 3 3 それぞれは、式 ( 2 ) で表すことができる。また、撮像画像上の座標 ( x 、 y ) は、レンズの焦点距離を F とすると、式 ( 3 ) で表すことができる。

【0064】

停止線の有無の判定は、撮像画像の各画素の画素値に基づいて、エッジ点を抽出し、抽出したエッジ点より得られるエッジ画像と停止線の形状とのパターンマッチングを行うことにより判定することができる。切り出された停止線が撮像画像の y 軸と交わる点の y 座標を求め ( この場合 x = 0 ) 、求めた y 座標を式 ( 3 ) に代入すれば、停止線までの距離を精度良く算出することができる。

【0065】

操作部 3 7 は、各種操作パネルを備え、運転者と車載装置 3 0 とのユーザインタフェースとして機能する。例えば、操作部 3 7 は、運転者の操作により車載装置 3 0 の動作の開始又は停止の操作を受け付ける。

【0066】

報知部 3 9 は、スピーカを備え、制御部 3 1 の制御のもと、運転者に警告する場合、警告の内容を音声で出力する。例えば、車両が後述する危険走行領域にある場合、危険走行領域を回避すべく自動速度制御を行う ( 自動速度制御モードに入る ) 旨を出力する。また、車両を交差点に停止させるために減速させる場合、あるいは交差点に進入 ( 通過 ) させ

10

20

30

40

50

るため加速させる場合、その旨を出力する。

【 0 0 6 7 】

プローブデータ処理部 3 0 1 は、車両がプローブデータ収集対象交差点に向かって上流側の道路を走行する場合、時々刻々得られる車両の位置、速度、信号切り替えパラメータなどをプローブデータとして収集し、黄信号開始時の車両の状態量（停止線までの位置及び速度）に対応付けて、走行の結果当該信号現示における交差点での通過又は停止の別を示す運転操作履歴などの情報を走行挙動データベースに記録する。なお、この場合、黄信号時間、標準減速度、交差点、ブレーキの時間遅れなどのパラメータも記録され、これらのパラメータに応じて危険走行領域を特定することができる。

【 0 0 6 8 】

記憶部 3 8 は、通信部 3 2 を通じて受信された所定の情報を記憶する。また、記憶部 3 8 は、走行挙動データベースを備える。

【 0 0 6 9 】

図 3 は危険走行領域の概念を示す説明図である。図中、横軸は停止線からの距離を示し、縦軸は車両の速度を示す。危険走行領域は、車両が危険走行状態であることを車両の速度と停止線までの距離とにより表すことができる領域である。危険走行領域は、ジレンマ領域とオプション領域とを含む。ジレンマ領域は、車両が黄信号表示後に停止しようとしても停止線（交差点）の手前に停止できず、かつ黄信号の終了時点までに停止線に進入できない状態であり安全に停止又は進入できない状態である。また、オプション領域は、車両が黄信号表示後に停止しようとして停止線の手前に停止でき、かつ黄信号の終了時点までに停止線に進入できる状態であり、運転者の特性により車両が停止するのか又は進入するのかが異なる不安定な状態である。

【 0 0 7 0 】

図 3 において、停止線を基準とした車両の現在位置を  $X$ 、現在速度を  $V$ 、黄信号開始となるまでの時間を  $t$  ( $0 < t < \text{信号周期}$ ) とする。黄信号開始時刻での車両の位置  $X_y$  は、車両の速度が変化しないとすれば ( $V_y = V$ )、式 (4) で求められる。式 (4) は、現在の車両の走行状態に基づいた判定条件 E である。

【 0 0 7 1 】

【 数 2 】

$$t = (X - X_y) / V \quad \dots (4)$$

$$V^2 \leq 2g(X_y - \alpha \cdot V) \quad \dots (5)$$

$$V \cdot T_y \geq X_y \quad \dots (6)$$

【 0 0 7 2 】

一方、車両が停止線の手前で安全に停止し、信号待ちになる停止条件 C は、式 (5) で求められる。ここで、 $g$  は、車両の標準減速度であり、 $\alpha$  は黄信号になってから運転者がブレーキを踏むまでの時間遅れ（ブレーキの時間遅れ）である。すなわち、停止条件 C は、黄信号開始時に車両が標準減速度で減速したならば、車両が停止線で停止することができる車両の速度と停止線までの距離の限界を示す曲線である。

【 0 0 7 3 】

車両が黄信号の終了時点で停止線に進出し、信号待ちに会わない進入条件 L は、式 (6) で求められる。ここで、 $T_y$  は黄信号時間である。すなわち、進入条件 L は、車両が走行中に黄信号になった場合、その黄信号時間内（赤信号になる前）に停止線まで到達することができる車両の速度と停止線までの距離の限界を示す直線である。

【 0 0 7 4 】

ジレンマ領域は、式 (5) 及び式 (6) の両者とも満足しない領域であり、オプション

10

20

30

40

50

領域は、式(5)及び式(6)の両者とも満足する領域である。なお、図中、危険走行領域の下側の領域は交差点停止領域であり、停止線手前に安全に停止することができる領域である。また、危険走行領域の上側の領域は交差点通過領域であり、安全に停止線に進入(通過)することができる領域である。

【0075】

車載装置30は、車両が黄信号開始時点で危険走行領域(ジレンマ領域及びオプション領域)に突入する可能性がある場合、すなわち、図3に示すように、自車両の状態量(図3中、点Pにおける位置 $Xy$ 及び速度 $Vy$ )が危険走行領域内にある場合、危険走行領域に陥らないように回避すべく、加速して交差点を通過するか、あるいは減速して交差点で停止するかを過去の運転操作履歴(例えば、走行挙動データベースにおいて過去の状態量に対応して記録された交差点での停止又は通過の別を示す情報)に基づいて判定する。

10

【0076】

車載装置30は、判定結果により、車両を加速又は減速する制御を所定時間(制御周期)の経過の都度又は所定の距離移動の都度繰り返し行う。制御周期の計時は、制御部31で行うことができる。例えば、交差点に停止する場合、緩やかな減速度による減速制御を行う。また、停止線を通過する場合、緩やかな加速度による加速制御を行う。

【0077】

図4は危険走行領域における状態量と運転操作履歴の一例を示す説明図である。図4において、横軸は停止線からの距離を示し、縦軸は車両の速度を示す。車載装置30による自動速度制御が実施されず、運転者の独自の判断で運転した場合に、車両の停止線までの位置、速度、信号切り替えパラメータなどのプローブデータを車載装置30で時々刻々収集し、黄信号開始時の車両の状態量(停止線までの位置及び速度)が危険走行領域にあるときに、その状態量と走行の結果当該信号現示における交差点での通過又は停止の別を示す運転操作履歴とを十分多く集めて統計処理することで、その関係に対応付けしたものである。また、危険走行領域は、黄信号時間、標準減速度、交差点、ブレーキの時間遅れなどのパラメータにより異なるが、図4の例では、これらのパラメータを定めた1つの例として図示している。

20

【0078】

図4において、黒丸印は、その点で示される状態量に対して、運転者が交差点を通過したことを示す。また、白抜きの丸印は、その点で示される状態量に対して、運転者が交差点で停止したことを示す。なお、丸印は模式的に表現したものであって、その大きさ、数、位置等はあくまで例示であり、図4の例に限定されるものではない。

30

【0079】

図4に示すように、各状態量とそれに対応する運転操作履歴、すなわち、運転者の過去の運転操作から、自車両の状態量がジレンマ領域のどの辺りにあれば、運転者は車両を交差点で停止する傾向があるかが分かる。また、同様に、自車両の状態量がジレンマ領域のどの辺りにあれば、運転者は交差点を通過する傾向があるかが分かる。オプション領域についても同様である。

【0080】

図5は運転操作履歴に基づいて自車両の交差点での停止又は通過を判定する一例を示す説明図である。図5において、状態量( $Xy$ 、 $Vy$ )は、例えば、図3の点Pにおける状態量( $Xy$ 、 $Vy$ )である。自車両の状態量( $Xy$ 、 $Vy$ )が危険走行領域にあると判定した場合、状態量( $Xy$ 、 $Vy$ )に近似する近似状態量を求め、近似状態量に対応する運転操作履歴により、自車両を交差点で停止させるか又は交差点を通過させるかを判定する。

40

【0081】

例えば、図5(a)の例では、状態量( $Xy$ 、 $Vy$ )を中心とした所定の半径の円領域内に存在する状態量を近似状態量とし、各近似状態量に対応する運転操作履歴のうち、交差点通過が交差点停止よりも多い場合、交差点で通過すべく判定する。また、図5(b)の例では、状態量( $Xy$ 、 $Vy$ )を中心とした所定の大きさの矩形領域内に存在する状態

50



量を近似状態量とし、各近似状態量に対応する運転操作履歴のうち、交差点通過が交差点停止よりも多い場合、交差点で通過すべく判定する。

【0082】

近似状態量を求める場合、状態量（ $Xy$ 、 $Vy$ ）の近似領域内の状態量に対応する運転操作履歴のうち、多い方（交差点停止又は交差点通過）を採用すればよい。また、近傍領域は状態量（ $Xy$ 、 $Vy$ ）に対して円形領域、矩形領域に限定されるものではない。また、近似領域は、包含する近似状態量の数に応じてその大きさを適宜変更してもよい。

【0083】

図6は運転操作履歴に基づいて自車両の交差点での停止又は通過を判定する他の例を示す説明図である。ジレンマ領域、オプション領域毎に運転操作履歴に基づいて、交差点を通過させる通過領域と交差点で停止させる停止領域との境界線を求めておく。図6に示すように、例えば、黄信号開始時点での自車両の状態量（ $Xy$ 、 $Vy$ ）が停止領域内にある場合、交差点で停止すべく判定する。境界線は、回帰分析、主成分分析、判別分析などの多変量解析手法により求めることができる。

10

【0084】

黄信号開始時点での自車両の状態量（ $Xy$ 、 $Vy$ ）が危険走行領域（ジレンマ領域、オプション領域）でない交差点停止領域内又は交差点通過領域内にある場合であっても、危険走行領域に近い近傍領域では、運転者の特性によっては安全上問題になる場合がある。例えば、黄信号開始時点での自車両の状態量が交差点通過領域にあり、そのまま走行すれば安全に交差点を通過することができる場合であっても、黄信号を見てブレーキをかけ車両を停止させようとする運転者もいる。逆に、黄信号開始時点での自車両の状態量が交差点停止領域にあり、減速して安全に交差点で停止することができる場合であっても、ブレーキをかけずに無理に交差点を通過しようとする運転者もいる。すなわち、交差点停止領域であって、かつ危険走行領域の近傍領域、あるいは、交差点通過領域であって、かつ危険走行領域の近傍領域についても、運転者の特性に応じて、交差点での安全な停止又は通過のための情報を提供することが好ましい。

20

【0085】

図7は交差点停止領域内の近傍領域における状態量と運転操作履歴の一例を示す説明図である。図中、横軸は停止線からの距離を示し、縦軸は車両の速度を示す。車載装置30による自動速度制御が実施されず、運転者の独自の判断で運転した場合に、車両の停止線までの位置、速度、信号切り替えパラメータなどのプローブデータを車載装置30で時々刻々収集し、黄信号開始時の車両の状態量（停止線までの位置及び速度）が危険走行領域の近傍領域にあるときに、その状態量と走行の結果当該信号現示における交差点での通過又は停止の別を示す運転操作履歴とを十分多く集めて統計処理することで、その関係を対応付けしたものである。

30

【0086】

図7において、黒丸印は、その点で示される状態量に対して、運転者が交差点を通過したことを示す。また、白抜きの丸印は、その点で示される状態量に対して、運転者が交差点で停止したことを示す。図7に示すように、ジレンマ領域下側及びオプション領域下側の略楕円範囲で示す近傍領域は、交差点停止領域であっても、交差点を通過する傾向にあることが分かる。このような場合には、交差点停止領域であっても、交差点を通過すべく加速をする旨の情報提供を運転者に対して行うことで、自車両が危険走行状態にない場合であっても、運転者の操作ミスにより危険走行状態に陥る事態を防止することができる。とともに、運転者の走行挙動により危険な走行をする可能性が高い場合でも、適切な加速を促すべく情報提供をすることができる。

40

【0087】

図8は交差点通過領域内の近傍領域における状態量と運転操作履歴の一例を示す説明図である。図8において、黒丸印は、その点で示される状態量に対して、運転者が交差点を通過したことを示す。また、白抜きの丸印は、その点で示される状態量に対して、運転者が交差点で停止したことを示す。図8に示すように、ジレンマ領域上側及びオプション領

50

域上側の略楕円範囲で示す近傍領域は、交差点通過領域であっても、交差点で停止する傾向にあることが分かる。このような場合には、交差点通過領域であっても、交差点で停止すべく減速をする旨の情報提供を運転者に対して行うことで、自車両が危険走行状態にない場合であっても、運転者の操作ミスにより危険走行状態に陥る事態を防止することができる。また、運転者の走行挙動により危険な走行をする可能性が高い場合でも、適切な減速を促すべく情報提供をすることができる。

#### 【0088】

交差点停止領域内及び交差点通過領域内の近傍領域は、略楕円範囲に限定されるものではない。プローブデータを収集して、車両の状態量が交差点停止領域内にあるにもかかわらず、運転操作履歴が交差点通過を示すデータ、あるいは、車両の状態量が交差点通過領域内にあるにもかかわらず、運転操作履歴が交差点停止を示すデータに基づいて、近傍領域の範囲を決定することができ、これにより近傍領域の形状は異なる。なお、近傍領域の範囲は、実時間処理で決定することができる。

10

#### 【0089】

また、近傍領域は、危険走行領域の限界線からの所定の距離範囲、又は近さ度合いに応じて決定することもできる。この場合、近さ度合いは、距離、座標切片の道のり、クラスタ分類などを用いて、停止条件又は進入条件からの乖離度を評価するための指標である。

#### 【0090】

図9は走行挙動データベース381の構成を示す説明図である。走行挙動データベース381は、車両がプローブデータ収集対象交差点に向かって上流側の道路を走行する場合、すなわち、運転者の判断で運転操作を行っている場合に、車両の位置、速度、信号切り替えパラメータなどをプローブデータとして時々刻々収集し、黄信号開始時の車両の状態量（位置及び速度）に対応付けて、走行の結果当該信号現示における交差点での通過又は停止の別を示す運転操作履歴などの情報を記録したものである。この場合、位置は、停止線までの距離のような相対的な位置でもよく、あるいは、座標のような絶対的な位置でもよい。走行挙動データベース381は、運転者の運転特性を示すデータベースである。

20

#### 【0091】

走行挙動データベース381は、交差点（R1～Rn）毎に構成されており、黄信号時間、標準減速度、ブレーキの時間遅れなどの危険走行領域の範囲を決定するのに必要なパラメータ、黄信号開始時点での自車両の状態量（位置、速度）、交差点の停止又は通過の別を示す運転操作履歴、自車両の状態量が危険走行領域（ジレンマ領域又はオプション領域）又は危険走行領域外（近傍領域）にあるのかを示す走行領域などの情報を有する。

30

#### 【0092】

走行挙動データベース381の構成は一例であって、これに限定されるものではない。図9に示すように、交差点毎に構成してもよいが、交差点の交通量、信号パラメータなどを予め取得しておいて、各交差点をいくつかの類型に分類し、分類した交差点毎に危険走行領域の範囲を求めることもできる。

#### 【0093】

また、走行挙動データベース381において、交差点の黄信号時間の違いに応じて危険走行領域の範囲を求めることもできるが、黄信号時間毎の危険走行領域を正規化して1つの危険走行領域にまとめることもできる。

40

#### 【0094】

また、走行挙動データベース381において、標準減速度は、運転者の運転特性に応じて決定することができる。図10は標準減速度の算定例を示す説明図である。標準減速度の算定は、運転者の判断による走行中に、時々刻々得られる車両の位置、速度、信号切り替えパラメータなどをプローブデータとして収集し、黄信号又は赤信号で車両を交差点で停止させるための制動操作により自車両が交差点で停止する都度、自車両の減速度を取得する。交差点の赤信号で車両を停止する場合、事前に停止することが分かっていることが多く、速度を低下させた後の停止までの減速度は比較的緩やか（小さい）場合が多くなる傾向にある。従って、図10に示すように、交差点で停止する都度取得した減速度の度数

50

を求め、最も大きい減速度であって、最頻値のものを標準減速度として算定することができる。なお、図10に示す度数分布の形状は、一例であって、これに限定されるものではない。運転者の運転特性に応じて種々の形状になり得る。

【0095】

また、標準減速度の算定は、これに限定されるものではなく、黄信号開始時点での車両の状態量が危険走行領域にある場合において交差点で停止したときの減速度のみを用いて算定することもできる。あるいは、予め標準減速度の大まかな範囲を定めておき、その範囲内で最頻値の減速度を標準減速度として求めることもできる。また、運転者によらず標準減速度を一定値とすることもできる。

【0096】

また、走行挙動データベース381において、ブレーキの時間遅れは、運転者の運転特性に応じて決定することができる。図11はブレーキの時間遅れの算定例を示す説明図である。ブレーキの時間遅れの算定は、黄信号開始時点から車両の速度低下を検知した時点までの時間に基づいて行うことができる。なお、この場合、赤信号で交差点手前に停止することが予め分かっている場合には、制動操作（ブレーキ操作）が直ちに行われることは少ないので、プローブデータなどから車両が危険走行領域に突入し、急ブレーキ等で交差点の手前に停止した場合のデータのみを用いることが好ましい。これにより、運転者の運転特性に応じたブレーキの時間遅れを決定することができる。また、運転者によらずブレーキの時間遅れを一定値とすることもできる。また、ブレーキの時間遅れは、ブレーキの時間遅れの履歴データの平均値より求めることもできる。また、ブレーキの時間遅れを速度低下から判定するだけでなく、ブレーキペダルを踏み込んだ時刻と黄信号開始時刻との差であってもよい。

【0097】

次に車載装置30による危険走行領域回避の自動速度制御について説明する。図12から図17は自動速度制御の処理手順を示すフローチャートである。制御部31は、光ビーコン10との通信の有無を判定し（S11）、通信がない場合（S11でNO）、ステップS11の処理を続け、光ビーコン10との通信があるまで待機する。

【0098】

光ビーコン10との通信があった場合（S11でYES）、制御部31は、走行方向前方の交差点が自動速度制御対象交差点であるか否かを判定し（S12）、自動速度制御対象交差点でない場合（S12でNO）、その交差点がプローブデータ収集対象交差点であるか否かを判定する（S13）。

【0099】

プローブデータ収集対象交差点である場合（S13でYES）、制御部31は、光ビーコン10から通信地点、停止線及び路上装置の位置情報、信号機の黄信号開始時点及び黄信号時間などを含む信号情報を受信する（S14）。なお、停止線から通信地点までの距離、停止線から路上装置までの距離を取得することもできる。

【0100】

制御部31は、停止線までの距離を算出し（S15）、路上装置21、22から信号を受信したか否かを判定し（S16）、信号を受信した場合（S16でYES）、停止線までの距離を修正する（S17）。例えば、停止線から路上装置21、22との交信地点までの距離をLとすると、車両の位置を、停止線から距離Lにあると修正する。これにより、車両が停止線に向かって走行するにつれて累積する距離誤差をリセットし、停止線までの距離の精度を向上させることができる。信号を受信していない場合（S16でNO）、制御部31は、ステップS17の処理を行うことなく、後述のステップS18の処理を行う。

【0101】

制御部31は、時々刻々プローブデータを収集し（S18）、交差点を通過したか否かを判定し（S19）、交差点を通過していない場合（S19でNO）、ステップS14以降の処理を続ける。交差点を通過した場合（S19でYES）、制御部31は、収集した

10

20

30

40

50

プローブデータに基づいて、交差点で停止した場合には交差点停止時のブレーキの時間遅れ、平均減速度、黄信号開始時の位置及び速度、当該信号現示の交差点での通過又は停止の別、黄信号時間などを記録する（S20）。

【0102】

制御部31は、統計処理に必要なデータを取得したか否かを判定し（S21）、必要なデータを取得した場合（S21でYES）、平均的な当該車両のブレーキの時間遅れ、標準減速度を算出する（S22）。制御部31は、黄信号時間、標準減速度、交差点、ブレーキの時間遅れなどのパラメータにより危険走行領域を特定するとともに、危険走行領域内の状態量を算出し、その状態量に対応する運転操作（停止又は通過の別）とともに走行挙動データベース381を更新する（S23）。

10

【0103】

制御部31は、危険走行領域外の状態量を算出し、その状態量に対応する運転操作（停止又は通過の別）とともに走行挙動データベース381を更新し（S24）、処理を終了する。プローブデータ収集対象交差点でない場合（S13でNO）、制御部31は、処理を終了する。また、統計処理に必要なデータを取得していない場合（S21でNO）、制御部31は、処理を終了する。

【0104】

自動速度制御対象交差点である場合（S12でYES）、制御部31は、光ビーコン10から通信地点、停止線及び路上装置の位置情報、信号機の黄信号開始時点及び黄信号時間などを含む信号情報を受信する（S25）。なお、停止線から通信地点までの距離、停止線から路上装置までの距離を取得することもできる。

20

【0105】

制御部31は、停止線までの距離を算出し（S26）、路上装置21、22から信号を受信したか否かを判定し（S27）、信号を受信した場合（S27でYES）、停止線までの距離を修正する（S28）。例えば、停止線から路上装置21、22との交信地点までの距離をLとすると、車両の位置を、停止線から距離Lにあると修正する。これにより、自車両が停止線に向かって走行するにつれて累積する距離誤差をリセットし、停止線までの距離の精度を向上させることができる。信号を受信していない場合（S27でNO）、制御部31は、ステップS28の処理を行うことなく、後述のステップS29の処理を行う。

30

【0106】

制御部31は、自動運転開始タイミングであるか否かを判定する（S29）。自動運転開始タイミングは、停止線から所定の距離（例えば、200m）になった地点、黄信号に切り替わるまでの時間が所定の時間（例えば、5～10秒）になった時点、最後の路上装置22との交信時点、あるいは光ビーコン10との通信時点など適宜設定できる。自動運転開始タイミングは、自車両の速度に応じて変化させることもできる。

【0107】

自動運転開始タイミングである場合（S29でYES）、制御部31は、危険走行領域を特定し（S30）、自車両が危険走行領域内に突入するか否かを判定する（S31）。自動運転開始タイミングでない場合（S29でNO）、制御部31は、ステップS26以降の処理を続ける。自車両が危険走行領域内に突入する場合（S31でYES）、制御部31は、黄信号開始時の状態量と、特定した危険走行領域と同じパラメータ（黄信号時間、標準減速度、交差点、ブレーキの時間遅れなど）を有する走行挙動データベース381から交差点での停止又は通過を判定する（S32）。

40

【0108】

交差点での停止を判定した場合（S32で停止）、制御部31は、自動速度制御モードに入る旨を報知する（S33）。この場合、運転者に対して車両が減速することを報知するが、制御部31による自動速度制御モードに入らずに、運転者に対して減速の指示を与え、運転者がその指示に従って減速するように構成することもできる。

【0109】

50

制御部 31 は、目標速度、段階的目標速度を算出する (S34)。目標速度は、自車両を緩やかな減速度で減速させて危険走行領域から回避 (脱出) させるために到達させる速度である。目標速度  $V_s$  は、以下のとおり算出することができる。まず、自車両がジレンマ領域に突入すると判定された場合、式 (4)、式 (5) において、 $Xy$  と  $V$  を変数として解いて算出された速度  $V_s$  を目標速度とする。目標速度  $V_s$  は、図 3 の点 A における速度として求められ、式 (7) で表される。

【0110】

【数 3】

$$V_s = -g(t+\alpha) + \sqrt{g^2(t+\alpha)^2 + 2g \cdot X} \quad \dots (7)$$

$$V_s = X / (t + Ty) \quad \dots (8)$$

10

【0111】

また、自車両がオプション領域に突入すると判定された場合、上述の式 (4) 及び式 (6) において、 $Xy$  と  $V$  を変数として解いて算出された速度  $V_s$  の下限値を目標速度とする。目標速度  $V_s$  は、式 (8) で表される。

【0112】

段階的目標速度  $V_r$  は、自車両の現時点の速度と目標速度  $V_s$  との差が大きい場合、速度変化が大きいため、緩やかな減速を行うことができなくなる事態を防ぐため、自車両の現時点の速度  $V$  と目標速度  $V_s$  との間の暫定目標値であり、所定時間 (制御周期、例えば、0.05 ~ 1 秒) 経過の都度又は所定距離の移動の都度、算出する。

20

【0113】

段階的目標速度  $V_r$  の算出は、減速を行う場合に、制御周期の間における速度変化を小さくするように求めることができる。例えば、現時点の速度  $V$  が、目標速度  $V_s$  に比べて大きい場合、その差分を  $n$  分割した値  $v = (V - V_s) / n$  だけ減速させ、速度変化が微小になるように目標速度  $V_s$  に追従させることができる。この場合、段階的目標速度  $V_r$  は、 $V_r = V - v = V - (V - V_s) / n$  となる。このようにして、 $v$  を調整することにより、自車両は、後続車両に対して減速を感じさせないように緩やかな減速度で減速することができるので、後続車両は、急ブレーキを踏み込むような事態を防止でき、安全性が向上する。

30

【0114】

また、段階的目標速度  $V_r$  の算出方法として、所定の閾値 (例えば、 $v = 1 \text{ km/h}$ ) を用いて、 $V - V_s > v$  の場合、 $V_r = V - v$  とし、 $V - V_s < v$  の場合、 $V_r = V_s$  のように求めることもできる。

【0115】

制御部 31 は、現時点の速度  $V$  を、算出した目標速度  $V_s$  又は段階的目標速度  $V_r$  に近づけるべく緩やかな減速度で減速制御を行い (S35)、制御周期を経過したか否かを判定し (S36)、制御周期を経過していない場合 (S36 で NO)、ステップ S36 の処理を続け、制御周期が経過するまで減速制御を続ける。これにより、後続車両に対し、自車両の減速を感じさせないようにすることができる。

40

【0116】

制御周期を経過した場合 (S36 で YES)、制御部 31 は、危険走行領域の境界に到達したか否かを判定する (S37)。例えば、危険走行領域がジレンマ領域である場合には、自車両の速度が停止条件 C で示される停止限界速度に到達したか否かにより判定する。危険走行領域の境界に到達していない場合 (S37 で NO)、制御部 31 は、ステップ S34 以降の処理を続ける。これにより、減速制御の処理は、制御周期の経過の都度行われるため、目標速度  $V_s$ 、段階的目標速度  $V_r$  は徐々に変化し、滑らかな減速制御を実現

50

することができる。なお、減速制御の処理は、所定距離の移動の都度繰り返し行うこともできる。

【 0 1 1 7 】

危険走行領域の境界に到達した場合（S 3 7でYES）、制御部31は、危険走行領域の境界に到達した時点の速度、すなわち、停止限界速度で速度維持を行う（S 3 8）。これにより、危険走行領域の境界に到達した後は速度を一定にすることにより、自車両の状態を危険走行領域の境界に維持させる走行が可能となる。これにより、後続車両が自車両に追突し、あるいは自車両を無理に追い越すという危険を防止することができる。

【 0 1 1 8 】

制御部31は、黄信号開始時点から所定時間経過したか否かを判定する（S 3 9）。この場合、所定時間は、運転者が黄信号に切り替わったのを見てブレーキを踏むまでの時間遅れ（ブレーキの時間遅れ）であり、例えば、0.5秒程度の値である。所定時間経過していない場合（S 3 9でNO）、制御部31は、ステップS 3 8以降の処理を続け、所定時間経過まで一定の速度で走行を続ける。

10

【 0 1 1 9 】

所定時間経過した場合（S 3 9でYES）、制御部31は、標準減速度で減速制御する（S 4 0）。標準減速度 $g$ は、例えば、 $3\text{ m/s}^2$ とすることができる。これにより、停止線で停止することができる車両の速度と停止線までの距離の限界を示す曲線上を推移して、自車両の速度を減速させることができる。

【 0 1 2 0 】

制御部31は、撮像画像に基づいて、停止線を検出したか否かを判定し（S 4 1）、停止線を検出していない場合（S 4 1でNO）、ステップS 4 0以降の処理を続ける。停止線を検出した場合（S 4 1でYES）、制御部31は、停止線までの距離を算出し、停止線までの距離を補正して微調整制御で速度を制御し（S 4 2）、車両を停止させ（S 4 3）、自動速度制御モードを解除し、その旨を報知し（S 4 4）、処理を終了する。微調整制御は、時々刻々停止線の位置を検出して停止線までの距離を算出し、停止線までの距離に基づいて速度を徐々に変更するものである。これにより、車両の速度を微調整することができ、車両を停止線に確実に停止させることができる。

20

【 0 1 2 1 】

交差点での通過を判定した場合（S 3 2で通過）、制御部31は、加速制御可能であるか否かを判定する（S 4 5）。加速制御の可否の判定は、自車両を加速しても安全であるか否かを判断するものである。例えば、自車両を加速した場合の速度が所定速度（例えば、制限速度、制限速度に若干の余裕を上乗せした速度など）以下であることを必須条件とし、自車両の前方に他の車両（接近した前方車両）が存在しないこと、自車両の後方に後続車両が存在すること、及び交差点の交差道路の交通が閑散であることを選択条件とし、必須条件及び少なくとも1つの選択条件を満たす場合に加速可能と判定することができる。なお、接近した前方車両とは、例えば、自車両の速度と超音波センサ60などから前方車両との相対速度を所定の周期で検出し、検出した相対速度に基づいて、所定の速度まで加速した場合に衝突する可能性がある範囲内に存在している車両を対象とする。交通が閑散であるか否かは、交通量が少ない場合であり、例えば、通常、青時間1分間あたりの交通量が20～30台の地点の道路で、1分間あたりの交通量が15台より少ない場合など、地点毎の飽和流率も考慮して閑散であると判断する。規制速度は、地図データベース34から取得してもよく、光ビーコン10などの外部から取得してもよい。また、自車両周辺の他の車両の状況は、超音波センサ60から取得することができ、交差点の交通情報は、外部の光ビーコン10又は後述する他の通信装置70などから取得することができる。

30

40

【 0 1 2 2 】

加速制御不可である場合（S 4 5でNO）、制御部31は、ステップS 3 3以降の処理を続ける。加速制御可である場合（S 4 5でYES）、制御部31は、自動速度制御モードに入る旨を報知する（S 4 6）。この場合、運転者に対して車両が加速することを報知

50

するが、制御部 3 1 による自動速度制御モードに入らずに、運転者に対して加速の指示を与え、運転者がその指示に従って加速するように構成することもできる。

【 0 1 2 3 】

制御部 3 1 は、目標速度、段階的目標速度を算出する ( S 4 7 )。目標速度は、自車両を緩やかな加速度で加速させて危険走行領域から回避 ( 脱出 ) させるために到達させる速度である。目標速度の算出は次のように行うことができる。例えば、自車両がジレンマ領域に突入する可能性があるかと判定された場合、進入条件 L を満たす進入限界速度を目標速度とする。また、自車両がオプション領域に突入する可能性があるかと判定された場合、停止条件 C を満たす停止限界速度を目標速度とする。

【 0 1 2 4 】

段階的目標速度  $V_r$  は、自車両の現時点の速度と目標速度  $V_s$  との差が大きい場合、速度変化が大きいため、緩やかな加速を行うことができなくなる事態を防ぐため、自車両の現時点の速度  $V$  と目標速度  $V_s$  との間の暫定目標値であり、所定時間 ( 制御周期、例えば、0.05 ~ 1 秒 ) 経過の都度、算出する。

【 0 1 2 5 】

段階的目標速度  $V_r$  の算出は、加速を行う場合に、制御周期の間における速度変化を小さくするように求めることができる。例えば、現時点の速度  $V$  が、目標速度  $V_s$  に比べて小さい場合、その差分を  $n$  分割した値  $V = (V_s - V) / n$  だけ加速させ、速度変化が微小になるように目標速度  $V_s$  に追従させることができる。この場合、段階的目標速度  $V_r$  は、 $V_r = V + v = V + (V_s - V) / n$  となる。このようにして、 $v$  を調整することにより、自車両の加速を感じさせないように緩やかな加速度で自車両を加速することができる。

【 0 1 2 6 】

また、段階的目標速度  $V_r$  の算出方法として、所定の閾値 ( 例えば、 $= 1 \text{ km/h}$  ) を用いて、 $V_s - V$  の場合、 $V_r = V +$  とし、 $V_s - V <$  の場合、 $V_r = V_s$  のように求めることもできる。

【 0 1 2 7 】

制御部 3 1 は、現時点の速度  $V$  を算出した目標速度  $V_s$  又は段階的目標速度  $V_r$  に近づけるべく緩やかな加速度で加速制御を行い ( S 4 8 )、制御周期を経過したか否かを判定し ( S 4 9 )、制御周期を経過していない場合 ( S 4 9 で NO )、ステップ S 4 9 の処理を続け、制御周期が経過するまで加速制御を続ける。

【 0 1 2 8 】

制御周期を経過した場合 ( S 4 9 で YES )、制御部 3 1 は、危険走行領域の境界に到達したか否かを判定する ( S 5 0 )。例えば、危険走行領域がジレンマ領域である場合には、自車両の速度が進入条件 L で示される進入限界速度に到達したか否かにより判定する。危険走行領域の境界に到達していない場合 ( S 5 0 で NO )、制御部 3 1 は、ステップ S 4 7 以降の処理を続ける。これにより、加速制御の処理は、制御周期の経過の都度行われるため、目標速度  $V_s$ 、段階的目標速度  $V_r$  は徐々に変化し、滑らかな加速制御を実現することができる。なお、加速制御の処理は、所定距離の移動の都度繰り返し行うこともできる。

【 0 1 2 9 】

危険走行領域の境界に到達した場合 ( S 5 0 で YES )、制御部 3 1 は、危険走行領域の境界に到達した時点の速度、すなわち、進入限界速度で速度維持を行う ( S 5 1 )。これにより、危険走行領域の境界に到達した後は速度を一定にすることにより、自車両の状態を危険走行領域の境界に維持させる走行が可能となる。

【 0 1 3 0 】

制御部 3 1 は、撮像画像に基づいて、停止線を検出したか否かを判定し ( S 5 2 )、停止線を検出していない場合 ( S 5 2 で NO )、ステップ S 5 1 以降の処理を続ける。停止線を検出した場合 ( S 5 2 で YES )、制御部 3 1 は、停止線までの距離を補正し、黄信号の終了時点を考慮して速度を微調整し ( S 5 3 )、停止線を通じたか否かを判定する

10

20

30

40

50

(S54)。停止線を通過していない場合(S54でNO)、制御部31は、ステップS53以降の処理を続ける。停止線を通過した場合(S54でYES)、制御部31は、自動速度制御モードを解除し、その旨報知し(S55)、処理を終了する。

【0131】

自車両が危険走行領域内に突入しない場合(S31でNO)、制御部31は、走行挙動データベース381の危険走行領域外のデータを参照し(S56)、危険走行領域の近傍領域を特定する(S57)。近傍領域は、例えば、図7、図8の例で示す近傍領域である。

【0132】

制御部31は、特定した近傍領域に基づいて、危険走行の可能性の有無を判定する(S58)。危険走行の可能性の有無の判定は、黄信号開始時での自車両の状態量が危険走行領域内にはないものの、運転操作履歴によれば危険走行に陥る可能性があるか否かで判定することができる。危険走行の可能性がある場合(S58でYES)、制御部31は、黄信号開始時の状態量はいずれの近傍領域にあるかを判定し(S59)、交差点停止領域にある近傍領域である場合(S59で交差点停止領域)、停止線で停止すべき旨の情報提供を行い(S60)、処理を終了する。

10

【0133】

交差点通過領域にある近傍領域である場合(S59で交差点通過領域)、停止線を通過すべき旨の情報提供を行い(S61)、処理を終了する。危険走行の可能性がない場合(S58でNO)、制御部31は、処理を終了する。

20

【0134】

図18は危険走行領域を回避して減速制御する場合の走行軌跡の一例を示す説明図である。図中、上段は自車両の停止線までの距離と速度との関係を示し、下段は停止線までの距離と信号変化との関係を示す。停止線から200mの位置までは、運転者による手動運転を行う手動運転領域である。停止線から200mの位置において、車載装置30は、自車両が危険走行領域に突入するか否かを判定して自動運転制御を行う。なお、自動運転開始タイミングは、これに限定されるものではない。

【0135】

自車両が危険走行領域にあると判定した場合、この地点からは車載装置30による自動速度制御が行われ、まず危険走行領域を回避するための制御を行う回避制御領域となる。危険走行領域がジレンマ領域である場合、車載装置30は、自車両の速度が停止条件Cを満たす停止限界速度(目標速度)に到達するように緩やかな減速度で減速制御を行う。目標速度に到達した後は、その速度を維持し、黄信号開始時点まで一定の速度制御を行う。

30

【0136】

自動速度制御のうち、黄信号開始時点以降は、自車両を標準減速度で減速制御する標準減速度制御領域である。すなわち、車載装置30は、黄信号開始時点(黄信号開始位置)から標準減速度で減速制御を行う。ビデオカメラ40により停止線を検出した場合、それ以降は、停止線までの距離を補正しつつ微調整制御で速度を制御する微調整領域となる。微調整制御は、時々刻々停止線の位置を検出して停止線までの距離を算出し、停止線までの距離に基づいて速度を徐々に変更するものである。これにより、図中曲線pで示すように、停止線で安全かつ確実に自車両を停止させることができる。なお、図中、破線で表示した直線m、曲線nは、回避制御を行わない場合の走行軌跡である。直線mは、交差点をそのまま走行した場合の走行軌跡であり、黄信号の終了時点で停止線に到達しておらず、赤信号で交差点を通過することになる。また、曲線nは、黄信号になってから標準減速度で停止を試みるが、停止線で停止することができない。

40

【0137】

危険走行領域から脱出するための回避制御は、上述の例に限定されるものではなく、種々の方法を取り得る。例えば、回避制御領域において、現在速度から一定の減速度で減速し、黄信号開始時刻で停止条件Cを満たすようにすることもできる。

【0138】

50



図19は危険走行領域を回避して停止制御する場合の走行軌跡の他の例を示す説明図である。図19に示すように、回避制御領域において、車載装置30は、停止線から200mの位置から黄信号開始位置(時刻)までの間、一定の減速度で減速制御を行う。例えば、現在の速度 $V$ から、一定の減速度で減速し、黄信号開始までの時間 $t$ 後に停止条件C上の目標速度 $V_s$ に到達させることができる。

【0139】

また、この場合、黄信号開始時刻までの時間 $t$ のうち、最初の時間 $t_1$ だけ、所定の減速度で減速し、残りの時間( $t - t_1$ )は、一定速度で制御し、黄信号開始時刻で停止条件Cを満たすようにすることもできる。

【0140】

図20は危険走行領域を回避して加速制御する場合の走行軌跡の一例を示す説明図である。図中、上段は自車両の停止線までの距離と速度との関係を示し、下段は停止線までの距離と信号変化との関係を示す。停止線から200mの位置までは、運転者による手動運転を行う手動運転領域である。停止線から200mの位置において、車載装置30は、自車両が危険走行領域に突入するか否かを判定して自動運転制御を行う。なお、自動運転開始タイミングは、これに限定されるものではない。

【0141】

自車両が危険走行領域にあると判定した場合、この地点からは車載装置30は、自動速度制御を行い、危険走行領域を回避する制御を行う回避制御領域となる。危険走行領域がジレンマ領域である場合、車載装置30は、自車両の速度が進入条件Lを満たす進入限界速度(目標速度)に到達するように緩やかな加速度で加速制御を行う。目標速度に到達した後は、その速度を維持し、黄信号開始時点まで一定の速度制御を行う。

【0142】

黄信号開始時点以降も、速度を維持し一定の速度で停止線を通過する。なお、車載装置30は、ビデオカメラ40により停止線を検出した時点以降は、停止線までの距離を補正しつつ速度を微調整し、自車両が黄信号の終了時点で停止線を進入(通過)するように制御する。これにより、図中曲線pで示すように、黄信号の終了時点で安全かつ確実に自車両を、停止線を通過させることができる。なお、破線で表示した直線m、曲線nは、回避制御を行わない場合の走行軌跡である。直線mは、交差点をそのまま走行した場合の走行軌跡であり、黄信号の終了時点で停止線に到達しておらず、赤信号で交差点を通過することになる。また、曲線nは、黄信号になってから標準減速度で停止を試みるが、停止線で停止することができない。

【0143】

図21は本発明に係る車両運転支援システムの概要の他の例を示す模式図である。図21に示すように、路上装置21、22を設置せずに、光ビーコン10のみを設置することもできる。この場合には、光ビーコン10を、停止線の上流側200m~1000m程度の位置に設けることができる。また、この場合も、光ビーコン10に代えて、電波ビーコン、DSRCなどを用いることもできる。

【0144】

図22は本発明に係る車両運転支援システムの概要の他の例を示す模式図である。車両位置検出システムの概要の他の例を示す模式図である。図22に示すように、光ビーコン10、路上装置21、22に加えて、通信装置70を設ける。通信装置70は、例えば、無線LANなどの中域通信機能を備え、信号情報を広い範囲に送信する。なお、通信装置70は、信号制御、交通情報収集、交通情報提供などの処理を行う装置などを利用することも可能である。また、通信装置70は、中域通信に限らず、FM放送、携帯電話、インターネット通信等の広域通信機能を備えた装置でもよい。

【0145】

上述の例では、制御周期は、例えば、0.05~1秒程度に設定することができる。また、制御周期の間に車両が移動する距離に相当する距離を車両が移動する都度、上述の処理を繰り返すこともできる。なお、上述の例では説明を簡単にするために記していないが

10

20

30

40

50

、回避制御で一旦目標速度に達して危険走行領域から外れた後、何らかの原因で再び危険走行領域に入った場合には、再度目標速度を設定して回避制御を行う必要がある。

【0146】

以上説明したように、本発明にあつては、車両の走行挙動に応じて加速又は減速させることができ、運転者が何ら違和感なく危険走行状態（危険走行領域）を回避して交差点で安全に車両を通過させ又は停止させることができる。

【0147】

上述の実施の形態において、危険走行領域を回避するため停止条件C、進入条件Lを用いる構成であったが、これに限定されるものではなく、余裕をもって危険走行領域の回避を行えるように、危険走行領域を予め広めに設定しておくこともできる。例えば、黄信号時間Tyを意図的に小さくすることができる。また、黄信号開始時点又は黄信号の終了時点を見かけ上変更することで、危険走行領域を広く設定することもできる。また、目標速度として、危険走行領域の停止限界速度又は進入限界速度（境界線の速度）そのものを使用する代わりに、これらを基準として、例えば、限界速度に所定の定数を乗じる等して算出した数値を用いることもできる。さらに、上記の危険走行領域は、対象とする速度の範囲を、予め決めておいても良いし、ジレンマ領域だけを対象としたり、オプション領域だけを対象としたりしても良い。

【0148】

上述の実施の形態では、自車両が危険走行領域に突入する可能性があると判断してからは、停止線に停止するまで、あるいは、停止線を通るまで、自動速度制御モードとしているが、危険走行領域の境界線に到達した時点で自動速度制御モードを終了し、後は運転者による手動運転に切り替えることも可能である。

【0149】

開示された実施の形態は、すべての点で例示であつて制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0150】

【図1】本発明に係る車両運転支援システムの概要を示す模式図である。

【図2】車載装置の構成を示すブロック図である。

【図3】危険走行領域の概念を示す説明図である。

【図4】危険走行領域における状態量と運転操作履歴の一例を示す説明図である。

【図5】運転操作履歴に基づいて自車両の交差点での停止又は通過を判定する一例を示す説明図である。

【図6】運転操作履歴に基づいて自車両の交差点での停止又は通過を判定する他の例を示す説明図である。

【図7】交差点停止領域内の近傍領域における状態量と運転操作履歴の一例を示す説明図である。

【図8】交差点通過領域内の近傍領域における状態量と運転操作履歴の一例を示す説明図である。

【図9】走行挙動データベースの構成を示す説明図である。

【図10】標準減速度の算定例を示す説明図である。

【図11】ブレーキの時間遅れの算定例を示す説明図である。

【図12】自動速度制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図13】自動速度制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図14】自動速度制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図15】自動速度制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図16】自動速度制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図17】自動速度制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図18】危険走行領域を回避して減速制御する場合の走行軌跡の一例を示す説明図であ

10

20

30

40

50

る。

【図 19】危険走行領域を回避して停止制御する場合の走行軌跡の他の例を示す説明図である。

【図 20】危険走行領域を回避して加速制御する場合の走行軌跡の一例を示す説明図である。

【図 21】本発明に係る車両運転支援システムの概要の他の例を示す模式図である。

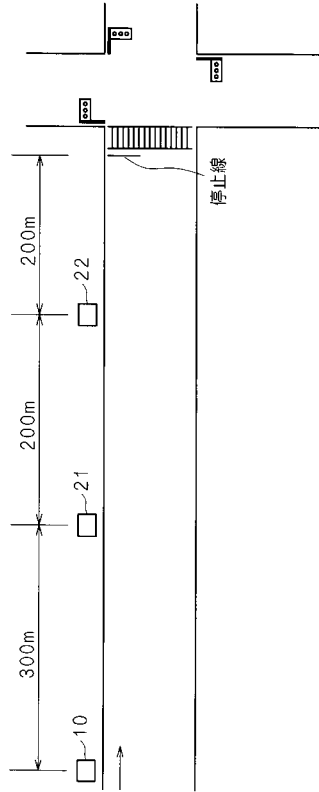
【図 22】本発明に係る車両運転支援システムの概要の他の例を示す模式図である。

【符号の説明】

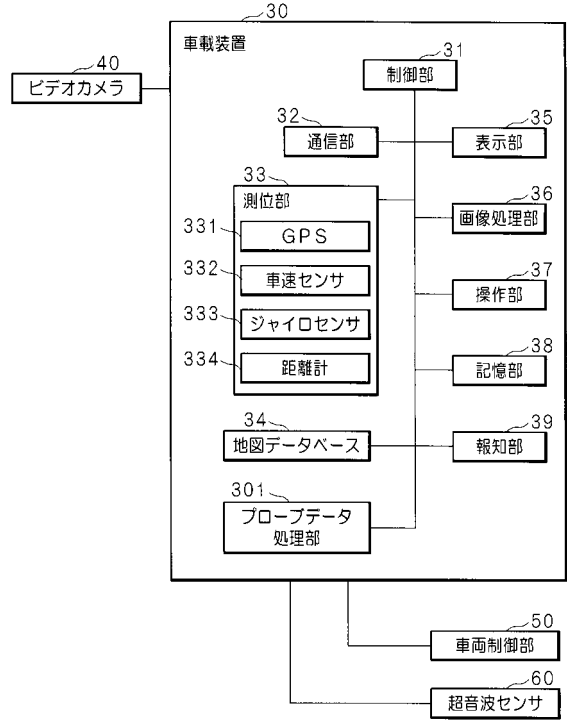
【0151】

10	光ビーコン	10
21、22	路上装置	
30	車載装置	
31	制御部	
32	通信部	
33	測位部	
34	地図データベース	
35	表示部	
36	画像処理部	
37	操作部	
38	記憶部	20
39	報知部	
301	プローブデータ処理部	
40	ビデオカメラ	
50	車両制御部	
60	超音波センサ	
70	通信装置	

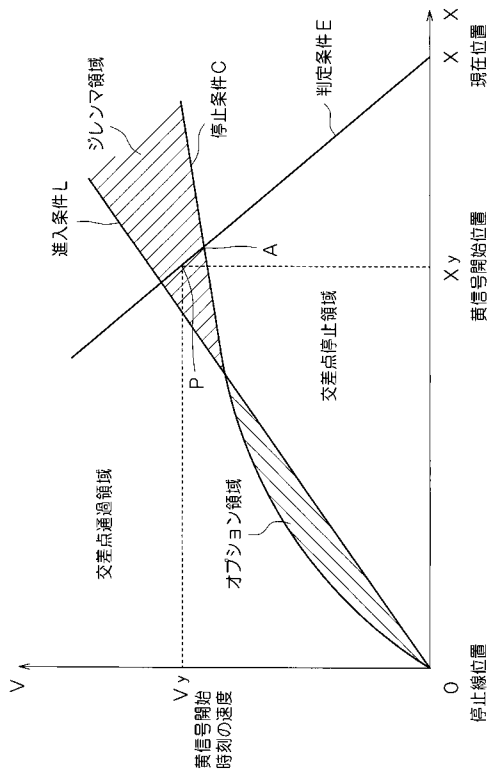
【図1】



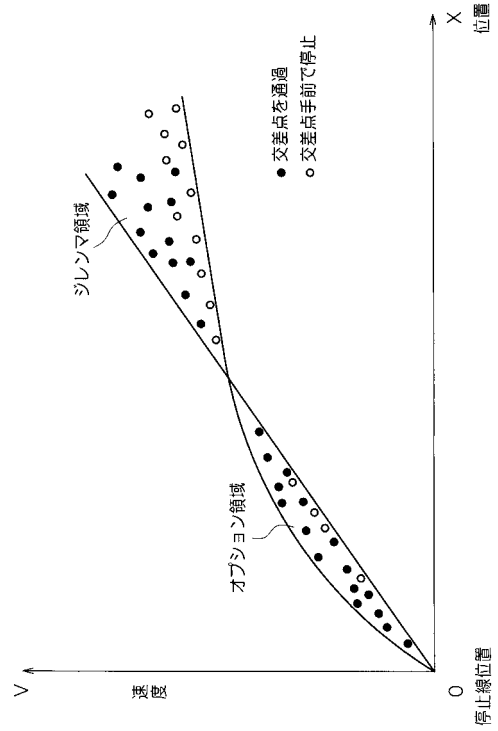
【図2】



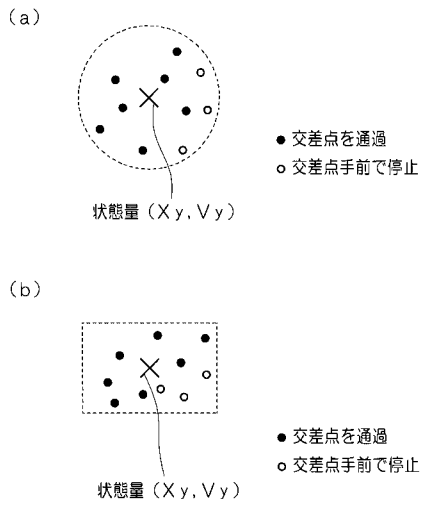
【図3】



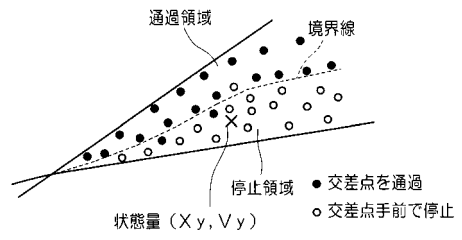
【図4】



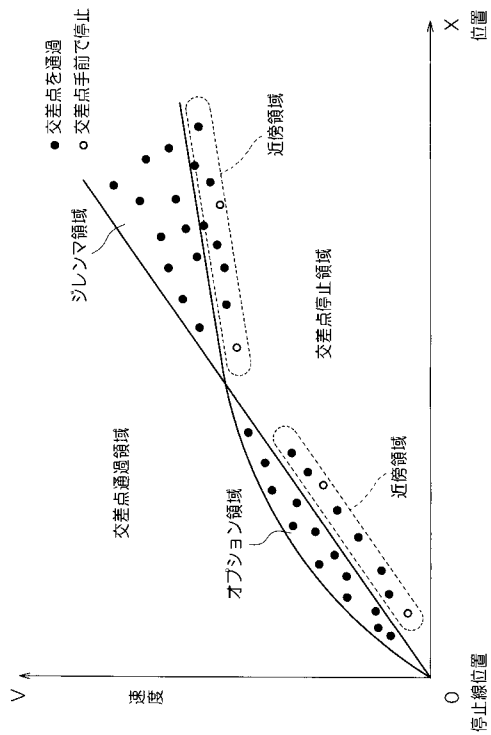
【 図 5 】



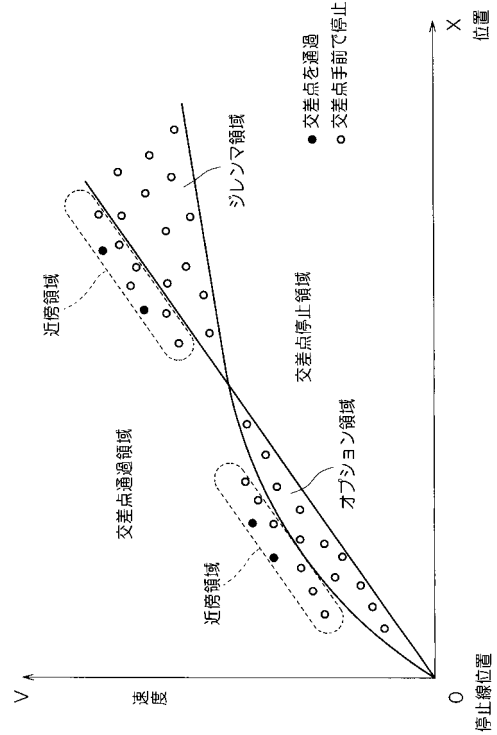
【 図 6 】



【 図 7 】



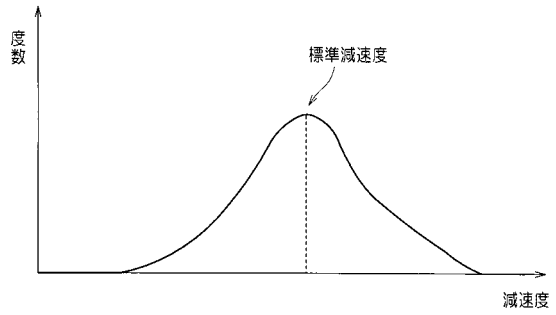
【 図 8 】



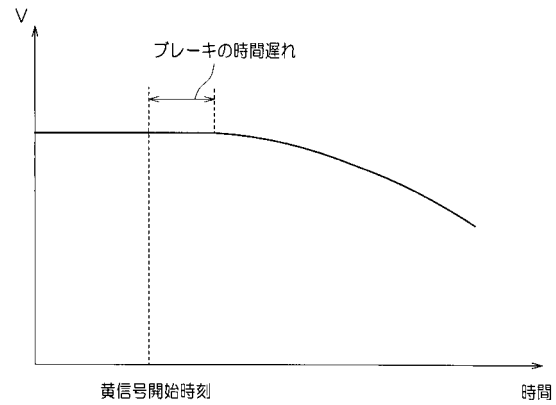
【図9】

381	交差点R <sub>n</sub>					
	交差点R <sub>2</sub>					
	交差点R <sub>1</sub>					
	黄信号時間	標準減速度	ブレーキ時間遅れ	状態量 (位置、速度)	運転操作履歴	走行領域
	t1	g11	α11	y11 y12	通過 停止	シレンマ領域 オブション領域
	...	...	...	...	...	...
	t2	g11	α11	y21 y22	通過 停止	近傍領域 オブション領域
	...	...	...	...	...	...

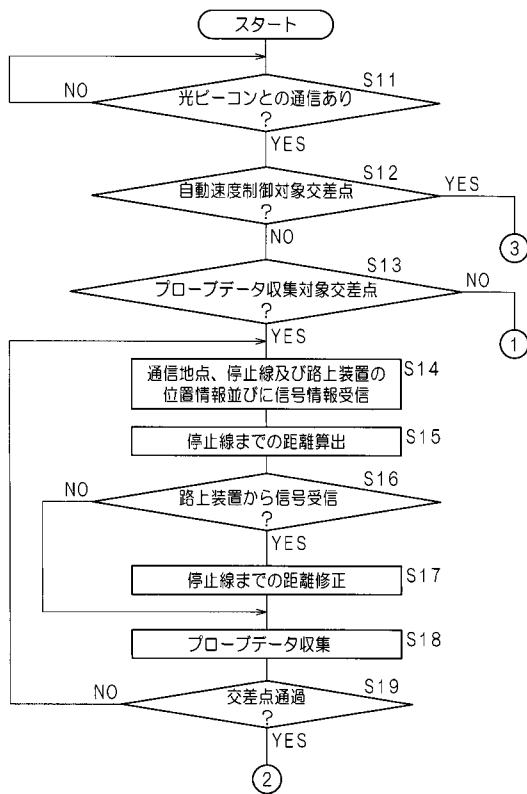
【図10】



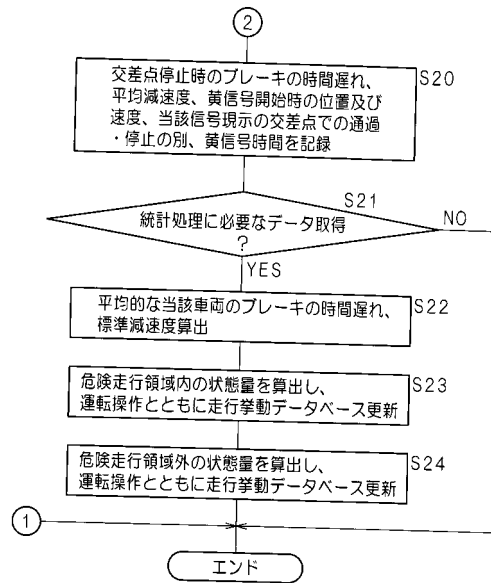
【図11】



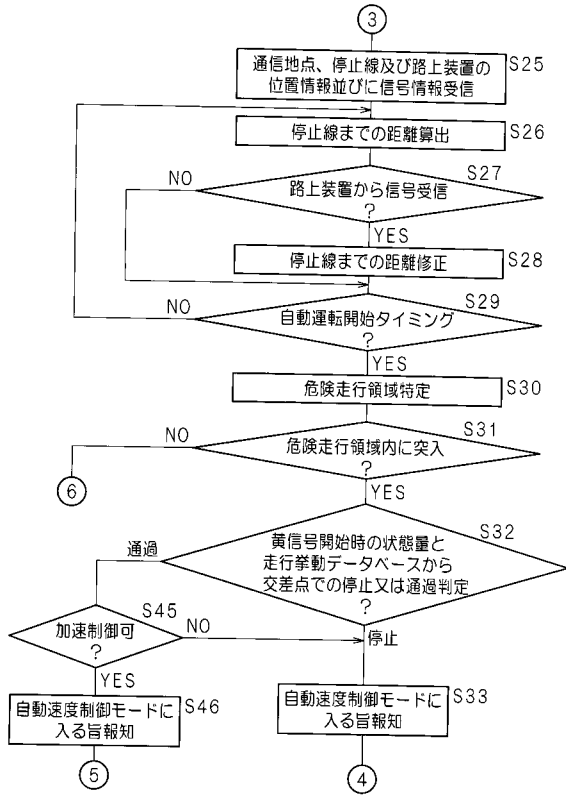
【図12】



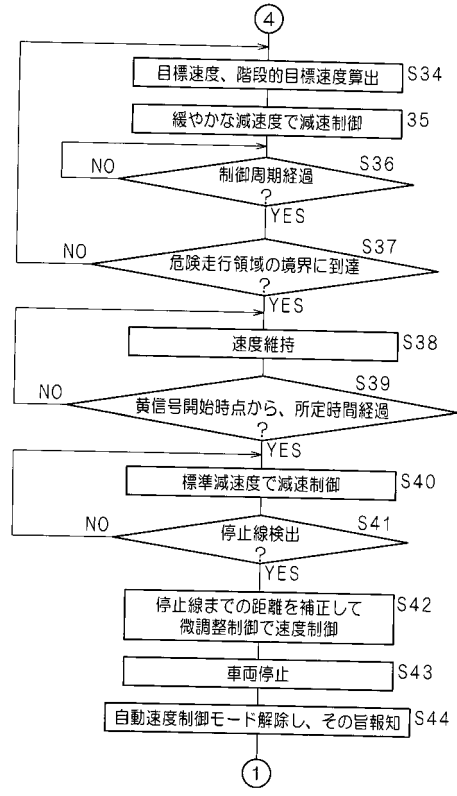
【図13】



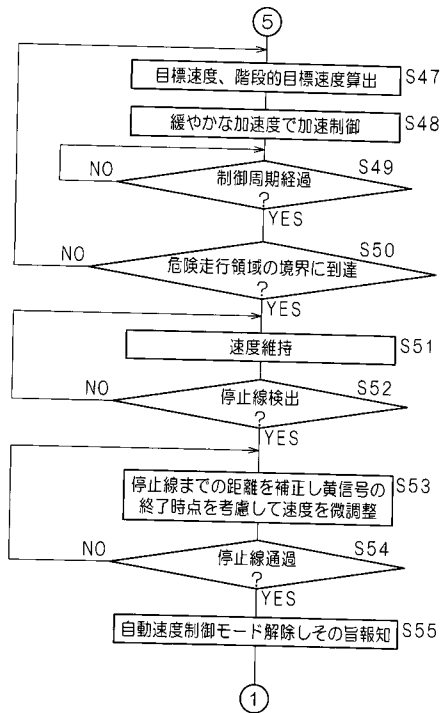
【図14】



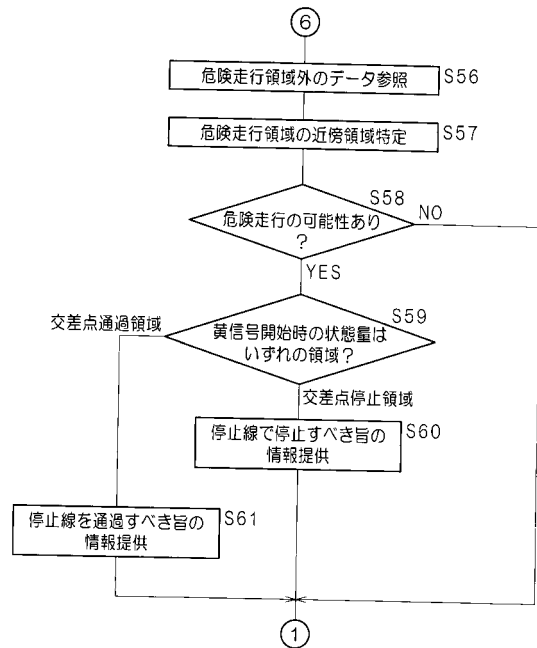
【図15】



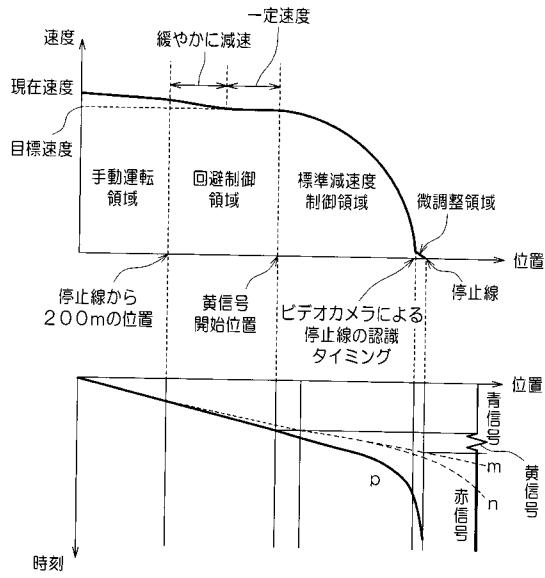
【図16】



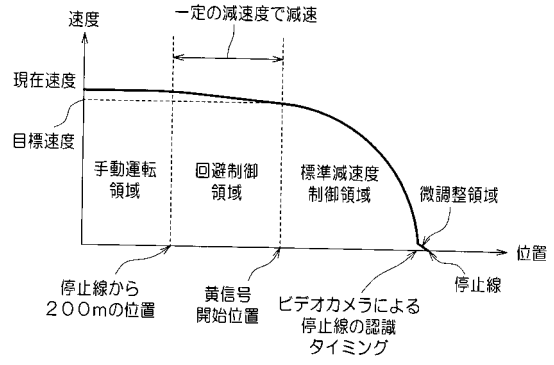
【図17】



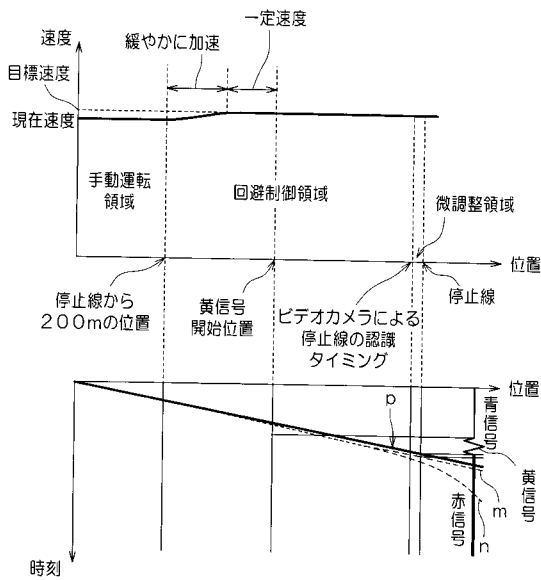
【図18】



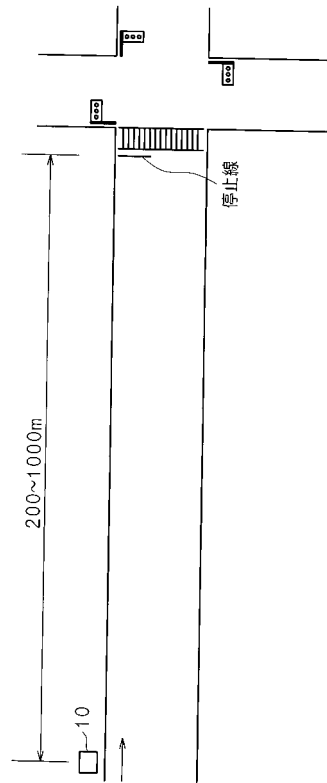
【図19】



【図20】

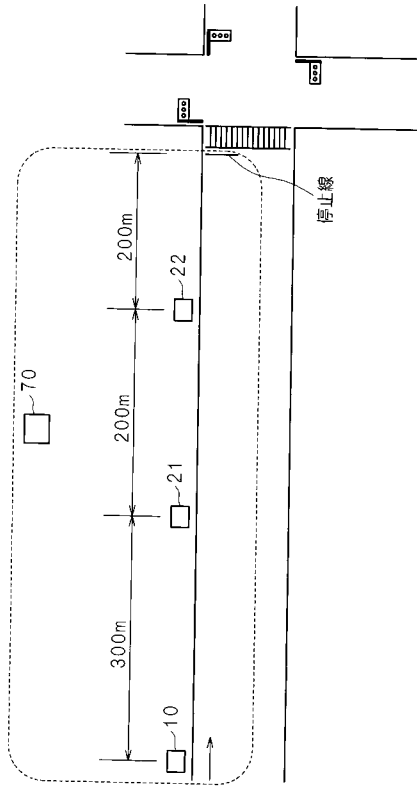


【図21】





【 図 2 2 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

B 6 0 R	21/00	6 2 4 E
B 6 0 R	21/00	6 2 8 B
B 6 0 R	21/00	6 2 4 B
B 6 0 R	21/00	6 2 1 B
B 6 0 R	1/00	A

(56)参考文献 特開2008-276327(JP,A)

特開2006-190187(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 8 G 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0

B 6 0 R 1 / 0 0

B 6 0 R 2 1 / 0 0

B 6 0 T 7 / 1 2

B 6 0 T 7 / 1 8