

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-160127

(P2012-160127A)

(43) 公開日 平成24年8月23日(2012.8.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G08G 1/09 (2006.01)	G08G 1/09 D	2F129
G01C 21/26 (2006.01)	G08G 1/09 H	5H181
	G01C 21/00 A	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-20977 (P2011-20977)
 (22) 出願日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100113435
 弁理士 黒木 義樹
 (74) 代理人 100116920
 弁理士 鈴木 光
 (72) 発明者 小野 佐弥香
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 2F129 AA03 BB03 EE43 FF13 FF19
 FF20 FF57 HH12

最終頁に続く

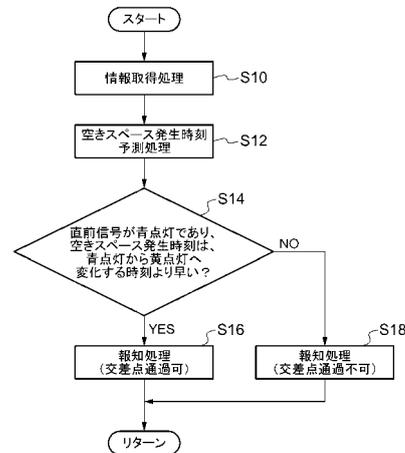
(54) 【発明の名称】 運転支援装置

(57) 【要約】

【課題】 交通の最適化を図ることができる運転支援装置を提供する。

【解決手段】 車両Xの運転を支援する運転支援装置1であって、車両Xの進行方向前方に存在する信号機80、81の点灯情報を取得する点灯情報取得部11と、車両Xの進行方向前方を車両Xに先行して走行する先行車両Yの走行情報を取得する走行情報取得部12と、点灯情報及び走行情報に基づいて先行車両Yにおける速度伝播Vを予測し、予測結果に基づいて点灯情報を取得した信号機80を車両Xが通過できるか否かを推定する推定部13と、を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支援対象車両の運転を支援する運転支援装置であって、

前記支援対象車両の進行方向前方に存在する信号機の点灯情報を取得する点灯情報取得手段と、

前記支援対象車両の進行方向前方を前記支援対象車両に先行して走行する先行車両の走行情報を取得する走行情報取得手段と、

前記点灯情報及び前記走行情報に基づいて前記先行車両における速度伝播を予測し、予測結果に基づいて前記点灯情報を取得した信号機を前記支援対象車両が通過できるか否かを推定する推定手段と、

を備えることを特徴とする運転支援装置。

10

【請求項 2】

前記信号機は交差点に設置された信号機であり、

前記走行情報取得手段は、前記交差点に進入すると予測される交差車両の走行情報を更に取得し、

前記推定手段は、前記交差車両が前記交差点を通過すると予測される通過タイミング及び前記予測結果に基づいて、前記交差点に前記支援対象車両が進入可能か否かを推定する請求項 1 に記載の運転支援装置。

【請求項 3】

前記推定手段は、前記通過タイミングで前記支援対象車両が前記交差車両の走行を阻害しない場合には、前記交差点に前記支援対象車両が進入可能と推定する請求項 2 に記載の運転支援装置。

20

【請求項 4】

前記推定手段は、前記先行車両と前記支援対象車両との間に存在する車両台数及びドライバ反応遅れ時間に基づいて、前記点灯情報を取得した信号機を前記支援対象車両が通過できるか否かを推定する請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の運転支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、運転を支援する装置に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

従来、運転を支援する装置として、車両の通行可否を判断するものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 記載の装置は、自車両の走行方向前方における信号機の点灯情報、及び先行車両の速度情報に基づいて、自車両が交差点に到達したときの前方スペースの空きを判定し、交差道路の通行を阻害することなく通行することができるかを判定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

40

【特許文献 1】特開 2009 - 146288 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 記載の装置にあっては、交通流を最大化することができない場合がある。例えば、支援対象車両が交差点を通過した状態で停止するスペースが無くとも、交差点内で先行車両の後ろで待機しておくことにより、信号機が黄又は赤に切り替わる前に交差点を通過できる場合がある。

【0005】

そこで、本発明はこのような技術課題を解決するためになされたものであって、交通の

50

最適化を図ることができる運転支援装置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】

【0006】

すなわち本発明に係る運転支援装置は、支援対象車両の運転を支援する運転支援装置であって、前記支援対象車両の進行方向前方に存在する信号機の点灯情報を取得する点灯情報取得手段と、前記支援対象車両の進行方向前方を前記支援対象車両に先行して走行する先行車両の走行情報を取得する走行情報取得手段と、前記点灯情報及び前記走行情報に基づいて前記先行車両における速度伝播を予測し、予測結果に基づいて前記点灯情報を取得した信号機を前記支援対象車両が通過できるか否かを推定する推定手段と、を備えることを特徴として構成される。

10

【0007】

本発明に係る運転支援装置では、点灯情報取得手段により支援対象車両の進行方向前方に存在する信号機の点灯情報が取得され、走行情報取得手段により支援対象車両の進行方向前方を支援対象車両に先行して走行する先行車両の走行情報が取得され、推定手段により、点灯情報及び走行情報に基づいて先行車両における速度伝播が予測され、予測結果に基づいて点灯情報を取得した信号機を支援対象車両が通過できるか否かが推定される。このように、速度伝播の予測結果を利用することで、前方スペースの空きが発生するか否かをより詳細に予測することができるので、通行可能な車両を増やすことが可能となる。よって、交通の最適化を図ることができる。

【0008】

20

ここで、前記信号機は交差点に設置された信号機であり、前記走行情報取得手段は、前記交差点に進入すると予測される交差車両の走行情報を更に取得し、前記推定手段は、前記交差車両が前記交差点を通過すると予測される通過タイミング及び前記予測結果に基づいて、前記交差点に前記支援対象車両が進입可能か否かを推定することが好適である。このように構成することで、交差点に進入しようとする交差車両の走行を考慮して通行可能な車両を増やすことが可能となる。

【0009】

また、前記推定手段は、前記通過タイミングで前記支援対象車両が前記交差車両の走行を阻害しない場合には、前記交差点に前記支援対象車両が進入可能と推定してもよい。このように構成することで、このように構成することで、交差点に進入しようとする交差車両の走行を阻害しない範囲で通行可能な車両を増やすことが可能となる。

30

【0010】

さらに、前記推定手段は、前記先行車両と前記支援対象車両との間に存在する車両台数及びドライバ反応遅れ時間に基づいて、前記点灯情報を取得した信号機を前記支援対象車両が通過できるか否かを推定してもよい。このように構成することで、速度伝播の予測結果に基づいて信号機を通過できるか否かを簡易に判定することができる。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、交通の最適化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0012】

【図1】第1実施形態に係る運転支援装置を備える運転支援システムを説明する概要図である。

【図2】第1実施形態に係る運転支援装置を備える車両の構成概要を示すブロック図である。

【図3】第1実施形態に係る運転支援装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】空きスペース発生時刻を説明する概要図である。

【図5】第2実施形態に係る運転支援装置を備える運転支援システムを説明する概要図である。

【図6】第2実施形態に係る運転支援装置の動作を示すフローチャートである。

50

【図 7】第 3 実施形態に係る運転支援装置を備える運転支援システムを説明する概要図である。

【図 8】第 3 実施形態に係る運転支援装置の動作を示すフローチャートである。

【図 9】第 3 実施形態に係る運転支援装置の動作を説明する概要図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。なお、各図において同一又は相当部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0014】

(第 1 実施形態)

本実施形態に係る運転支援装置は、運転者に対して運転支援を行う運転支援装置であって、信号機情報を取得可能な運転支援システムに好適に採用されるものである。最初に、本実施形態に係る運転支援装置を備えた運転支援システムの概要から説明する。図 1 は、本実施形態に係る運転支援装置を備えた運転支援システムを説明する概要図である。なお、図 1 では、道路 70 と道路 72、74 とが交差して交差点 60、61 をそれぞれ形成している道路状況を示している。また、交差点 60、61 にはそれぞれ信号機 80、81 と信号機 82、83 とが設置されている。道路 70 の信号機を信号機 80、82 とし、道路 72、74 の信号機を信号機 81、83 として示している。

【0015】

図 1 に示すように、運転支援システム 4 は、路側支援装置 R_n (n : 整数) を備えている。路側支援装置 R_n は、道路上、道路の路側又はその周辺に配置されており、例えば光ビーコンが用いられる。また、路側支援装置 R_n の設置地点付近を通過する車両を検知して、車両と通信する機能を有している。この路車間通信は、所定の範囲内(サービス区間)でのみ行われるいわゆるスポット通信である。

【0016】

また、路側支援装置 R_n は、例えば交通制御を行う中央管理センター等から周辺の信号機 80 ~ 83 の信号機情報を受信可能に構成されている。そして、路側支援装置 R_n は、スポット通信により車両に対して信号機情報を提供する機能を有している。車両に提供する信号機情報は、信号機 80 ~ 83 の点灯状態に関する時系列の情報であって、例えば、赤、青、黄色等の点灯状態、それぞれの点灯時間、現在時刻からの点灯タイミング等が含まれている。なお、信号機情報の詳細は後述する。このように、運転支援システム 4 においては、路側支援装置 R_n のサービス区画において、スポット通信を介して信号機情報が車両に提供される構成とされている。

【0017】

次に、本実施形態に係る運転支援装置を備えた車両(支援対象車両) X の構成を説明する。図 2 は本発明の実施形態に係る運転支援装置 1 を備えた車両 X の構成を示すブロック図である。

【0018】

図 2 に示すように、車両 X は、通信装置 20、ナビゲーションシステム 21、ECU (Electronic Control Unit) 10 及び出力装置 30 を備えている。ここで、ECU とは、電子制御する自動車デバイスのコンピュータであり、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、及び入出力インターフェイスなどを備えて構成されている。

【0019】

通信装置 20 は、路車間通信機能及び車車間通信機能を備えている。例えば、通信装置 20 は、路側支援装置 R_n と通信する機能を有しており、自車両の進行方向前方に存在する信号機の信号機情報を受信する機能を有している。すなわち通信装置 20 は、自車両の前方に位置する信号機の信号機情報を受信する機能を有している。また、信号機情報だけでなく、交通流の動きを左右する情報を受信してもよい。さらに、通信装置 20 は、車両 X の進行方向前方を車両 X に先行して走行する先行車両 Y と通信する機能を有しており、

10

20

30

40

50

先行車両 Y の走行情報を受信する機能を有している。すなわち先行車両 Y は、前方交通流を走行中の通信可能な車両である。走行情報としては、例えば車速及び位置情報が用いられる。路側支援装置 R n との通信方式、及び先行車両 Y との通信方式は、例えば近赤外線を用いた無線通信であり、双方向の通信が可能に構成される。また、通信装置 2 0 は、通信により取得した情報を E C U 1 0 へ出力する機能を有している。

【 0 0 2 0 】

ナビゲーションシステム 2 1 は、地図情報を参照可能に構成されており、GPS (Global Positioning System) を利用して車両 X の現在位置を取得する機能を有している。この地図情報には、信号機の設置地点が含まれている。また、ナビゲーションシステム 2 1 は、取得した情報を E C U 1 0 へ出力する機能を有している。

10

【 0 0 2 1 】

E C U 1 0 は、点灯情報取得部 (点灯情報取得手段) 1 1、走行情報取得部 (走行情報取得手段) 1 2、及び推定部 (推定手段) 1 3 を備えている。点灯情報取得部 1 1 は、車両 X の進行方向前方に存在する信号機の点灯情報を取得する機能を有している。ここでは、点灯情報取得部 1 1 は、通信装置 2 0 に接続されており、通信装置 2 0 を介して点灯情報を取得可能に構成されている。また、点灯情報取得部 1 1 は、取得した点灯情報を推定部 1 3 へ出力する機能を有している。

【 0 0 2 2 】

走行情報取得部 1 2 は、自車両 X の走行情報と先行車両 Y の走行情報を取得可能に構成されている。ここでは、走行情報取得部 1 2 は、通信装置 2 0 及びナビゲーションシステム 2 1 に接続されており、通信装置 2 0 及びナビゲーションシステム 2 1 を介して自車両 X 及び先行車両 Y の走行情報を取得可能に構成されている。また、走行情報取得部 1 2 は、取得した走行情報を推定部 1 3 へ出力する機能を有している。

20

【 0 0 2 3 】

推定部 1 3 は、点灯情報を取得した信号機を自車両 X が通過できるか否かを推定する機能を有している。推定部 1 3 は、例えば点灯情報取得部 1 1 及び走行情報取得部 1 2 により出力された点灯情報及び走行情報に基づいて、先行車両 Y における速度伝播を予測する機能を有している。また、推定部 1 3 は、速度伝播の予測結果に基づいて、点灯情報を取得した信号機を自車両 X が通過できるか否かを推定する機能を有している。また、推定部 1 3 は、推定結果を運転支援情報として出力装置 3 0 へ出力する機能を有している。

30

【 0 0 2 4 】

出力装置 3 0 は、運転者に情報提供する機能を有しており、例えば、ディスプレイやスピーカが用いられる。出力装置 3 0 は、例えば推定部 1 3 が出力した情報をディスプレイやスピーカを用いて運転者に情報提供する機能を有している。

【 0 0 2 5 】

上述した点灯情報取得部 1 1、走行情報取得部 1 2 及び推定部 1 3 によって運転支援装置 1 が構成されている。

【 0 0 2 6 】

次に、本実施形態に係る運転支援装置 1 の動作を説明する。図 3 は運転支援装置 1 の動作を示すフローチャートである。図 3 に示す制御処理は、例えばイグニッションオンされてから、あるいは車両 X に備わる実行ボタンが ON されてから所定のタイミングで繰り返し実行される。

40

【 0 0 2 7 】

図 3 に示すように、最初に情報取得処理から開始する (S 1 0)。S 1 0 の処理では、点灯情報取得部 1 1 及び走行情報取得部 1 2 が、通信装置 2 0 及びナビゲーションシステム 2 1 を介して信号機情報及び走行情報を取得する。通信装置 2 0 は、路側支援装置 R n と路車間通信をすることにより、進行方向の信号機の信号機情報を取得する。点灯情報取得部 1 1 は、得られた信号機情報のうちナビゲーションシステム 2 1 から取得した進行方向前方の信号機情報を取得してもよい。以下、図 1 を参照しながら説明する。ここでは、先行車両 Y は、車両 X からみて前方の交差点 6 1 から直前の交差点 6 0 までの間に存在し

50

ているものとする。また、車両 X の直前に存在する先行車両 Y（すなわち先行車両 Y のうち最も後方に位置する車両）は、交差点 60 をちょうど渡りきった位置に存在し、道路 70 は車両 X が交差点 60 を渡りきることができる空きスペースが存在しないほど渋滞しているものとする。すなわち、車両 X は、渋滞している先行車両 Y の後方に位置し、交差点 60 の通過後に車両 X が入るだけのスペースがあれば横断できる状況にいるものとする。

【0028】

図 1 に示すように、車両 X が、例えば道路 70 の路側支援装置 R 1 の設置地点付近を走行した際に、通信装置 20 は路側支援装置 R 1 が出力した信号機 80, 82 の信号機情報を受信する。受信した信号機情報のうち点灯情報の詳細について、図 4 を用いて説明する。図 4 は、図 1 に示す車両 X が取得した信号機の点灯情報を示すものであり、車両 X の直前に存在する信号機 80、及び車両 X の前方に存在する信号機 82 の点灯情報を示している。ここでは説明理解の容易性を考慮して、信号機 80, 82 はサイクル長が固定のいわゆる定周期制御の信号機であるとして説明するが、非定周期制御の信号機であってもよい。点灯情報取得部 11 は、通信装置 20 を介して取得した点灯情報を用いて、直前に存在する信号機 80 の青点灯の時間を取得する。すなわち、点灯情報取得部 11 は、信号機 80 が赤点灯から青点灯へ切り替わるタイミング t_2 と、青点灯から黄点灯へ切り替わるタイミング t_3 とを取得する。さらに、点灯情報取得部 11 は、通信装置 20 を介して取得した点灯情報を用いて、前方に存在する信号機 82 が赤点灯から青点灯へ切り替わるタイミング t_1 を取得する。

【0029】

また、走行情報取得部 12 は、通信装置 20 を介して車両 X の前方に存在する先行車両 Y と通信することにより、先行車両 Y の位置情報及び速度情報を含む走行情報を受信する。また、走行情報取得部 12 は、ナビゲーションシステム 21 を介して地図情報及び自車両 X の位置情報を取得する。

【0030】

点灯情報取得部 11 及び走行情報取得部 12 が、信号機情報及び走行情報を取得すると、空きスペース発生時刻予測処理へ移行する (S12)。

【0031】

S12 の処理では、推定部 13 が、直前の交差点 60 を横断した側に自車両 X が入れるスペースが生じる時刻（空きスペース発生時刻）を予測する。推定部 13 は、渋滞している先行車両 Y における速度伝播を予測する。例えば、推定部 13 は、先行車両 Y と車両 X との間に存在する車両台数 N 及びドライバ反応遅れ時間 T に基づいて、速度伝播を予測する。速度伝播 V は、以下の式 1 を用いて表すことができる。

【数 1】

$$V = N \cdot T \quad \dots (1)$$

なお、ドライバ反応遅れ時間 T とは、先行車両の挙動変化を認知してから判断・操作を行い車両挙動に変化が生じるまでの時間をいう。ドライバ反応遅れ時間 T として例えば 2 ~ 3 . 5 秒程度が採用される。また、推定部 13 は、例えば、通信可能な先行車両 Y の位置と直前の先行車両 Y の位置に基づいて、通信可能な先行車両 Y から自車両 X までの間の車両台数 N を算出する。なお、推定部 13 は、センサ情報、通信情報又は交通情報で車両台数 N を把握してもよい。そして、推定部 13 は、速度伝播 V 及び S10 の処理で取得した前方に存在する信号機 82 の赤点灯から青点灯へ切り替わるタイミング t_1 に基づいて、空きスペース発生時刻 t_x を予測する。空きスペース発生時刻 t_x は、以下の式 2 を用いて表すことができる。

【数 2】

$$t_x = t_1 + V = t_1 + N \cdot T \quad \dots (2)$$

推定部 13 が空きスペース発生時刻 t_x を予測すると、S12 の処理を終了し、判定処理へ移行する (S14)。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

S 1 4 の処理では、推定部 1 3 が、車両 X が直前の交差点 6 0 に進入し、通過できるか否かを判定する。まず、推定部 1 3 は、S 1 0 の処理で取得した直前の信号機 8 0 の点灯情報に基づいて、現在時刻の直前の信号機 8 0 が青点灯であるか否かを判定する。青点灯であると判定した場合には、S 1 2 の処理で予測した速度伝播の予測結果に基づいて車両 X が直前の交差点 6 0 を通過できるか否かを判定する。例えば、推定部 1 3 は、S 1 2 の処理で予測した空きスペース発生時刻 t_x が直前の信号機 8 0 の青点灯の時間帯に含まれる場合には、車両 X が直前の交差点 6 0 を通過できると判定し、S 1 2 の処理で予測した空きスペース発生時刻 t_x が直前の信号機 8 0 の青点灯の時間帯に含まれない場合には、車両 X が直前の交差点 6 0 を通過できないと判定する。言い換えれば、推定部 1 3 は、空きスペース発生時刻 t_x が直前の信号機 8 0 の黄点灯への変化タイミング t_3 より早いかなんかを判定することで車両 X が直前の交差点 6 0 を通過できるか否かを判定する。すなわち、以下の式 3 を満たすか否かを判定する。

10

【 数 3 】

$$tx = t1 + V = t1 + N \cdot T < t3 \quad \dots (3)$$

式 3 を満たす場合には、現在時刻において交差点を渡りきった向こう側に車両 X 分の空きスペースが存在しない場合であっても直前の交差点 6 0 の青点灯が終了する前に空きスペースが生まれることを意味する。従って、車両 X が交差点 6 0 内に進入し、最後尾の先行車両 Y の後ろで待機していても、青点灯が終了する前に交差点 6 0 を通過できると推定する。よって、式 3 を満たす場合には、推定部 1 3 は、交差点 6 0 へ進入可能であり、通過できる旨を出力装置 3 0 に報知させる (S 1 6)。S 1 6 の処理が終了すると、図 3 に示す制御処理を終了する。

20

【 0 0 3 3 】

一方、S 1 4 の処理において、青点灯でないと判定した場合には、推定部 1 3 は、交差点 6 0 へ進入できない旨を出力装置 3 0 に報知させる (S 1 8)。また、S 1 4 の処理において、式 3 を満たさないと判定した場合には、車両 X が交差点 6 0 内に進入し、最後尾の先行車両 Y の後ろで待機していても、交差点 6 0 内に留まった状態で信号機 8 0 の青点灯が終了してしまうこと意味する。よって、式 3 を満たさないと判定した場合には、推定部 1 3 は、交差点 6 0 へ進入できない旨を出力装置 3 0 に報知させる (S 1 8)。S 1 8 の処理が終了すると、図 3 に示す制御処理を終了する。

30

【 0 0 3 4 】

以上で図 3 に示す制御処理を終了する。図 3 に示す制御処理を実行することにより、インフラ情報である信号機の点灯情報と車両挙動の伝播現象とを利用して直前の先行車両 Y の挙動を予測し、直前の信号機 8 0 が青点灯である時間内に車両 X が交差点 6 0 を横断しきれるか否かが判定される。

【 0 0 3 5 】

ところで、従来の運転支援装置であれば、交差点を渡りきった向こう側に自車両 X が入れられるスペースが現在あるか否かのみで横断可能性を判断しているため、交差点内で先行車両 Y の最後尾の後ろに待機してもよい状況であるか否かを判断できない。このため、従来の運転支援装置では、交通流を最適化することが困難である。

40

【 0 0 3 6 】

これに対して、第 1 実施形態に係る運転支援装置 1 によれば、点灯情報取得部 1 1 により車両 X の進行方向前方に存在する信号機 8 0, 8 2 の点灯情報が取得され、走行情報取得部 1 2 により車両 X の進行方向前方を車両 X に先行して走行する先行車両 Y の走行情報が取得され、推定部 1 3 により、点灯情報及び走行情報に基づいて先行車両 Y における速度伝播 V が予測され、予測結果に基づいて点灯情報を取得した信号機 8 0 を車両 X が通過できるか否かが推定される。このように、速度伝播 V の予測結果を利用することで、横断した側にスペースがない場合であっても、今後スペースができて横断可能であると判断することができるので、一度の青点灯の間に交差点 6 0 を横断できる車両数を増加させるこ

50

とが可能となる。また、横断可能であると運転者が誤った見込み発進をすることを抑制し、信号が赤状態になった後に交差点内に残る状況を回避することができるので、左右方向車両の交通流を乱す要因を抑制することが可能となる。よって、交通の最適化を図ることができる。また、道路の交通容量を増加させることが可能となるので、渋滞を軽減することができる。

【0037】

(第2実施形態)

第2実施形態に係る運転支援装置1は、第1実施形態に係る運転支援装置1とほぼ同様に構成されており、インフラ情報として踏切の信号機情報(遮断機情報)を用いる点が相違する。以下では、説明理解の容易性を考慮して、第1実施形態との相違点を中心に説明し、重複する説明は省略する。

10

【0038】

図5は、第2実施形態に係る運転支援装置1を備える運転支援システム4を説明する概要図である。なお、図1と比較して、交差点60の位置に道路70と線路102とが交差した踏切100が設けられており、当該踏切100に遮断機84が配置されている点が相違し、その他は同一である。

【0039】

次に、本実施形態に係る運転支援装置1の動作を説明する。図6は運転支援装置1の動作を示すフローチャートである。図6に示す制御処理は、例えばイグニッションオンされたから、あるいは車両Xに備わる実行ボタンがONされたから所定のタイミングで繰り返し実行される。なお、説明理解の容易性を考慮して、図5を参照しながら説明する。ここでは、先行車両Yは、車両Xからみて前方の交差点61から線路102までの間に存在しているものとする。また、車両Xの直前に存在する先行車両Y(すなわち先行車両Yのうち最も後方に位置する車両)は、線路102をちょうど渡りきった位置に存在し、道路70は車両Xが線路102を渡りきることができる空きスペースが存在しないほど渋滞しているものとする。すなわち、車両Xは、渋滞している先行車両Yの後方に位置し、線路102の通過後に車両Xが入るだけのスペースがあれば横断できる状況にいるものとする。

20

【0040】

図6に示すように、最初に情報取得処理から開始する(S20)。この処理はS10の処理とほぼ同様であり、インフラ情報として遮断機84の開閉タイミングを取得する点が相違する。S20の処理が終了すると、空きスペース発生時刻予測処理へ移行する(S22)。

30

【0041】

S22の処理では、推定部13が、直前の踏切100を横断した側に自車両Xが入れるスペースが生じる時刻(空きスペース発生時刻)を予測する。推定部13は、S12の処理と同様に、上述した式1を用いて渋滞している先行車両Yにおける速度伝播を予測する。そして、上述した式2を用いて空きスペース発生時刻 t_x を予測する。S22の処理が終了すると、判定処理へ移行する(S24)。

【0042】

S24の処理では、推定部13が、車両Xが直前の踏切100に進入し、通過できるかを判定する。まず、推定部13は、S20の処理で取得した遮断機84の開閉タイミングに基づいて、現在時刻の直前の遮断機84が開タイミングであるかを判定する。開タイミングであると判定した場合には、S22の処理で予測した速度伝播の予測結果に基づいて車両Xが直前の踏切100を通過できるかを判定する。例えば、推定部13は、S22の処理で予測した空きスペース発生時刻 t_x が、遮断機84のバーが上がっている時間帯に含まれる場合には、車両Xが直前の踏切100を通過できると判定し、S22の処理で予測した空きスペース発生時刻 t_x が、遮断機84のバーが上がっている時間帯に含まれない場合には、車両Xが直前の踏切100を通過できないと判定する。言い換えれば、推定部13は、空きスペース発生時刻 t_x が直前の遮断機84の開タイミングより早いかを判定することで車両Xが直前の踏切100を通過できるかを判定する

40

50

。すなわち、遮断機 8 4 の閉タイミングを t_4 とすると、以下の式 4 を満たすか否かを判定する。

【数 4】

$$tx = t1 + V = t1 + N \cdot T < t4 \quad \dots (4)$$

式 4 を満たす場合には、現在時刻において踏切 1 0 0 を渡りきった向こう側に車両 X 分の空きスペースが存在しない場合であっても遮断機 8 4 の開状態が終了する前に空きスペースが生まれることを意味する。従って、車両 X が踏切 1 0 0 内に進入し、最後尾の先行車両 Y の後ろで待機していても、開状態が終了する前に踏切 1 0 0 を通過できると推定する。よって、式 4 を満たす場合には、推定部 1 3 は、踏切 1 0 0 へ進入可能であり、通過できる旨を出力装置 3 0 に報知させる (S 2 6)。S 2 6 の処理が終了すると、図 4 に示す制御処理を終了する。

10

【0 0 4 3】

一方、S 2 4 の処理において、遮断機 8 4 が開状態でないと判定した場合には、推定部 1 3 は、踏切 1 0 0 へ進入できない旨を出力装置 3 0 に報知させる (S 2 8)。また、S 1 4 の処理において、式 4 を満たさないと判定した場合には、車両 X が踏切 1 0 0 内に進入し、最後尾の先行車両 Y の後ろで待機していても、踏切 1 0 0 内に留まった状態で遮断機 8 4 の開状態が終了してしまうこと意味する。よって、式 4 を満たさないと判定した場合には、推定部 1 3 は、踏切 1 0 0 へ進入できない旨を出力装置 3 0 に報知させる (S 2 8)。S 2 8 の処理が終了すると、図 4 に示す制御処理を終了する。

20

【0 0 4 4】

以上で図 4 に示す制御処理を終了する。図 4 に示す制御処理を実行することにより、インフラ情報である遮断機 8 4 の開閉情報と車両挙動の伝播現象とを利用して直前の先行車両 Y の挙動を予測し、直前の遮断機 8 4 が開いている時間内に車両 X が踏切 1 0 0 を横断しきれぬか否かが判定される。

【0 0 4 5】

以上、第 2 実施形態に係る運転支援装置 1 によれば、点灯情報取得部 1 1 により車両 X の進行方向前方に存在する遮断機 8 4 の開閉状態 (すなわち遮断機 8 4 の信号点灯情報) 及び信号機 8 2 の点灯情報が取得され、走行情報取得部 1 2 により車両 X の進行方向前方を車両 X に先行して走行する先行車両 Y の走行情報が取得され、推定部 1 3 により、点灯情報及び走行情報に基づいて先行車両 Y における速度伝播 V が予測され、予測結果に基づいて点灯情報を取得した踏切 1 0 0 を車両 X が通過できるか否かが推定される。このように、速度伝播 V の予測結果を利用することで、横断した側にスペースがない場合であっても、今後スペースができて横断可能であると判断することができるので、一度の開状態の間に踏切 1 0 0 を横断できる車両数を増加させることが可能となる。よって、交通の最適化を図ることができる。また、道路の交通容量を増加させることが可能となるので、渋滞を軽減することができる。

30

【0 0 4 6】

(第 3 実施形態)

第 3 実施形態に係る運転支援装置 1 は、第 1 実施形態に係る運転支援装置 1 とほぼ同様に構成されており、さらに交差車両の走行情報を用いる点が相違する。以下では、説明理解の容易性を考慮して、第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、重複する説明は省略する。

40

【0 0 4 7】

図 7 は、第 3 実施形態に係る運転支援装置 1 を備える運転支援システム 4 を説明する概要図である。なお、図 7 では、図 1 と比較して、運転支援装置 1 を備える車両 X が道路 7 2 側から道路 7 0 へ右折する点を説明している点、交差点 6 1, 6 0 へ進入予定の交差車両 C が存在する点が相違し、その他は同一である。

【0 0 4 8】

次に、本実施形態に係る運転支援装置 1 の動作を説明する。図 8 は運転支援装置 1 の動

50

作を示すフローチャートである。図 8 に示す制御処理は、例えばイグニッションオンされてから、あるいは車両 X に備わる実行ボタンが ON されてから所定のタイミングで繰り返し実行される。なお、説明理解の容易性を考慮して、図 7, 9 を参照しながら説明する。ここでは、道路 7 2 側に待機する先行車両 Y 及び車両 X は、交差点 6 0 で右折し、交差点 6 1 へ向かうものとする。先行車両 Y は、車両 X の進行方向の前方に存在しているものとする。また、道路 7 0 は、先行車両 Y で渋滞しているとともに交差点 6 0 を挟んで車両 Z が先行車両 Y の後方に待機しているものとする。また、交差点 6 1 から交差点 6 0 へ向けて走行する予定の交差車両 C が存在するものとする。ここで、交差車両 C は、車両 X の進行方向に交差する車両である。

【 0 0 4 9 】

図 8 に示すように、最初に情報取得処理から開始する (S 3 0)。この処理は、 S 1 0 の処理と同様に、信号機情報及び走行情報を取得する。そして、走行情報取得部 1 2 は、交差車両 C の走行情報を更に取得する。 S 3 0 の処理が終了すると、空きスペース発生時刻予測処理へ移行する (S 3 2)。

【 0 0 5 0 】

S 3 2 の処理では、推定部 1 3 が、直前の交差点 6 0 を横断した側に自車両 X が入れるスペースが生じる時刻 (空きスペース発生時刻) を予測する。推定部 1 3 は、 S 1 2 の処理と同様に、上述した式 1 を用いて渋滞している先行車両 Y における速度伝播を予測する。そして、上述した式 2 を用いて空きスペース発生時刻 t_x を予測する。 S 3 2 の処理が終了すると、判定処理へ移行する (S 3 4)。

【 0 0 5 1 】

S 3 4 の処理では、推定部 1 3 が、車両 X が直前の交差点 6 0 に進入し、通過できるかを判定する。この処理は S 1 4 の処理と同様であり、直前の信号機 8 1 が青点灯であるか否か、及び上述した式 3 を満たすか否かを判定する。直前の信号機 8 1 が青点灯であり、かつ、式 3 を満たす場合には、現在時刻において交差点を渡りきった向こう側に車両 X 分の空きスペースが存在しない場合であっても直前の交差点 6 0 の青点灯が終了する前に空きスペースが生まれることを意味する。 S 3 4 の処理が終了すると、走行障害判定処理へ移行する (S 3 5)。

【 0 0 5 2 】

S 3 5 の処理では、推定部 1 3 が、車両 X が交差点 6 0 に進入することにより、交差点 6 0 を交差して走行する予定の交差車両 C の走行を阻害するか否かを判定する。推定部 1 3 は、 S 3 0 の処理で取得した交差車両 C の走行情報及び信号機情報に基づいて、交差車両 C が車両 X の直前の交差点 6 0 を通過する通過タイミングを予測する。そして、推定部 1 3 は、 S 3 2 の処理で予測した空きスペース発生時刻 t_x と通過タイミングとに基づいて交差車両 C の走行を阻害するか否かを判定する。例えば、推定部 1 3 は、空きスペース発生時刻 t_x が通過タイミングよりも早い場合には、図 9 に示すように車両 X が交差点 6 0 内に進入して待機していても交差車両 C の走行を阻害しないと判定する。この場合には、推定部 1 3 は、交差点 6 0 へ進入可能であり、通過できる旨を出力装置 3 0 に報知させる (S 3 6)。 S 3 6 の処理が終了すると、図 8 に示す制御処理を終了する。

【 0 0 5 3 】

一方、 S 3 4 の処理において、青点灯でないと判定した場合には、推定部 1 3 は、交差点 6 0 へ進入できない旨を出力装置 3 0 に報知させる (S 3 8)。また、 S 3 4 の処理において、式 3 を満たさないと判定した場合には、車両 X が交差点 6 0 内に進入し、最後尾の先行車両 Y の後ろで待機していても、交差点 6 0 内に留まった状態で信号機 8 1 の青点灯が終了してしまうこと意味する。よって、式 3 を満たさないと判定した場合には、推定部 1 3 は、交差点 6 0 へ進入できない旨を出力装置 3 0 に報知させる (S 3 8)。

【 0 0 5 4 】

さらに、 S 3 5 の処理において、空きスペース発生時刻 t_x が通過タイミングよりも早くない場合には、図 9 に示すように車両 X が交差点 6 0 内に進入して待機すると、交差車両 C の走行を阻害すると判定する。この場合には、推定部 1 3 は、交差点 6 0 へ進入でき

10

20

30

40

50

ない旨を出力装置 30 に報知させる (S38)。S38 の処理が終了すると、図 8 に示す制御処理を終了する。

【0055】

以上で図 8 に示す制御処理を終了する。図 8 に示す制御処理を実行することにより、インフラ情報である信号機の点灯情報と車両挙動の伝播現象とを利用して直前の先行車両 Y の挙動を予測し、交差車両の走行を妨げることなく直前の信号機 81 が青点灯である時間内に車両 X が交差点 60 を横断しきれぬかが判定される。

【0056】

以上、第 3 実施形態に係る運転支援装置 1 によれば、第 1 実施形態と同様の作用効果を奏するとともに、公差車両 C の走行を妨げない範囲で信号機 81 を車両 X が通過できるかを推定することができる。このため、交通流を妨げることなく一度の青点灯の間に交差点 60 を横断できる車両数を増加させることが可能となる。よって、交通の最適化を一層図ることができる。

10

【0057】

なお、上述した各実施形態は本発明に係る運転支援装置の一例を示すものである。本発明に係る運転支援装置は、各実施形態に係る運転支援装置 1 に限られるものではなく、各請求項に記載した要旨を変更しない範囲で、各実施形態に係る運転支援装置 1 を変形し、又は他のものに適用したものであってもよい。

【0058】

例えば、上述した実施形態では、空きスペース発生時刻 t_x を予測した後に直前に存在する信号機が青点灯であるかを判定しているが、直前に存在する信号機が青点灯であるかを判定した後に、空きスペース発生時刻 t_x を予測してもよい。

20

【0059】

また、上述した実施形態では、車両 X に搭載された運転支援装置について説明したが、搭載されていなくてもよい。また、車両 X に搭載された運転支援装置が他車両を支援する場合であってもよい。

【0060】

また、上述した実施形態では、通信装置 20 が路車間通信機能及び車車間通信機能を備えている例を説明したが、本発明は信号機情報及び先行車両の走行情報を取得できれば実現可能であり、必ずしも路車間通信機能及び車車間通信機能の両方の通信機能を備える必要はなく、何れか一方であってもよい。

30

【0061】

さらに、上述した実施形態では、ナビゲーションシステム 21 の案内経路又は走行予定経路を利用していない例を説明したが、ナビゲーションシステム 21 の案内経路又は走行予定経路を利用して、案内経路又は走行予定経路における信号機情報及び先行車両の走行情報を取得して運転支援を行ってもよい。この場合、より適切な運転支援を実施することができる。

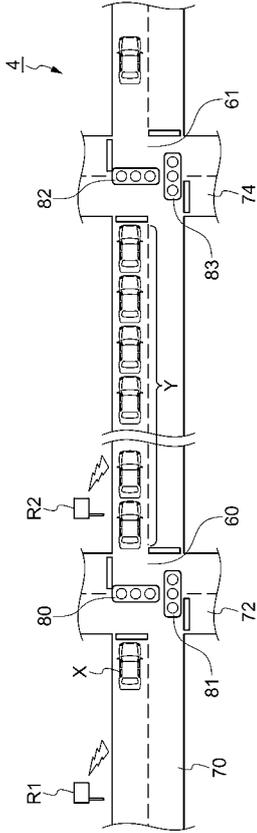
【符号の説明】

【0062】

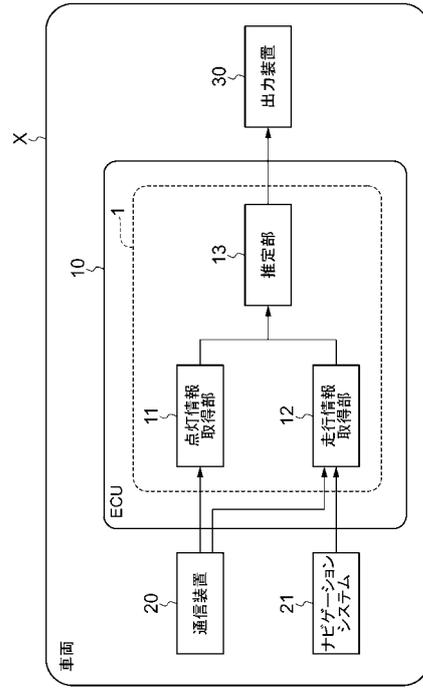
1 ... 運転支援装置、 4 ... 運転支援システム、 11 ... 点灯情報取得部 (点灯情報取得手段)、 12 ... 走行情報取得部 (走行情報取得手段)、 13 ... 推定部 (推定手段)。

40

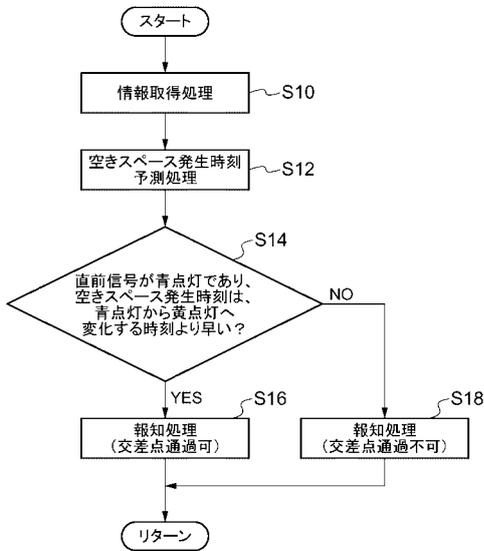
【 図 1 】



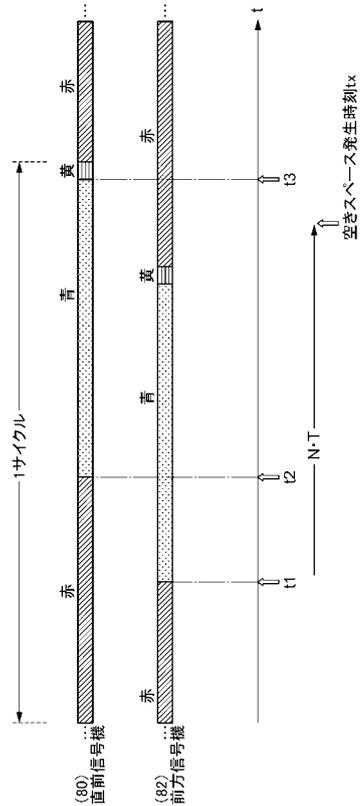
【 図 2 】



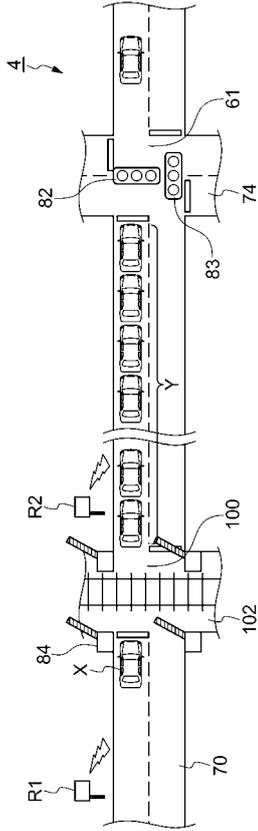
【 図 3 】



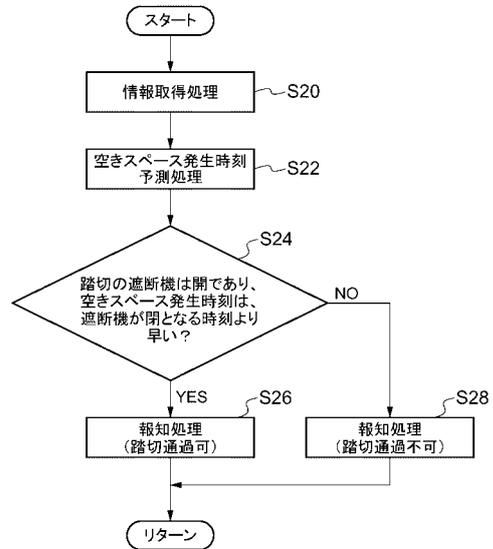
【 図 4 】



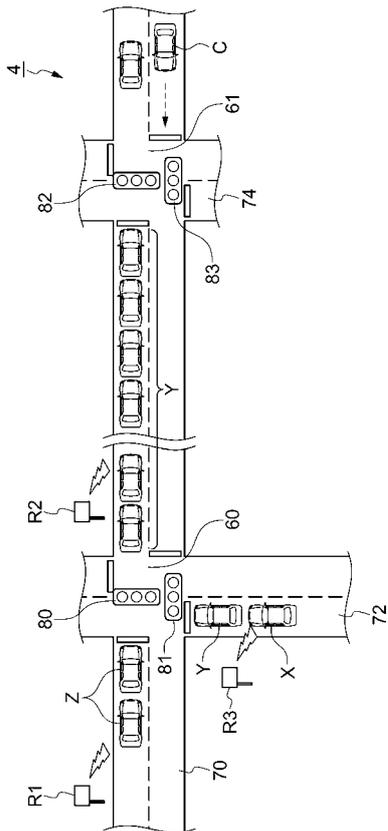
【 図 5 】



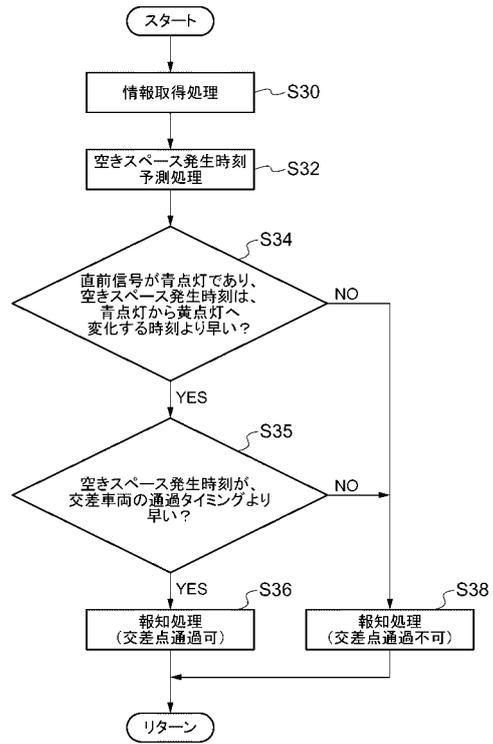
【 図 6 】



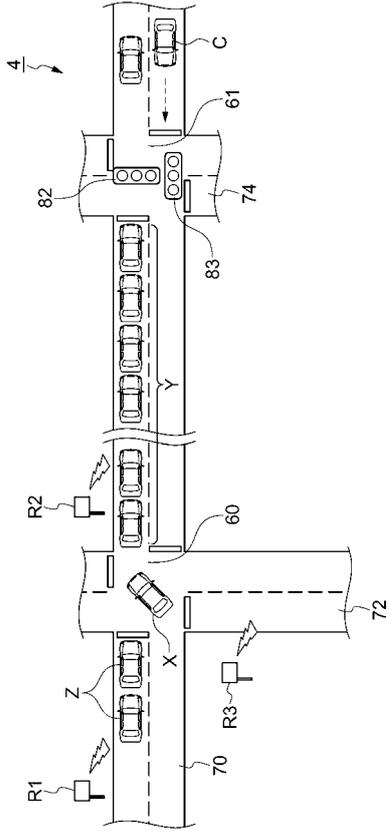
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H181 AA01 BB04 CC12 FF05 FF13 FF25 FF27 FF33 LL04 LL07
LL15 LL18