

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

路側に配置され、車両が停止する停止位置を決定する運転支援装置であって、
信号機手前の所定の地点を通過した通過車両の車両状態量を取得する車両状態量取得手段と、

前記車両状態量と前記通過車両が向かう信号機の信号情報とに基づいて、前記通過車両の後続車両の前記停止位置を決定する停止位置決定手段と、
を備えることを特徴とする運転支援装置。

【請求項 2】

前記後続車両に前記停止位置を送信する送信手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の運転支援装置。 10

【請求項 3】

前記車両状態量取得手段において、前記通過車両の車両状態量は、前記通過車両の全長及び速度であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の運転支援装置。

【請求項 4】

車載された車載運転支援装置と、前記車載運転支援装置と通信する運転支援装置とを有する運転支援システムであって、

前記運転支援装置は、信号機手前の所定の地点を通過した通過車両の車両状態量を取得する車両状態量取得手段と、前記車両状態量と前記通過車両が向かう信号機の信号情報とに基づいて、前記通過車両の後続車両の前記停止位置を決定する停止位置決定手段と、前記車載運転支援装置に前記停止位置を送信する送信手段とを有し、 20

前記後続車両に車載された前記車載運転支援装置は、前記後続車両から前記停止位置までの距離と前記後続車両から前記交差点の停止線までの距離との差が大きくなるほど、前記後続車両が前記信号機手前の所定の地点を通過した時点から運転支援を行うまでの時間を短くする支援タイミング制御手段とを有すること、
を特徴とする運転支援システム。

【請求項 5】

前記車両状態量取得手段において、前記通過車両の車両状態量は、前記通過車両の全長及び速度であることを特徴とする請求項 4 に記載の運転支援システム。

【請求項 6】

前記支援タイミング制御手段は、前方車両が停止していると認識した場合には前記時間を短くしないこと、
を特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の運転支援システム。 30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、車両の運転を支援する運転支援装置及び運転支援システムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、車両の運転を支援する装置として、車両が交差点に進入する際の信号機の状態を予測し、予測した信号機の状態や車両の車速等に基づいて交差点での運転支援を決定する装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この装置は、車両から交差点までの距離と車両の走行状態とに基づいて、現在の車両状態が交差点の停止線で停止するために適切であるか否かを判定し、判定結果に基づいて警報する。 40

【特許文献 1】特開平 11 - 53686 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

しかしながら、交差点において他の車両が信号待ちで停止している場合には、自車両は 50

停止している車両の後ろに停止するため、従来の運転支援装置にあっては停止の警告タイミングがずれてしまう恐れがある。

【0004】

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、信号機のある交差点における運転支援を適切に行う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】

【0005】

すなわち本発明に係る運転支援装置は、路側に配置され、車両が停止する停止位置を決定する運転支援装置であって、信号機手前の所定の地点を通過した通過車両の車両状態量を取得する車両状態量取得手段と、前記車両状態量と前記通過車両が向かう信号機の信号情報とに基づいて、前記通過車両の後続車両の前記停止位置を決定する停止位置決定手段とを備えて構成される。

10

【0006】

このように構成することで、通過車両の車両状態量を取得して、信号情報及び通過車両の車両状態量に基づいて、後続車両が交差点に到着する時に交差点で信号待ちしている車両が存在するか否かを予測することができる。また、信号情報及び通過車両の車両状態量に基づいて、交差点で信号待ちしている車両を考慮して後続車両が停止する停止位置を決定することができる。これにより、適切な停止位置で停止するように支援することができる。

20

【0007】

ここで、本発明に係る運転支援装置は、前記後続車両に前記停止位置を送信する送信手段を備えることが好適である。

【0008】

また、前記車両状態量取得手段において、前記通過車両の車両状態量は、前記通過車両の全長及び速度であることが好適である。このように構成することで、通過車両の速度と信号機の信号情報とを用いて、通過車両が交差点を通行したか否かを予測することができる。また、交差点で停止している車両の全長を用いて、信号待ちの車列長を把握することができるため、交差点での停止位置の決定を適切に行うことができる。

【0009】

また、本発明に係る運転支援システムは、車載された車載運転支援装置と、前記車載運転支援装置と通信する運転支援装置とを有する運転支援システムであって、前記運転支援装置は、信号機手前の所定の地点を通過した通過車両の車両状態量を取得する車両状態量取得手段と、前記車両状態量と前記通過車両が向かう信号機の信号情報とに基づいて、前記通過車両の後続車両の前記停止位置を決定する停止位置決定手段と、前記車載運転支援装置に前記停止位置を送信する送信手段とを有し、前記後続車両に車載された前記車載運転支援装置は、前記後続車両から前記停止位置までの距離と前記後続車両から前記交差点の停止線までの距離との差が大きくなるほど、前記後続車両が前記信号機手前の所定の地点を通過した時点から運転支援を行うまでの時間を短くする支援タイミング制御手段とを有することを特徴として構成される。

30

40

【0010】

このように構成することで、運転支援装置が信号機の信号情報及び通過車両の車両状態量を取得し、取得した信号情報及び通過車両の車両状態量に基づいて、後続車両が交差点に到着する時に交差点で信号待ちしている車両が存在するか否かを予測することができる。また、運転支援装置が、取得した信号情報及び通過車両の車両状態量に基づいて、交差点で信号待ちしている車両を考慮して後続車両が停止する停止位置を決定し、後続車両に車載された車載運転支援装置へ送信することができる。さらに、後続車両から停止位置までの距離と後続車両から交差点の停止線までの距離との差が大きくなるほど、後続車両が信号機手前の所定の地点を通過した時点から運転支援を行うまでの時間を短くすることによって、適切な位置で運転支援を行うことができる。

50

【0011】

ここで、運転支援装置の車両状態量取得手段において、前記通過車両の車両状態量は、前記通過車両の全長及び速度であることが好適である。

【0012】

また、本発明に係る運転支援システムにおいて、前記支援タイミング制御手段は、前方車両が停止していると認識した場合には、前記時間を短くしないことが好適である。

【0013】

交差点で停止している車両を認識した場合には、運転者にとって注意喚起などの運転支援が煩わしいことがある。このため、本発明に係る運転支援システムにおいては、交差点で停止している車両を認識した場合には、車両が信号機手前の所定の地点を通過した時点から運転支援を行うまでの時間を短くしないことによって、認識している事態に対して早めの警告をすることを回避することができるため、運転支援が運転者にとって煩わしく感じることを抑制することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、信号機のある交差点における運転支援を適切に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0016】

(第1実施形態)

図1は本発明の第1実施形態に係る運転支援システムの概要図、図2は第1実施形態に係る運転支援装置及び運転支援システムの構成図である。

【0017】

まず、本実施形態に係る運転支援システム1の概要について説明する。運転支援システム1は、設置された通信装置と車両との間で行われる路車間通信を用いた運転支援システムであって、例えば図1に示すように、曲率が大きい道路70を走行し、信号機60のある交差点72を通行予定の車両4に対して、停止位置を提供する運転支援に好適に用いられるものである。

【0018】

運転支援システム1は、道路70を走行する車両4と通信する路側運転支援装置(運転支援装置)2を備えている。この路側運転支援装置2は、道路上、道路の路側又はその周辺に配置されており、車両4を検知する機能を備えている。路側運転支援装置2は、車両4を検知すると、車両4から情報を入力し、運転を支援する運転支援情報を車両4に提供する。この路側運転支援装置2として、例えば光ビーコンが用いられる。

【0019】

車両4は車載運転支援装置3を搭載しており、この車載運転支援装置3が路側運転支援装置2から運転支援情報を取得して、車両4の運転者を支援する。車載運転支援装置3と路側運転支援装置2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。

【0020】

次に、本実施形態に係る運転支援システム1の構成について説明する。図2に示すように、本実施形態に係る運転支援システム1は、路側運転支援装置2と、車両4に搭載された車載運転支援装置3とを備えて構成される。

【0021】

車載運転支援装置3を備える車両4は、車速センサ41、アクセルセンサ42、ブレーキセンサ43、出力部44、自律制御装置5、アクチュエータ45、及び前方センサ46を備えて構成される。車速センサ41、アクセルセンサ42、ブレーキセンサ43、出力部44及び自律制御装置5は、それぞれ車載運転支援装置3に接続されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

車速センサ 4 1 は、車速を検出するセンサであり、例えば、車輪の回転による磁束変化を検出することで車輪の回転を検知し、車輪速パルスを用いて車速を検出する。また、車速センサ 4 1 は、入力した車速を車載運転支援装置 3 へ出力する機能を有している。

【 0 0 2 3 】

アクセルセンサ 4 2 は、運転者が操作したアクセルペダルの踏み込み量を検出するセンサであり、例えば、ホール素子を用いて踏み込み量に応じた電圧を出力する機能を有している。また、アクセルセンサ 4 2 は、入力した踏み込み量を車載運転支援装置 3 へ出力する機能を有している。

【 0 0 2 4 】

ブレーキセンサ 4 3 は、運転者が操作したブレーキペダルの踏み込み量を検出するセンサであり、例えば、ホール素子を用いて踏み込み量に応じた電圧を出力する機能を有している。また、ブレーキセンサ 4 3 は、入力した踏み込み量を車載運転支援装置 3 へ出力する機能を有している。

【 0 0 2 5 】

出力部 4 4 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。出力部 4 4 は、車載運転支援装置 3 および自律制御装置 5 から入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。

【 0 0 2 6 】

自律制御装置 5 は、自ら認識した情報に基づいて車両 4 の運転支援及び介入制御を行う装置であって、前方センサ 4 6、出力部 4 4 及びアクチュエータ 4 5 に接続されている。この自律制御装置 5 は、例えば、PCS (Pre-Crash Safety System) として機能する。すなわち、自律制御装置 5 は、前方センサ 4 6 から前方の情報を入力し、運転支援情報を出力部 4 4 へ、介入制御命令をアクチュエータ 4 5 へ出力する機能を有している。また、自律制御装置 5 は、運転支援や介入制御の実行開始タイミング情報を車載運転支援装置 3 へ出力する機能を有している。

【 0 0 2 7 】

アクチュエータ 4 5 は、車両 4 の走行を制御する構成要素であって、例えば、ブレーキアクチュエータやエンジンスロットルバルブが用いられる。アクチュエータ 4 5 は、自律制御装置 5 から入力した情報に基づいて、ブレーキ制御、エンジン出力制御によって車両速度を制御する機能を備えている。

【 0 0 2 8 】

前方センサ 4 6 は、主に車両 4 の前方に存在する物体の情報を取得するセンサであって、例えば、車両 4 の前方に電波を送信し、物体からの反射波を受信することで、先行車両の有無や先行車両と自車両との距離及び相対速度を計測する機能を備えている。また、前方センサ 4 6 は、入力した物体情報を自律制御装置 5 へ出力する機能を有している。

【 0 0 2 9 】

ここで、車両 4 に搭載される車載運転支援装置 3 は、路側運転支援装置 2 と通信して車両 4 の運転支援を行う装置であり、車両側送信部 3 1、車両側受信部 3 2、支援タイミング制御部 (支援タイミング制御手段) 3 3、車両情報 DB 3 4、運転者特性情報 DB 3 5 を備えて構成される。

【 0 0 3 0 】

車両側送信部 3 1 は、車両 4 側の情報を路側運転支援装置 2 へ送信する機能を有しており、車速センサ 4 1、アクセルセンサ 4 2、ブレーキペダル 4 3、車両情報 DB 3 4 及び運転者特性 DB 3 5 から情報を入力し、路側運転支援装置 2 へ出力する。車両情報 DB 3 4 は、車種、全長を含む車両情報を記録した DB である。運転者特性 DB 3 5 は、運転者の運転傾向を蓄積した DB であって、例えば右左折時の車速、停止時の車間距離、ブレーキタイミング、アクセルタイミング等を記録した DB である。また、車両側送信部 3 1 は車両側受信部 3 2 と接続されており、車両側受信部 3 2 から送信命令を入力すると、接続先から必要な情報を入力し、路側運転支援装置 2 へ出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

車両側受信部 3 2 は、路側運転支援装置 2 から送信された送信命令や運転支援の情報を受信する機能を備えている。また、車両側受信部 3 2 は、送信命令を受信した場合には、車両側送信部 3 1 へ送信命令を出力し、運転支援の情報を受信した場合には、支援タイミング制御部 3 3 へ運転支援の情報を出力する機能を有している。

【 0 0 3 2 】

支援タイミング制御部 3 3 は、車両 4 の運転者に対して行う運転支援のタイミングを制御するタイミング制御部である。支援タイミング制御部 3 3 は、車両側受信部 3 2 から運転支援情報を入力し、自律制御装置 5 から運転支援や介入制御の実行開始タイミング情報を入力する機能を有している。また、支援タイミング制御部 3 3 は、入力した運転支援情報を、実行開始タイミング情報を考慮して出力部 4 4 へ出力する機能を有している。

10

【 0 0 3 3 】

一方、車載運転支援装置 3 と通信する路側運転支援装置 2 は、路側受信部（車両状態量取得手段） 2 1、車両停止判定部 2 2、目標停止位置決定部（停止位置決定手段） 2 3、路側送信部（送信手段） 2 4、支援レベル決定部 2 5、基準停止位置更新部（停止位置決定手段） 2 6、管理情報 DB 2 0 1、信号情報 DB 2 0 2、テーブル 2 0 3、メモリ 2 0 4、道路情報 DB 2 0 5 を備えている。

【 0 0 3 4 】

路側受信部 2 1 は、車載運転支援装置 3 の車両側送信部 3 1 から送信された車両 4 の情報を受信する機能を備えている。また、車載運転支援装置 3 から情報を受信することによって信号機手前の所定の地点に車両 4 が到達したことを検知できる機能を有している。ここで、所定の地点とは、路側運転支援装置 2 の設置地点であるが、路面上の 1 つの地点ではなく、例えば、路側送信部 2 4 が路面に向かって光を投光して車両の到達を検知する場合には、光が届く所定の範囲をも含む。また、受信した情報を管理情報 DB 2 6 に記録する機能を有している。管理情報 DB 2 0 1 は、車両 4 から送られた情報を記録する DB であり、路側運転支援装置 3 によって検知された通過車両の情報、例えば、車種、全長、車速、通過時刻、及び運転者特性等が格納される。

20

【 0 0 3 5 】

車両停止判定部 2 2 は、路側運転支援装置 2 と通信した車両 4 が、交差点 7 2 に進入する時に停止が必要か否かを判定する機能を有している。車両停止判定部 2 2 は、信号情報 DB 2 0 2 から信号情報を入力し、管理情報 DB 2 0 1 から対象の車両 4 の車速を入力して判定を行う。信号情報 DB 2 0 2 は、交差点 7 2 における信号機 6 0 の有無、信号機 6 0 の矢印灯火の有無、信号機 6 0 まで距離、現在の灯火状態、及び信号サイクル等を含む信号情報が予め格納された DB である。また、車両停止判定部 2 2 は、判定結果を目標停止位置決定部 2 3 へ出力する機能を有している。

30

【 0 0 3 6 】

目標停止位置決定部 2 3 は、支援対象の車両 4 の最適な停止位置を決定する機能を有している。目標停止位置決定部 2 3 は、メモリ 2 0 4 に格納された停止位置と、車両停止判定部 2 2 を介して得られる車両情報に基づいて目標停止位置を決定する機能を有している。また、目標停止位置決定部 2 3 は、車両停止判定部 2 2 において停止が必要と判断した車両数をカウントしてメモリ 2 0 4 に格納する機能、及びメモリ 2 0 4 に格納された停止位置を更新する機能を有している。メモリ 2 0 4 は、例えば、(Random Access Memory) で構成される。また、目標停止位置決定部 2 3 は、決定した目標停止位置を路側送信部 2 4 へ出力する機能を有している。

40

【 0 0 3 7 】

支援レベル決定部 2 5 は、車両 4 の運転支援の程度を決定する機能を有している。支援レベル決定部 2 2 は、道路情報 DB 2 0 5 から道路情報を入力し、道路形状、車線数、及び合流地点の有無等に応じて支援レベルを変更する。支援レベルとして、例えば、警報レベル、注意喚起レベル、情報提供レベル、実施不要レベルが用いられる。道路情報 DB 2 0 5 は、道路形状、曲率、起伏、交差点における停止線 H までの距離、車線数、及び周辺

50

環境等を含む情報が格納されたDBである。また、支援レベル決定部25は、決定した支援レベルを路側送信部24へ出力する機能を有している。

【0038】

路側送信部24は、車両4に情報を送信する機能を有している。この路側送信部24は、支援レベル決定部25から入力した支援レベル、及び目標停止位置決定部23から入力した目標停止位置を車両4へ出力する機能を有している。さらに、路側送信部24は、車両情報の送信命令を所定の間隔で路面の所定の範囲に送信する機能を有している。

【0039】

基準停止位置更新部26は、支援対象の車両4の最適な停止位置を更新する機能を有している。具体的には、基準停止位置更新部26は、信号情報DB202から信号情報に含まれる信号機までの距離や信号サイクルを入力し、管理情報DB201から管理情報に含まれる車両の全長、運転者特性となる車間距離を入力する機能を有している。また、テーブル203から信号待ち車列が信号通過に要する信号通過時間 T_a を入力すると共に、メモリ204から信号で停止する車両数を入力する機能を有している。テーブル203は、信号待ち台数と、図1に示す信号待ち車列長 d とに依存する信号通過時間 T_a が記載されたテーブルである。また、基準停止位置更新部26は、入力した情報に基づいて停止位置の更新及び更新するタイミングを決定する機能を有している。さらに、決定したタイミングにおいて、信号で停止する車両数を変更する機能を有している。

【0040】

次に、本実施形態に係る運転支援システム1の動作を図3～10を用いて説明する。図3は運転支援システム1の動作を示すシーケンス図、図4及び図5は路側運転支援装置2の動作を示すフローチャート、図6は信号待ち台数と距離とに依存した信号通過時間を示すテーブル、図7は停止位置更新タイミングを示す概要図、図8は車載運転支援装置3の動作を示すフローチャート、図9は車載運転支援装置3の支援地点の変化を示す説明図、図10は車載運転支援装置3が出力する画像例である。

【0041】

まず、図3を用いて運転支援システム1の動作について説明する。シーケンスは図面の上方から下方へ時系列で記載する。

【0042】

路側運転支援装置2は、路側運転支援装置2が設置された箇所付近の道路に対して例えば近赤外線的光を投光する。投光された範囲に車両4が進入すると(図3の(a))、路側運転支援装置2は車両情報を車載運転支援装置3に要求する(図3の(b))。車載運転支援装置3は、要求を受けて車両情報を路側運転支援装置2へ送信する(図3の(c))。路側運転支援装置2は、受信した車両情報に基づいて運転支援処理を行う(図3の(d))。その後、運転支援情報を車載運転支援装置3へ送信する(図3の(e))。車載運転支援装置3は、受信した運転支援情報に基づいて運転支援処理を行う(図3の(f))。

【0043】

このように、運転支援システム1においては、路側運転支援装置2と車両4に車載された車載運転支援装置3とが互いに通信しデータをやり取りすることによって、運転支援を行う。

【0044】

次に、図4を用いて路側運転支援装置2の動作について詳細に説明する。図4の制御処理は、例えば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1に示す道路及び交通状態を用いて路側運転支援装置2の動作を説明する。

【0045】

路側運転支援装置2は、道路情報入力処理から開始する(S10)。S10の処理は、支援レベル決定部25で実行され、道路70の形状、起伏及び周辺環境を含む道路情報を道路情報DB205から入力する処理である。S10の処理が終了すると、支援レベル決定処理に移行する(S12)。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

S 1 2 の処理は、支援レベル決定部 2 5 で実行され、支援対象車両の運転支援レベルを決定する処理である。S 1 0 の処理で入力した道路情報に基づいて支援レベルを決定する。ここでは支援レベルとして、例えば、警報レベル、注意喚起レベル、情報提供レベル、実施不要レベルが用いられる。警報レベルは、即時対応が必要な緊急性を有する事態を運転者に伝える場合に設定される。注意喚起レベルは、即時対応は必要では無いが、何らかの操作や判断が必要な事態を運転者に伝える場合に設定される。情報提供レベルは、その情報に基づいて直接的に操作や判断をする必要は無く、運転者が認識すれば良い場合に用いられる。実施不要レベルは、運転支援や情報提供の必要がないと判断した場合に設定される。例えば、道路形状が直線的であり、運転者が前方を確認することに何ら支障が無い場合には、実施不要レベルが設定される。また、道路の曲率が大きく、カーブの直後に信号機のある交差点がある地点などにおいては、衝突や急制動の恐れがあるため、警報レベルが設定される。このように道路形状に応じて支援レベルを変化させる。例えば、図 1 に示す道路 7 0 の場合は、曲率が大きく、カーブ直後に交差点 7 2 が存在するため、支援レベルを警告レベルに設定する。S 1 2 の処理が終了すると、情報入力処理に移行する (S 1 4)。

10

【 0 0 4 7 】

S 1 4 の処理は、基準停止位置更新部 2 6 で実行され、信号情報を信号情報 DB 2 0 2 から入力し、管理情報を管理情報 DB 2 0 1 から入力する処理である。信号情報には、例えば図 1 に示す交差点 7 2 における信号機 6 0 の有無、信号機 6 0 の矢印灯火の有無、信号機 6 0 までの距離 U_0 、現在の灯火状態、及び信号サイクル等が含まれる。管理情報には、路側運転支援装置 2 によって検知された通過車両の情報として、例えば、車種、全長、車速、通過時刻、及び運転者特性である車間距離 l 等が含まれる。S 1 4 の処理が終了すると、信号待ち車両数入力処理に移行する (S 1 6)。

20

【 0 0 4 8 】

S 1 6 の処理は、基準停止位置更新部 2 6 で実行され、信号待ち車両数 k_t (t は整数) をメモリ 2 0 4 から入力する処理である。例えば、図 1 に示す場合には、交差点 7 2 において、信号待ちする車両が車両 4 A 及び車両 4 B であるので、信号待ち車両数 k_t は 2 である。ここで、路側運転支援装置 2 は、車両 4 A 及び車両 4 B が路側運転支援装置 2 付近をそれぞれ通過する際に、交差点 7 2 で停止するか否かを判定してカウントすることで、信号待ち車両数 k_t を算出している。この処理の詳細については後述する。なお、図 1 に示す車両 4 S₁ 及び車両 4 S₂ は車両 4 の走行位置の遷移を示しており、車両 4 と同一の車両である。S 1 6 の処理が終了すると、通過時間算出処理に移行する (S 1 8)。

30

【 0 0 4 9 】

S 1 8 の処理は、基準停止位置更新部 2 6 で実行され、信号待ちの全ての車両が信号通過に要する信号通過時間 T_a の予測を行う処理である。この信号通過時間 T_a は、信号待ちの車両数 k_t と、信号待ちしている車両のそれぞれの全長とそれぞれの車間幅を足し合わせた信号待ち車列長 d との関係から予測することができる。信号通過時間 T_a 、信号待ちの車両数 k_t 、及び信号待ち車列長 d の関係は、例えば、図 6 に示すテーブルのようになる。図 6 に示すテーブルは、列が交差点 7 2 の停止線 H からの距離 d 、行が信号待ち車両台数を示しており、それぞれの信号通過時間 T_a が記載されている。ここで、図 6 を用いた信号経過時間 T_a の予測について説明する。まず、基準停止位置更新部 2 6 は、信号待ち車両のそれぞれの全長とそれぞれの車間幅を足し合わせた信号待ち車列長 d を算出する。交差点 7 2 の停止線 H を基準に i 番目 (i : 自然数、 $i \leq k_t$) に停止して信号待ちしている車両の全長を d_i 、車間幅を l_i とすると、信号待ち車列長 d は式 (1) で表すことができる。

40

【 0 0 5 0 】

$$d = (d_i + l_i) + (d_{i-1} + l_{i-1}) + \dots + (d_1 + l_1) \quad \dots (1)$$

【 0 0 5 1 】

S 1 4 の処理で得られた管理情報から、信号待ち車両の全長 d_i と運転者特性である車

50

間幅 l_i を参照し、式 (1) を計算することによって信号待ち車列長 d を算出する。このように、算出した信号待ち車列長 d と、S 1 6 の処理で得られた信号待ち車両数 k_t とを用いて、図 6 に示すテーブルを参照して信号経過時間 T_a を予測する。例えば、図 1 の場合には、交差点 7 2 において、信号待ちする車両が車両 4 A 及び車両 4 B であるので、信号待ち車両数が 2 であり、車両 4 A の全長を 5 m、車両 4 B の全長を 5 m、車両 4 A の及び車両 4 B の車間隔をそれぞれ 2 m とすると、信号待ち車列長 d は 1 4 m となる。すると、図 6 に示すテーブルを参照して、信号通過時間 T_a は 1 9 . 7 秒と予測できる。S 1 8 の処理が終了すると、通過判定処理に移行する (S 2 0) 。

【 0 0 5 2 】

S 2 0 の処理は、基準停止位置更新部 2 6 で実行され、次の青信号の期間内に全ての信号待ち車両が通過可能か否かを判定する処理である。通過可能か否かは、青信号の時間と黄色信号の時間とを足した通過可能時間 T_s が信号通過時間 T_a より大きいか否かを判定すれば良い。通過可能時間 T_s が信号通過時間 T_a より大きいと判定した場合は、全ての信号待ち車両が通過する時間を経過しても信号機は青信号または黄色信号を表示しているため、信号待ち車両は存在しないと判定できる。よって、信号待ち車両が存在しない場合の基準停止位置更新処理を行う (S 2 2) 。

【 0 0 5 3 】

S 2 2 の処理は、基準停止位置更新部 2 6 で実行され、次の青信号の期間内に信号待ち車両がなくなると予測した場合において、後続車両が停止するための基準停止位置 U_t (t は整数) を更新する処理である。この基準停止位置 U_t は、路側運転支援装置 2 を基準とした距離情報で定義される。例えば、図 1 の車両 4 は、信号機 6 0 の信号が変わるまでは、路側運転支援装置 2 から信号待ち車両 4 B の後ろまでの距離 B_1 が基準停止位置 U_t である。そして、車両 4 が交差点 7 2 に到達する前に信号機 6 0 の信号が青信号となり、車両 4 A 及び車両 4 B が交差点 7 2 を通過して存在なくなると予測した場合には、車両 4 が停止するために必要な基準となる基準停止位置 U_t を更新する処理を行う。この処理は、現在の基準停止位置 U_t である距離 B_1 を、路側運転支援装置 2 から交差点 7 2 の停止線 H までの距離である停止線距離 U_0 に変更する。さらに、基準停止位置 U_t の更新と同時に信号待ち車両数 k_t を 0 に更新する。この更新のタイミングは、信号待ちの車両が通過し終ると予測した時点で行う。すなわち、青信号開始時刻から信号通過時間 T_a 経過後の時刻 T_r に更新が行われるようにセットする (図 7 の (a)) 。 S 2 2 の処理が終了すると、路側運転支援処理に移行する (S 2 4) 。

【 0 0 5 4 】

S 2 4 の処理は、支援対象である車両 4 に対して運転支援を行う処理である。この処理については図 5 を用いて後述する。S 2 4 の処理が終了すると、図 4 の制御処理は終了する。

【 0 0 5 5 】

一方、S 2 0 の処理において、通過可能時間 T_s が信号通過時間 T_a より大きくないと判定した場合は、全ての信号待ち車両が通過する時間を経過する前に信号機が赤信号となると予測したため、信号待ち車両が一部存在することとなる。よって、信号待ち車両が一部存在する場合の停止位置更新処理を行う (S 2 6) 。

【 0 0 5 6 】

S 2 6 の処理は、基準停止位置更新部 2 6 で実行され、青信号の点灯期間内に信号待ち車列の全てが通過できず赤信号となり、信号待ち車両が一部存在すると予測した場合において、後続車両が停止するための基準停止位置 U_t を更新する処理である。例えば、図 1 の車両 4 は、信号機 6 0 の信号が変わるまでは、路側運転支援装置 2 から信号待ち車両 4 B の後ろまでの距離 B_1 が基準停止位置 U_t である。ここで、車両 4 が交差点 7 2 に到達する前に信号機 6 0 の信号が青信号となり、車両 4 A が交差点 7 2 を通過し、その後信号機 6 0 の表示が赤信号となり車両 4 B が通過できず依然として信号待ちとなると予測した場合には、車両 4 が停止するために必要な基準となる基準停止位置 U_t を更新する処理を行う。さらに、基準停止位置 U_t の更新と同時に信号待ち車両数 k_t を更新する。信

10

20

30

40

50

号待ち車両数 k_t は、更新前の信号待ち車両数を k_{t-1} 、信号通過車両数を k_s とすると、式 (2) で表すことができる。

【0057】

$$k_t = k_{t-1} - k_s \quad \dots (2)$$

【0058】

メモリ204を参照して更新前の信号待ち車両数 k_{t-1} を入力し、図6のテーブルを用いて通過可能時間 T_s 内に通過できる台数、すなわち信号通過車両数 k_s を予測することで、更新された信号待ち車両数 k_t を算出することができる。また、更新後の基準停止位置 U_t は、S14の処理で入力した停止線距離 U_0 、及び信号待ち車両数 k_t の信号待ち車列長 d を用いて、式 (3) で表すことができる。

10

【0059】

$$U_t = U_0 - d \quad \dots (3)$$

【0060】

式 (1) を用いて d を算出し、式 (3) を用いて基準停止位置 U_t を更新する。例えば図1の場合、基準停止位置 U_t を車両4Bの後ろの距離 B_1 から距離 B_2 に変更する。さらに、基準停止位置 U_t の更新と同時に信号待ち車両数 k_t を更新する。更新のタイミングは、車両4Bが停止したタイミング、すなわち赤信号に切り替わった時点で行う。よって、青信号開始時刻から通過可能時間 T_s 経過後に更新が行われるようにセットする (図7の (b))。S22の処理が終了すると、路側運転支援処理に移行する (S24)。

20

【0061】

以上の動作で図4の制御処理を終了する。このように、図4の制御処理は、路側運転支援装置2の周辺部を通過した車両情報から基準停止位置 U_t を更新し、その後通過する車両の運転支援を適切に行うことを可能とする。

【0062】

次に、図5を用いて図4のS22の処理を説明する。図4のS22の運転支援処理は、車両通過判定から開始する (S30)。

【0063】

S30の処理は、路側送信部24及び路側受信部21で実行され、通過車両が通過したか否かを判定する処理である。路側送信部24は、所定の範囲に所定の周期で投光し、路側受信部21が車両情報を受け取った際に通過車両が通過したと判定する。路側受信部21は受け取った車両情報を管理情報DB201に格納する。S30において、車両4が通過したと判断した場合は、車両状態量取得処理へ移行する (S32)。

30

【0064】

S32の処理は、車両停止判定部22で実行され、車両4の車両状態量を管理情報DB201から取得する処理である。例えば、車両状態量として、車速 v_m 、全長 d_m 、車種、通過時刻、及び運転者特性である停止車間幅 l_m 等を入力する。S32の処理が終了すると、信号情報入力処理へ移行する (S34)。

【0065】

S34の処理は、車両停止判定部22で実行され、車両4が向かう交差点72に設置された信号機60の信号情報を信号情報DB202から取得する処理である。例えば、信号機60の有無、信号機60の矢印灯火の有無、信号機60までの距離 U_0 、現在の灯火状態、及び信号サイクル等を入力する。S34の処理が終了すると、交差点進入時刻演算処理へ移行する (S36)。

40

【0066】

S36の処理は、車両停止判定部22で実行され、車両4が交差点72に進入する時刻を演算する処理である。S32の処理で入力した車速 v_m と、S34の処理で入力した信号機60までの距離 U_0 とを用いて、交差点進入時の時刻を演算する。S36の処理が終了すると、交差点停止判定処理へ移行する (S38)。

【0067】

S38の処理は、車両停止判定部22で実行され、車両4が交差点72で停止するか否

50

かを判定する処理である。車両停止判定部 22 は、S34 の処理で得られた信号サイクルと、S36 の処理で得られた交差点進入時刻に基づいて交差点 72 で停止するか否かを判断する。例えば、図 1 の運転支援装置 2 は、交差点 72 の信号機 60 の信号サイクルを参照し、車両 4 が交差点に進入する際に信号機 60 が赤信号である場合には、車両 4 が停止すると判定する。車両 4 が交差点に進入する際に信号機 60 が青または黄色信号の場合には、車両 4 が停止しないと判定する。交差点 72 において、車両 4 が停止すると判定した場合は、信号待ち車両数カウント処理へ移行する (S40)。

【0068】

S40 の処理は、目標停止位置決定部 23 で実行され、信号待ちしている車両数 k_t を変更する処理である。目標停止位置決定部 23 は、S30 の処理で通過判定した現在の運転支援対象車両の後続車両のために、信号待ち車両数 k_t を更新する。更新は式 (4) を用いて行われる。

10

【0069】

$$k_t = k_{t-1} + 1 \quad \dots (4)$$

【0070】

メモリ 204 を参照して更新前の信号待ち車両数 k_{t-1} を入力し、今回制御対象の車両 4 分を一台加えた数を k_t とする。S40 の処理が終了すると、目標停止位置決定処理へ移行する (S42)。

【0071】

S42 の処理は、目標停止位置決定部 23 で実行され、車両 4 の目標となる目標停止位置 U_g を決定する処理である。この目標停止位置 U_g は、路側運転支援装置 2 を基準とした距離情報で定義される。目標停止位置決定部 23 は、メモリ 204 から参照した基準停止位置 U_t 、及び S32 の処理で得られた停止車間幅 l_m を用いて式 (5) に示すように目標停止位置 U_g を決定する。

20

【0072】

$$U_g = U_t - l_m \quad \dots (5)$$

【0073】

S42 の処理が終了すると、送信処理へ移行する (S44)。

【0074】

S44 の処理は、路側送信部 24 で実行され、図 4 の S12 で決定した運転支援レベル、図 4 の S10 の処理で得られた道路情報、S34 の処理で得られた信号情報、及び S42 の処理で決定した目標停止位置 U_g を車両 4 に送信する処理である。S44 の処理が終了すると、基準停止位置更新処理へ移行する (S46)。

30

【0075】

S46 の処理は、目標停止位置決定部 23 で実行され、メモリ 204 に格納された基準停止位置 U_t を更新する処理である。S32 で入力した車両の全長 d_m 、停止車間幅 l_m を用いて式 (6) に示すように基準停止位置 U_t を更新する。

【0076】

$$U_t = U_{t-1} - d_m - l_m \quad \dots (6)$$

【0077】

S46 の処理が終了すると、図 5 の運転支援処理を終了する。

40

【0078】

一方、S30 において、車両 4 が通過していないと判定した場合は、図 5 の運転支援処理を終了する。

【0079】

また、S38 の処理において、交差点 72 で車両 4 が停止しないと判定した場合は、目標停止位置決定処理へ移行する (S42)。

【0080】

以上の処理で図 5 に示す運転支援処理が終了する。路側運転支援装置 2 は、車両通過を検知すると車両情報を車両から入力して蓄積し、得られた車両情報に基づいて後続車両の

50

運転支援に活用することができる。

【 0 0 8 1 】

次に、車載運転支援装置 3 の動作について図 8 ~ 図 1 0 を用いて説明する。図 8 は、本実施形態に係る車載運転支援装置 3 の動作を示すフローチャート、図 9 は交差点の停止線からの距離に依存する停止可能車速を示すグラフ、図 1 0 は、車載運転支援装置 3 の支援方法の一例である。なお、説明理解の容易性を考慮して、図 1 に示す道路及び交通状態を用いて路側運転支援装置 3 の動作を説明する。

【 0 0 8 2 】

車載運転支援装置 3 は、図 8 に示すサービスエリア通過判定から開始する (S 6 0)。S 6 0 の処理は、車両側受信部 3 2 で実行され、車載運転支援装置 3 を搭載した車両が、路側運転支援装置 2 のサービスエリア、すなわち路側運転支援装置 2 が投光する範囲内に進入したか否かを判定する処理である。車両側受信部 3 2 が路側運転支援装置 2 の送信命令を受け取った場合には、サービスエリアを通過したと判定する。サービスエリアを通過したと判定した場合は、車両状態量送信処理へ移行する (S 6 2)。

10

【 0 0 8 3 】

S 6 2 の処理は、車両側送信部 3 1 で実行され、車両状態量を含む情報を路側運転支援装置 2 へ送信する処理である。車両側送信部 3 1 は、車両情報 D B 3 4 から車種、全長を含む車両情報を、運転者特性 D B 3 5 から右左折時の車速、停止時の車間距離、ブレーキタイミング、アクセルタイミング等を、車速センサ 4 1 から現在車速を、アクセルセンサ 4 2 及びブレーキセンサからアクセル及びブレーキの状態をそれぞれ入力し、路側運転支援装置 2 へ送信する。S 6 2 の処理が終了すると、運転支援情報取得処理へ移行する (S 6 4)。

20

【 0 0 8 4 】

S 6 4 の処理は、車両側受信部 3 2 で実行され、路側運転支援装置 2 から運転支援に関する情報を入力する処理である。車両側受信部 3 2 は、図 4 の S 1 2 で決定した運転支援レベル、図 4 の S 1 0 の処理で得られた道路情報、S 3 4 の処理で得られた信号情報、及び S 4 2 の処理で決定した目標停止位置 U_g をそれぞれ入力する。S 6 4 の処理が終了すると、停止位置判定処理に移行する (S 6 6)。

【 0 0 8 5 】

S 6 6 の処理は、支援タイミング制御部 3 3 で実行され、運転支援レベルが未実施レベル以外のレベルであって、目標停止位置 U_g が交差点の停止線距離 U_0 であるか否かを判定する処理である。目標停止位置 U_g が交差点 7 2 の停止線距離 U_0 であると判定した場合には、運転支援地点算出処理へ移行する (S 7 0)。

30

【 0 0 8 6 】

S 7 0 の処理は、支援タイミング制御部 3 3 で実行され、交差点 7 2 に到達するまでにどの地点で運転支援を行うかを決定する処理である。S 6 6 の処理において目標停止位置 U_g が交差点の停止線距離 U_0 と等しいため、S 7 0 の処理は通常の交差点進入時に運転支援を行うタイミングで運転支援を行う。この時の運転支援地点を図 1 に示す地点 C 1 とする。すなわち、運転支援地点 C 1 を車両 4 が通過する時 (図 1 の車両 4 S₁) に運転支援を行う。S 7 0 の処理が終了すると、運転支援実施処理へ移行する (S 7 2)。

40

【 0 0 8 7 】

S 7 2 の処理は、支援タイミング制御部 3 3 で実行され、S 7 0 の処理で決定したタイミングで運転支援情報を出力部 4 4 へ出力する処理である。S 7 2 の処理が終了すると、図 8 の制御処理を終了する。

【 0 0 8 8 】

一方、S 6 6 の処理において、目標停止位置 U_g が交差点 7 2 の停止線距離 U_0 と等しくない判定した場合には、運転支援地点算出処理へ移行する (S 7 4)。S 7 4 の処理は、支援タイミング制御部 3 3 で実行され、信号待ち車両を考慮して停止できるように、運転支援情報の提供タイミングを決定する処理である。支援タイミング制御部 3 3 は、S 7 0 処理と同様に停止線 H で停止する場合の運転支援地点 C 1 を算出するとともに、図 1

50

に示す信号待ち車両長 d を考慮して、運転支援地点 C_1 から信号待ち車両長 d の長さを走行する分だけ早いタイミングを算出する。このタイミングで運転支援する地点を運転支援地点 C_2 とする。すなわち、運転支援地点 C_2 を車両 4 が通過する時 (図 1 の車両 4 S_2) に運転支援を行う。ここで、運転支援地点 C_1 及び C_2 の関係を、図 9 を用いて説明する。図 9 に示す点線及び実線のグラフは、停止位置からの距離に依存した停止可能車速である。点線が交差点に信号待ち車両が存在しなかった場合の停止可能車速を示しており、実線が交差点に信号待ち車両が存在する場合の停止可能車速を示している。このように、運転支援地点 C_1 に信号待ち車両長 d の長さを足した値を運転支援地点 C_2 とすることで、停止線 H に車両が停止していない場合と同様に、適切なタイミングで運転支援を行うことが可能となる。S 7 4 の処理が終了すると、前方車両確認処理へ移行する (S 7 6)。

10

【0089】

S 7 6 の処理は、支援タイミング制御部 3 3 で実行され、前方に車両が存在するか判定する処理である。例えば、車両 4 に備わる自律制御装置 5 が前方車両を認識しているか否かを判定する。前方車両を認識していると判定した場合は、運転支援実施処理へ移行し (S 7 2)、図 8 の処理が終了する。なお、この場合は、運転支援地点 C_1 において、自律制御装置 5 が運転支援を行う。また、前方車両を認識していないと判定した場合は、運転支援実施処理へ移行する (S 7 8)。

【0090】

S 7 8 の処理は、支援タイミング制御部 3 3 で実行され、S 7 4 の処理で決定したタイミングで運転支援情報を出力部 4 4 へ出力する処理である。例えば、図 10 の (a) に示すように、信号待ち車両を忠実に表示してディスプレイに表示したり、図 10 の (b) に示すように、前方に信号待ち車両の存在だけ伝わるように表示したりする。また、ディスプレイ上に表示しないでスピーカからの音のみで運転支援する場合もある。このようなパターンは、路側運転支援装置 2 が決定した支援レベルに応じて選択される。例えば、警告レベルの場合は、図 10 の (a) に示す画像に加えてスピーカからも警告を行う。また、例えば、情報提供レベルの場合は、図 10 の (b) に示す画像のみで運転支援情報を提供する。S 7 8 の処理が終了すると、図 8 の制御処理を終了する。

20

【0091】

上記の制御処理によって、車載運転支援装置 2 は、路側運転支援装置 3 から得られた車両情報に基づいて運転支援タイミングを決定することができる。

30

【0092】

以上のように、本発明に係る運転支援装置 2 によれば、通過車両 4 A、4 B の車両状態量を取得して、信号情報及び通過車両 4 A、4 B の車両状態量に基づいて、通過車両 4 A、4 B に後続して走行する車両 4 が交差点 7 2 に到着する際に交差点 7 2 で信号待ちしている通過車両 4 A、4 B が存在するか否かを予測することができる。また、信号情報及び通過車両 4 A、4 B の車両状態量に基づいて、交差点 7 2 で信号待ちしている通過車両 4 A、4 B を考慮して車両 4 が停止する停止位置 U_t 、 U_g を決定することができる。これにより、適切な停止位置 U_t 、 U_g で停止するように支援することができる。

【0093】

また、本発明に係る運転支援装置 2 によれば、通過車両 4 A、4 B の速度と信号機 6 0 の信号情報から、通過車両 4 A、4 B が交差点 7 2 を通行したか否かを予測することができる。また、交差点 7 2 で停止している通過車両 4 A、4 B の全長を用いて信号待ち車列の長さ d を把握することができるため、交差点 7 2 での停止位置 U_t 、 U_g の決定を適切に行うことができる。

40

【0094】

また、本発明に係る運転支援システム 1 によれば、路側運転支援装置 2 が信号機 6 0 の信号情報及び通過車両 4 A、4 B の車両状態量を取得し、取得した信号情報及び通過車両 4 A、4 B の車両状態量に基づいて、車両 4 が交差点 7 2 に到着する時に交差点 7 2 で信号待ちしている通過車両 4 A、4 B が存在するか否かを予測することができる。また、路側運転支援装置 2 が、取得した信号情報及び通過車両 4 A、4 B の車両状態量に基づいて

50

、交差点 7 2 で信号待ちしている通過車両 4 A、4 B を考慮して車両 4 が停止する停止位置 U_t 、 U_g を決定し、車両 4 に車載された車載運転支援装置 3 へ送信することができる。さらに、車両 4 から目標となる停止位置までの距離 U_g と車両 4 から交差点 7 2 の停止線 H までの距離 U_0 との差が大きくなるほど、車両 4 が路側運転支援装置 2 と通信した時点から運転支援を行うまでの時間を短くすることによって、適切な位置で運転支援を行うことができる。

【0095】

また、本発明に係る運転支援システム 1 によれば、運転支援を行う車両 4 に車載された自律制御装置等が交差点 7 2 で停止している通過車両 4 A、4 B を認識した場合には、車両 4 が路側運転支援装置 2 と通信した時点から運転支援を行うまでの時間を短くしないことによって、運転支援が運転者にとって煩わしく感じることを回避することができる。

10

【0096】

(第 2 実施形態)

第 2 実施形態に係る運転支援システム 6 は、第 1 実施形態の運転支援システム 1 とほぼ同様に構成されるものであって、車両を識別するための車両識別 ID を用いて運転支援を行う点で相違する。第 2 実施形態においては、第 1 実施形態と重複する部分は説明を省略し、相違点を中心に説明する。

【0097】

まず、本実施形態に係る運転支援システム 6 の構成から説明する。図 1 1 は第 2 実施形態に係る運転支援システム 6 の概要図である。

20

【0098】

図 1 1 に示す運転支援システム 6 において、地点 Q 1、Q 2 に配置された路側運転支援装置 7 は、車両 4 に対して運転支援を行うための装置であり、第 1 実施形態の路側運転支援装置 2 とほぼ同様に構成され、路側運転支援装置 7 の送信部及び受信部の機能が一部相違する。路側運転支援装置 7 の送信部及び受信部は、第 1 実施形態の路側運転支援装置 2 の路側送信部 2 4 及び路側受信部 2 1 が有する機能に加えて、路側運転支援装置 7 同士で通信する機能を有している。また、路側運転支援装置 7 の送信部は、通過車両に対して車両識別 ID を付与する機能、及び付与した車両識別 ID を管理情報 DB 2 0 1 に記録する機能を有している。さらに、路側運転支援装置 7 の受信部は、車両識別 ID を他の路側運転支援装置 7 から取得して管理情報 DB 2 0 1 に記録する機能を有している。

30

【0099】

また、地点 Q 1、Q 2 に配置された路側運転支援装置 7 の基準停止位置更新部は、第 1 実施形態の基準停止位置更新部 2 6 が有する機能に加えて、車両識別 ID を用いて基準停止位置 U_t の更新を行う機能を有している。また、車両識別 ID の一部をメモリ 2 0 4 に保有データとして格納し、動的に更新する機能を有している。

【0100】

一方、車載運転支援装置 8 は第 1 実施形態とほぼ同様に構成され、車載運転支援装置 8 の車両側受信部は、第 1 実施形態の路側運転支援装置 2 の車両受信部 3 2 が有する機能に加えて、車両識別 ID を車両情報 DB 3 4 に格納する機能を有している。

【0101】

次に、本実施形態に係る運転支援システム 6 の動作を説明する。図 1 2 は運転支援システム 6 の動作を示すシーケンス図、図 1 3 は路側運転支援装置 2 の動作を示すフローチャートである。

40

【0102】

まず、図 1 2 を用いて運転支援システム 6 の動作について説明する。シーケンスは図面の上方から下方へ時系列で記載する。地点 Q 1 に設置された路側運転支援装置 7 と車載運転支援装置 8 とのシーケンスは、第 1 実施形態の路側運転支援装置 2 及び車載運転支援装置 3 と同様のシーケンスを行うため、同様の部分は省略し、相違点を中心に説明する。

【0103】

地点 Q 1、及び地点 Q 2 に設置された路側運転支援装置 7 は、設置箇所付近の道路に対

50

して例えば近赤外線的光を投光する。地点Q1の投光された範囲に車両4が進入すると(図12の(a))、地点Q1に設置された路側運転支援装置7と車載運転支援装置8は、第1実施形態と同様の動作を行い、路側運転支援装置7は運転支援情報を車載運転支援装置8に送信する。この時、路側運転支援装置7は、車両識別IDを車載運転支援装置8に送信する(図12の(b))。車載運転支援装置8は、車両識別IDを受信し(図12の(c))、第1実施形態と同様の運転支援を行う。その後、図11に示す車両4は、信号機60のある交差点72に進入し、右折せずに地点Q2に到着するものとする(図12の(d))。地点Q2に設置された路側運転支援装置7は、投光された範囲に車両4が進入すると、車載運転支援装置8に対して情報提供の要求をする。車載運転支援装置8は、地点Q1で付与された車両識別IDを地点Q2の路側運転支援装置7へ送信する(図12の(e))。地点Q2の路側運転支援装置7は、車両識別IDを受け取ると(図12の(f))、地点Q1の路側運転支援装置7に、車載運転支援装置8から入力した車両識別IDを送信する(図12の(g))。地点Q1の路側運転支援装置7は、送信した車両識別IDと受け取った車両識別IDとを用いて、後続の車両に対する運転支援を行う。

10

【0104】

このように、運転支援システム6においては、路側運転支援装置7が車両4を識別するために車両識別IDを付与し、他の路側運転支援装置7と通信することで信号待ちしている車両を的確に把握し、後続の車両に対する運転支援を行う。

【0105】

次に、本実施形態に係る路側運転支援装置7の動作を図13及び図14を用いて詳細に説明する。図13及び図14は、本実施形態に係る路側運転支援装置7の動作を示すフローチャートである。

20

【0106】

図13に示す制御処理は、例えば車両4が路側運転支援装置7の周辺付近を通過した際に実施される。路側運転支援装置7は車両識別ID発行処理から処理を開始する(S80)。S80の処理は、車両識別IDを車両4に付与する処理である。車両識別IDは、例えば、英数字の組み合わせなどランダムに生成されても良いが、ここでは昇順とする。例えば、車両識別IDをid1、id2、id3といったように昇順に付与する。路側運転支援装置7の送信部は、運転支援情報と生成した車両識別IDとを合わせて車両4へ送信する。送信タイミングは、第1実施形態と同様である。S80の処理が終了すると、記録処理へ移行する(S82)。

30

【0107】

S82の処理は、発行済み車両識別IDを記録する処理である。S80で発行した発行済み車両識別IDを管理情報DB201に記録する。S82の処理が完了すると、図13の制御処理は終了する。

【0108】

以上のように動作することで、路側運転支援装置7の周辺付近を通過した車両4に対して車両識別IDを付与することができる。

【0109】

次に、路側運転支援装置7の運転支援処理について図14を用いて説明する。図14の制御処理は、車両識別IDを付与した車両のデータに基づいて、後続車両の運転支援を行う制御処理であり、例えば車両4が地点Q1の路側運転支援装置7の周辺付近を通過した際に実施される。

40

【0110】

路側運転支援装置7は、道路情報入力処理から処理を開始する(S90)。S90の処理は、第1実施形態と同様に、支援レベル決定部25で実行され、道路70の形状、起伏及び周辺環境を含む道路情報を道路情報DB205から入力する処理である。S90の処理が終了すると、支援レベル決定処理に移行する(S92)。

【0111】

S92の処理は、第1実施形態と同様に、支援レベル決定部25で実行され、支援対象

50

車両の運転支援レベルを決定する処理である。S 9 2 の処理が終了すると、情報入力処理に移行する (S 9 4)。

【 0 1 1 2 】

S 9 4 の処理は、図 1 3 の S 8 2 の処理で記録した発行済み車両識別 ID を入力し、メモリ 2 0 4 に格納された保有データを更新する処理である。まず、発行済み車両識別 ID を入力し、新しく発行した車両識別 ID を保有データに追加する。保有データは、発行済み車両識別 ID のうち、信号待ちしている可能性が高い車両の車両識別 ID が格納されている。S 9 4 の処理が終了すると、通信処理へ移行する (S 9 6)。

【 0 1 1 3 】

S 9 6 の処理は、交差点 7 2 を通過した車両 4 を認識するために、他の路側運転支援装置 7 と通信し、他の路側運転支援装置 7 付近を通過した車両 4 の車両識別 ID (通過車両識別 ID) を受信する処理である。例えば、図 1 1 に示すように、Q 1 地点に設置された路側運転支援装置 7 が交差点 7 2 を挟んで反対側の地点 Q 2 に設置された路側運転支援装置 7 と通信し、通過車両識別 ID を取得する。このように入力した通過車両識別 ID は、交差点 7 2 をすでに通過した車両を表す。S 9 6 の処理が終了すると、車両識別 ID の判定処理へ移行する (S 9 8)。

【 0 1 1 4 】

S 9 8 の処理は、S 9 4 で更新した保有データ内の発行済み車両識別 ID と、S 9 6 で入力した通過車両識別 ID とを比較して、信号待ちしている車両の中に、既に交差点 7 2 を通過した車両が存在するか否かを判定する処理である。発行済み車両識別 ID の中に通過車両識別 ID が存在する場合には、信号待ちしている車両の中に交差点 7 2 を通過した車両が存在するということになるので、基準停止位置 U_t を更新するため、車両識別 ID の判定処理へ移行する (S 1 0 0)。

【 0 1 1 5 】

S 1 0 0 の処理は、通過車両識別 ID が、信号待ちしている車列の中において、最も早く発行された発行済み車両識別 ID であるか否かを判定する処理である。例えば、保有データ内の発行済み車両識別 ID が $i d 6$ から $i d 1 0$ までであるとすると、車両識別 ID が昇順に発行されているため、最も早いタイミングで発行された車両識別 ID は $i d 6$ である。S 1 0 0 の処理において、通過車両識別 ID が最も早く発行された ID でないと判定した場合には、停止位置更新処理へ移行する (S 1 0 2)。

【 0 1 1 6 】

S 1 0 2 の処理は、保有データ内の発行済み車両識別 ID と通過車両識別 ID とを用いて、保有データ内の発行済み車両識別 ID を更新する処理である。通過車両識別 ID を持つ車両は信号待ち状態が終了しているため、保有データ内の発行済み車両識別 ID から通過車両識別 ID を削除する。また、通過車両識別 ID を持つ車両が信号待ち状態ではないことから、通過車両識別 ID よりも前に発行された車両識別 ID を持つ車両は、全て信号待ち状態が終了していると推定し、保有データから削除する。例えば、入力した車両識別 ID が $i d 8$ であるとすると、 $i d 8$ 以前の発行済み車両識別 ID は全て信号待ち状態では無いと推定する。これにより、例えば、図 1 1 の S_4 に示すように、車両 4 が交差点 7 2 で右折し、地点 Q 2 を通過しない場合であっても、その後、車両 4 の後続車両が地点 Q 2 を通過した場合には保有データ内の発行済み車両識別 ID が更新されるため、信号待ちしている車両を正確に予測することができる。S 1 0 2 の処理が終了すると、基準停止位置更新処理へ移行する (S 1 0 4)。

【 0 1 1 7 】

S 1 0 4 の処理は、信号待ち車両が更新されたことに伴い、基準停止位置 U_t を更新する処理である。まず、保有データ内の発行済み車両識別 ID を有する車両の車両情報を管理情報 DB 2 0 1 から入力する。入力する情報は、例えば、車両の全長や停止車間距離を含む情報である。ここで、信号待ちしている車列において、交差点 7 2 の停止線 H を基準にして i 番目の車両の全長を d_i 、停止車間距離を l_i とする (i : 自然数)。基準停止位置 U_t は、更新前の基準停止位置を U_{t-1} とし、車列長を式 (1) のように d とする

10

20

30

40

50

と、式(7)で表すことができる。

【0118】

$$U_t = U_{t-1} + d \quad \dots (7)$$

【0119】

更新前の基準停止位置 U_{t-1} をメモリ204から入力し、式(1)を用いて車列長 d を算出することで、更新後の基準停止位置 U_t を算出することができる。S104の処理が終了すると、運転支援処理へ移行する(S106)。

【0120】

S106の処理は、S106で求めた基準停止位置 U_t を用いて支援対象車両に対して運転支援を行う処理であり、第1実施形態の図4のS24の処理と同様である。S106の処理が終了すると、図11の制御処理は終了する。

10

【0121】

一方、S100の処理において、通過車両識別IDが最も早く発行されたIDであると判定した場合には、停止位置更新処理へ移行する(S108)。

【0122】

S108の処理は、S102の処理と同様に、保有データ内の発行済み車両識別IDと通過車両識別IDとを用いて、保有データ内の発行済み車両識別IDを更新する処理である。すなわち、保有データ内の発行済み車両識別IDから通過車両識別IDを削除する。S108の処理が終了すると、基準停止位置更新処理へ移行する(S110)。

20

【0123】

S110の処理は、信号待ち車両が更新されたことに伴い、基準停止位置 U_t を更新する処理である。まず、保有データ内の発行済み車両識別IDを有する車両の車両情報を管理情報DB201から入力する。入力する情報は、例えば、車両の全長や停止車間距離を含む情報である。ここで、信号待ちしている車列において、交差点72を通過した車両は先頭車両だけであるので、基準停止位置 U_t は、交差点72の停止線Hを基準にして1番目の車両の全長を d_1 、停止車間距離を l_1 、更新前の基準停止位置を U_{t-1} とすると、式(8)で表すことができる。

【0124】

$$U_t = U_{t-1} + d_1 + l_1 \quad \dots (8)$$

【0125】

更新前の基準停止位置 U_{t-1} をメモリ204から入力することで、更新後の基準停止位置 U_t を算出することができる。S104の処理が終了すると、運転支援処理へ移行する(S106)。

30

【0126】

以上の処理によって、路側運転支援装置7は、信号待ちしている車列を、車両識別IDに基づいて更新することができる。車両識別IDを用いることで、確実に交差点72を通過した車両を信号待ち車列から除くことができるため、より正確な停止位置の決定が可能となる。

【0127】

上述のように、本発明に係る運転支援装置7によれば、交差点72で信号待ちしている車列を、車両識別IDに基づいて更新することができる。車両識別IDを用いることで、確実に交差点72を通過した車両を信号待ち車列から除くことができるため、正確な停止位置 U_t 、 U_g の決定が可能となる。また、交差点72で信号待ちしている通過車両を考慮して車両4が停止する停止位置 U_t 、 U_g を決定することができる。これにより、適切な停止位置 U_t 、 U_g で停止するように支援することができる。

40

【0128】

また、本発明に係る運転支援装置7によれば、車両識別IDを用いることで、通過車両が交差点72を通行したか否かを予測することができる。また、交差点72で停止している通過車両の全長 d を用いて信号待ち車列の長さを把握することができるため、交差点72での停止位置 U_t 、 U_g の決定を適切に行うことができる。

50

【0129】

また、本発明に係る運転支援システム6によれば、路側運転支援装置7が別の地点に配置された路側運転支援装置7と通信し、車両識別IDをやりとりすることによって、車両4が交差点72に到着する時に交差点72で信号待ちしている通過車両が存在するか否かを予測することができる。また、路側運転支援装置2が、車両識別IDに基づいて、交差点72で信号待ちしている通過車両を考慮して車両4が停止する停止位置 U_t 、 U_g を決定し、車両4に搭載された車載運転支援装置8へ送信することができる。さらに、車両4から停止位置までの距離 U_g と車両4から交差点72の停止線Hまでの距離 U_0 との差が大きくなるほど、車両4が路側運転支援装置2と通信した時点から運転支援を行うまでの時間を短くすることによって、適切な位置で運転支援を行うことができる。

10

【0130】

また、本発明に係る運転支援システム6によれば、運転支援を行う車両4に搭載された自律制御装置等が交差点72で停止している通過車両を認識した場合には、車両4が路側運転支援装置2と通信した時点から運転支援を行うまでの時間を短くしないことによって、運転支援が運転者にとって煩わしく感じることを回避することができる。

【0131】

なお、上述した各実施形態は本発明に係る運転支援システム及び路側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システム及び路側運転支援装置は、このようなもの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ように各実施形態に係る運転支援システム及び路側運転支援装置を变形し、又は他のものに適用したものであってもよい。

20

【0132】

例えば、上記実施形態においては、支援レベルを道路形状によって決定する例を説明したが、路側運転支援装置2、7の予測精度に応じて支援レベルを変化させても良い。例えば、単線道路であって交差点に向かう途中で合流、分流が発生しない道路形状である場合には、後述する路側運転支援装置2の予測精度が高いため、支援レベルを警告レベルとし、反対に、複線道路であって交差点に向かう途中で合流、分流が発生する道路形状である場合には、運転支援情報の信頼性が低いため、情報提供レベルとする。

【0133】

また、第1実施形態において、路側運転支援装置2付近を通過した車両が交差点72で信号待ちするか否かを、路側運転支援装置2を基準とした交差点72までの距離と、車速とを用いて予測する例を示したが、さらに運転者の行動パターンを用いて予測する場合であっても良い。例えば、管理情報DB201からアクセルやブレーキの踏み込み量などの過去の運転特性を入力し、現在の測定値と比較して、想定される運転傾向に基づいて信号停止するか否かを算出する場合であってもよい。

30

【0134】

また、第2実施形態において、車両識別IDを用いて信号待ち車両台数を予測する例を示したが、交通情報や定期的なバスの運行状況等を考慮して、交差点までの合流や途中で抜けた車両を予測しても良い。

【図面の簡単な説明】

40

【0135】

【図1】本発明の第1実施形態に係る運転支援システムの概要図である。

【図2】図1の運転支援システムの構成図である。

【図3】図1の運転支援システムの動作を示すシーケンス図である。

【図4】図1の路側運転支援装置の動作を示すフローチャートである。

【図5】図1の路側運転支援装置の動作を示すフローチャートである。

【図6】信号待ち台数と距離とに依存した信号通過時間を示すテーブルである。

【図7】停止位置更新タイミングを示す概要図である。

【図8】図1の車載運転支援装置の動作を示すフローチャートである。

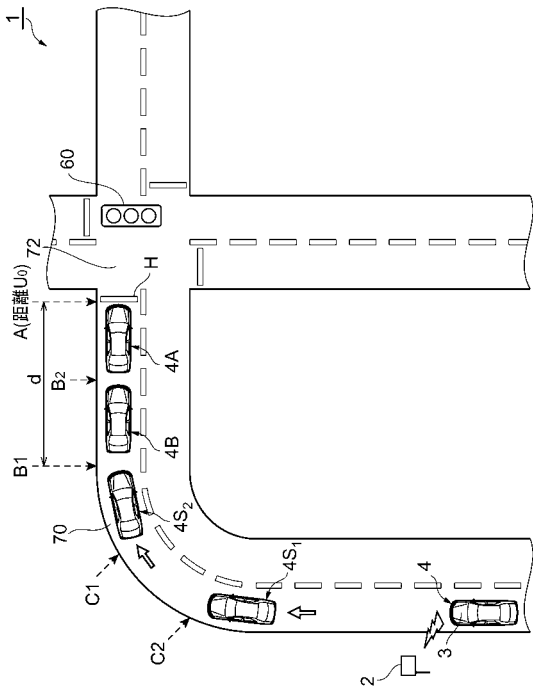
【図9】図1の車載運転支援装置の支援地点の変化を示す説明図である。

50

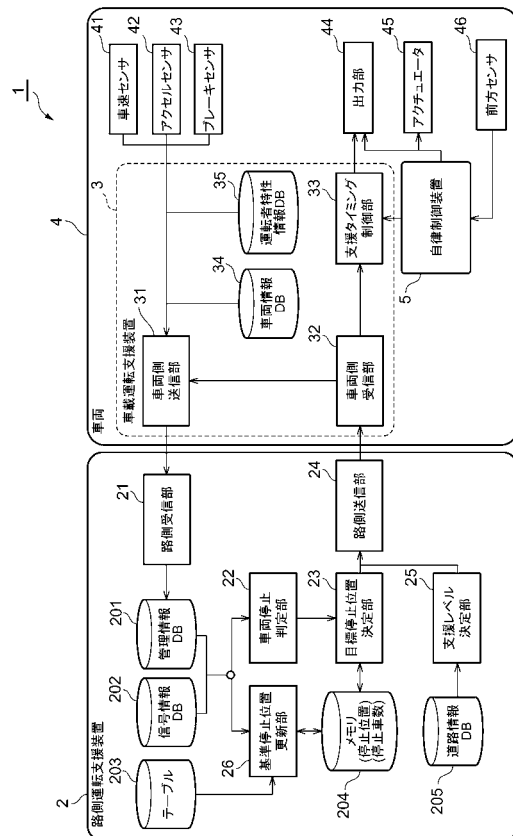
- 【図10】図1の車載運転支援装置が出力する画像例である。
- 【図11】本発明の第2実施形態に係る運転支援システムの概要図である。
- 【図12】図11の運転支援システムの動作を示すシーケンス図である。
- 【図13】図11の路側運転支援装置の動作を示すフローチャートである。
- 【図14】図11の路側運転支援装置の動作を示すフローチャートである。
- 【符号の説明】
- 【0136】

1...運転支援システム、2,7...路側運転支援装置(運転支援装置)、3,8...車載運転支援装置、4...車両、21...路側受信部(車両状態量取得手段)、23...目標停止位置決定部(停止位置決定手段)、26...基準停止位置更新部(停止位置決定手段)、33...支援タイミング制御部(支援タイミング制御手段)。

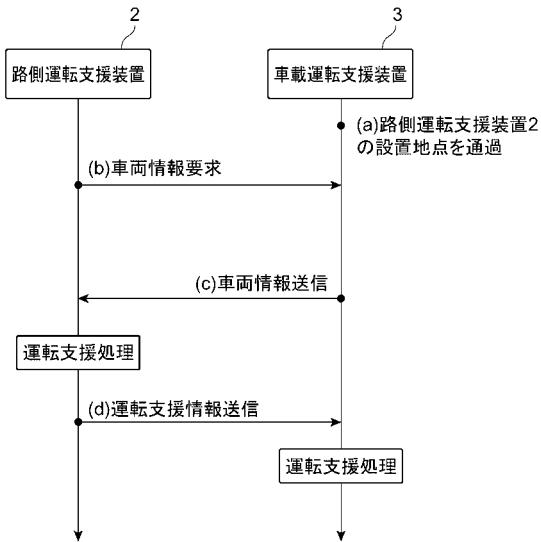
【図1】



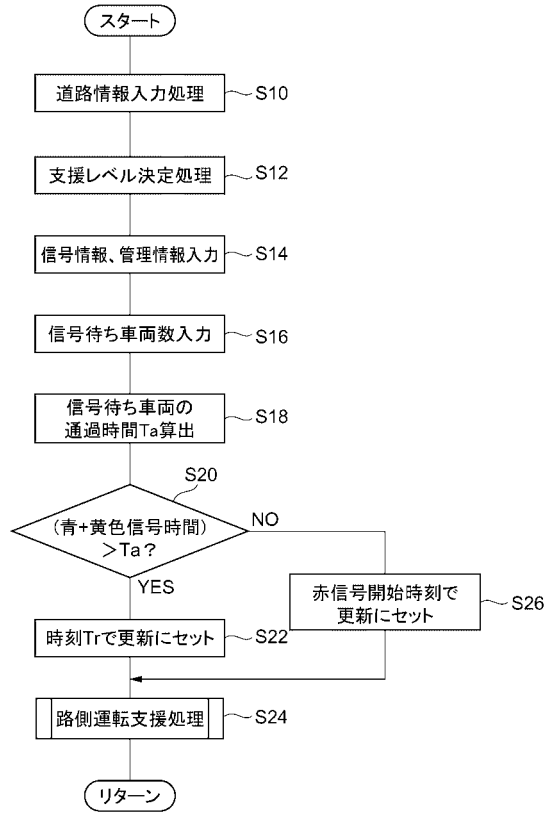
【図2】



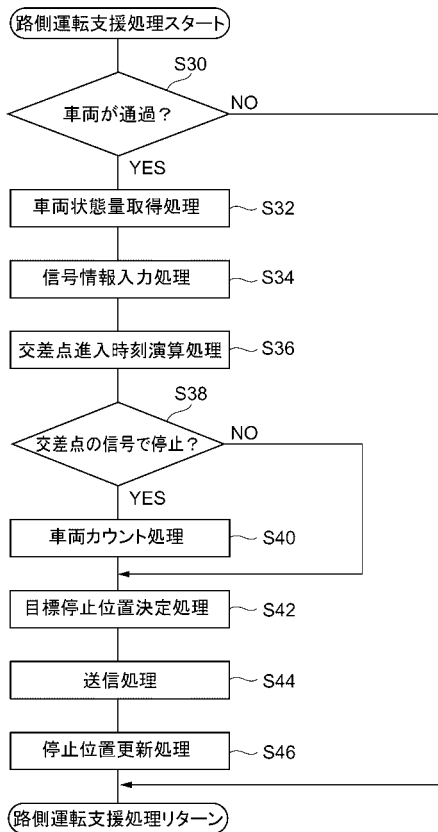
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

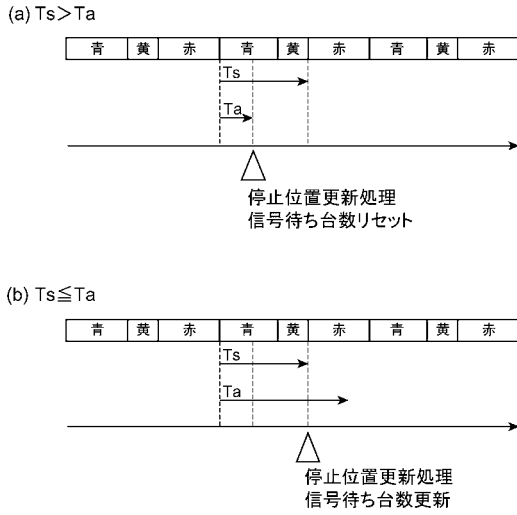


【 図 6 】

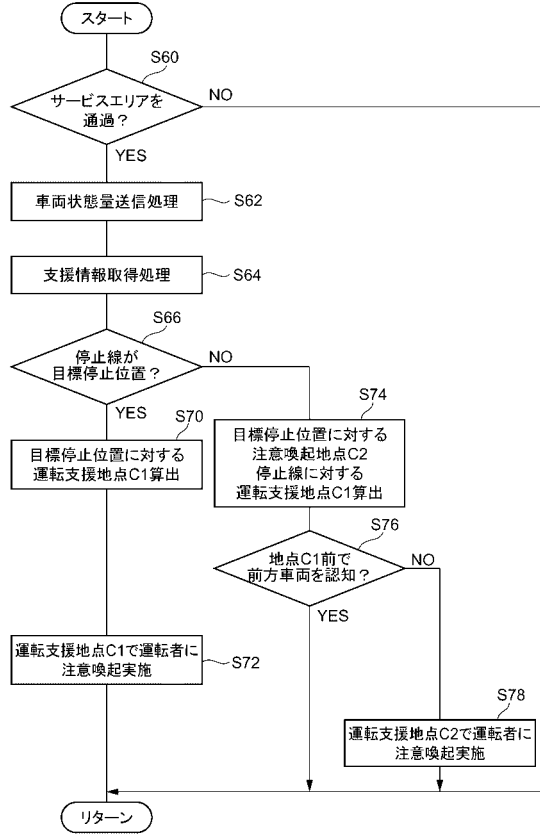
距離d(m) \ 台数	0	1	2	3	...	...	...
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	...	...
1.0	0.0	3.1	5.4	7.7	...	...	...
2.0	0.0	4.2	6.5	8.8	...	...	...
3.0	0.0	5.3	7.6	9.9	...	...	...
4.0	0.0	6.4	8.7	11.0	...	...	...
5.0	0.0	7.5	9.8	12.1	...	...	...
6.0	0.0	8.6	10.9	13.2	...	...	...
7.0	0.0	9.7	12.0	14.3	...	...	...
8.0	0.0	10.8	13.1	15.4	...	...	...
9.0	0.0	11.9	14.2	16.5	...	...	...
10.0	0.0	13.0	15.3	17.6	...	...	...
11.0	0.0	14.1	16.4	18.7	...	...	...
12.0	0.0	15.2	17.5	19.8	...	...	...
13.0	0.0	16.3	18.6	20.9	...	...	...
14.0	0.0	17.4	19.7	22.0	...	...	...
15.0	0.0	18.5	20.8	23.1	...	...	...

単位：秒

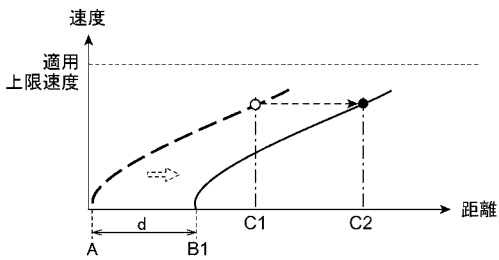
【 図 7 】



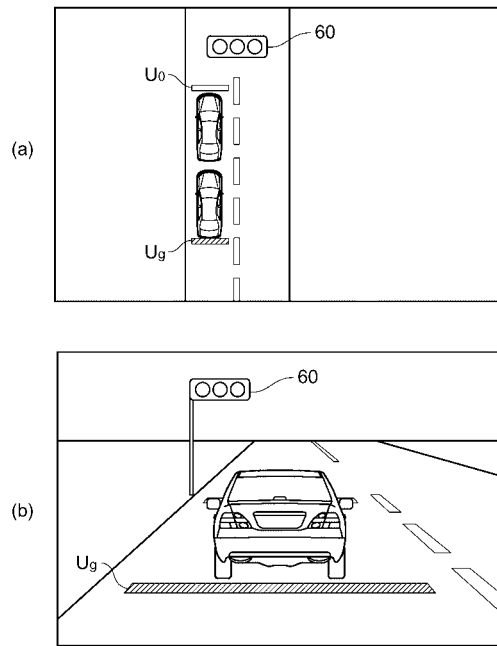
【 図 8 】



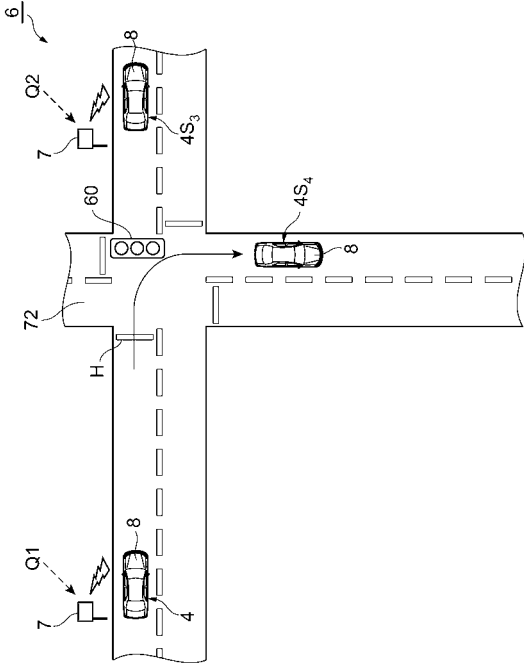
【 図 9 】



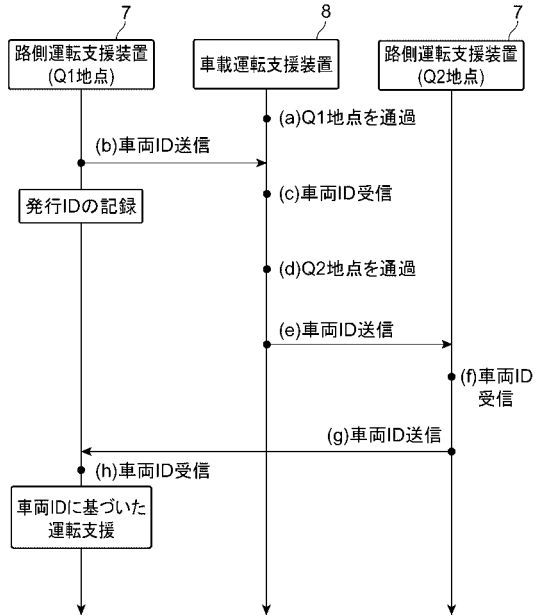
【 図 10 】



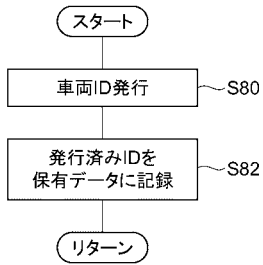
【 図 1 1 】



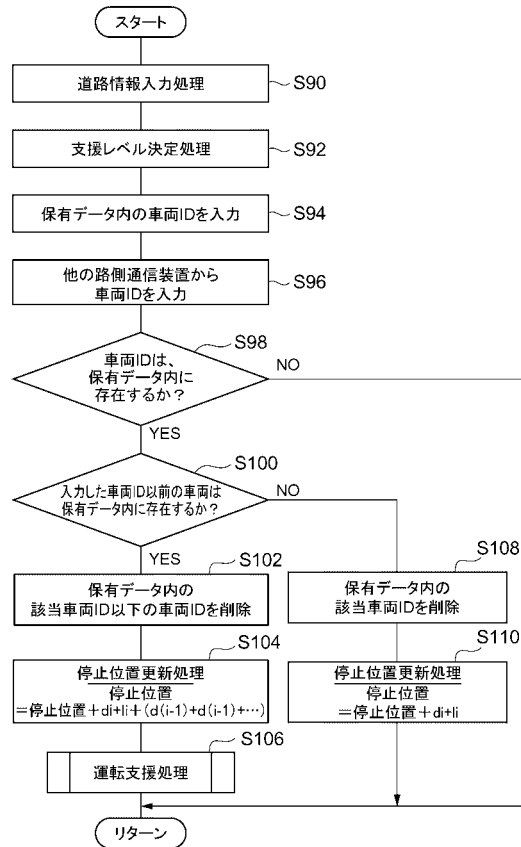
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H180 AA01 BB04 CC12 EE02 FF12 FF13 FF27 FF32 FF40