(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 11 月 5 日(05.11.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/166876 A1

(51) 国際特許分類:
G08G 1/081 (2006.01)　*G08G 1/01* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/062370

(22) 国際出願日: 2015 年 4 月 23 日(23.04.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2014-094711 2014 年 5 月 1 日(01.05.2014)　JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 横山　諒(YOKOYAMA, Ryo); 〒5540024 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 Osaka (JP). 服部　理(HATTORI, Osamu); 〒5540024 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 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所(SUNCREST PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒6500023 兵庫県神戸市中央区栄町通四丁目１番１１号 Hyogo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

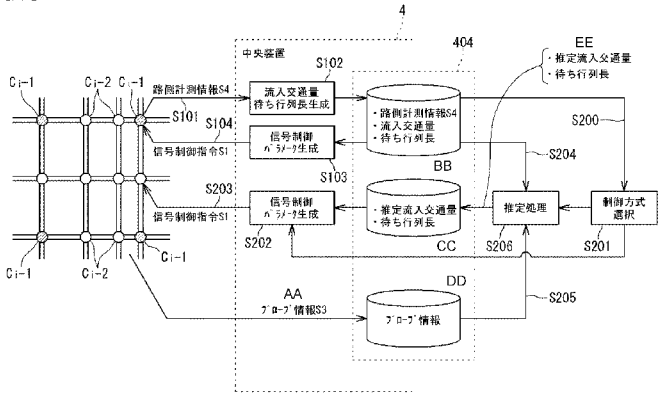
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) Title: TRAFFIC SIGNAL CONTROL DEVICE, TRAFFIC SIGNAL CONTROL METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称 : 交通信号制御装置、交通信号制御方法、及びコンピュータプログラム

[図7]



4 Central device
S101 Roadside measurement information S4
S102 Inflow traffic amount queue-length generation
S103, S202 Signal control parameter generation
S104, S203 Signal control instruction S1
S201 Control method selection
S206 Estimation processing
AA Probe information S3
BB Roadside measurement information S4, inflow traffic amount, queue length
CC Estimated inflow traffic amount, queue length
DD Probe information
EE Estimated inflow traffic amount, queue length

(57) Abstract: A central device (4) comprises: a measurement processing unit (410) that acquires an inflow traffic amount of a first intersection (Ci-1); an estimation processing unit (411) that estimates an inflow traffic amount of a second intersection (Ci-2) on the basis of the inflow traffic amount of the first intersection (Ci-1) and/or probe information obtained from a vehicle (5); a control processing unit (412) that generates a signal control parameter for the first intersection (Ci-1) on the basis of the inflow traffic amount of the first intersection (Ci-1), and that generates a signal control parameter for the second intersection (Ci-2) on the basis of the inflow traffic amount of the second intersection (Ci-2); and a communication unit (403) that transmits the generated signal control parameter for the first intersection (Ci-1) to a traffic signal controller (1a) of the first intersection (Ci-1), and that transmits the generated signal control parameter for the second intersection (Ci-2) to a traffic signal controller (1a) of the second intersection (Ci-2).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/166876 A1

中央装置４は、第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量を取得する計測処理部４１０と、第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量と、車両５から得られるプローブ情報のうちの少なくも一方に基づいて第２交差点Ｃｉ－２の流入交通量を推定する推定処理部４１１と、第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量に基づいて、第１交差点Ｃｉ－１の信号制御パラメータを生成し、第２交差点Ｃｉ－２の推定流入交通量に基づいて、第２交差点Ｃｉ－２の信号制御パラメータを生成する制御処理部４１２と、生成した第１交差点Ｃｉ－１の信号制御パラメータを当該第１交差点Ｃｉ－１の交通信号制御機１ａに送信し、生成した第２交差点Ｃｉ－２の信号制御パラメータを当該第２交差点Ｃｉ－２の交通信号制御機１ａに送信する通信部４０３とを備えている。

明　細　書

発明の名称 ：

交通信号制御装置、交通信号制御方法、及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001]　本発明は、交通量に基づいて交通信号機の信号灯色制御を行う交通信号制御装置、交通信号制御方法、及びコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002]　従来の系統制御や広域制御による交通信号の信号制御方式を、信号制御パラメータ（スプリット、サイクル長及びオフセット等）の設定方式の視点で大別すると、時間帯に応じて信号制御パラメータを設定する定周期制御と、交通状況に応じて信号制御パラメータを設定する交通感応制御の２種類がある。

このうち、後者の交通感応制御は、端末の交通信号制御機ごとに行う端末感応制御と、路線系統制御或いは面制御される複数の交差点を対象に信号制御パラメータを変化させる中央感応制御に分類される。

[0003]　上記中央感応制御は、交通流の変動に対応した高度な系統制御や広域制御（面制御）を行えるため、交通量の時間変動が激しくかつ交通量が多く、高い交通処理効率が要求される道路に適用され、例えば、ＭＯＤＥＲＡＴＯ（Ｍａｎａｇｅｍｅｎｔ ｂｙ Ｏｒｉｇｉｎ－ＤＥｓｔｉｎａｔｉｏｎ Ｒｅｌａｔｅｄ Ａｄａｐｔａｔｉｏｎ ｆｏｒ Ｔｒａｆｆｉｃ Ｏｐｔｉｍｉｚａｔｉｏｎ）制御（非特許文献１参照）や、ＵＴＭＳ（Ｕｎｉｖｅｒｓａｌ Ｔｒａｆｆｉｃ Ｍａｎａｇｅｍｅｎｔ Ｓｙｓｔｅｍｓ）制御（非特許文献２参照）といった、制御方式が採用されている。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：「改訂　交通信号の手引き」　編集・発行　社団法人　交通工学研究会（１６～１８頁、８３～８７頁）

非特許文献2：「次世代信号制御方式の開発と実証実験」　ＳＥＩテクニカルレビュー　２００４年３月　第１６６号　５１～５５頁

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005]　上記信号制御において、信号制御パラメータを求めるために用いられる交差点への流入交通量は、通常、道路に設置された車両感知器等によって取得される。

上記車両感知器は、制御対象となっている複数の交差点の内の全ての交差点に設置されていることが好ましいが、コストや立地条件等の要因によっては、車両感知器が設置されていない交差点が混在している場合がある。

[0006]　ここで、車両感知器が設置されていない交差点に関する信号制御については、流入交通量を取得することができず、現状の流入交通量に基づいて当該交差点における信号制御パラメータを求めることができない。

このため、車両感知器が設置されていない交差点については、信号制御が適切に行われないおそれがある。

[0007]　このように、制御対象となっている複数の交差点の内の一部に流入交通量が得られず信号制御が適切に行われない交差点が存在すると、制御対象である複数の交差点を含む制御すべきエリア全体としての交通処理の効率を低下させるおそれがある。

[0008]　本発明は、かかる実情に鑑み、制御すべきエリア全体における交通処理の効率化を図ることができる技術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

[0009]　一実施形態に係る交通信号制御装置は、下記に定義する第１交差点の流入交通量を取得する取得部と、取得した前記第１交差点の流入交通量と、走行中の車両から得られるプローブ情報のうちの少なくも一方に基づいて、下記に定義する第２交差点の流入交通量を推定する推定部と、取得した前記第１交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第１制御機の信号制御パラメータを生成し、推定した前記第２交差点の流入交通量に基づいて、下記に

定義する第２制御機の信号制御パラメータを生成する情報処理部と、生成した前記第１制御機の信号制御パラメータを当該第１制御機に送信し、生成した前記第２制御機の信号制御パラメータを当該第２制御機に送信する通信部と、を備えている。

第１交差点：流入交通量が得られる交差点

第２交差点：流入交通量が得られない交差点

第１制御機：第１交差点に設置された交通信号制御機

第２制御機：第２交差点に設置された交通信号制御機

[0010] また、一実施形態に係る信号制御方法は、下記に定義する第１交差点の流入交通量を取得し、取得した前記第１交差点の流入交通量と、走行中の車両から得られるプローブ情報のうちの少なくも一方に基づいて、下記に定義する第２交差点の流入交通量を推定し、取得した前記第１交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第１制御機の信号制御パラメータを生成し、推定した前記第２交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第２制御機の信号制御パラメータを生成し、生成した前記第１制御機の信号制御パラメータを当該第１制御機に送信し、生成した前記第２制御機の信号制御パラメータを当該第２制御機に送信する信号制御方法である。

第１交差点：流入交通量が得られる交差点

第２交差点：流入交通量が得られない交差点

第１制御機：第１交差点に設置された交通信号制御機

第２制御機：第２交差点に設置された交通信号制御機

[0011] また、一実施形態に係るコンピュータプログラムは、コンピュータを、上記記載の交通信号制御装置として機能させるためのコンピュータプログラムである。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、制御すべきエリア全体における交通処理の効率化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]交通信号制御システムの全体構成を示す図である。

[図2]交通信号制御システムの構成、及び本システムにおける情報の授受の流れを示すための図である。

[図3]中央装置の内部構成を示す機能ブロック図である。

[図4]中央装置の制御部が有する機能を示す機能ブロック図である。

[図5]交通信号制御機の内部構成を示す機能ブロック図である。

[図6]車載装置の内部構成を示す機能ブロック図である。

[図7]中央装置の制御処理部が行う信号制御処理の内容を示す図である。

[図8]待ち行列長を求めるための方法の一例を説明するための図である。

[図9]（ａ）は、第１交差点に隣接する第２交差点の流入交通量の推定方法を説明するための図であり、交差点の態様を示している。（ｂ）は、前記流入交通量を推定に用いる数式を示している。

[図10]中央装置の推定処理部による第２交差点における待ち行列長の推定方法を説明するための図である。

[図11]（ａ）は、中央装置による信号制御の一例を示す図であって、渋滞が発生していない状態の制御エリアを示し、（ｂ）は、図１１（ａ）で示した制御エリアが渋滞中である場合を示している。

[図12]図１０における処理手順を示すフローチャートである。

[図13]（ａ）は、変形例にかかる各交差点の信号制御に関する制御態様を説明するための図であって、両第１交差点Ｃｉ－１において渋滞が発生していない状態のサブエリア構成を示す図、（ｂ）は、前記変形例における、渋滞が検知された場合のサブエリア構成の一例を示す図、（ｃ）は、前記変形例における、渋滞が検知された場合のサブエリア構成の他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] ［本願発明の実施形態の説明］

まず最初に実施形態の内容を列記して説明する。

（１）一実施形態に係る交通信号制御装置は、下記に定義する第１交差点の

流入交通量を取得する取得部と、取得した前記第１交差点の流入交通量と、走行中の車両から得られるプローブ情報のうちの少なくも一方に基づいて、下記に定義する第２交差点の流入交通量を推定する推定部と、取得した前記第１交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第１制御機の信号制御パラメータを生成し、推定した前記第２交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第２制御機の信号制御パラメータを生成する情報処理部と、生成した前記第１制御機の信号制御パラメータを当該第１制御機に送信し、生成した前記第２制御機の信号制御パラメータを当該第２制御機に送信する通信部と、を備えている。

第１交差点：流入交通量が得られる交差点

第２交差点：流入交通量が得られない交差点

第１制御機：第１交差点に設置された交通信号制御機

第２制御機：第２交差点に設置された交通信号制御機

[0015] 上記のように構成された交通信号制御装置によれば、推定部が、第１交差点の流入交通量に基づいて、第２交差点の流入交通量を推定するので、第２交差点における流入交通量が得られないとしても、推定部が推定した流入交通量に基づいて第２制御機の信号制御パラメータを生成することができ、第２交差点の信号制御を適切に行うことができる。

この結果、流入交通量が得られない交差点が存在したとしても、各交差点において信号制御を適切に行うことができ、制御対象とされる複数の交差点を含む制御すべきエリア全体における交通処理の効率化を図ることができる。

[0016] （２）上記交通信号制御装置において、前記情報処理部が前記第２制御機について行う切り替え可能な制御方式として、下記に定義する２つの制御方式が含まれていてもよい。

感応方式：推定した第２交差点の流入交通量に基づいて、第２制御機の信号制御パラメータを生成する制御方式

非感応方式：予め設定された信号制御パラメータ又は隣接する第１制御機

に適用中の信号制御パラメータを、第２制御機の信号制御パラメータとして採用する制御方式

[0017] （３）上記の場合、前記情報処理部は、前記第１交差点の流入交通量に基づいて、当該第１交差点が渋滞中であるか否かを判定可能であれば、前記第１交差点が渋滞中の場合は、前記第２制御機の制御方式として前記感応方式を採用し、前記第１交差点が渋滞中でない場合は、前記第２制御機の制御方式として前記非感応方式を採用することができる。

これにより、交通状態に応じて適切な信号制御方式を選択することができる。

[0018] （４）（５）また、上記交通信号制御装置において、前記情報処理部は、隣接する複数の交差点を同じサブエリアに含めるか否かを交通状況に応じて判定するサブエリア結合の判定処理を実行可能であり、前記判定処理において、所定の条件を満たす場合、前記第２交差点を前記第１交差点と同等に扱い、前記所定の条件を満たさない場合、前記第２交差点をサブエリア結合の対象としないことが好ましく、この場合、所定の条件は、前記第１交差点が渋滞中であることが好ましい。

これにより、交通状況に応じて、第２交差点を隣接する第１交差点と同じサブエリアに含めることができ、制御すべきエリアの交通処理の効率をより向上させることができる。

[0019] （６）また、前記情報処理部は、隣接する複数の交差点を同じサブエリアに含めるか否かを交通状況に応じて判定するサブエリア結合の判定処理を実行可能であり、前記判定処理は、隣接する複数の交差点それぞれに設定されているサイクル長で信号制御した場合に所定の評価条件から求められる第１評価値と、隣接する複数の交差点それぞれのサイクル長を、各交差点における信号制御パラメータを得るための過程に基づいて求められる信頼の度合を示す信頼度によって得られるサイクル長で同じ値となるように設定して信号制御した場合に前記所定の評価条件から求められる第２評価値と、を算出し、前記第１評価値と前記第２評価値との比較に基づいて、隣接する複数の交差

点を同じサブエリアに含めるか否かを判定してもよく、この場合、より適切に判定することができる。

[0020] （７）また、一実施形態に係る信号制御方法は、下記に定義する第１交差点の流入交通量を取得し、取得した前記第１交差点の流入交通量と、走行中の車両から得られるプローブ情報のうちの少なくも一方に基づいて、下記に定義する第２交差点の流入交通量を推定し、取得した前記第１交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第１制御機の信号制御パラメータを生成し、推定した前記第２交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第２制御機の信号制御パラメータを生成し、生成した前記第１制御機の信号制御パラメータを当該第１制御機に送信し、生成した前記第２制御機の信号制御パラメータを当該第２制御機に送信する信号制御方法である。

第１交差点：流入交通量が得られる交差点

第２交差点：流入交通量が得られない交差点

第１制御機：第１交差点に設置された交通信号制御機

第２制御機：第２交差点に設置された交通信号制御機

[0021] （８）また、一実施形態に係るコンピュータプログラムは、コンピュータを、上記（１）に記載の交通信号制御装置として機能させるためのコンピュータプログラムである。

[0022] ［本願発明の実施形態の詳細］

以下、好ましい実施形態について図面を参照しつつ説明する。

〔１．用語の定義〕

本実施形態の詳細を説明するに当たり、まず、本明細書で用いる用語の定義を行う。

「第１交差点」：車両感知器等の路側センサが設置されており、その流入路における交通量である流入交通量を得ることができる交差点のことをいう。

「第２交差点」：車両感知器等の路側センサが設置されていないことから、その流入交通量を得られない交差点のことをいう。

「第１制御機」：第１交差点に設置され当該第１交差点に設置された交通信号機の信号制御を行う交通信号制御機のことをいう。

「第２制御機」：第２交差点に設置され当該第２交差点に設置された交通信号機の信号制御を行う交通信号制御機のことをいう。

[0023] 「車両」：道路を通行する車両全般、具体的には、道路交通法上の車両のことをいう。同法上の車両には、自動車、原動機付自転車、軽車両及びトロリーバスが含まれる。本実施形態では、単に「車両」というときは、プローブ情報を送信可能な車載機を有するプローブ車両と、その車載機を有しない通常の車両の双方を含む。

[0024] 「車両感知器」：道路を走行する車両の存在を定位置で１台ずつ検出する路側センサのことをいう。例えば、直下を通行する車両を超音波で感知する超音波式の車両感知器や、車両通過時の温度変化から車両の通過を感知する温度式の車両感知器や、インダクタンス変化で車両を感知する道路に埋め込まれたループコイル等がこれに該当する。

「感知信号」：道路の所定位置に設置された車両感知器が、１台の車両を検出した時に出力するパルス信号のことをいう。従って、複数台の車両が車両感知器を通過した場合には、各車両に対応する感知信号が時系列に出力される。

[0025] 「プローブ情報」：実際に道路を走行するプローブ車両の車載機から得られる車両に関する各種情報のことをいう。プローブデータ或いはフローティングカーデータと称されることもある。車両ＩＤ、車両位置、車両速度、車両方位及びこれらの発生時刻などのデータがこれに含まれる。

車両位置と時刻が分かれば車両速度を算出できるので、プローブ情報には、所定時間（例えば１秒）ごとに計測された車両位置と時刻が含まれておれば足りる。もっとも、時刻ごとの車両速度がプローブ情報に含まれていてもよい。

[0026] 「信号制御パラメータ」：一般には、サイクル長、スプリット及びオフセットのことをいうが、本実施形態では、交差点の信号灯色の切り替えタイミ

ング（各灯色の開始時刻及び表示時間など）が含まれる。

本実施形態では、青時間帯に交差点を通過したプローブ車両のプローブ情報をリンク旅行時間の算出に用いるので、信号灯色の切り替えタイミングには、青時間帯の開始と終了を特定できる時間情報（開始時刻と表示時間又は開始時刻と終了時刻）が含まれる。

[0027] 「サイクル長」：交通信号機の青（又は赤）開始時刻から次の青（又は赤）開始時刻までの１サイクルの時間のことをいう。

「スプリット」：各現示に割り当てられる時間（青信号時間や赤信号時間等）のサイクル長に対する割合のことをいう。

「オフセット」：隣接する交差点間の青信号開始時刻のずれのことをいう。１サイクルの時間に対するパーセント又は秒で表される。

[0028] 「待ち行列」：赤信号による信号待ちなどのために、交差点の手前で停止している車両の行列のことをいう。

「交差点の渋滞」：交差点の手前にできた待ち行列が１回の青信号時間で捌けない状況のことをいう。従って、１回の青信号時間で信号待ち行列が捌ける場合は、当該交差点では「渋滞」が生じていない。

また、予め定めた値以上の待ち行列長が計測されていない場合も「渋滞」が生じていないと判断することがある。

[0029] 「道路区間」：道路上の任意の地点から別の任意の地点までの区間のことをいう。本実施形態では、プローブ情報から生成する推定旅行時間の算出対象の道路区間として、次の「リンク」を想定している。

「リンク」：交差点などのノード間を繋ぐ、上り又は下りの方向を有する道路区間のことをいう。

ある交差点から見て、当該交差点に向かって流入する方向のリンクのことを流入リンクといい、ある交差点から見て、当該交差点から流出する方向のリンクのことを流出リンクという。

「ノード」：交差点や、道路種別等の属性が変化する点等、道路表現上の結節点をいう。

「路線」：複数の系統区間を含む道路区間のことをいう。隣接する系統区間の間には、系統制御が行われない境界リンクが含まれる。

「系統区間」：後述する系統制御を行う道路区間のことをいう。系統区間には、概ね３～５つ程度のリンクが含まれる。

[0030] 「サブエリア」：共通のサイクル長で信号制御される交通信号機が設置された１又は複数の交差点が含むように区分けされたエリアのことをいう。

「系統制御」：サブエリア内に設定した一連の系統区間に含まれる交差点間の交通信号機のオフセットを調節することにより、系統区間の特定方向を青信号で通過し易くしたり（優先オフセット）、逆に赤信号で安全に停止し易くしたりする制御のことをいう。

[0031] 〔２．システムの全体構成〕

図１は、交通信号制御システムの全体構成を示す図である。また、図２は、交通信号制御システムの構成、及び本システムにおける情報の授受の流れを示すための図である。

図１及び図２に示すように、本実施形態の交通信号制御システムは、交通信号機１、車載無線装置２、車両感知器等よりなる路側センサ３、中央装置４、車載無線装置２を搭載した車両５、プローブ情報管理装置９、路上に設置された路側無線装置１１などを含む。

[0032] 図１及び図２において、Ｓ１は中央装置４が生成する、交通信号機１の信号灯色の切り替えタイミングを制御するための信号制御指令である。

[0033] Ｓ３は、車載無線装置２を搭載した車両（プローブ車両）５が生成するプローブ情報であり、このプローブ情報Ｓ３は、走行中の車両５の所定時間又は距離ごとの位置、速度及び時刻等が含まれている。

Ｓ４は路側センサ３が計測した路側計測情報（例えば、車両５の通過台数）である。

[0034] 図１に示す交通信号制御システムにおいて、各交通信号機１は、複数の交差点Ｃｉ（ｉ＝１～１２）のそれぞれに設置され、電話回線や無線通信回線等の通信回線６を介してルータ７に接続されている。

このルータ７は交通管制センター内の中央装置４に接続され、中央装置４は自装置が管轄する制御エリアに含まれる、各交差点Ｃｉの交通信号制御機１ａとＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ　Ａｒｅａ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）を構成している。

[0035] 従って、中央装置４は各交通信号制御機１ａと双方向通信が可能であり、各交通信号制御機１ａは他の交通信号制御機１ａとも双方向通信が可能である。なお、中央装置４は、交通管制センターではなく道路上に設置してもよい。

また、図１では、図示を簡略化するために、各交差点Ｃｉに信号灯器１ｂが１つだけ描写されているが、実際の交差点Ｃｉには、互いに交差する道路の上り下り用として４つの信号灯器１ｂが設置されている。

[0036] 路側センサ３は、例えば、直下を通行する車両５を超音波感知する車両感知器や、インダクタンス変化で車両５を感知するループコイル、或いは、カメラの画像を画像処理して交通量や車両速度を計測する画像感知器により構成されている。

路側センサ３は、図２に示すように、対応する交差点Ｃｉから延びる各方路の上流側に設置されており、交差点Ｃｉに流入する車両台数（流入交通量）や車両速度を計測する目的で、制御エリア内に含まれる交差点の内、一部の交差点Ｃｉを対象に設置されている。

[0037] 従って、本実施形態のシステムにおける制御エリアでは、図２に示すように、路側センサ３が設置されていることで流入交通量が得られる交差点Ｃｉ（以下、「第１交差点Ｃｉ－１」ともいう）と、路側センサ３が設置されていないことで流入交通量が得られない交差点Ｃｉ（以下、「第２交差点Ｃｉ－２」ともいう）とが混在している。

[0038] 路側センサ３は、有線又は無線による通信回線を介して交通信号制御機１ａと通信可能に接続されている。路側センサ３は、検出結果を路側計測情報Ｓ４として出力する。路側計測情報Ｓ４は、単位時間当たりの車両５の通過台数や、車両速度等が推定可能な情報として路側センサ３から出力され、交通信号制御機１ａで中継されて中央装置４に転送される。

[0039] 図２に示すように、路側無線装置１１は、各交差点Ｃｉそれぞれに設置されている。

路側無線装置１１は、有線又は無線の通信回線を介して交通信号制御機１ａと双方向通信が可能である。

[0040] また、路側無線装置１１は、その周囲を走行する車両５の車載無線装置２との間でＷｉ－Ｆｉ（登録商標）等による無線通信を行う機能を有している。

路側無線装置１１は、交通信号制御機１ａを通じて中央装置４から与えられる各種情報を、車載無線装置２に送信する。

[0041] また、路側無線装置１１は、車載無線装置２が送信するプローブ情報Ｓ３を受信する。受信したプローブ情報Ｓ３は、交通信号制御機１ａで中継されて中央装置４に転送される。

なお、この場合、車載無線装置２は、路側無線装置１１と無線通信接続することで、リアルタイムで自装置２が生成したプローブ情報Ｓ３を当該路側無線装置１１に送信することができる。

[0042] また、図２に示すように、車載無線装置２は、Ｗｉ－Ｆｉ（登録商標）によって路側無線装置１１と無線通信を行うための機能を有して構成されている場合の他、スマートフォン等の携帯電話によって構成されている場合がある。

車載無線装置２が携帯電話によって構成されている場合、路側無線装置１１は、携帯電話の通信回線を通じて、プローブ情報Ｓ３を収集することができる。

路側無線装置１１は、携帯電話によって構成されている車載無線装置２が携帯電話の無線通信回線を通じて送信するプローブ情報Ｓ３を収集するためのプローブ情報管理装置９を備えている。このプローブ情報管理装置９は、携帯電話によって構成されている車載無線装置２が携帯電話の通信回線を通じて送信するプローブ情報Ｓ３を、例えば車載無線装置２を構成する携帯電話のキャリア経由で取得して中央装置４に与える。

[0043] これにより、本実施形態の中央装置４は、路側無線装置１１により収集されるプローブ情報Ｓ３の他に、携帯電話の通信回線を通じて収集されるプローブ情報Ｓ３も取得することができる。なお、車載無線装置２は、自装置２の構成に応じて、過去の時間の間に取得し蓄積したプローブ情報Ｓ３を送信したり、リアルタイムで自装置２のプローブ情報Ｓ３を送信したりすることができる。

[0044] 〔３．中央装置〕

図３は、中央装置４の内部構成を示す機能ブロック図である。

図３に示すように、中央装置４は、制御部４０１、表示部４０２、通信部４０３、記憶部４０４及び操作部４０５を含んでいる。

中央装置４の制御部４０１は、ワークステーション（ＷＳ）やパーソナルコンピュータ（ＰＣ）等よりなり、交通信号制御機１ａや路側センサ３等からの各種の計測情報の収集・処理（演算）・記録、信号制御及び情報提供を統括的に行う。制御部４０１は、内部バスを介して上記ハードウェア各部と繋がっており、これら各部の動作も制御する。

[0045] 中央装置４の通信部４０３は、通信回線６を介してＬＡＮ側と接続された通信インタフェースであり、所定時間ごとに信号灯器１ｂの灯色切り替えタイミングに関する信号制御指令Ｓ１を各交通信号制御機１ａに送信している。

つまり、中央装置４は、信号制御指令Ｓ１を各交通信号制御機１ａに送信することで、各交通信号制御機１ａを制御する交通信号制御装置を構成している。

信号制御指令Ｓ１は、信号制御パラメータの演算周期（例えば、１．０～２．５分）ごとに送信される。

なお、通信部４０３は、信号制御指令Ｓ１として、信号制御パラメータを各交通信号制御機１ａに送信することがある。この場合、各交通信号制御機１ａは、与えられた信号制御パラメータに基づいて信号制御を行う。

[0046] また、中央装置４の通信部４０３は、各交通信号制御機１ａから、路側セ

ンサ３からの路側計測情報Ｓ４をリアルタイム（例えば、０．１～１．０秒周期）で受信しているとともに、各交通信号制御機１ａやプローブ情報管理装置９から与えられるプローブ情報Ｓ３を受信している。

[0047] 中央装置４の記憶部４０４は、ハードディスクや半導体メモリ等から構成されており、当該中央装置４のオペレーティングシステムの他、前記ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御を行う制御プログラムや、この制御に用いる予測交通量や交通指標の演算プログラム等を記憶している。

[0048] また、記憶部４０４は、各交通信号制御機１ａから与えられる路側計測情報Ｓ４を対応する交差点Ｃｉ（第１交差点Ｃｉ－１）と関連付けて記憶している。さらに、記憶部４０４は、路側計測情報Ｓ４から求められる、流入交通量（後に説明する）や、待ち行列長（後に説明する）についても対応する交差点Ｃｉと関連付けて記憶する。

[0049] また、記憶部４０４は、各交通信号制御機１ａやプローブ情報管理装置９から与えられるプローブ情報Ｓ３も記憶する。

さらに、記憶部４０４は、当該記憶部４０４が記憶する流入交通量や、プローブ情報Ｓ３から求められる、第２交差点Ｃｉ－２の推定流入交通量（後に説明する）や、推定待ち行列長（後に説明する）を対応する第２交差点Ｃｉ－２と関連付けて記憶している。

また、記憶部４０４は、制御部４０１が生成した信号制御指令Ｓ１等も各交通信号機１に与えるために一時的に記憶する。

[0050] 中央装置４の表示部４０２は、自身が管理する制御エリアの道路地図と、この道路地図上のすべての交通信号機１や路側無線装置１１等の位置が表示された表示画面により構成され、中央オペレータに渋滞や事故等の交通状況を報知するものである。

中央装置４の操作部４０５は、キーボードやマウス等の入力インタフェースよりなり、この操作部４０５によって中央オペレータが上記表示部４０２に対する表示切り替え操作等を行えるようになっている。

[0051] 中央装置４の制御部４０１は、記憶部４０４に記憶された上述の各種コン

ピュータプログラムを実行することで、必要な機能や、後述する機能部を実現している。

[0052] 図４は、中央装置４の制御部４０１が有する機能を示す機能ブロック図である。

図に示すように、制御部４０１は、計測処理部４１０と、推定処理部４１１と、制御処理部４１２とを備えている。

[0053] 計測処理部４１０は、路側センサ３からの路側計測情報Ｓ４や、各交通信号制御機１ａやプローブ情報管理装置９から与えられるプローブ情報Ｓ３といった計測された情報を各部から受け付けて処理する機能を有している。

[0054] 計測処理部４１０は、路側センサ３からの路側計測情報Ｓ４を受け付け、この路側計測情報Ｓ４に基づいて対象の交差点Ｃｉの流入交通量を求める機能を有している。

なお、流入交通量とは、路側センサ３によって計測された路側計測情報Ｓ４に基づく値であって、交差点Ｃｉに流入する流入量を表した値であり、本実施形態では、車両５の１時間当たりの通過台数で表している。

[0055] 第２交差点Ｃｉ－２においては、路側センサ３が設置されていないので、第２交差点Ｃｉ－２における流入交通量を得ることはできない。このため、計測処理部４１０は、第１交差点Ｃｉ－１についてのみ流入交通量を求める。

[0056] さらに、計測処理部４１０は、路側計測情報Ｓ４に基づいて対象の第１交差点Ｃｉ－１の待ち行列長を求める。

待ち行列長とは、路側センサ３によって計測された路側計測情報Ｓ４に基づく値であって、赤信号による信号待ちなどのために、交差点の手前で停止している車両の行列長さを表した値であり、本実施形態では、車両５の台数で表した値である。

[0057] 計測処理部４１０は、求めた各第１交差点Ｃｉ－１における流入交通量及び待ち行列長を記憶部４０４に記憶する。

また、計測処理部４１０は、各交通信号制御機１ａやプローブ情報管理装

置９から与えられるプローブ情報Ｓ３を受け付け、記憶部４０４に記憶管理する機能も有している。

[0058] 推定処理部４１１は、計測処理部４１０が求めた第１交差点Ｃｉ－１における流入交通量と、プローブ情報Ｓ３のうちの少なくとも一方に基づいて、第２交差点Ｃｉ－２の推定流入交通量を推定する機能を有している。

また、推定処理部４１１は、第１交差点Ｃｉ－１における流入交通量と、プローブ情報Ｓ３のうちの少なくとも一方に基づいて、第２交差点Ｃｉ－２の待ち行列長を求める機能も有している。

[0059] 制御処理部４１２は、自身のネットワークに属する第１交差点Ｃｉの交通信号機１に対して、同一道路上の交通信号機１群を調整する系統制御や、この系統制御を道路網に拡張した広域制御（面制御）を行うものであり、例えば、前記ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御を行うことができる。

ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御は、ネットワークに属する交通信号機１をマクロ制御するものである。ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御では、近飽和の交通状態に対応するために、需要率という交通指標を用いて各交通信号機１に最適な信号制御パラメータがサイクルごとに生成される。

[0060] 上記需要率は、流入交通量と、待ち行列長とに基づいて求められる。

制御処理部４１２は、記憶部４０４に記憶された流入交通量と、待ち行列長とに基づいて需要率を求め、この需要率から信号制御パラメータを生成する。

制御処理部４１２は、各交通信号制御機１ａに対する信号制御パラメータを生成し、信号制御指令Ｓ１に含めて各交通信号制御機１ａに送信する。

制御処理部４１２は、この信号制御パラメータを各交通信号制御機１ａに与えることで各交通信号制御機１ａを制御することができる。

[0061] 本実施形態の制御処理部４１２は、路側センサ３によって計測された路側計測情報Ｓ４に基づく値である流入交通量と、待ち行列長とが得られる第１交差点Ｃｉ－１については、上記ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御を実行する。

[0062] 一方、路側センサ３が設置されておらず計測された交通量に基づいた流入

交通量が得られない第２交差点Ｃｉ－２については、制御処理部４１２は、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御と、固定制御との間で制御方式を切り替えつつ制御を実行する。

なお、上記推定処理部４１１及び制御処理部４１２の処理内容については後に詳述する。

[0063] 〔４．交通信号制御機〕

図５は、上記交通信号制御機１ａの内部構成を示す機能ブロック図である。

交通信号制御機１ａは、中央装置４から信号制御指令Ｓ１を受信し、当該信号制御指令Ｓ１に基づいて、各信号灯器１ｂの青、黄、赤及び右折矢等の各信号灯の点灯、消灯及び点滅を制御する。

図５に示すように、交通信号制御機１ａは、制御部１０１、灯器駆動部１０２、通信部１０３及び記憶部１０４を含んでいる。

[0064] 交通信号制御機１ａの制御部１０１は、１又は複数のマイクロコンピュータから構成されている。制御部１０１には、内部バスを介して灯器駆動部１０２、通信部１０３及び記憶部１０４が接続されている。制御部１０１はこれらのハードウェア各部の動作を制御する。

制御部１０１は、中央装置４が系統制御や広域制御を行った結果の出力である信号制御指令Ｓ１に従って各信号灯器１ｂを駆動し、その指令Ｓ１に基づく所定のタイミングで各信号灯器１ｂの信号灯色を切り替える。

[0065] 灯器駆動部１０２は、半導体リレー（図示せず）を備え、上記制御部１０１から入力された信号制御指令Ｓ１に基づいて、複数の信号灯器１ｂの青色灯、黄色灯、赤色灯それぞれに対応して各色の信号灯に供給される交流電圧、又は直流電圧をオン／オフする。

[0066] 交通信号制御機１ａの通信部１０３は、中央装置４、路側センサ３及び路側無線装置１１との間で通信を行う通信インタフェースである。

通信部１０３は、中央装置４から信号制御指令Ｓ１を受信して自装置の制御部１０１に与える。

また、通信部１０３は、路側センサ３から路側計測情報Ｓ４を受信し、中央装置４に転送する。

[0067] 更に、通信部１０３は、路側無線装置１１からプローブ情報Ｓ３を受信すると、このプローブ情報Ｓ３を中央装置４に転送する。

交通信号制御機１ａの記憶部１０４は、ハードディスクや半導体メモリ等から構成されており、信号制御指令Ｓ１に基づいて信号灯色の切り替え制御を行うプログラムを記憶しているとともに、通信部１０３が受信した信号制御指令Ｓ１等の各種情報を一時的に記憶する。

[0068] 〔５．車載無線装置〕

図６は、車載無線装置２の内部構成を示す機能ブロック図である。

この車載無線装置２は、プローブ車両５に設置される装置であり、路側無線装置１１との間でＷｉ－Ｆｉ（登録商標）による無線通信を行う無線通信機能と、搭乗者が設定した目的地に案内するナビゲーション機能を有する。

図６に示すように、車載無線装置２は、ＧＰＳ処理部２０１、方位センサ２０２、車速取得部２０３、無線通信部２０４、記憶部２０５、操作部２０６、表示部２０７、音声出力部２０８及び制御部２０９等を含む。

[0069] ＧＰＳ処理部２０１は、ＧＰＳ衛星からのＧＰＳ信号を受信し、ＧＰＳ信号に含まれる時刻情報、ＧＰＳ衛星の軌道、測位補正情報等に基づいて、プローブ車両５の位置（緯度、経度及び高度）を計測する。

方位センサ２０２は、光ファイバジャイロなどで構成されており、プローブ車両５の方位及び角速度を計測する。車速取得部２０３は、プローブ車両５の車速センサの出力を取得したり、ＧＰＳ信号から得られるプローブ車両５の位置と時間との関係を求めることで、プローブ車両５の速度データを取得する。

[0070] 車載無線装置２の無線通信部２０４は、路側無線装置１１との間でＷｉ－Ｆｉ（登録商標）による無線通信を行う機能を有している。

すなわち、車載無線装置２の無線通信部２０４は、路側無線装置１１との間で無線通信可能な通信領域に入ると、当該路側無線装置１１との間で無線

通信を確立し、自身のプローブ情報Ｓ３をリアルタイムで路側無線装置１１に送信する。

[0071] 車載無線装置２の記憶部２０５は、ハードディスクや半導体メモリ等から構成され、過去の時間の間に取得したプローブ情報Ｓ３を蓄積したり、各種情報を記憶するための記憶領域を有する。

記憶部２０５は、道路地図データも記憶している。この道路地図データには、交差点ＩＤと交差点の位置とを対応付けた交差点データが含まれている。

[0072] 車載無線装置２の操作部２０６は、タッチパネルやボタン等から構成されており、ドライバを含む車両５の搭乗者が目的地の設定等を行えるようになっている。

車載無線装置２の表示部２０７は、車両５のダッシュボード部分に取り付けられたモニタ装置（図示せず）よりなり、制御部２０９が後述する感応要求処理において作成した画像データを搭乗者に表示する。また、音声出力部２０８は、制御部２０９が作成した音声データをスピーカー（図示せず）から出力する。

[0073] 車載無線装置２の制御部２０９は、１又は複数のマイクロコンピュータから構成され、ＧＰＳ処理部２０１、方位センサ２０２、車速取得部２０３、無線通信部２０４、記憶部２０５、操作部２０６、表示部２０７、及び音声出力部２０８での各処理を制御する。

また、車載無線装置２の制御部２０９は、ＧＰＳ処理部２０１が計測した位置、方位センサ２０２が計測した方位及び角速度、及び車速取得部２０３が取得した速度に対して、道路地図データに基づいてマップマッチング処理を行うことにより、道路地図データのリンク上における車両５の位置、方位及び速度等を算出可能である。

[0074] 更に、車載無線装置２の制御部２０９は、所定の時間間隔又は距離間隔で収集して得た情報である、車両５の走行中に生じる位置、方位及び速度等よりなる走行データをプローブ情報Ｓ３として生成する。制御部２０９は、こ

のプローブ情報Ｓ３を記憶部２０５に記憶させる。

車載無線装置２は、インフラ側へのプローブ情報Ｓ３の送信手段として路側無線装置１１との間の無線通信を利用する。車載無線装置２は、路側無線装置１１との間で通信接続している間は、リアルタイムでプローブ情報Ｓ３を中央装置４に与える。

一方、路側無線装置１１との間で通信接続していないとき、車載無線装置２は、随時生成するプローブ情報Ｓ３を記憶部２０５に蓄積する。車載無線装置２は、再度、路側無線装置１１との間で通信接続したときに、現状のプローブ情報Ｓ３とともに、記憶部２０５に蓄積している過去のプローブ情報Ｓ３も中央装置４に与える。

[0075] なお、本実施形態では、上記車載無線装置２を、Ｗｉ－Ｆｉ（登録商標）による無線通信を行う無線通信機能と、車両５のダッシュボード部分に取り付けられたモニタ装置によって目的地を案内するナビゲーション機能とを有する構成の装置とした場合を示したが、車載無線装置２は、例えば、スマートフォン等の携帯電話端末によって構成することもできる。

この場合、上記操作部２０６及び表示部２０７は、スマートフォンが有するタッチパネル等の表示部によって実現される。目的地までの案内表示をさせることができる。

[0076] また、車載無線装置２が携帯電話端末によって構成されている場合、無線通信部２０４は、携帯電話の無線通信回線を用いて自身のプローブ情報Ｓ３を送信し、自身のプローブ情報Ｓ３を路側無線装置１１に与える。

また、車載無線装置２が携帯電話端末によって構成されている場合、当該携帯電話端末がＷｉ－Ｆｉによる無線通信が可能である場合、携帯電話の無線通信回線によってプローブ情報Ｓ３を送信できる他、交通信号制御機１ａとの間でＷｉ－Ｆｉによる無線通信を行ってプローブ情報Ｓ３を送信することができる。

[0077] 〔６．中央装置による信号制御について〕

図７は、中央装置４の制御処理部４１２が行う信号制御処理の内容を示す

図である。

図中、紙面左端には、複数の交差点Ｃｉを含む制御エリアの一部を示している。この制御エリアの一部には、図に示すように、路側センサ３が設置されることで流入交通量（路側計測情報Ｓ４）が得られる第１交差点Ｃｉ－１（ハッチングが付された丸印）と、路側センサ３が設置されていないことで流入交通量（路側計測情報Ｓ４）が得られない第２交差点Ｃｉ－２（白抜きの丸印）とが示されている。

以下、第１交差点Ｃｉ－１に関する信号制御について説明する。

[0078] 〔６．１　第１交差点の信号制御〕

中央装置４（の制御処理部４１２）は、上述したように、需要率を用いて最適な信号制御パラメータを生成して信号制御を行うＭＯＤＥＲＡＴＯ制御を実行する。

中央装置４は、まず、需要率を求めるために、交通信号制御機１ａを介して送信される路側センサ３からの路側計測情報Ｓ４（ステップＳ１０１）を受信すると、この路側計測情報Ｓ４に基づいて、制御対象である交差点Ｃｉ－１の流入交通量（台数／時間）と、待ち行列長（台数）とを求める（ステップＳ１０２）。

[0079] ここで、中央装置４（の計測処理部４１０）による待ち行列長の求め方について説明する。

図８は、待ち行列長を求めるための方法の一例を説明するための図である。

図に示すように、中央装置４は、対象の交差点Ｃｉの停止線から上流側の所定位置に位置する複数の路側センサ３によって得られる路側計測情報Ｓ４から、道路を走行する車両の速度を求め、その速度から待ち行列波及度を求める。なお、図例では、交差点Ｃｉの停止線から１５０ｍ、３００ｍ、５００ｍの位置に路側センサ３が設置されている場合を示している。これら路側センサ３の位置は、例示であって、１００ｍから５００ｍｍ程度の範囲で、複数の路側センサ３が設置されていればよい。

[0080] 待ち行列波及度とは、その路側センサ３の位置に待ち行列が波及している度合を示す指標であり、０～１までの間の値を採る。

中央装置４は、各路側センサ３の待ち行列波及度を求め、図に示すように、求めた各路側センサ３の待ち行列波及度を、横軸が停止線までの距離、縦軸が待ち行列波及度としたグラフ上にプロットする。

このとき、中央装置４は、プロットした各測定点を結ぶ線分Ｌが予め設定された閾値に対して交差する交点Ｐを求め、この交点Ｐに対応する距離を待ち行列長として求める。さらに、中央装置４は、得られた待ち行列長を車両５の台数に換算する。

なお、前記閾値は、事前に調査することで、待ち行列波及度と待ち行列長との関係を把握することで設定される。

[0081] ここで、制御対象の第１交差点Ｃｉ－１の上流側の適切な位置に路側センサ３が設置されていれば、上述の方法で待ち行列長を求めることができる。一方、制御対象の第１交差点Ｃｉ－１の上流側の適切な位置に路側センサ３が無い場合がある。

このような場合、上述の方法では、待ち行列長を求めることができないので、計測処理部４１０は、例えば、プローブ情報を用いて待ち行列長を推定したり、与えられた路側計測情報Ｓ４の中から待ち行列長を推定したりすることができる。

また、上述の方法によって待ち行列長を求めることができない場合や、プローブ情報等に基づいて待ち行列長を推定することも困難な場合、計測処理部４１０は、待ち行列長の値を「０」とすることもできる。

[0082] 以上のようにして中央装置４は、路側計測情報Ｓ４を用いて制御対象の第１交差点Ｃｉ－１の待ち行列長を求める。

[0083] 次いで、中央装置４は、路側計測情報Ｓ４、生成した流入交通量、及び生成した待ち行列長を記憶部４０４に記憶する。

中央装置４は、この記憶部４０４に記憶した流入交通量と、待ち行列長とを用いて、制御対象の第１交差点Ｃｉ－１に対する信号制御パラメータを生

成する（ステップＳ１０３）。

[0084] 中央装置４（の制御処理部４１２）は、まず、下記式（１）に基づいて、交差点から延びる道路ごとの需要率λ_iを求める。

[0085] [数1]

$$\lambda_i = max\left(\frac{E_{i(fl)}+q_{i(fl)}}{s_{i(fl)}}\right) \qquad \cdots(1)$$

[0086] 上記式（１）中、ｉは、交差点から延びる各道路を表す数であり、４方へ道路が延びる交差点の場合、１～４の値を採る。また、ｆｌは車線を表す数であり、交差点から延びる道路ごとに複数車線存在する場合、車線ごとに割り当てられる。

また、E_iは、待ち行列長、q_iは、流入交通量、s_iは、飽和交通流率（台数／時間）である。

飽和交通流率は、制御対象の第１交差点Ｃｉ－１において予め設定される値が用いられる。流入交通量及び待ち行列長は、記憶部４０４に記憶された値が用いられる。

式（１）に示すように、需要率λ_iは、交差点から延びる道路ごとに求められる。需要率λ_iは、一の道路に含まれる車線ごとに、待ち行列長E_iと、流入交通量q_iの和を飽和交通流率s_iで除算した値を求め、これら車線ごとに求めた値の最大値が、前記一の道路の需要率λ_iとして採用される。

[0087] 次いで、中央装置４の制御処理部４１２は、下記式（２）に基づいて、サイクル長Ｃを求める。

[0088] [数2]

$$C = \frac{1.5L+5}{1-\lambda} \qquad \cdots(2)$$

[0089] 上記式（２）中、時間Ｌ（秒）は、黄時間と、クリアランス時間（全赤時間）とを加算した時間、λ（秒）は、式（１）にて求めた、交差点から延びる各道路の需要率λ_iを交差点ごとに合計した値（需要率和）である。

次いで、中央装置４の制御処理部４１２は、下記式（３）に基づいて、ス

プリットφを求める。

[0090] [数3]

$$\phi_j = \frac{\lambda_j}{\Sigma\lambda_j} \qquad \cdots(3)$$

[0091] 上記式（３）に示すように、スプリットφ$_j$は、上記式（１）によって求められる、需要率λ$_j$を、需要率和で除算することにより求めることができる。

なおｊは、２現示制御の４枝交差点における、いずれかの現示を示す数であり、２現示制御の場合、１又は２で表される。

[0092] 上記式（３）によってスプリットφ$_j$が得られれば、下記式（４）に示すように、青時間を求めることができる。

青時間（ｊ） ＝ φ$_j$ × （Ｃ － Ｌ） ・・・（４）

[0093] さらに、中央装置４の制御処理部４１２は、上記サイクル長、スプリット、及び往復方向別の交通量等を用いてオフセットを求める。

以上のようにして、中央装置４は、信号制御パラメータである、サイクル長、スプリット、及びオフセットを求めることができる（ステップＳ１０３）。

[0094] 図７を参照して、中央装置４は、求めた信号制御パラメータを含んだ信号制御指令Ｓ１を生成する。中央装置４は、制御対象の第１交差点Ｃｉ－１の交通信号機１を制御する交通信号制御機１ａ（第１制御機）に向けて、生成した信号制御指令Ｓ１を送信する（ステップＳ１０４）。

これにより、中央装置４は、第１交差点Ｃｉ－１の交通信号制御機１ａに、自装置４の信号制御に基づいた動作を実行させることができ、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御による、第１交差点Ｃｉ－１に関する信号制御を行うことができる。

次に、第２交差点Ｃｉ－２に関する信号制御について説明する。

[0095] 〔６．２ 第２交差点の信号制御〕

中央装置４（の制御処理部４１２）は、記憶部４０４に記憶されている、制御対象の第２交差点Ｃｉ－２周辺の第１交差点の流入交通量を参照し（ス

テップＳ２００）、この流入交通量に基づいて第２交差点Ｃｉ－２に対する信号制御方式を選択する（ステップＳ２０１）。

中央装置４は、制御対象の第２交差点Ｃｉ－２の推定流入交通量が推定可能か否かを判断した上で、制御対象の第２交差点Ｃｉ－２の周辺の第１交差点における流入交通量に基づいて、第１交差点Ｃｉ－１と同様に需要率を用いたＭＯＤＥＲＡＴＯ制御による信号制御を行うか、予め設定された信号制御パラメータによる固定制御を行うかを選択し、制御方式を切り替えることができる。

[0096] 中央装置４は、固定制御を選択すると、固定制御のために設定された信号制御パラメータを生成し（ステップＳ２０２）、この信号制御パラメータと、固定制御の開始命令とを含む信号制御指令Ｓ１を生成する。中央装置４は、制御対象の第２交差点Ｃｉ－２の交通信号機１を制御する交通信号制御機１ａ（第２制御機）に向けて、生成した信号制御指令Ｓ１を送信する（ステップＳ２０３）。

これにより、中央装置４は、第２交差点Ｃｉ－２の交通信号制御機１ａに、固定制御による信号制御を行わせることができる。

なお、交通信号制御機１ａは、固定制御の開始命令を含む信号制御指令Ｓ１が与えられた後、固定制御の終了命令を含む信号制御指令Ｓ１が与えられるまで、固定制御を実行する。

[0097] 一方、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御を選択すると、中央装置４は、記憶部４０４に記憶されている、制御対象の第２交差点Ｃｉ－２に隣接する第１交差点の流入交通量と（ステップＳ２０４）、プローブ情報（ステップＳ２０５）の少なくとも一方も参照し、第２交差点Ｃｉ－２における流入交通量を推定処理部４１１に推定させる（ステップＳ２０６）。

[0098] 図９は、第１交差点Ｃｉ－１に隣接する第２交差点Ｃｉ－２の流入交通量の推定方法を説明するための図である。

ここでは、図９（ａ）に示すように、第２交差点Ｃｉ－２の上流側と下流側のそれぞれに、第１交差点Ｃｉ－１が存在している場合を考える。

以下、第２交差点Ｃｉ－２の上流側の第１交差点Ｃｉ－１を上流側第１交差点Ｃｉ－１、第２交差点Ｃｉ－２の下流側の第１交差点Ｃｉ－１を下流側第１交差点Ｃｉ－１ともいう。

[0099] 図９（ａ）中、Q_1（ｔ）は、上流側第１交差点Ｃｉ－１への流入交通量、Q_a（ｔ）は、上流側第１交差点Ｃｉ－１において左折した交通量、Q_b（ｔ）は、上流側第１交差点Ｃｉ－１において右折した交通量である。

また、Q_2（ｔ）は、第２交差点Ｃｉ－２への流入交通量、Q_c（ｔ）は、第２交差点Ｃｉ－２において左折した交通量、Q_d（ｔ）は、第２交差点Ｃｉ－２において右折した交通量である。

また、Q_3（ｔ）は、下流側第１交差点Ｃｉ－１への流入交通量である。

なお、ｔは、単位時間を示している。

[0100] 上記のように定義した場合、上流側第１交差点Ｃｉ－１への流入交通量Q_1（ｔ）を第２交差点Ｃｉ－２への流入交通量Q_2（ｔ）を用いて表すと、図９（ｂ）中、式（５）のように表すことができる。

よって、第２交差点Ｃｉ－２への流入交通量Q_2（ｔ）は、図９（ｂ）中、式（６）のように変形することができ、さらに、上流側第１交差点Ｃｉ－１への流入交通量Q_1（ｔ－１）に係数ｋ（ｔ）を乗算した値に近似することができる。

つまり、上流側第１交差点Ｃｉ－１への流入交通量Q_1（ｔ）は路側センサ３によって取得することができるので、式（６）を用いることで、第２交差点Ｃｉ－２への流入交通量Q_2（ｔ）の流入交通量の推定値を求めることができる。

なお、係数ｋ（ｔ）は、上流側第１交差点Ｃｉ－１と、第２交差点Ｃｉ－２との間の相関を事前に調査することで、図に示すように時間帯ごとに異なる値に設定される。

[0101] 上記により、第２交差点Ｃｉ－２への推定流入交通量は、隣接する上流側第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量によって求めることができる。

[0102] また、第２交差点Ｃｉ－２への流入交通量Q_2（ｔ）を下流側第１交差点Ｃ

ｉ－１への流入交通量Q_3（ｔ）を用いて表すと、図９（ｂ）中、式（７）のように表すことができる。

よって、第２交差点Ｃｉ－２への流入交通量Q_2（ｔ）は、下流側第１交差点Ｃｉ－１への流入交通量Q_3（ｔ－１）に係数ｈ（ｔ）を乗算した値に近似することができる。

この場合も、下流側第１交差点Ｃｉ－１への流入交通量Q_3（ｔ）は路側センサ３によって取得することができるので、式（７）を用いることで、第２交差点Ｃｉ－２への流入交通量Q_2（ｔ）の流入交通量の推定値を求めることができる。

なお、係数ｈ（ｔ）は、下流側第１交差点Ｃｉ－１と、第２交差点Ｃｉ－２との間の相関を事前に調査することで、図に示すように時間帯ごとに異なる値に設定される。

[0103] 上記により、第２交差点Ｃｉ－２への推定流入交通量は、隣接する下流側第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量からも求めることができる。

このように、第２交差点Ｃｉ－２への推定流入交通量は、隣接する上流側第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量、及び下流側第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量のいずれを用いても求めることができる。

なお、図９（ｂ）中、「ｐ．ｍ」「ａ．ｍ」は、「午後」「午前」を示しており、例えば、「３ｐ．ｍ」は、午後３時を示している。

[0104] 図７に戻って、中央装置４は、さらに、第２交差点Ｃｉ－２における待ち行列長を推定処理部４１１に求めさせる（ステップＳ２０６）。

ここで、制御対象の第２交差点Ｃｉ－２の上流側には、流入交通量を得るための路側センサ３が設置されてないので、例えば、図８に示したような路側センサ３からの路側計測情報Ｓ４に基づいて待ち行列長を求めることはできない。

そこで、中央装置４は、プローブ情報Ｓ３を用いた方法によって制御対象の第２交差点Ｃｉ－２における待ち行列長を推定処理部４１１に推定させる（ステップＳ２０６）。

[0105] 図１０は、中央装置４の推定処理部４１１による第２交差点Ｃｉ－２における待ち行列長の推定方法を説明するための図である。

まず、中央装置４の推定処理部４１１は、各交差点Ｃｉの交通信号制御機１ａを介してリアルタイムで与えられる車両５のプローブ情報Ｓ３に含まれる車両速度を十分に小さい閾値ε（例えば、ε＝２ｋｍ／時）と比較し、この閾値εよりも小さくなった時点を車両速度が実質的にゼロとなった停止時点ｔ０とみなし、この停止時点ｔ０における車両５の位置をプローブ情報Ｓ３に含まれる車両位置によって特定し、この停止時点ｔ０における車両５の位置を当該車両５の停止位置ｘ０と判定する。

[0106] 次に、中央装置４は、判定した停止位置ｘ０に基づいて、その停止時点ｔ０での待ち行列長（台数）を算出する。

具体的には、図１０に示すように、停止位置ｘ０から停止線Ｈまでの長さＬｇを演算し、その長さＬｇを、予め設定された有効車両長さＶＬで割ることにより、停止時点ｔ０における待ち行列長とする。

[0107] 以上のようにして、推定処理部４１１は、制御対象の第２交差点Ｃｉ－２における待ち行列長を推定して求めることができる。

また、上記方法によって待ち行列長を求めることができない場合には、推定処理部４１１は、待ち行列長の値を「０」とすることもできる。

[0108] 以上のようにして中央装置４は、制御対象の第２交差点Ｃｉ－２の推定流入交通量と待ち行列長とを求める。

図７に戻って、中央装置４は、生成した推定流入交通量、及び待ち行列長とを記憶部４０４に記憶する。

中央装置４は、この記憶部４０４に記憶した推定流入交通量と、待ち行列長とを用いて、制御対象の第２交差点Ｃｉ－２に対する信号制御パラメータを生成する（ステップＳ２０２）。

[0109] 信号制御パラメータの求め方は上述した通りである。中央装置４は、上述の方法における流入交通量については、推定処理部４１１が求めた推定流入交通量を用いて、第２交差点Ｃｉ－２に対する信号制御パラメータ（サイク

ル長、スプリット、及びオフセット）を求める。

[0110] 信号制御パラメータを求めると、中央装置４は、求めた信号制御パラメータに基づいて信号制御指令Ｓ１を生成し、この信号制御パラメータと、固定制御の終了命令とを含む信号制御指令Ｓ１を生成する。中央装置４は、制御対象の第２交差点Ｃｉ－２の交通信号機１を制御する交通信号制御機１ａ（第２制御機）に向けて、生成した信号制御指令Ｓ１を送信する（ステップＳ２０３）。

これにより、中央装置４は、第２交差点Ｃｉ－２の交通信号制御機１ａに、固定制御による信号制御を終了させるとともに、推定流入交通量に基づいたＭＯＤＥＲＡＴＯ制御による信号制御を行わせることができる。

[0111] なお、ここでは、中央装置４は、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御と、固定制御（定周期制御）とを選択して切り替えるように構成した場合を示したが、固定制御に代えて制御対象の第２交差点Ｃｉ－２に隣接する第１交差点Ｃｉ－１との間での連動制御を選択するように構成することもできる。

また、固定制御に代えて、時間制御（多段定周期制御）を選択するように構成することもできる。

[0112] 以上のように、本実施形態では、中央装置４が第２交差点Ｃｉ－２に設置された交通信号制御機１ａについて行う切り替え可能な信号制御方式として、下記に定義する２つの制御方式が含まれている。

感応方式：第２交差点Ｃｉ－２の推定流入交通量に基づいて、第２交差点Ｃｉ－２に設置された交通信号制御機１ａの信号制御パラメータを生成する制御方式であり、本実施形態では、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御によって本方式を実現している。

非感応方式：予め設定された信号制御パラメータ又は隣接する第１制御機に適用中の信号制御パラメータを、第２制御機の信号制御パラメータとして採用する制御方式であり、本実施形態では、固定制御又は連動制御によって本方式を実現している。

[0113] 〔６．３　中央装置４による信号制御例について〕

図１１は、中央装置４による信号制御の一例を示す図であり、図１２は、図１１における処理手順を示すフローチャートである。

図１１に示すように、ここでは、格子状に延びる道路において９つの交差点Ｃｉを含んでいる制御エリアに着目して説明する。

[0114] 図１１（ａ）は、渋滞が発生していない状態の制御エリアを示している。

図１１（ａ）に示すように、この制御エリアには、路側センサ３が設置された第１交差点Ｃｉ－１（黒塗りの丸印）と、路側センサ３が設置されていない第２交差点Ｃｉ－２（白抜きの丸印）とが混在している。

[0115] また、図１１では、各交差点Ｃｉにおける信号制御方式を、各交差点Ｃｉを囲む四角形の線図の違いで、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御、固定制御、及び連動制御を示している。

[0116] 中央装置４は、各第１交差点Ｃｉ－１における流入交通量に基づいて渋滞を検知していない場合、第２交差点Ｃｉ－２の信号制御方式を固定制御又は連動制御に設定する。

また、中央装置４は、第１交差点Ｃｉ－１の信号制御方式については、渋滞が発生しているか否かに関わらず、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御に設定する。

[0117] よって、図１１（ａ）に示すように、渋滞が発生していない状態では、６つの第２交差点Ｃｉ－２の内、紙面右下隅の第２交差点Ｃｉ－２の信号制御方式が連動制御に設定され、残りの第２交差点Ｃｉ－２は、固定制御に設定されている（図１２中、ステップＳ５０１）。

また、渋滞が発生していない状態では、第１交差点Ｃｉ－１の信号制御方式は、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御に設定されている。

[0118] ここで、中央装置４は、各第１交差点Ｃｉ－１における流入交通量に基づいて、渋滞を検知すると（図１２中、ステップＳ５０２）、信号制御方式を切り替える第２交差点Ｃｉ－２を特定する（図１２中、ステップＳ５０３）。

例えば、中央装置４は、現段階において推定流入交通量が推定可能な第２交差点Ｃｉ－２を特定し、推定流入交通量が推定可能な第２交差点Ｃｉ－２

を、信号制御方式を切り替える第２交差点Ｃｉ－２として特定する。

[0119] 図１１（ａ）中、破線５０で囲まれた４つの第２交差点Ｃｉ－２が、推定流入交通量が推定可能であるとすると、中央装置４は、これら破線５０で囲まれた第２交差点Ｃｉ－２の信号制御方式を切り替える。

[0120] 図１１（ｂ）は、図１１（ａ）で示した制御エリアが渋滞中である場合を示している。

図１１（ｂ）に示すように、中央装置４は、破線５０で囲まれた４つの第２交差点Ｃｉ－２の信号制御方式を固定制御からＭＯＤＥＲＡＴＯ制御に切り替える（図１２中、ステップＳ５０４）。

また、第１交差点Ｃｉ－１の信号制御方式については、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御を維持する。

[0121] その後、各第１交差点Ｃｉ－１における流入交通量に基づいて、渋滞が解消されたことを検知すると（図１２中、ステップＳ５０５）、中央装置４は、破線５０で囲まれた４つの第２交差点Ｃｉ－２の信号制御方式を固定制御に切り替える（図１２中、ステップＳ５０６）。

これにより、各交差点Ｃｉの信号制御方式は、図１１（ａ）にて示した状態に戻る。

[0122] このように、中央装置４の制御処理部４１２は、第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量に基づいて、当該第１交差点Ｃｉ－１が渋滞中であるか否かを判定可能である。制御処理部４１２は、第１交差点Ｃｉ－１が渋滞中の場合は、第２交差点Ｃｉ－２の交通信号制御機１ａ（第２制御機）の制御方式として感応方式であるＭＯＤＥＲＡＴＯ制御を採用する。また、制御処理部４１２は、第１交差点Ｃｉ－１が渋滞中でない場合は、第２交差点Ｃｉ－２の交通信号制御機１ａの制御方式の制御方式として固定制御や連動制御といった非感応方式を採用する。

[0123] この場合、第１交差点Ｃｉ－１と、第２交差点Ｃｉ－２とが混在している中で、上記のように信号制御方式を切り替えることで、渋滞中においては、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御を行う交差点Ｃｉの数を増加させることができる。こ

の結果、渋滞中における制御エリアの交通処理の効率化を図ることができる。

その一方、渋滞が発生していない場合においては、第２交差点Ｃｉ－２の信号制御方式を固定制御等、通常の制御に切り替えるので、交通状態に応じて適切な信号制御方式を選択することができる。

[0124] 〔７．効果について〕

本実施形態の中央装置４は、第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量を取得する取得部としての計測処理部４１０と、取得した第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量と、走行中の車両５から得られるプローブ情報のうちの少なくも一方に基づいて、第２交差点Ｃｉ－２の流入交通量を推定する推定部としての推定処理部４１１と、取得した第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量に基づいて、第１交差点Ｃｉ－１の交通信号制御機１ａの信号制御パラメータを生成し、推定した第２交差点Ｃｉ－２の流入交通量に基づいて、第２交差点Ｃｉ－２の交通信号制御機１ａの信号制御パラメータを生成する情報処理部としての制御処理部４１２と、生成した第１交差点Ｃｉ－１の交通信号制御機１ａの信号制御パラメータを当該第１交差点Ｃｉ－１の交通信号制御機１ａに送信し、生成した第２交差点Ｃｉ－２の交通信号制御機１ａの信号制御パラメータを当該第２交差点Ｃｉ－２の交通信号制御機１ａに送信する通信部４０３と、を備えている。

[0125] 上記構成によれば、推定処理部４１１が、第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量に基づいて、第２交差点Ｃｉ－２の流入交通量を推定するので、第２交差点Ｃｉ－２における流入交通量が得られないとしても、推定処理部４１１が推定した流入交通量に基づいて信号制御パラメータを生成することができ、第２交差点Ｃｉ－２の信号制御を適切に行うことができる。

この結果、流入交通量が得られない交差点Ｃｉが存在したとしても、各交差点Ｃｉにおいて信号制御を適切に行うことができ、制御対象とされる複数の交差点Ｃｉを含む制御エリア全体における交通処理の効率化を図ることができる。

[0126] 〔８．変形例について〕

図１３は、変形例にかかる各交差点の信号制御に関する制御態様を説明するための図である。

この変形例では、中央装置４の制御処理部４１２は、交通状況としての第１交差点Ｃｉ－１の流入交通量に応じて、隣接する複数の交差点を同じサブエリアに含めるか否かを判定するサブエリア結合の判定処理を実行し、その判定処理の結果に応じてサブエリア結合を実行する。

[0127] ここでは、図１３（ａ）～（ｃ）に示すように、第２交差点Ｃｉ－２（白抜きの丸印）の上流側と下流側のそれぞれに、第１交差点Ｃｉ－１（黒塗りの丸印）が存在している場合のサブエリアの構成を考える。

以下、第２交差点Ｃｉ－２の上流側の第１交差点Ｃｉ－１を上流側第１交差点Ｃｉ－１、第２交差点Ｃｉ－２の下流側の第１交差点Ｃｉ－１を下流側第１交差点Ｃｉ－１ともいう。

[0128] 図１３（ａ）は、両第１交差点Ｃｉ－１において渋滞が発生していない状態のサブエリア構成を示す図である。

この場合、図に示すように、各交差点Ｃｉは、互いに同じサブエリアには含まれていない。

[0129] また、上述したように、中央装置４は、各第１交差点Ｃｉ－１における流入交通量に基づいて渋滞を検知していない場合、第２交差点Ｃｉ－２の信号制御方式を固定制御又は連動制御に設定し、第１交差点Ｃｉ－１の信号制御方式については、渋滞が発生しているか否かに関わらず、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御に設定する。

[0130] よって、図１３（ａ）では、両第１交差点Ｃｉ－１の信号制御方式は、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御に設定されている。

第２交差点Ｃｉ－２の信号制御方式は、固定制御方式又は両第１交差点Ｃｉ－１のいずれかに連動する連動制御方式に設定されている。

[0131] ここで、中央装置４が、両第１交差点Ｃｉ－１における流入交通量に基づいて、渋滞を検知すると、第２交差点Ｃｉ－２の推定流入交通量が推定可能

と判断すれば当該第２交差点Ｃｉ－２の信号制御方式を、推定流入交通量に基づくＭＯＤＥＲＡＴＯ制御に切り替える。第１交差点Ｃｉ－１の信号制御方式については、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御を維持する。

[0132] さらに、中央装置４は、渋滞を検知すると、各交差点Ｃｉを同じサブエリアに含めるか否かを判定するサブエリア結合の判定処理を実行する。

中央装置４は、判定処理を以下のように行う。すなわち、中央装置４は、まず、判定対象の交差点Ｃｉと、これに隣接する隣接交差点Ｃｉとを特定する。

次いで、中央装置４は、判定対象の交差点Ｃｉのサイクル長と、隣接交差点Ｃｉのサイクル長との差が所定値（例えば、５～１０秒）以内である場合に、下記の評価値の演算を行う。

[0133] 中央装置４は、隣接するサブエリア（判定対象の交差点Ｃｉと、隣接交差点Ｃｉと）を結合しない（両交差点を同じサブエリアに含めない）場合（パターン１）の評価値Ａを算出する。

また、中央装置４は、隣接するサブエリア（判定対象の交差点Ｃｉと、隣接交差点Ｃｉと）を結合した（両交差点を同じサブエリアに含めた）場合（パターン２）の評価値Ｂを算出する。

[0134] 中央装置４は、パターン１では、隣接するサブエリアを、それぞれ現状のサイクル長として系統制御した場合の評価値（Ａ）を算出する。

また、中央装置４は、パターン２では、隣接するサブエリアのサイクル長を、共に同じサイクル長に設定した場合の評価値（Ｂ）を算出する。なお、パターン２の場合、演算に用いられるサイクル長は、予め定められた設定方法（後に説明する）によって特定されるサイクル長が採用される。

[0135] 中央装置４は、パターン１の場合の評価値Ａと、パターン２の場合の評価値Ｂとを比較し、評価値Ａ＞評価値Ｂである場合、隣接するサブエリアを結合すると判定（隣接する交差点を同じサブエリアに含めると判定）し、評価値Ａ≦評価値Ｂである場合、隣接するサブエリア非結合（境界を保留）と判定（隣接する交差点を同じサブエリアに含めないと判定）する。隣接するサ

ブエリアを結合する場合、中央装置４は、結合する両サブエリアのサイクル長を、評価値Ｂの演算に用いたサイクル長に設定する。

[0136] 評価値Ａ、Ｂを算出する際の評価式（評価条件）は、例えば、下記式（８）で表すことができる。

評価値ＰＩ＝Ｄ＋（２５／３６００）×Ｓ　　・・・（８）

[0137] パターン１の場合の評価値ＰＩが評価値Ａであり、パターン２の場合の評価値ＰＩが評価値Ｂである。

ここで、Ｄは遅れ時間（台・時／時）であり、いわゆる信号待ち時間である。遅れ時間Ｄは、例えば、サイクル長が大きくなると大きくなり、評価値ＰＩが大きくなり、指標が悪化する。評価値ＰＩは小さいほど良い状態であることを示す。また、サイクル長が必要以上に小さくなると、交差点での車両を捌く（通過させる）ことができなくなり、遅れ時間が大きくなる。

[0138] Ｓは停止回数（台／時）である。停止回数Ｓは、隣接するサブエリア間でサイクル長が異なる場合、交通流の乱れである脈動が大きくなる。上記式（８）からわかるように、サイクル長が異なる場合、停止回数Ｓが増加し、評価値ＰＩが大きくなり、指標が悪化する。

なお、評価式は上記式（８）に限定されるものではない。本願では、評価値が小さくなるほど、望ましい交通状況であることを示し、評価値には、例えば、交差点での遅れ時間、停止時間などの円滑に関わるもののほか、事故危険度など安全に関わるもの、大型車混入率や二酸化炭素の排出量など環境に関わるものを加えてもよい。

[0139] 中央装置４は、パターン２の場合において評価値Ｂの演算に用いるサイクル長を、上述のように、予め定められた設定方法によって特定する。

例えば、設定方法としては、以下の方法とすることができる。

すなわち、隣接するサブエリア（交差点Ｃｉ）が共に第１交差点Ｃｉ－１である場合は、中央装置４は、いずれか長い方のサイクル長を、演算に用いるサイクル長として採用する。

隣接するサブエリア（交差点Ｃｉ）の内、一方が第１交差点Ｃｉ－１、他

方が第２交差点Ｃｉ－２である場合、中央装置４は、第２交差点Ｃｉ－２における信号制御パラメータの信頼度に基づいて演算に用いるサイクル長を定める。

また、隣接するサブエリア（交差点Ｃｉ）が共に第２交差点Ｃｉ－２である場合、中央装置４は、両信号制御パラメータの信頼度に基づいて演算に用いるサイクル長を定める。

[0140] 第２交差点Ｃｉ－２における信号制御パラメータは、第２交差点Ｃｉ－２の推定流入交通量から求められている。推定流入交通量は、時間帯等の要因によって実際の推定流入交通量に対するばらつきが大きくなる等、推定精度が変動する可能性がある。このため、第２交差点Ｃｉ－２における信号制御パラメータにおいても、推定流入交通量の推定精度の影響が及ぶ。

[0141] 信号制御パラメータの信頼度とは、当該信号制御パラメータを得るための過程に基づいて求められる信頼の度合を示す値であり、本実施形態において第２交差点Ｃｉ－２における信号制御パラメータの信頼度は、特に、当該信号制御パラメータを得るための過程において用いる推定流入交通量の推定精度の影響を考慮した度合を示しており、時間帯に応じて設定された複数段階の値で表すことができる。

[0142] 例えば、交通状況が急激に変化する時間帯では、推定流入交通量と、実際の流入交通量との乖離が大きくなる可能性が高いため、信号制御パラメータの信頼度は低い値に設定され、逆に、交通状況の変化が穏やかなことから、推定流入交通量と、実際の流入交通量とが比較的一致し易いと考えられる時間帯では、信号制御パラメータの信頼度は高い値に設定される。

[0143] 例えば、第２交差点Ｃｉ－２における信号制御パラメータの信頼度が、予め設定された所定の値以上である場合、中央装置４は、上記評価値Ｂを求める際に第２交差点Ｃｉ－２のサイクル長を、第１交差点Ｃｉ－１のサイクル長に対する比較対象として採用し、いずれか長い方のサイクル長を、演算に用いるサイクル長として採用する。

第２交差点Ｃｉ－２における信号制御パラメータの信頼度が、予め設定さ

れた所定の値よりも小さい場合、中央装置４は、第１交差点Ｃｉ－１のサイクル長を、演算に用いるサイクル長として採用する。

[0144] 隣接するサブエリア（交差点Ｃｉ）が共に第２交差点Ｃｉ－２である場合、中央装置４は、信号制御パラメータの信頼度が高い方の第２交差点Ｃｉ－２のサイクル長を、演算に用いるサイクル長として採用する。

[0145] 以上のようにして、中央装置４は、パターン１の場合の評価値Ａと、パターン２の場合の評価値Ｂとを比較し、その比較結果に基づいて、隣接するサブエリアを結合するか否かを判定する。

[0146] 例えば、図１３（ａ）の状態のときに、中央装置４が、サブエリア結合の判定処理を実行することで、判定対象として第２交差点Ｃｉ－２、隣接交差点Ｃｉとして上流側第１交差点Ｃｉ－１を特定した場合を考える。

このとき、仮に、上流側第１交差点Ｃｉ－１のサイクル長と、第２交差点Ｃｉ－２のサイクル長との差が所定値より大きければ、中央装置４は、第２交差点Ｃｉ－２をサブエリア結合の対象とせず、上述の評価値を求めることなく、サブエリア結合を実行しない。

[0147] 一方、上流側第１交差点Ｃｉ－１のサイクル長と、第２交差点Ｃｉ－２のサイクル長との差が所定値以内である場合、中央装置４は、第２交差点Ｃｉ－２をサブエリア結合の対象とする。さらに中央装置４は、パターン１の場合の評価値Ａと、パターン２の場合の評価値Ｂとを比較し、評価値Ａ＞評価値Ｂである場合、第２交差点Ｃｉ－２を上流側第１交差点Ｃｉ－１のサブエリアに含めると判定し、評価値Ａ≦評価値Ｂである場合、第２交差点Ｃｉ－２を上流側第１交差点Ｃｉ－１のサブエリアに含めないと判定する。

[0148] 図１３（ｂ）は、渋滞が検知された場合のサブエリア構成の一例を示す図である。図１３（ｂ）では、図１３（ａ）の状態の後、第２交差点Ｃｉ－２が、上流側第１交差点Ｃｉ－１のサブエリアに含められた状態を示している。

[0149] このとき、第２交差点Ｃｉ－２のサイクル長は、上流側第１交差点Ｃｉ－１と同じサブエリアに含められることで上流側第１交差点Ｃｉ－１のサイク

ル長と同じ値に設定されているとともに、上述の評価値Ｂの演算に用いられたサイクル長に設定されている。

なお、この場合の評価値Ｂの演算に用いられたサイクル長の設定方法については、上述した通りである。

[0150] 中央装置４は、この図１３（ｂ）の状態から、さらに、サブエリア結合の判定処理を実行する。

つまり、中央装置４は、判定対象として下流側第１交差点Ｃｉ－１、隣接交差点として第２交差点Ｃｉ－２を特定し、これらについてサブエリア結合の判定処理を実行する。

このとき、仮に、第２交差点Ｃｉ－２のサイクル長と、下流側第１交差点Ｃｉ－１のサイクル長との差が所定値より大きければ、中央装置４は、下流側第１交差点Ｃｉ－１をサブエリア結合の対象とせず、上述の評価値を求めることはなく、サブエリア結合を実行しない。

[0151] 一方、第２交差点Ｃｉ－２のサイクル長と、下流側第１交差点Ｃｉ－１のサイクル長との差が所定値以内である場合、中央装置４は、下流側第１交差点Ｃｉ－１をサブエリア結合の対象とする。さらに中央装置４は、パターン１の場合の評価値Ａと、パターン２の場合の評価値Ｂとを比較し、評価値Ａ＞評価値Ｂである場合、下流側第１交差点Ｃｉ－１を第２交差点Ｃｉ－２のサブエリアに含めると判定し、評価値Ａ≦評価値Ｂである場合、下流側第１交差点Ｃｉ－１を第２交差点Ｃｉ－２のサブエリアに含めないと判定する。

[0152] 図１３（ｃ）は、渋滞が検知された場合のサブエリア構成の他の例を示す図である。図１３（ｃ）では、図１３（ｂ）の状態の後、下流側第１交差点Ｃｉ－１が、第２交差点Ｃｉ－２のサブエリアに含められた状態を示している。

[0153] このとき、下流側第１交差点Ｃｉ－１のサイクル長は、第２交差点Ｃｉ－２及び上流側第１交差点Ｃｉ－１と同じサブエリアに含められることで、第２交差点Ｃｉ－２及び上流側第１交差点Ｃｉ－１のサイクル長と同じ値に調整されているとともに、上述の評価値Ｂの演算に用いられたサイクル長に設

定されている。

[0154] このように、本変形例では、渋滞が発生したときに実行されるサブエリア結合の判定処理において、第１交差点Ｃｉ－１において渋滞が発生している場合、推定流入交通量に基づく感応制御（ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御）が可能な第２交差点Ｃｉ－２を第１交差点Ｃｉ－１と同等に扱う（サブエリア結合の対象とする）ことにより、交通状況に応じて、第２交差点Ｃｉ－２を隣接する交差点Ｃｉと同じサブエリアに含めることができ、制御すべきエリアの交通処理の効率をより向上させることができる。

[0155] また、本変形例では、サブエリア結合の判定処理において、隣接する第１交差点Ｃｉ－１及び第２交差点Ｃｉ－２それぞれに設定されているサイクル長で信号制御した場合に上記式（８）（所定の評価条件）から求められる評価値Ａ（第１評価値）と、隣接する隣接する第１交差点Ｃｉ－１及び第２交差点Ｃｉ－２それぞれのサイクル長を、第２交差点Ｃｉ－２の信号制御パラメータの信頼度に基づいて得られるサイクル長で同じ値となるように設定して信号制御した場合に上記式（８）から求められる評価値Ｂ（第２評価値）と、を算出し、評価値Ａと評価値Ｂとの比較に基づいて、隣接する第１交差点Ｃｉ－１及び第２交差点Ｃｉ－２を同じサブエリアに含めるか否かを判定するように構成されている。

この場合、サブエリア結合を実行する場合と、サブエリア結合を実行しない場合とで評価を行った上で判定するので、より適切に判定することができる。

[0156] なお、上記実施形態におけるサブエリア結合の判定処理では、第１交差点Ｃｉ－１の信号制御パラメータの信頼度を用いず、第２交差点Ｃｉ－２の信号制御パラメータの信頼度についてのみ用いて処理を行った場合を示したが、第１交差点Ｃｉ－１及び第２交差点Ｃｉ－２それぞれの信号制御パラメータの信頼度を用いて、サブエリア結合の判定処理を行ってもよい。

この場合、第１交差点Ｃｉ－１の信号制御パラメータの信頼度は、第２交差点Ｃｉ－２の信号制御パラメータの信頼度と同様、当該信号制御パラメー

タを得るための過程に基づいて求められる。

[0157] また、上記実施形態では、サブエリア結合する場合に採用されるサイクル長（評価値Ｂの演算に用いられるサイクル長）の設定方法において、隣接するサブエリア（交差点Ｃｉ）の内、一方が第１交差点Ｃｉ－１、他方が第２交差点Ｃｉ－２である場合、中央装置４は、第２交差点Ｃｉ－２における信号制御パラメータの信頼度に基づいて演算に用いるサイクル長を定めるように構成され、隣接するサブエリア（交差点Ｃｉ）が共に第２交差点Ｃｉ－２である場合、中央装置４は、両信号制御パラメータの信頼度に基づいて演算に用いるサイクル長を定めるように構成されている場合を示した。

[0158] しかし、評価値Ｂの演算に用いられるサイクル長の設定方法として、隣接する交差点が第１交差点Ｃｉ－１であるか第２交差点Ｃｉ－２であるかに関わらず、隣接するサブエリア（交差点Ｃｉ）のサイクル長の内、いずれか長い方のサイクル長を採用するという方法を採ることもできる。

[0159] なお、上記実施形態では、第１交差点Ｃｉ－１において渋滞が発生していない場合、中央装置４は、サブエリア結合の判定処理を実行しないように構成されているが、仮に、第１交差点Ｃｉ－１において渋滞が発生していない場合においても、サブエリア結合の判定処理を実行するように構成されている場合、中央装置４は、サブエリア結合の判定処理において、第２交差点Ｃｉ－２をサブエリア結合の対象から除いて処理を実行する。

一方、第１交差点Ｃｉ－１において渋滞が発生すれば、中央装置４は、第２交差点Ｃｉ－２を第１交差点Ｃｉ－１と同等に扱い、第２交差点Ｃｉ－２をサブエリア結合の対象とする。

[0160] このように、中央装置４は、サブエリア結合の判定処理において、所定の条件（第１交差点Ｃｉ－１における渋滞の発生）を満たす場合、第２交差点Ｃｉ－２を第１交差点Ｃｉ－１と同等に扱い、前記所定の条件を満たさない場合、第２交差点Ｃｉ－２をサブエリア結合の対象としないように構成されている。

[0161] 〔９．その他〕

なお、上記実施形態では、中央装置４が、第２交差点Ｃｉ－２の交通信号制御機１ａに、固定制御による信号制御と、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御による信号制御とを選択して切り替えさせるように構成した場合を例示したが、中央装置４は、第２交差点Ｃｉ－２の交通信号制御機１ａに、常時ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御による信号制御を行わせてもよい。

[0162] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であっ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、上記した意味ではなく、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。

符号の説明

[0163] １　交通信号機

１ａ　交通信号制御機

１ｂ　信号灯器

２　車載無線装置

３　路側センサ

４　中央装置

５　車両

６　通信回線

７　ルータ

９　プローブ情報管理装置

１０　無線端末

１１　路側無線装置

５０　破線

１０１　制御部

１０２　灯器駆動部

１０３　通信部

１０４　記憶部

２０１　処理部

２０２　方位センサ

２０３　車速取得部

２０４　無線通信部

２０５　記憶部

２０６　操作部

２０７　表示部

２０８　音声出力部

２０９　制御部

４０１　制御部

４０２　表示部

４０３　通信部

４０４　記憶部

４０５　操作部

４１０　計測処理部

４１１　推定処理部

４１２　制御処理部

Ｓ１　信号制御指令

Ｓ３　プローブ情報

Ｓ４　路側計測情報

請求の範囲

[請求項1] 下記に定義する第１交差点の流入交通量を取得する取得部と、

取得した前記第１交差点の流入交通量と、走行中の車両から得られるプローブ情報のうちの少なくも一方に基づいて、下記に定義する第２交差点の流入交通量を推定する推定部と、

取得した前記第１交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第１制御機の信号制御パラメータを生成し、推定した前記第２交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第２制御機の信号制御パラメータを生成する情報処理部と、

生成した前記第１制御機の信号制御パラメータを当該第１制御機に送信し、生成した前記第２制御機の信号制御パラメータを当該第２制御機に送信する通信部と、

を備えている交通信号制御装置。

第１交差点：流入交通量が得られる交差点

第２交差点：流入交通量が得られない交差点

第１制御機：第１交差点に設置された交通信号制御機

第２制御機：第２交差点に設置された交通信号制御機

[請求項2] 前記情報処理部が前記第２制御機について行う切り替え可能な制御方式として、下記に定義する２つの制御方式が含まれる請求項１に記載の交通信号制御装置。

感応方式：推定した第２交差点の流入交通量に基づいて、第２制御機の信号制御パラメータを生成する制御方式

非感応方式：予め設定された信号制御パラメータ又は隣接する第１制御機に適用中の信号制御パラメータを、第２制御機の信号制御パラメータとして採用する制御方式

[請求項3] 前記情報処理部は、前記第１交差点の流入交通量に基づいて、当該第１交差点が渋滞中であるか否かを判定可能であり、

前記第１交差点が渋滞中の場合は、前記第２制御機の制御方式とし

て前記感応方式を採用し、前記第１交差点が渋滞中でない場合は、前記第２制御機の制御方式として前記非感応方式を採用する請求項２に記載の交通信号制御装置。

[請求項4] 前記情報処理部は、隣接する複数の交差点を同じサブエリアに含めるか否かを交通状況に応じて判定するサブエリア結合の判定処理を実行可能であり、

前記判定処理において、所定の条件を満たす場合、前記第２交差点を前記第１交差点と同等に扱い、前記所定の条件を満たさない場合、前記第２交差点をサブエリア結合の対象としない請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の交通信号制御装置。

[請求項5] 前記所定の条件は、前記第１交差点が渋滞中である請求項４に記載の交通信号制御装置。

[請求項6] 前記情報処理部は、隣接する複数の交差点を同じサブエリアに含めるか否かを交通状況に応じて判定するサブエリア結合の判定処理を実行可能であり、

前記判定処理は、

隣接する複数の交差点それぞれに設定されているサイクル長で信号制御した場合に所定の評価条件から求められる第１評価値と、

隣接する複数の交差点それぞれのサイクル長を、各交差点における信号制御パラメータを得るための過程に基づいて求められる信頼の度合を示す信頼度によって得られるサイクル長で同じ値となるように設定して信号制御した場合に前記所定の評価条件から求められる第２評価値と、を算出し、

前記第１評価値と前記第２評価値との比較に基づいて、隣接する複数の交差点を同じサブエリアに含めるか否かを判定する請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の交通信号制御装置。

[請求項7] 下記に定義する第１交差点の流入交通量を取得し、

取得した前記第１交差点の流入交通量と、走行中の車両から得られ

るプローブ情報のうちの少なくも一方に基づいて、下記に定義する第２交差点の流入交通量を推定し、

取得した前記第１交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第１制御機の信号制御パラメータを生成し、推定した前記第２交差点の流入交通量に基づいて、下記に定義する第２制御機の信号制御パラメータを生成し、

生成した前記第１制御機の信号制御パラメータを当該第１制御機に送信し、生成した前記第２制御機の信号制御パラメータを当該第２制御機に送信する

交通信号制御方法。

第１交差点：流入交通量が得られる交差点

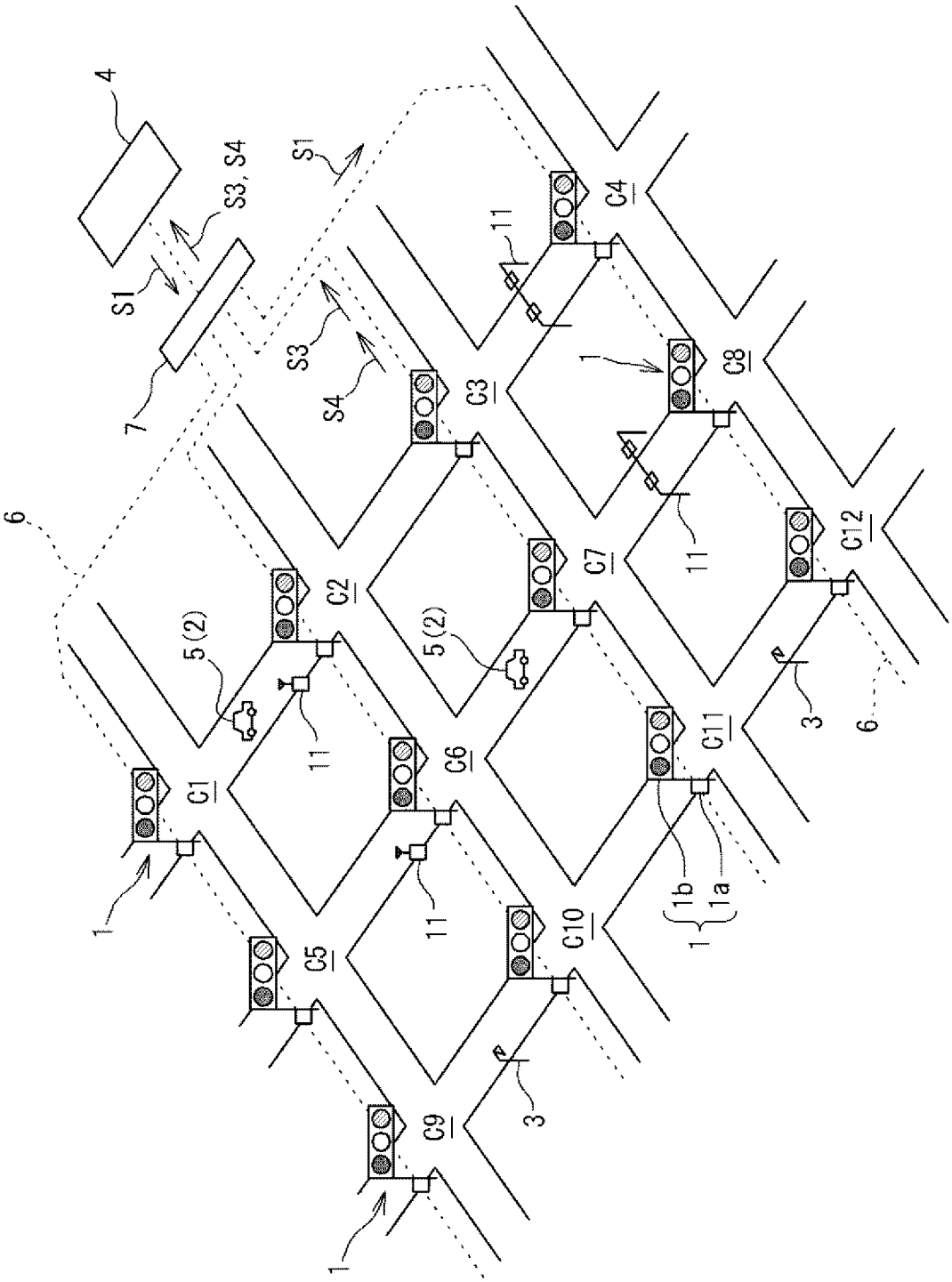
第２交差点：流入交通量が得られない交差点

第１制御機：第１交差点に設置された交通信号制御機

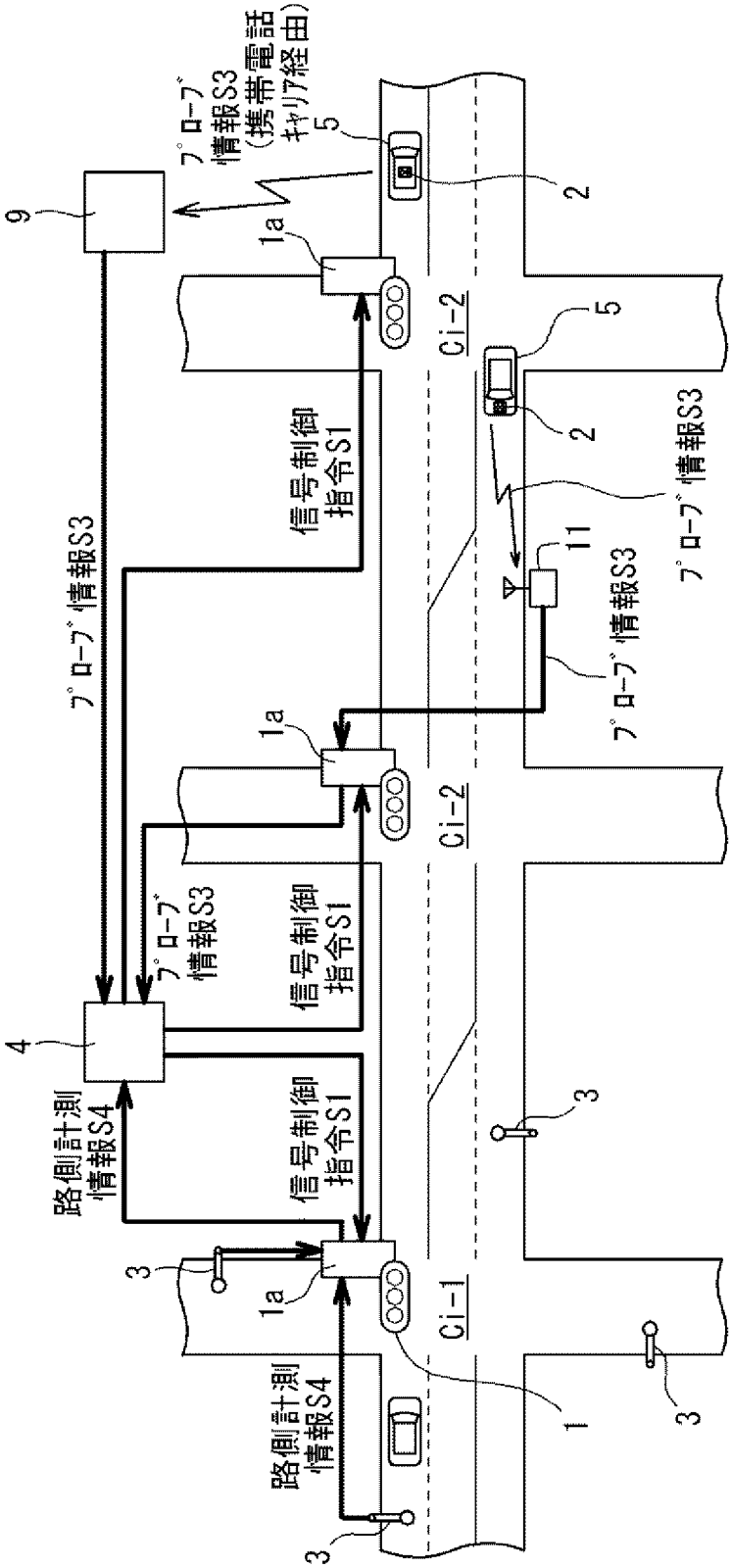
第２制御機：第２交差点に設置された交通信号制御機

[請求項8] コンピュータを、請求項１に記載の交通信号制御装置として機能させるためのコンピュータプログラム。

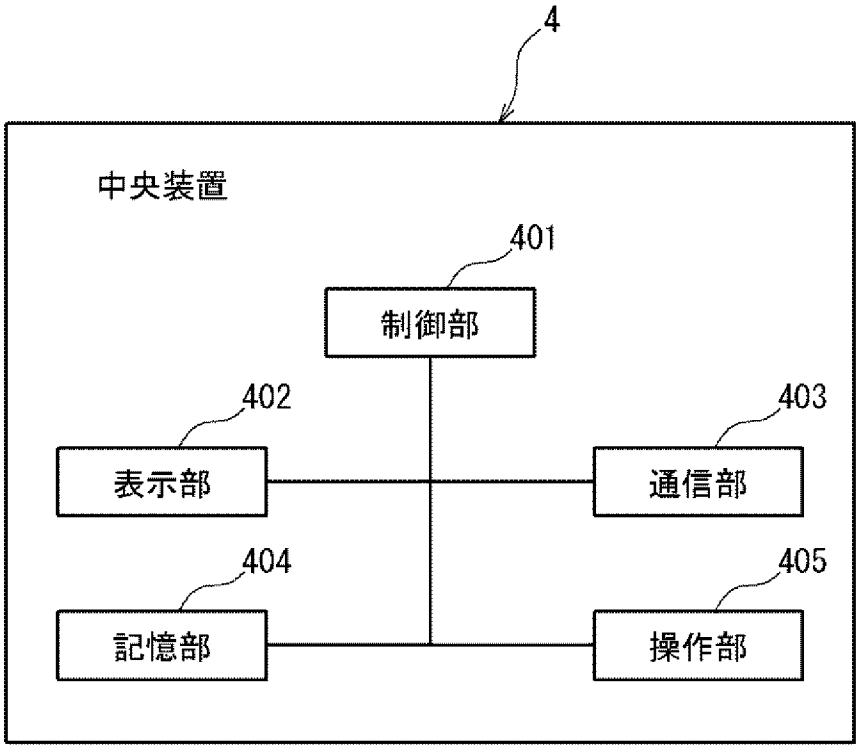
[図1]


4
S1
S3, S4
7
6
S1
S3
S4
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
5(2)
5(2)
11
11
11
11
1
1
1
1
1b
1a
3
3
6

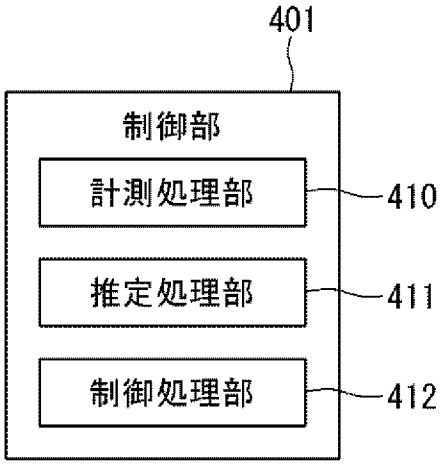
[図2]


プローブ情報S3
(携帯電話キャリア経由)
9
5
2
1a
Ci-2
信号制御指令S1
プローブ情報S3
11
プローブ情報S3
プローブ情報S3
プローブ情報S3
4
路側計測情報S4
3
Ci-1
1
路側計測情報S4

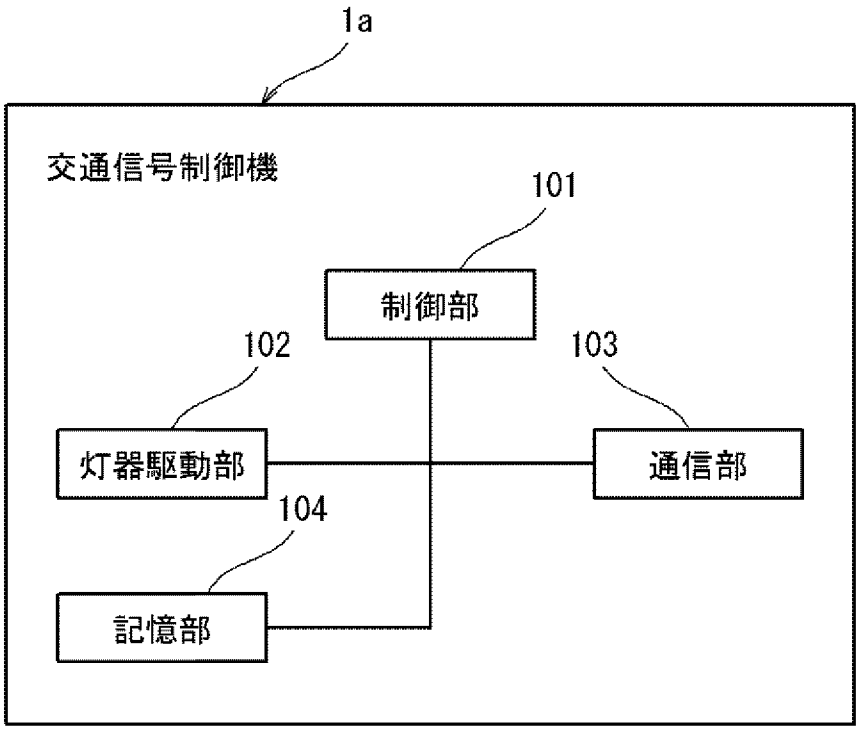
[図3]



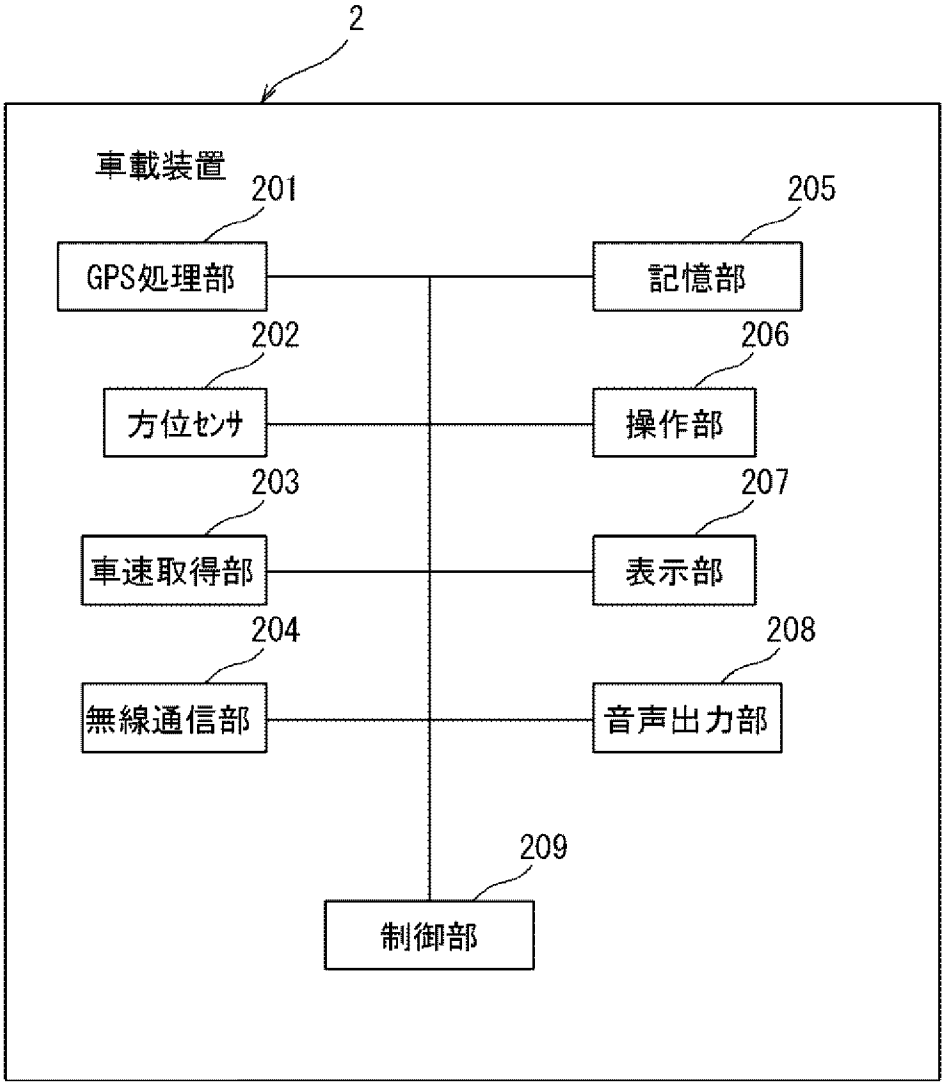
[図4]



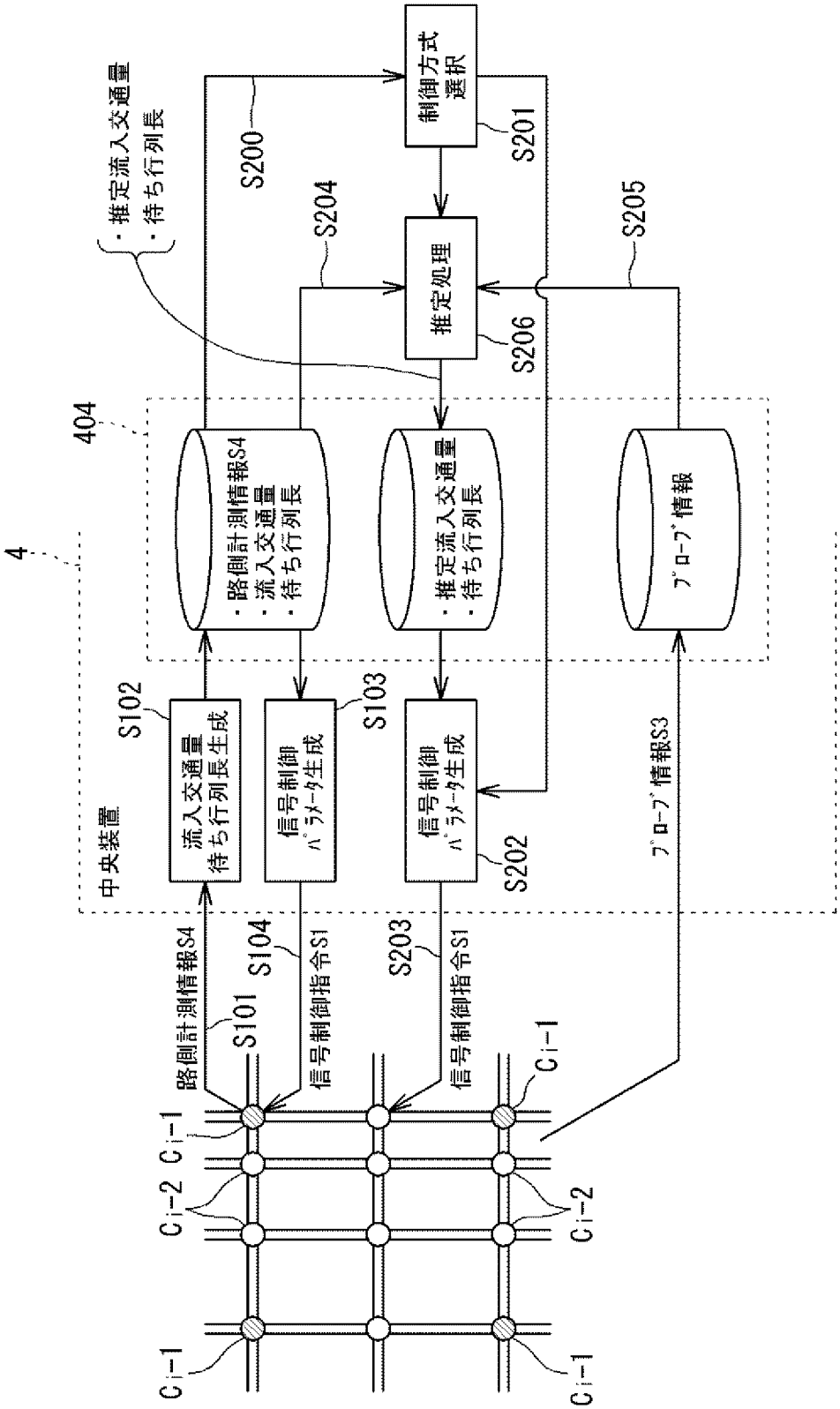
[図5]



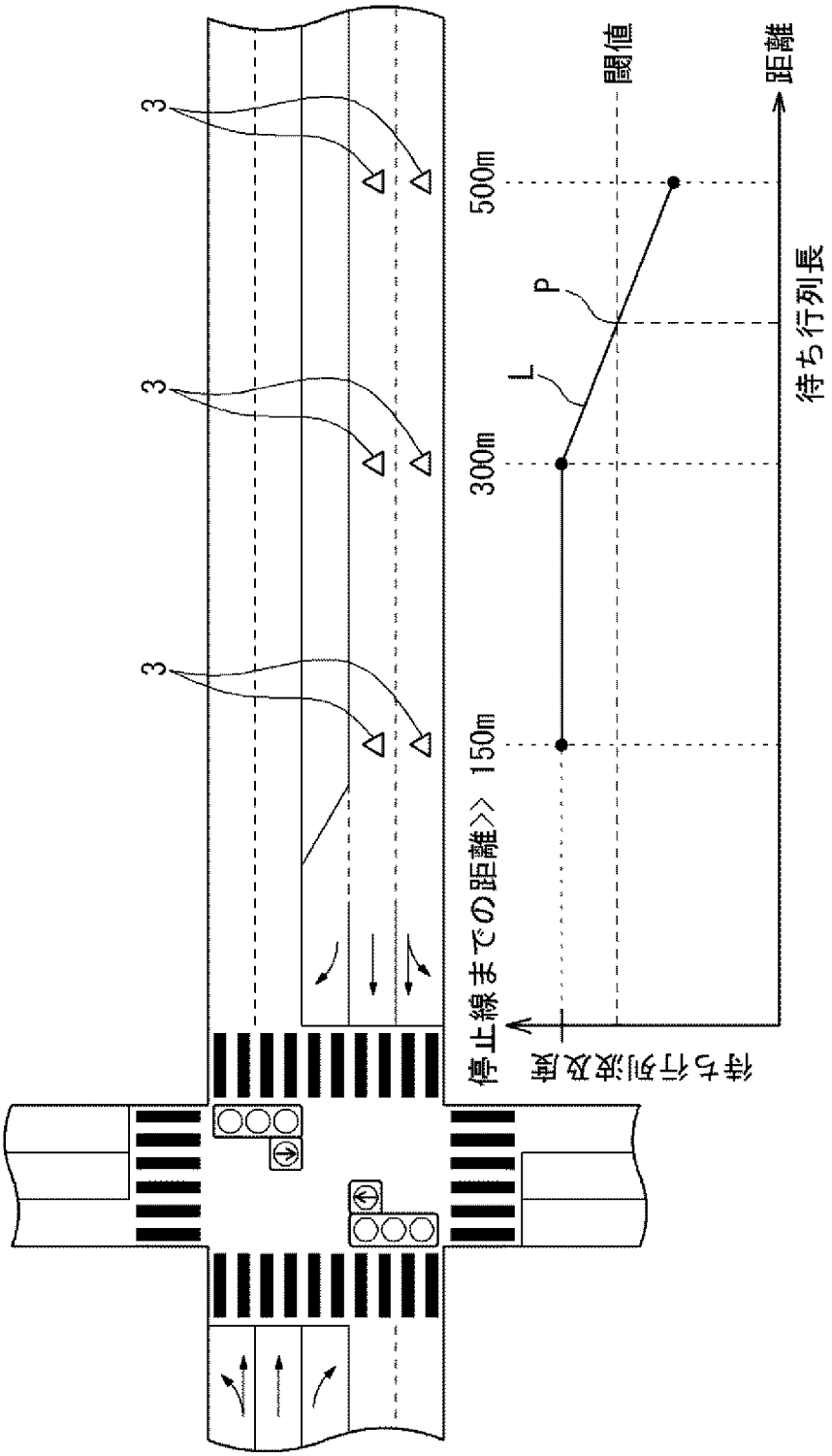
[図6]


2
車載装置
201
GPS処理部
202
方位センサ
203
車速取得部
204
無線通信部
205
記憶部
206
操作部
207
表示部
208
音声出力部
209
制御部

[図7]

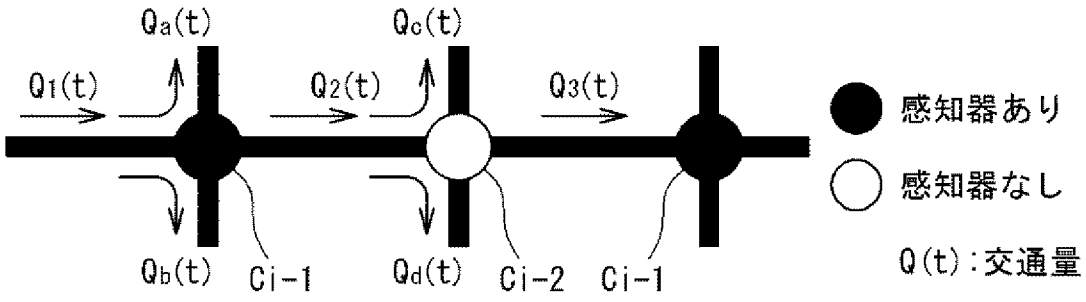

・推定流入交通量
・待ち行列長
S200
制御方式
選択
S201
S204
推定処理
S206
S205
404
4
・路側計測情報S4
・流入交通量
・待ち行列長
・推定流入交通量
・待ち行列長
プローブ情報
S102
流入交通量
待ち行列長生成
信号制御
パラメータ生成
S103
信号制御
パラメータ生成
S202
中央装置
プローブ情報S3
路側計測情報S4
S101
S104
信号制御指令S1
S203
信号制御指令S1
Ci-1
Ci-2
Ci-1
Ci-2
Ci-1
Ci-1

[図8]



[図9]

(a)



(b)

・交差点ごとの交通量を示す

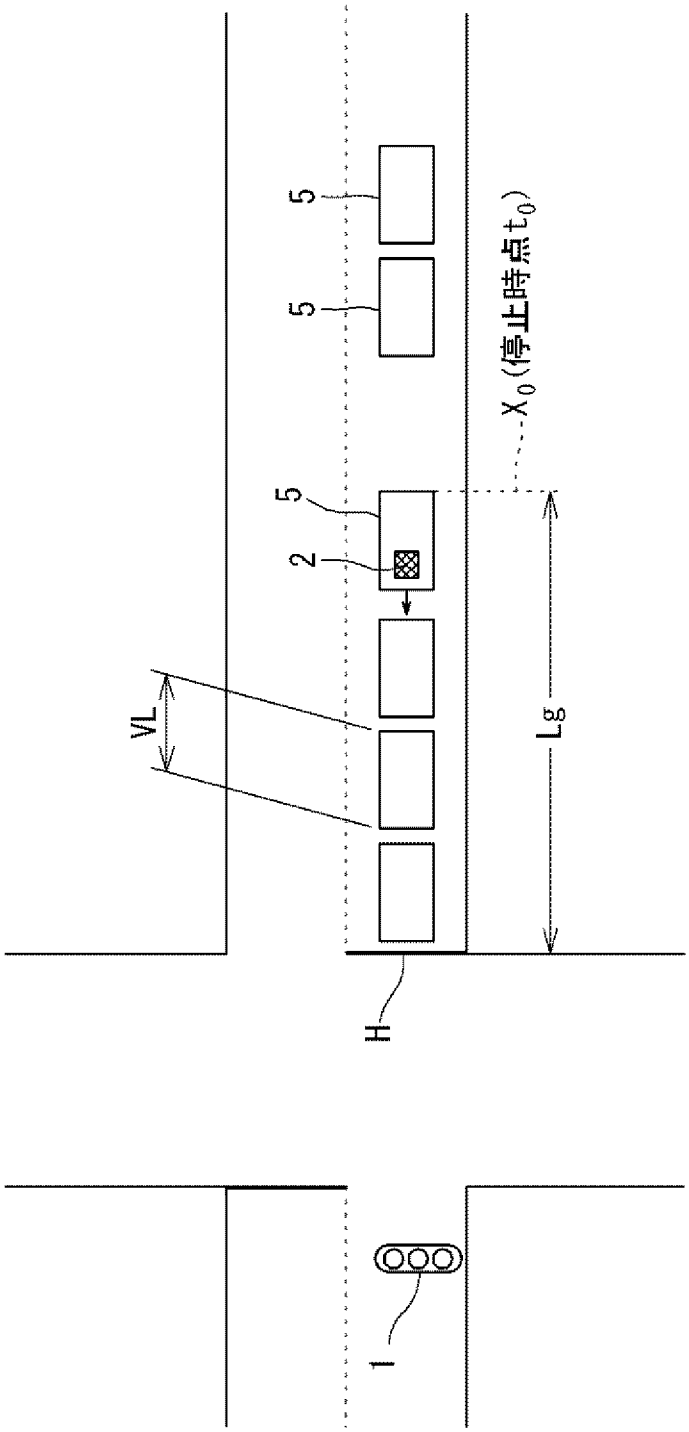
$$Q_1(t)=Q_2(t+1)+Q_a(t)+Q_b(t) \quad \cdots(5)$$

$$Q_2(t)=Q_1(t-1)+Q_a(t-1)+Q_d(t-1) \approx k(t)Q_1(t-1) \quad \cdots(6)$$

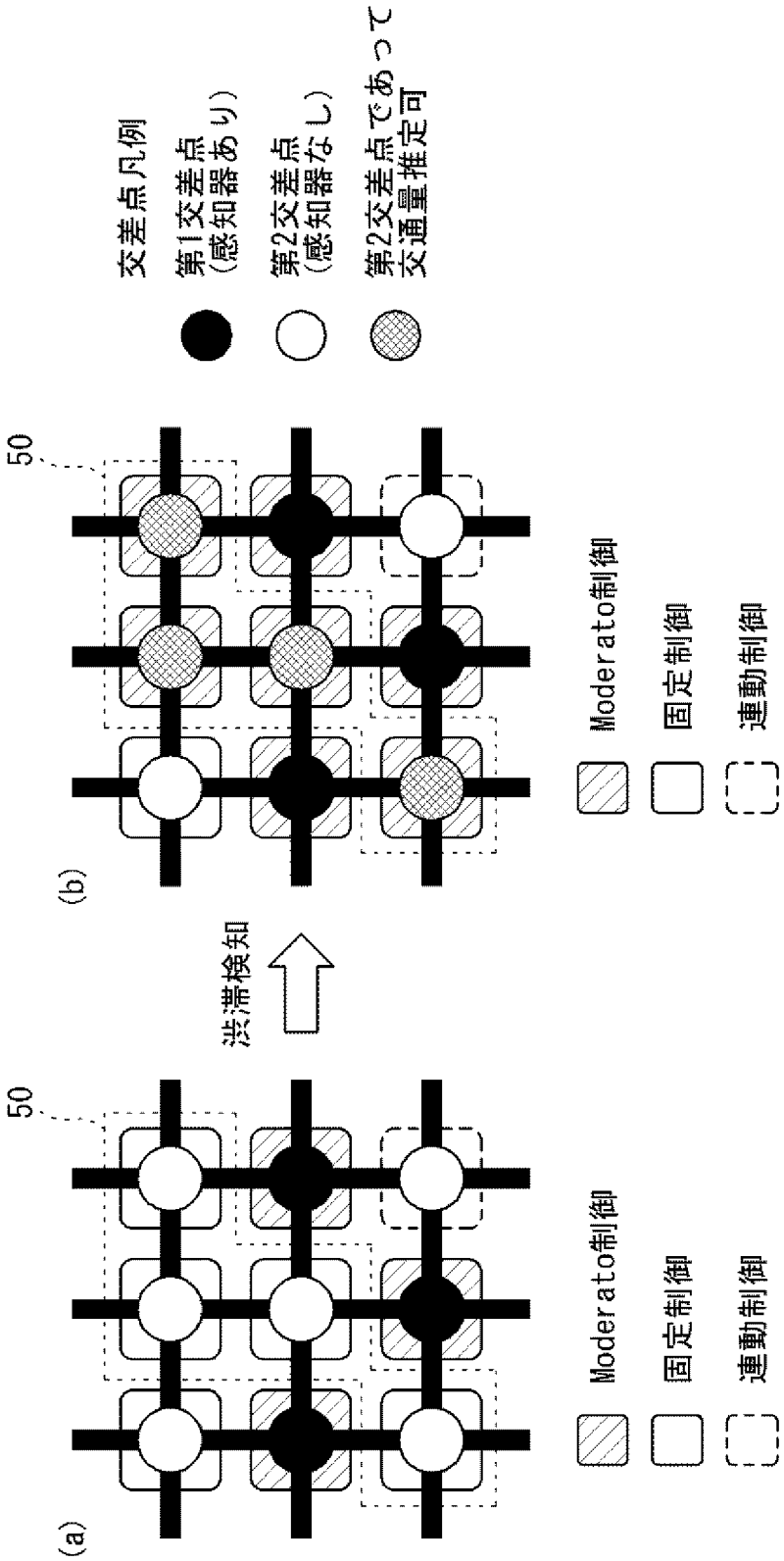
$$Q_2(t)=Q_3(t+1)+Q_c(t)+Q_d(t) \approx h(t)Q_3(t-1) \quad \cdots(7)$$

$$k(t)=\begin{cases} 0.7\ (3\text{p.m}\sim 8\text{p.m}) \\ 0.8\ (6\text{a.m}\sim 10\text{a.m}) \\ 0.9\ \begin{pmatrix} 0\text{a.m}\sim 6\text{a.m} \\ 10\text{a.m}\sim 3\text{p.m} \\ 8\text{p.m}\sim 0\text{a.m} \end{pmatrix} \end{cases} \qquad h(t)=\begin{cases} 0.4\ (3\text{p.m}\sim 8\text{p.m}) \\ 0.8\ (6\text{a.m}\sim 10\text{a.m}) \\ 0.6\ \begin{pmatrix} 0\text{a.m}\sim 6\text{a.m} \\ 10\text{a.m}\sim 3\text{p.m} \\ 8\text{p.m}\sim 0\text{a.m} \end{pmatrix} \end{cases}$$

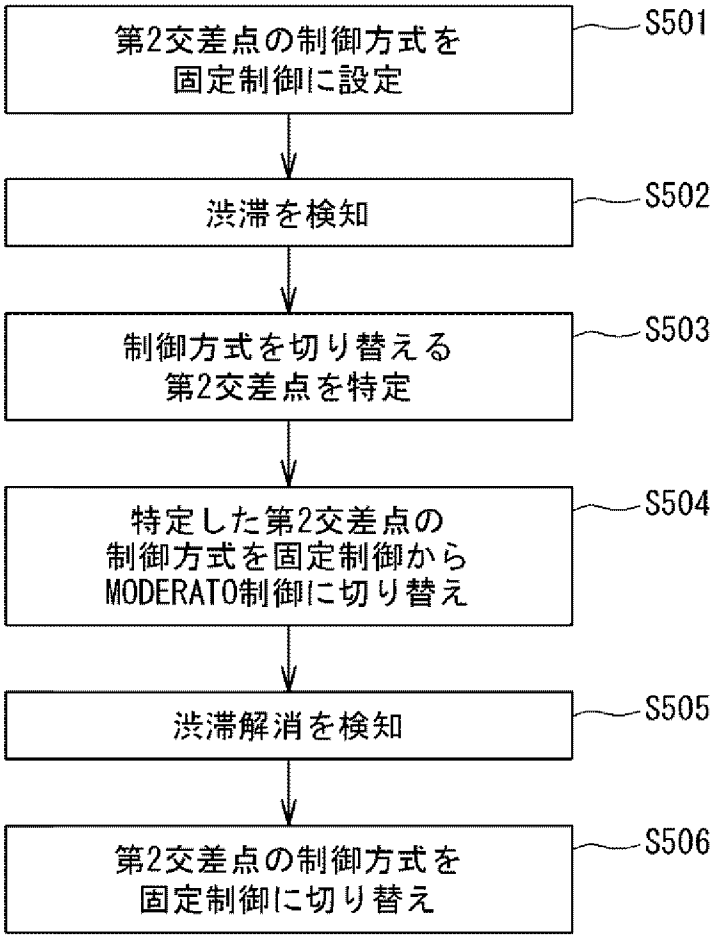
[図10]



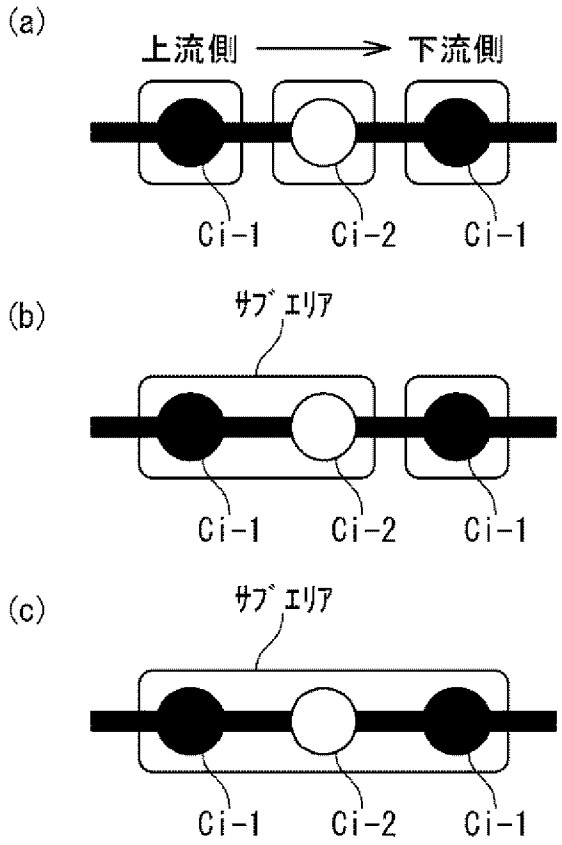
[図11]


交差点凡例
第1交差点
(感知器あり)
第2交差点
(感知器なし)
第2交差点であって
交通量推定可
50
(a)
Moderato制御
固定制御
連動制御
渋滞検知
50
(b)
Moderato制御
固定制御
連動制御

[図12]


第2交差点の制御方式を
固定制御に設定
S501
渋滞を検知
S502
制御方式を切り替える
第2交差点を特定
S503
特定した第2交差点の
制御方式を固定制御から
MODERATO制御に切り替え
S504
渋滞解消を検知
S505
第2交差点の制御方式を
固定制御に切り替え
S506

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/062370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G08G1/081(2006.01)i, *G08G1/01*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G08G1/00-99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2011-81640 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 21 April 2011 (21.04.2011), paragraphs [0021] to [0031], [0038] to [0039]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1,7-8 2-6
Y	JP 2007-122584 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 17 May 2007 (17.05.2007), paragraphs [0058] to [0062] (Family: none)	2-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 23 July 2015 (23.07.15)	Date of mailing of the international search report 04 August 2015 (04.08.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/062370

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-134893 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 18 May 2001 (18.05.2001), paragraphs [0065] to [0069] & US 6339383 B1	2-6
Y	JP 2010-79327 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 08 April 2010 (08.04.2010), claims 1 to 4; paragraphs [0016] to [0035]; fig. 1 to 8 (Family: none)	4-6
Y	JP 2002-230686 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 August 2002 (16.08.2002), paragraphs [0009] to [0021]; fig. 1 to 8 (Family: none)	4-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６２３７０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G08G1/081(2006.01)i, G08G1/01(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G08G1/00-99 /00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2011-81640 A（住友電気工業株式会社）2011.04.21，段落［００２１］－［００３１］，段落［００３８］－［００３９］，［図１］－［図５］（ファミリーなし）	1,7-8 2-6
Y	JP 2007-122584 A（住友電気工業株式会社）2007.05.17，段落［００５８］－［００６２］（ファミリーなし）	2-6
Y	JP 2001-134893 A（住友電気工業株式会社）2001.05.18，段落［００６５］－［００６９］ & US 6339383 B1	2-6

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２３．０７．２０１５	国際調査報告の発送日 ０４．０８．２０１５
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｈ　９０７４ 田中　純一 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３１６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2010-79327 A (住友電気工業株式会社) 2010.04.08, ［請求項１］－［請求項４］, 段落［００１６］－［００３５］,［図１］－［図８］(ファミリーなし)	4-6
Y	JP 2002-230686 A（松下電器産業株式会社）2002.08.16, 段落［０００９］－［００２１］,［図１］－［図８］（ファミリーなし）	4-6