

(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
2013 年 12 月 27 日(27.12.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/190866 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/01 (2006.01) **G08G 1/13** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/055819
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 4 日(04.03.2013)
- (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 2012-136937 2012 年 6 月 18 日(18.06.2012) 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 3 3 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 西村 茂樹 (NISHIMURA, Shigeki); 〒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). 小林 雅文 (KOBAYASHI, Masafumi); 〒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). 長島 靖 (NAGASHIMA, Yasushi); 〒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).

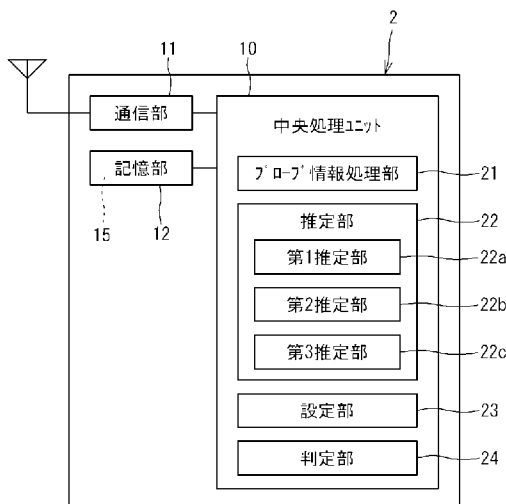
(74) 代理人: 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所 (SUNCREST PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒6500023 兵庫県神戸市中央区栄町通四丁目 1 番 1 1 号 Hyogo (JP).

(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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

[続葉有]

(54) Title: TRAVEL TIME INFORMATION GENERATION SYSTEM AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: 旅行時間情報生成システム及びコンピュータプログラム



(57) Abstract: A travel time information generation system, which generates travel time information for a road link on the basis of probe information from a probe vehicle travelling the road link, is equipped with a vehicle sensor (6), an estimation unit (22), and a setting unit (23). The estimation unit (22) specifies a non-probe vehicle from multiple vehicles detected by the vehicle sensor (6), and estimates the amount of time for which this specified non-probe vehicle is stopped on this road link. The setting unit (23) sets the travel time, obtained on the basis of the stoppage time for the specified non-probe vehicle and the probe information from the probe vehicle traveling the road link, as the travel time information for this road link.

(57) 要約: 道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報に基づいて、この道路リンクにおける旅行時間情報を生成する旅行時間情報生成システムは、車両感知器 6、推定部 22 及び設定部 23 を備えている。推定部 22 は、車両感知器 6 が感知した複数の車両から非プローブ車両を特定すると共に、この特定した非プローブ車両がこの道路リンクで停止した時間を推定する。設定部 23 は、推定された非プローブ車両の停止した時間と、道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報とに基づいて得た旅行時間を、この道路リンクの旅行時間情報として設定する。

- 10 Central processing unit
11 Communication unit
12 Storage unit
21 Probe information processing unit
22 Estimation unit
22a First estimation unit
22b Second estimation unit
22c Third estimation unit
23 Setting unit
24 Determination unit



(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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

旅行時間情報生成システム及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、道路リンクの旅行時間情報を生成するシステム、及び、旅行時間情報を生成する処理をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] 道路リンクを車両が走行するために要する旅行時間の情報（以下、旅行時間情報という）は、道路の渋滞状況を把握したり、目的地までの最適経路を探索したりするために必要とされているが、道路リンクの実際の旅行時間は時々刻々と変化するため、リアルタイムで旅行時間情報を生成し更新することが重要である。

そこで、車両（プローブ車両）が実際に道路を走行しながら送信したプローブ情報を、サーバ装置が、収集し、これらプローブ情報に基づいて各道路リンクの旅行時間を算出し、これを旅行時間情報として蓄積する。そして、このように蓄積した旅行時間情報や、この旅行時間情報に基づいて探索した目的地までの推奨経路の情報等を、車両に提供する交通情報システムが提案されている（特許文献1及び2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-344006号公報

特許文献2：特開2004-101505号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] サーバ装置は、前記のとおり、収集したプローブ情報に基づいて算出した道路リンク毎の旅行時間を旅行時間情報としてデータベースに蓄積させてい

るが、ある道路リンクに関して複数の車両からプローブ情報が収集された場合、車両それぞれについての旅行時間が算出され、これら算出した旅行時間の単なる平均値を、データベースに蓄積させる旅行時間情報としている。このため、このデータベースに蓄積されている旅行時間情報は、以下に説明するように、実際の旅行時間を示すものではなく誤差が大きくなる場合がある。

[0005] すなわち、図8は、道路リンクLを複数の車両が走行する軌跡を、横軸を時間として示した説明図である。道路リンクLの終端となる交差点には、交通信号機が設置されており、図8の下部に、この交通信号機の赤又は青の灯色を示している。交通信号機の灯色の1サイクル（赤の開始から次の赤の開始まで）の間に、この交差点を6台の車両C1～C6が通過したとする。この場合、この道路リンクLの旅行時間（期待値）は、これら車両C1～C6の旅行時間の合計を車両数（6台）で除算した平均値とするのが望ましい。

[0006] ここで、車両C1～C6のうち、車両C1、C2のみが、プローブ情報を送信する機能を有しているプローブ車両であり、その他の車両C3～C6は、プローブ情報を送信する機能を有していない非プローブ車両であるとする。車両C1、C2は、交差点の手前で赤の灯色により長時間停止しており、車両C1の旅行時間は「T1」となり、車両C2の旅行時間は「T2」となる。これに対して、例えば、非プローブ車両C4は、停止することなく交差点を通過しており、その旅行時間は「T3」となり、この旅行時間T3は、車両C1、C2の旅行時間T1、T2よりも短くなる。同様に他の非プローブ車両C5、C6の旅行時間も、車両C1、C2の旅行時間T1、T2よりも短くなる。

[0007] しかし、サーバ装置では、プローブ車両C1、C2の旅行時間T1、T2に基づいて旅行時間情報が生成されてしまい、非プローブ車両C3～C6の旅行時間が考慮されることはない。このため、サーバ装置において算出される旅行時間は、プローブ車両C1、C2の旅行時間T1、T2の影響により、車両C1～C6の平均値（期待値）よりも長くなってしまうことが考えら

れる。

このように、プローブ情報に基づいて算出される旅行時間と、平均値（期待値）との間に誤差が発生する原因の一つとしては、プローブ車両（プローブ情報）の数が少なく、また、図8に示すように、複数のプローブ車両からプローブ情報が収集されたとしても、これら複数のプローブ車両が時間的に均等ではなく偏って走行することがあるためである。

[0008] したがって、交通情報システムにおいて、このような誤差を含む旅行時間情報に基づいて、例えば目的地までの推奨経路が探索され、その経路が車両に提供されても、その車両にとっては、それが本当に最短旅行時間の経路になるとは限らないことが考えられる。

[0009] そこで、本発明は、より正確な旅行時間情報を生成することが可能となる旅行時間情報生成システム、及び、より正確な旅行時間情報を生成するためのコンピュータプログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] （1）本発明は、道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報に基づいて、この道路リンクにおける旅行時間情報を生成する旅行時間情報生成システムであって、前記道路リンクを走行する車両を感知する車両感知部と、前記車両感知部が感知した複数の車両から非プローブ車両を特定すると共に、この特定した非プローブ車両が当該道路リンクで停止した時間を推定する推定部と、推定された前記非プローブ車両の停止した時間と前記道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報とに基づいて得た旅行時間を、この道路リンクの旅行時間情報として設定する設定部とを備えていることを特徴とする。

[0011] 道路リンクを複数のプローブ車両が時間的に均等でなく偏って走行することがあり、偏って大きな又は小さな値の旅行時間が求められるようなことがあっても、本発明によれば、この道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報の他に、推定された非プローブ車両の停止した時間が考慮されて得た旅行時間が、その道路リンクの旅行時間情報として設定されるので、前記

のような、偏った大きな又は小さな値の旅行時間の影響を抑えることができ、より正確な旅行時間情報を生成することが可能となる。

[0012] (2) また、前記車両感知部は、前記道路リンク中で交通信号機が設置されている領域よりも車両進行方向の上流側に設けられ、当該道路リンクを走行する車両を感知すると共にその感知時刻を取得し、前記推定部は、前記車両感知部による感知結果と前記プローブ情報とに基づいて前記非プローブ車両を特定し、前記感知時刻及び前記交通信号機の灯色のサイクル情報に基づいて、前記非プローブ車両の前記停止した時間を推定するのが好ましい。

この場合、推定部は、車両感知部による感知結果とプローブ情報とに基づいて非プローブ車両を特定することができ、また、この車両感知部による車両の感知時刻及び交通信号機の灯色のサイクル情報に基づいて、非プローブ車両が道路リンクで停止した時間を推定することができる。

[0013] (3) また、例えば交差点等の交通信号機の設置領域の手前で停止しなかったプローブ車両よりも前に車両感知部によって感知された非プローブ車両の停止した時間を、推定部が、このプローブ車両のプローブ情報を用いて推定するために、前記推定部は、前記交通信号機の設置領域の手前で停止しなかったプローブ車両の速度を非プローブ車両の速度としてみなし、前記車両感知部が当該非プローブ車両を感知した時刻に基づいて、当該非プローブ車両が停止する前記設置領域の手前の停止位置に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻とする第一推定部と、前記サイクル情報に基づいて当該非プローブ車両が走行を再開する停止終了時刻を求める第二推定部と、前記停止開始時刻と前記停止終了時刻とから、当該非プローブ車両が停止した時間を推定する第三推定部とを有しているのが好ましい。

この場合、交通信号機の設置領域の手前で停止しなかったプローブ車両のプローブ情報を用いて、非プローブ車両が停止した時間を推定することが可能となる。

[0014] (4) また、例えば交差点等の交通信号機の設置領域の手前で停止したプローブ車両よりも前に車両感知部によって感知された非プローブ車両の停止

した時間を、推定部が、このプローブ車両のプローブ情報を用いて推定するために、前記推定部は、前記交通信号機の設置領域の手前で停止したプローブ車両の速度を非プローブ車両の速度としてみなし、前記車両感知部が当該非プローブ車両を感知した時刻に基づいて、前記プローブ車両の停止位置から車両進行方向下流側において当該非プローブ車両が停止する停止位置に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻とする第一推定部と、前記サイクル情報に基づいて当該非プローブ車両が走行を再開する停止終了時刻を求める第二推定部と、前記停止開始時刻と前記停止終了時刻とから、当該非プローブ車両が停止した時間を推定する第三推定部とを有しているのが好ましい。

この場合、交通信号機の設置領域の手前で停止したプローブ車両のプローブ情報を用いて、非プローブ車両が停止した時間を推定することが可能となる。

[0015] (5) また、プローブ車両よりも後に車両感知部によって感知された非プローブ車両の停止した時間を、推定部が、このプローブ車両のプローブ情報を用いて推定するために、前記推定部は、プローブ車両の速度を非プローブ車両の速度としてみなし、前記車両感知部が当該非プローブ車両を感知した時刻に基づいて、前記プローブ車両の停止位置から車両進行方向上流側において当該非プローブ車両が停止する停止位置に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻とする第一推定部と、前記サイクル情報に基づいて当該非プローブ車両が走行を再開する停止終了時刻を求める第二推定部と、前記停止開始時刻と前記停止終了時刻とから、当該非プローブ車両が停止した時間を推定する第三推定部とを有しているのが好ましい。

この場合、プローブ車両よりも後に車両感知部により感知された非プローブ車両が停止した時間を、このプローブ車両のプローブ情報を用いて、推定することが可能となる。

[0016] (6) また、前記旅行時間情報生成システムは、前記道路リンクにおける前記プローブ車両の旅行時間及び当該プローブ車両が当該道路リンクにおい

て停止した時間を、前記プローブ情報に基づいて求めるプローブ情報処理部を更に備え、前記設定部は、前記プローブ車両の前記旅行時間から当該プローブ車両の前記停止した時間を除いた時間に、前記プローブ車両及び前記非プローブ車両を含む複数の車両が前記道路リンクで停止した時間の平均値を、含める演算により求まる旅行時間を、この道路リンクの旅行時間情報として設定するのが好ましい。

この場合、道路リンクでプローブ車両が停止した時間の代わりに、プローブ車両及び非プローブ車両を含む複数の車両がこの道路リンクで停止した時間の平均値が用いられて求められる旅行時間が、この道路リンクの旅行時間情報として設定される。

[0017] (7) また、道路リンクにおいて、車両感知部の感知エリアよりも車両進行方向の上流側で各車両が停止している場合、この道路リンクに流入する車両の交通流の分布を、車両感知部の観測情報に基づいて把握することができない。そこで、旅行時間情報生成システムは、前記車両感知部の感知エリアよりも車両進行方向の上流側における非プローブ車両の停止を判定すると共に、この停止した時間を求める判定部を、更に備え、前記推定部は、この停止した時間を含めて当該非プローブ車両が道路リンクで停止した時間を推定するのが好ましく、この場合、より一層正確な旅行時間情報を生成することが可能となる。

[0018] (8) また、本発明は、道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報に基づいて、この道路リンクにおける旅行時間情報を生成する処理を、コンピュータによって実行させるためのコンピュータプログラムであって、コンピュータを、車両感知部が感知した前記道路リンクを走行する複数の車両から非プローブ車両を特定すると共に、この特定した非プローブ車両が当該道路リンクで停止した時間を推定する推定部、及び、推定された前記非プローブ車両の停止した時間と前記道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報とに基づいて得た旅行時間を、この道路リンクの旅行時間情報として設定する設定部として機能させることを特徴とする。

本発明によれば、前記（１）に記載の旅行時間情報生成システムと同様の作用効果を奏することができる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、道路リンクを複数のプローブ車両が時間的に均等でなく偏って走行することがあり、偏って大きな又は小さな値の旅行時間が求められるようなことがあっても、この道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報の他に、推定された非プローブ車両の停止した時間が考慮されて得た旅行時間が、その道路リンクの旅行時間情報として設定されるので、前記のような、偏った大きな又は小さな値の旅行時間の影響を抑えることができ、より正確な旅行時間情報を生成することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の旅行時間情報生成システムを備えている交通情報システムの全体構成図である。

[図2]道路リンクの説明図である。

[図3]旅行時間情報生成装置の概略構成を示すブロック図である。

[図4]道路リンクを複数の車両が走行する軌跡を、横軸を時間として示した説明図（第一の例）である。

[図5]道路リンクを複数の車両が走行する軌跡を、横軸を時間として示した説明図（第二の例）である。

[図6]道路リンクを複数の車両が走行する軌跡を、横軸を時間として示した説明図（第三の例）である。

[図7]判定部の機能を説明する説明図であって、道路リンクを複数の車両が走行する軌跡を、横軸を時間として示した図である。

[図8]従来技術の課題を説明するための説明図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態を説明する。

[１． 全体構成]

図１は、本発明の旅行時間情報生成システムを備えている交通情報システ

ムの全体構成図である。この交通情報システムには、中央装置 1、車載装置 3、車載装置 3 を搭載したプローブ車両 4、車載装置 3 と無線通信する路側通信機 5、車両感知器 6、管理装置 7、並びに、交通信号機 8 等が含まれる。

[0022] 本実施形態の旅行時間情報生成システムでは、プローブ車両 4（車載装置 3）のプローブ情報に基づいて各道路リンクを車両が走行するために要する旅行時間に関する情報（以下、旅行時間情報という）を生成する旅行時間情報生成装置 2 を、中央装置 1 が有している。さらに、この中央装置 1 は、プローブ車両 4（車載装置 3）からの要求に応じて、この旅行時間情報や、この旅行時間情報に基づいて探索された目的地までの推奨経路の情報等を提供する機能を有している。

つまり、中央装置 1 は、その機能の一部として、前記旅行時間情報生成装置 2（以下、単に生成装置 2 という）を備えており、この生成装置 2 によって、各道路リンクにおける旅行時間情報が生成され蓄積される。生成装置 2 の詳細については後に説明する。

[0023] 本実施形態の旅行時間情報生成システムが備えている車両感知器 6 は、光学式の車両感知器である光ビーコンからなり、ビーコンヘッド 6 a とその制御部 6 b とを有している。ビーコンヘッド 6 a は、図 2 に示すように、交通信号機 8 が設置されている領域（本実施形態では交差点 J a）よりも車両進行方向の上流側に設けられている。制御部 6 b は、交差点 J a に向かって走行する車両を感知すると共に、その感知時刻を取得する機能を有している。制御部 6 b は、車両を感知した情報及びその感知時刻を観測情報として生成する。車両感知器 6 は、プローブ車両 4 の他に、非プローブ車両 14 も当然に感知する。

[0024] この観測情報は通信回線を介して管理装置 7（図 1 参照）に送信され、管理装置 7 はこの観測情報を生成装置 2 へ転送する。また、管理装置 7 や中央装置 1 が有する情報は、光ビーコン（車両感知器 6）を通じて、車載装置 3 へ送信される。

また、本実施形態では、図2に示すように、この交差点J aが、道路リンクLの終端L eとなり、この交差点J aよりも車両進行方向上流側の交差点J bを、道路リンクLの終端L sとしている。車両感知器6による感知エリアは、道路リンクLの途中に設定されている。

[0025] 車載装置3は、プローブ情報を生成するコンピュータとしての機能及び通信機能を備えている。車載装置3は、プローブ車両4の走行により取得した情報としてプローブ情報を生成し、生成したプローブ情報を、路側通信機5を通じて生成装置2へ送信する。プローブ情報の送信周期は、例えば数秒であり、生成装置2は、各プローブ車両4のプローブ情報をこの周期で収集する。

[0026] プローブ情報は、プローブ車両4の走行位置（現在位置）、この走行位置の通過時刻及びプローブ車両4の識別情報（車両ID）等を含む情報である。なお、プローブ車両4の識別情報に代えて、このプローブ車両4に搭載されている車載装置3の識別情報（車載装置ID）であってもよい。車載装置3はGPS機能を有しており、プローブ車両4の位置は、車載装置3が有するGPS受信機によって受信したGPS信号に基づいて算出される。また、車載装置3は時計機能を有しており、各位置の通過時刻に関する時刻情報を取得可能である。

プローブ情報は、道路を走行するプローブ車両4から取得するため、エリアカバー率を高くすることは可能であるが、プローブ車両4となるための車載装置3の普及率が低いと、時間的に低密度の情報しか得られない。なお、プローブ情報は、プローブカーデータ、又は、フローティングカーデータともいう。

[0027] 路側通信機5は、無線通信装置からなり、車載装置3との間で無線通信によって情報の送受信を行う機能を有しており、また、中央装置1と通信回線を通じて接続されている。

路側通信機5は、車載装置3が送信したプローブ情報を受信し、中央装置1へ転送する。また、路側通信機5は、中央装置1からプローブ車両4への

提供用の交通情報を取得し、その交通情報を車載装置 3 に送信する。提供する交通情報として、中央装置 1 が有している道路リンクの旅行時間情報や、推奨経路の情報がある。なお、車載装置 3 が携帯電話回線を使用して無線通信を行う場合、路側通信機 5 は携帯電話機の基地局装置となる。

[0028] 交通信号機 8 は、交差点 J a に設置された信号灯器 8 b と、信号灯器 8 b の灯色の制御を行う信号制御機 8 a とを備えている。信号制御機 8 a は、電話回線等の通信回線を介して、例えば交通管制センターに設置されている管理装置 7 に接続されている。管理装置 7 と信号制御機 8 a とは双方向通信が可能であり、信号制御機 8 a は、信号制御指令を管理装置 7 から受信し、この信号制御指令に基づいて、信号灯器 8 b の信号灯の点灯、消灯及び点滅を制御する。

[0029] 管理装置 7 は、ワークステーションやパーソナルコンピュータ等のコンピュータからなり、所定の管理エリア内の交通管制を行う。管理装置 7 は、交差点 J a に設置されている交通信号機 8、及び、この交差点 J a の上流側道路に設置されている車両感知器 6 の管理を行う。

[0030] 管理装置 7 は、交通信号機 8 の信号制御パラメータとして、信号サイクルの開始時刻（つまり、赤又は青の灯色の開始時刻）、サイクル長、スプリット、及び、オフセット等を設定する機能を有している。そして、管理装置 7 は、この信号制御パラメータの一部又は全部を信号情報として、信号制御機 8 a へ送信する。この信号情報は、信号制御機 8 a による信号灯器 8 b の制御に用いられる他、管理装置 7 から生成装置 2 へも送信される。生成装置 2 へ送信された信号情報は、後に説明する旅行時間情報の生成に用いられる。

[0031] [2. 旅行時間情報生成装置 2 について]

図 3 は、生成装置 2 の概略構成を示すブロック図である。生成装置 2 は、ワークステーションやパーソナルコンピュータ等のコンピュータからなり、CPU を有する中央処理ユニット 10 と、通信インタフェースからなる通信部 11 と、ハードディスク等からなる記憶部 12 とを備えている。生成装置 2 として機能させるためのコンピュータプログラムがこのコンピュータにイ

インストールされることにより、このコンピュータが生成装置 2 として機能する。

[0032] 生成装置 2 は、道路リンク L（図 2 参照）を走行するプローブ車両 4 の車載装置 3 から送信されるプローブ情報に基づいて、この道路リンク L における旅行時間情報を生成する機能を有しているが、この生成装置 2 が有する後述の各機能（プローブ情報処理部 2 1、推定部 2 2、設定部 2 3 及び判定部 2 4 の各機能）は、コンピュータプログラムが中央処理ユニット 1 0（CPU）によって実行されることで発揮される。なお、このコンピュータプログラムは、DVD-ROM等の記録媒体に格納して販売、譲渡することができる。なお、以下に説明する生成装置 2 の各機能は、特に断らない限り、コンピュータプログラムによって実現される。

[0033] なお、本実施形態に係る道路リンク L（図 2 参照）は、交差点単位で区切った道路の区間であるが、道路リンクの定義はこれ以外であってもよく、例えば、交差点単位で区切った区間を複数まとめた区間であってもよい。また、各道路リンクについて生成される旅行時間情報は、時間帯毎とされ、例えば 5 分毎又は 1 5 分毎に時間区分されている。

また、道路リンク L の終端 L e に設置されている交通信号機 8 の 1 つの信号サイクル中に、車両感知器 6 によって感知された全車両（プローブ車両 4 及び非プローブ車両 1 4 を含む）を対象として、その道路リンク L の旅行時間を生成する処理が生成装置 2 によって行われる。

[0034] 以下、生成装置 2 が有する各機能について説明する。

プローブ情報処理部 2 1 は、プローブ車両 4 から送信され通信部 1 1 が受信したプローブ情報を取得する。このプローブ情報は、前記のとおり、プローブ車両 4 の走行位置、この走行位置の通過時刻及びプローブ車両 4 の識別情報（車両 ID）等を含む情報であり、また、このプローブ情報は、数秒毎に生成された情報であることから、プローブ情報処理部 2 1 は、これらプローブ情報を収集することにより、そのプローブ車両 4 の道路リンク L における走行軌跡及び旅行時間を求めることができる。さらに、このプローブ車両

4 が、例えば、交通信号機 8 の赤の灯色により、交差点 J a の手前の位置（例えば、停止線 F）で停止した場合、このプローブ車両 4 のプローブ情報に基づけば、その停止位置、停止開始時刻及び停止終了時刻を求めることができ、また、これら停止開始時刻と停止終了時刻とから停止した時間を求めることができる。なお、プローブ車両 4 が停止しない場合、停止した時間はゼロとなる。

[0035] このように、プローブ情報処理部 21 は、プローブ情報に基づいて道路リンク L におけるプローブ車両 4 の旅行時間、及び、この道路リンク L で停止した時間（以下、停止時間とも言う）を求める機能を有している。なお、プローブ情報処理部 21 は、交通信号機 8 の信号サイクルの 1 周期の間に車両感知器 6 によって感知された 1 台又は複数台のプローブ車両 4 のプローブ情報を、一つの情報群として扱い、プローブ車両 4 の ID 毎に旅行時間及び停止した時間等を求める。

[0036] 各プローブ車両 4 から送信されたプローブ情報によれば、車両感知器 6（ビーコンヘッド 6a）の感知エリアをそのプローブ車両 4 が通過した時刻を、プローブ情報処理部 21 は求めることができる。また、車両感知器 6 からの観測情報に基づいて、推定部 22 は、感知した全ての車両の通過時刻を知ることができる。そこで、推定部 22 は、これら時刻を照らし合わせることで、プローブ車両 4 を特定することができ、また、このプローブ車両 4 以外の車両を、非プローブ車両 14 として特定することができる。これにより、推定部 22 は、交通信号機 8 の信号サイクル毎に車両感知器 6 が感知した全車両の中から、プローブ車両 4（非プローブ車両 14）を特定することができる。

このように、推定部 22 は、車両感知器 6 による観測情報（感知結果）とプローブ情報とに基づいて、道路リンク L を走行する複数の車両から、非プローブ車両 14 を特定することができる。この機能を、推定部 22 による車両の特定機能と呼ぶ。

[0037] また、道路リンク L を複数の車両が走行するが、これら車両には、当然に

、プローブ車両 4 の他に、非プローブ車両 1 4 も含まれる。前記のとおり、プローブ情報処理部 2 1 によれば、プローブ車両 4 の旅行時間及び停止時間を、測定値からなるプローブ情報に基づいて算出可能である。しかし、非プローブ車両 1 4 は、車両感知器 6 によって感知されるが、この感知の情報（前記観測情報）のみに基づいて、その非プローブ車両 1 4 の道路リンク L の旅行時間や停止時間を算出することは不可能である。

[0038] そこで、推定部 2 2 は、通信部 1 1 から収集されたプローブ車両 4 のプローブ情報、車両感知器 6 の観測情報、及び、交通信号機 8 の灯色のサイクル情報に基づいて、非プローブ車両 1 4 が道路リンク L で停止した時間を推定する機能を有している。なお、本実施形態では、この停止時間の推定を行う対象は、車両感知器 6 によって感知された非プローブ車両 1 4 であり、この非プローブ車両 1 4 は、前記の推定部 2 2 による車両の特定機能によって特定されている。

したがって、例えば、交通信号機 8 の信号サイクルの 1 周期の間に車両感知器 6 によって感知された複数の車両のうち、4 台の非プローブ車両 1 4 が特定された場合、推定部 2 2 は、これら 4 台の非プローブ車両 1 4 を、一つのグループとして扱い、これら 4 台の非プローブ車両 1 4 それぞれの停止時間を推定する。この推定の処理の具体例は、後に第一、第二及び第三の例として説明する。また、推定部 2 2 は、複数の機能を有し、第一推定部 2 2 a、第二推定部 2 2 b、第三推定部 2 2 c を有している。

[0039] プローブ車両 4 の道路リンク L の旅行時間 (T_{pa}) 及び停止時間 (T_{ps}) は、前記のとおり、プローブ情報処理部 2 1 によって求められる。そこで、このプローブ車両 4 の停止時間 (T_{ps}) と、推定部 2 2 が推定した非プローブ車両 1 4 の停止時間とに基づいて、設定部 2 3 は、これらプローブ車両 4 及び非プローブ車両 1 4 を含む複数の車両が道路リンク L で停止した時間の平均値を求め、この平均値を補正用停止時間 (T_{ns}) とする。

[0040] 補正用停止時間 (T_{ns}) が求められると、更に、設定部 2 3 は、次の式 (1) の演算を行い、道路リンク L の旅行時間を算出する。

$$\begin{aligned} & (\text{道路リンクLの旅行時間}) = T_{pa} - T_{ps} + T_{ns} \quad \cdots (\\ & 1) \end{aligned}$$

[0041] すなわち、プローブ車両4の旅行時間(T_{pa})から、そのプローブ車両4の停止時間(T_{ps})を除いた時間に、補正用停止時間(T_{ns})を含めて得た補正旅行時間を、道路リンクLの旅行時間情報として、設定部23は設定する。つまり、設定部23は、この旅行時間情報(補正旅行時間)を、記憶部12のデータベース15に蓄積させる。

設定部23は、交通信号機8の信号サイクルの1周期の間に車両感知器6によって感知された1台又は複数台のプローブ車両4及び非プローブ車両14を、一つのグループとして扱い、これら車両4, 14の情報に基づいて、データベースに蓄積する旅行時間情報を設定する。

このように、設定部23は、推定された非プローブ車両14の停止した時間から計算された補正用停止時間(T_{ns})に基づいて、プローブ車両4の旅行時間(T_{pa})を補正し、この補正により得た補正旅行時間を、道路リンクLの旅行時間情報として設定することができる。

[0042] 生成装置2(推定部22)は、道路リンクLにおいて、車両感知器6の感知エリアよりも車両進行方向の下流側でのみ各車両が停止しており、上流側で停止しない場合、この道路リンクLに流入する車両の交通流の分布を、この車両感知器6の観測情報に基づいて把握することができる。

そして、推定部22によるメインの機能として、車両感知器6の感知エリアよりも、車両進行方向下流側、例えば、交差点J a手前の停止線Fに従って非プローブ車両14が停止した場合に、その停止時間の推定処理が行われる。

しかし、道路リンクLでは、例えば、道路の渋滞により、非プローブ車両14が、車両感知器6の感知エリアよりも車両進行方向の上流側で停止していることもありえる。この場合、道路リンクLに流入する車両の交通流の分布を、観測情報に基づいて把握することができない。このため、道路リンクLにおける非プローブ車両14の実際の停止時間を、推定部22が推定する

ためには、前記メインの機能では不足する。

[0043] そこで、判定部 24 は、車両感知器 6 よりも車両進行方向の上流側における非プローブ車両の停止を判定すると共に、その停止時間を求める機能を有している。そして、推定部 22 は、この判定部 24 により求められる停止時間を含めて非プローブ車両 14 が道路リンク L で停止した時間を推定する。なお、この機能については後の具体例で説明する。

[0044] [3. 推定部 22 による推定処理]

[3. 1 第一の例]

図 4 は、道路リンク L を複数の車両が走行する軌跡を、横軸を時間として示した説明図である。図 4 では、6 台の車両 C1～C6 が、道路リンク L を走行し、車両感知器 6 によって感知されその観測情報が生成装置 2 によって取得されており、また、この道路リンク L の終端 Le となる交差点 Ja に設置された交通信号機 8 の信号サイクルの 1 周期の間に、交差点 Ja を通過している。

車両 C1～C6 のうち、C5 がプローブ車両であり、C1～C4、C6 が非プローブ車両であるとする。プローブ情報処理部 21 は、プローブ車両 C5 のプローブ情報を取得することにより、このプローブ車両 C5 は、道路リンク L において交差点 Ja の手前で停止していないことを把握することができる（図 4 参照）。

[0045] この第一の例では、推定部 22 は、プローブ車両 C5 のプローブ情報を用いて、このプローブ車両 C5 よりも「前の時刻」に車両感知器 6 により通過が感知された非プローブ車両 C1～C4 の停止時間を、以下のとおり、推定する。

推定部 22 は、感知時刻が早い非プローブ車両から順に、つまり、非プローブ車両 C1 から順に、停止時間を推定する推定処理を行う。なお、ここでは、非プローブ車両 C1 は、図 4 に示すように、交通信号機 8 の赤の灯色により、交差点 Ja 手前の停止線 F（図 2）で停止し、その前方に停止車両は存在していないとして説明する。

[0046] 道路リンクLの終端Le側の停止線F（図2参照）から車両感知器6の感知エリアの基準位置までの距離Dは既知である。

また、プローブ車両C5がこの道路リンクLを走行した速度は、プローブ情報処理部21によって、プローブ情報に基づいて求められる。なお、プローブ車両C5の走行速度は、図4の車両C5の走行軌跡を示す直線の勾配となる。

[0047] そこで、第一推定部22aは、プローブ車両C5の速度を、このプローブ車両C5よりも前の時刻に車両感知器6により通過が感知された非プローブ車両C1の速度としてみなす処理を行う（プローブ車両C5の速度＝非プローブ車両C1の速度）。そして、この非プローブ車両C1が、車両感知器6によって感知された時刻が t_1 （図4参照）であったとする。

これにより、第一推定部22aは、停止線Fに到達する時刻 t_2 を算出することができ、この到達時刻 t_2 を、非プローブ車両C1の停止開始時刻として設定する。

このように、第一推定部22aは、非プローブ車両C1を車両感知器6が感知した時刻 t_1 に基づいて、この非プローブ車両C1が停止すると推定される交差点Jaの手前の停止位置（停止線F）に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻 t_2 とすることができる。

[0048] さらに、管理装置7から生成装置2へは、終端Leに設置されている交通信号機8の信号情報が送信されており、推定部22は、この信号情報を取得する。信号情報には、交通信号機8の信号サイクルの情報（サイクル情報）が含まれている。このため、推定部22は、赤の灯色の開始時刻（青の灯色の終了時刻）、青の灯色の開始時刻（赤の灯色の終了時刻）を把握することができる。

[0049] そこで、第二推定部22bは、前記サイクル情報に基づいて、時刻 t_2 では、交通信号機8の灯色が赤であることの判定を行うことができ、この場合、さらに、この赤の灯色が終了する時刻を、前記サイクル情報に基づいて取得する。本実施形態では、赤の灯色の終了時刻は t_3 であり、非プローブ車

両C 1は、この時刻 t_3 で走行を再開する。このように、第二推定部 22 b は、サイクル情報に基づいて、非プローブ車両C 1が走行を再開する停止終了時刻 t_3 を求めることができる。

[0050] そして、第三推定部 22 c は、時刻 t_3 と時刻 t_2 との差を求める。この差は、非プローブ車両C 1の停止時間を意味する。すなわち、第三推定部 22 c は、停止開始時刻 t_2 と停止終了時刻 t_3 とから、非プローブ車両C 1の停止時間を推定することができる。

[0051] 次に、非プローブ車両C 2の停止時間を推定する処理を行う。この処理は、非プローブ車両C 1の停止時間を推定する処理と同様である。すなわち、第一推定部 22 a は、プローブ車両C 5の速度を、このプローブ車両C 5よりも前の時刻 t_4 に車両感知器 6により通過が感知された非プローブ車両C 2の速度としてみなす処理を行う。

なお、非プローブ車両C 2が、交差点 J aの手前の停止線 F に到達すると推定される時刻は、先の非プローブ車両C 1が走行を再開する停止終了時刻 t_3 よりも前であることから、この非プローブ車両C 2は、停止線 F ではなく、先の非プローブ車両C 1の後ろ（最後尾）に停止すると推定される（停止位置の推定機能）。

[0052] そこで、前記の場合と同様に、第一推定部 22 a は、非プローブ車両C 2を車両感知器 6が感知した時刻 t_4 に基づいて、この非プローブ車両C 2が「停止すると推定される交差点 J aの手前の停止位置」に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻 t_5 とすることができる。なお、前記のとおり、停止線 F には先に非プローブ車両C 1が停止していることから、非プローブ車両C 2が停止すると推定される交差点 K aの手前の停止位置は、停止線 F ではなく、停止線 F よりも車頭距離 ($K \times n$) だけ車両進行方向上流側の位置 $\times 2$ である。なお、車頭距離は、推定部 22 に予め設定されている値であり、例えば、7メートルとすることができる。前記 n は、1 ~ の自然数であり、先に停止している車両数であり、非プローブ車両C 2の場合は $n = 1$ である。

[0053] 第二推定部22bは、前記サイクル情報に基づいて、時刻 t_5 では、交通信号機8の灯色が赤であることの判定を行うことができることから、この赤の灯色が終了する時刻を、前記サイクル情報に基づいて取得する。赤の灯色の終了時刻は t_3 であるが、停止線Fから1台ぶんの車頭距離Kについて上流側に停止している非プローブ車両C2の停止終了時刻 t_6 は、時刻 t_3 よりも遅れる。この遅れ時間を、第二推定部22bは、時刻 t_3 を始点とする発進波Wの伝搬速度に基づいて算出する。発進波Wの伝搬速度は定数として推定部22に設定されており、非プローブ車両C2が発進を開始する時刻は、赤の灯色の終了時刻 t_3 を基準として、この発進波Wの伝搬速度と、1台ぶんの車頭距離Kに基づいて算出することができる。このように、第二推定部22bは、サイクル情報に基づいて、非プローブ車両C2が走行を再開する停止終了時刻 t_6 を求めることができる。

[0054] 第三推定部22cは、時刻 t_6 と時刻 t_5 との差を求める。この差は、非プローブ車両C2の停止時間を意味する。すなわち、第三推定部22cは、停止開始時刻 t_5 と停止終了時刻 t_6 とから、非プローブ車両C2の停止時間を推定することができる。

[0055] そして、非プローブ車両C3も同様の処理が行われ、非プローブ車両C3の停止時間を推定することができる。なお、非プローブ車両C3は、停止線Fよりも車頭距離($K \times n$)だけ上流側の位置X3に停止する。この場合、 $n = 2$ となる。

[0056] 次に、推定部22は、非プローブ車両C4の停止時間を推定する。この処理は、非プローブ車両C1～C3それぞれの停止時間を推定する処理と同様である。第一推定部22aは、プローブ車両C5の速度を、このプローブ車両C5よりも前の時刻 t_{10} に車両感知器6により通過が感知された非プローブ車両C4の速度としてみなす処理を行う（プローブ車両C5の速度＝非プローブ車両C4の速度）。

そして、前記の場合と同様に、第一推定部22aは、非プローブ車両C4を車両感知器6が感知した時刻 t_{10} に基づいて、この非プローブ車両C4

が停止する可能性のある交差点 J a の手前の停止位置（停止線 F）に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻 t_{11} とすることができる。

非プローブ車両 C 4 が、停止線 F に到達すると推定される時刻（ t_{11} ）は、先の非プローブ車両 C 3 が走行を再開する停止終了時刻 t_9 よりも後であることから、非プローブ車両 C 4 は、停止することなく停止線 F まで走行可能であると推定することができる。

[0057] 第二推定部 22 b は、前記サイクル情報に基づいて、時刻 t_{11} では、交通信号機 8 の灯色が青であることの判定を行うことができることから、また、非プローブ車両 C 4 の前には停止車両が存在していないことから、この非プローブ車両 C 4 は交差点の手前で停止することがないと判定することができる。

この場合、第三推定部 22 c は、非プローブ車両 C 4 の停止時間を「ゼロ」と推定することができる。

[0058] なお、以上のような推定処理の結果、プローブ車両 C 5 が、道路リンク L の終端 L e に到達する時刻 t_{11} までに、終端 L e における停止車両が無くなっていないとされた場合、演算処理の結果に矛盾が生じている。つまり、この第一の例では、プローブ車両 C 5 が実際には終端 L e で停止していないことから、他の非プローブ車両の到達時刻等の演算結果に誤差が生じている。そこで、このような場合、前記「車頭距離 K」の設定値を変更する。つまり、例えば、「 $k = 7$ メートル」と設定していたところ、「 $k = 6$ メートル」に変更する。これにより、プローブ車両 C 5 が終端 L e に到達する時刻 t_{11} までに、他の停止車両が無くなっている演算結果が得られる。

[0059] [3. 2 第二の例]

前記の第一の例は、プローブ車両が車両 C 5 であり、この車両 C 5 は交差点の手前で停止しない場合であったが、この第二の例は、プローブ車両が交差点の手前で停止する場合であり、図 5 を参照して説明する。図 5 では、プローブ車両が車両 C 3 である。つまり、交通信号機 8 の赤の灯色により、プ

ローブ車両C 3は、交差点J a手前の位置X 3で停止している。なお、この停止位置X 3は、プローブ車両C 3のプローブ情報に基づいてプローブ情報処理部2 1により求められる。

[0060] この第二の例では、推定部2 2は、プローブ車両C 3のプローブ情報を用いて、このプローブ車両C 3よりも「前の時刻」に車両感知器6により通過が感知された非プローブ車両(C 1, C 2)の停止時間を、以下のとおり、推定する。

推定部2 2は、感知時刻が遅い非プローブ車両から順に、つまり、非プローブ車両C 2から順に、停止時間を推定する推定処理を行う。

[0061] 第一推定部2 2 aは、プローブ車両C 3の速度を、非プローブ車両C 2の速度としてみなす処理を行う(プローブ車両C 3の速度=非プローブ車両C 2の速度)。そして、非プローブ車両C 2が、この車両感知器6によって感知された時刻が t_4 (図5参照)であったとする。

前記のとおり、プローブ車両C 3のプローブ情報に基づく、このプローブ車両C 3は、交差点J aの手前の位置X 3で停止していることから、このプローブ車両C 3よりも前の時刻に車両感知器6により通過が感知された非プローブ車両C 2は、この位置X 3よりも1台の車頭距離Kについて、下流側に停止すると推定される。そこで、第一推定部2 2 aは、位置X 3よりも1台の車頭距離Kについて下流側の位置を、非プローブ車両C 2の停止位置X 2として推定することができる(停止位置の推定機能)。

[0062] そして、第一推定部2 2 aは、非プローブ車両C 2を車両感知器6が感知した時刻 t_4 に基づいて、プローブ車両C 3の停止位置X 3から車頭距離($K \times n$)について下流側で非プローブ車両C 2が停止すると推定される停止位置X 2に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻 t_5 とすることができる。前記 n は、1～の自然数であり、非プローブ車両C 2の場合は $n = 1$ である。

[0063] 第二推定部2 2 bは、交通信号機8の前記サイクル情報に基づいて、時刻 t_5 では、交通信号機8の灯色が赤であることの判定を行うことができ、ま

た、この赤の灯色が終了する時刻を、前記サイクル情報に基づいて取得する。プローブ車両C3の停止終了時刻は t_9 であるが、位置X2に停止していた非プローブ車両C2の停止終了時刻 t_6 は、時刻 t_9 よりも早く、赤の灯色が終了する時刻 t_3 を始点とする発進波W（図5）の伝搬速度に基づいて算出する。発進波Wの伝搬速度は、例えば定数として推定部22に設定されており、非プローブ車両C2が発進を開始する時刻は、プローブ車両C3の停止終了時刻 t_9 を基準として、発進波Wの伝搬速度と、車頭距離に基づいて算出することができる。

なお、発進波Wの伝搬速度（傾き）は、信号サイクル（赤の灯色が終了する時刻 t_3 ）と、プローブ車両C3の停止終了時刻 t_9 とから算出可能であり、この算出結果が前記定数として設定されている。

このように、第二推定部22bは、サイクル情報及びプローブ車両C3の停止終了時刻 t_9 に基づいて、非プローブ車両C2が走行を再開する停止終了時刻 t_6 を求めることができる。

[0064] 第三推定部22cは、時刻 t_6 と時刻 t_5 との差を求める。この差は、非プローブ車両C2の停止時間を意味する。すなわち、第三推定部22cは、停止開始時刻 t_5 と停止終了時刻 t_6 とから、非プローブ車両C2の停止時間を推定することができる。

[0065] そして、非プローブ車両C1も同様の処理が行われ、非プローブ車両C1の停止時間を推定することができる。なお、非プローブ車両C1は、プローブ車両C3の停止位置X3よりも車頭距離（ $K \times n$ ）だけ下流側の位置、つまり、停止線Fの位置に停止する。この場合、 $n = 2$ となる。

[0066] なお、以上のような推定処理の結果、感知時刻が最も早い車両、つまり、非プローブ車両C1の停止位置が、停止線Fよりも下流側となる場合、演算処理の結果に誤差が生じている。そこで、このような場合、前記「車頭距離K」の設定値を変更する。つまり、例えば、「 $k = 7$ メートル」と設定していたところ、「 $k = 6$ メートル」に変更する。これにより、非プローブ車両C1の停止位置が、停止線Fとなるような演算結果が得られる。

[0067] 〔 3. 3 第三の例〕

前記第一の例及び第二の例は、車両感知器 6 がプローブ車両を感知した時刻よりも前の時刻に、その車両感知器 6 により通過が感知された非プローブ車両の停止時間を推定する場合であったが、この第三の例は、プローブ車両よりも後の時刻に車両感知器 6 による通過が感知されたプローブ車両の停止時間を推定する場合であり、図 6 を参照して説明する。図 6 では、プローブ車両が車両 C 2 である。

[0068] この第三の例では、推定部 22 は、プローブ車両 C 2 のプローブ情報を用いて、このプローブ車両 C 2 よりも「後の時刻」に車両感知器 6 により通過が感知された非プローブ車両（C 3 ～ C 6）の停止時間を、以下のとおり、推定する。

推定部 22 は、感知時刻が早い非プローブ車両から順に、つまり、非プローブ車両 C 3 から順に、停止時間を推定する推定処理を行う。

[0069] 第一推定部 22 a は、プローブ車両 C 2 の速度を、非プローブ車両 C 3 の速度としてみなす処理を行う（プローブ車両 C 2 の速度＝非プローブ車両 C 3 の速度）。そして、非プローブ車両 C 3 が、この車両感知器 6 によって感知された時刻が t_7 （図 6 参照）であったとする。

前記のとおり、プローブ車両 C 2 のプローブ情報に基づくと、プローブ車両 C 2 は、交差点の手前の位置 X 2 で停止していることから、このプローブ車両 C 2 よりも後の時刻に車両感知器 6 により通過が感知された非プローブ車両 C 3 は、最後尾、つまり、位置 X 2 よりも 1 台の車頭距離について、上流側に停止すると推定される。そこで、第一推定部 22 a は、位置 X 2 よりも 1 台の車頭距離 K について上流側の位置を、非プローブ車両 C 3 の停止位置 X 3 として推定することができる（停止位置の推定機能）。

[0070] そして、第一推定部 22 a は、非プローブ車両 C 3 を車両感知器 6 が感知した時刻 t_7 に基づいて、プローブ車両 C 2 の停止位置から車頭距離（ $K \times n$ ）について上流側において非プローブ車両 C 3 が停止すると推定される停止位置 X 3 に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻 t_8

とすることができる。なお、前記 n は、1～の自然数であり、非プローブ車両 $C3$ の場合は $n = 1$ である。

[0071] 第二推定部 22b は、前記サイクル情報に基づいて、時刻 $t8$ では、交通信号機 8 の灯色が赤であることの判定を行うことができ、また、この赤の灯色が終了する時刻を、前記サイクル情報に基づいて取得する。プローブ車両 $C2$ の停止終了時刻は $t6$ であるが、位置 $X3$ に停止していた非プローブ車両 $C3$ の停止終了時刻 $t9$ は、時刻 $t6$ よりも遅く、赤の灯色が終了する時刻 $t3$ を始点とする発進波 W (図 6) の伝搬速度に基づいて算出する。発進波 W の伝搬速度は、例えば定数として推定部 22 に設定されており、非プローブ車両 $C3$ が発進を開始する時刻は、プローブ車両 $C2$ の停止終了時刻 $t6$ を基準として、発進波 W の伝搬速度と、1 台ぶんの車頭距離に基づいて算出することができる。なお、発進波 W の伝搬速度 (傾き) は、信号サイクル (赤の灯色が終了する時刻 $t3$) と、プローブ車両 $C2$ の停止終了時刻 $t6$ とから算出可能であり、この算出結果が前記定数として設定されている。

このように、第二推定部 22b は、サイクル情報及びプローブ車両 $C2$ の停止終了時刻 $t6$ に基づいて、非プローブ車両 $C3$ が走行を再開する停止終了時刻 $t9$ を求めることができる。

[0072] 第三推定部 22c は、時刻 $t8$ と時刻 $t9$ との差を求める。この差は、非プローブ車両 $C3$ の停止時間を意味する。すなわち、第三推定部 22c は、停止開始時刻 $t8$ と停止終了時刻 $t9$ とから、非プローブ車両 $C3$ の停止時間を推定することができる。

[0073] 次に、非プローブ車両 $C4$ の停止時間を推定する処理を行う。第一推定部 22a は、プローブ車両 $C2$ の速度を、このプローブ車両 $C2$ よりも後の時刻 $t10$ に車両感知器 6 により通過が感知された非プローブ車両 $C4$ の速度としてみなす処理を行う (プローブ車両 $C2$ の速度 = 非プローブ車両 $C4$ の速度)。

そして、前記の場合と同様に、第一推定部 22a は、非プローブ車両 $C4$ を車両感知器 6 が感知した時刻 $t10$ に基づいて、この非プローブ車両 $C4$

が停止する可能性のある交差点 J a の手前の停止位置（停止線 F）に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻 t_{11} とすることができる。

非プローブ車両 C 4 が、停止線 F に到達すると推定される時刻（ t_{11} ）は、先の非プローブ車両 C 3 が走行を再開する停止終了時刻 t_9 よりも後であることから、非プローブ車両 C 4 は、停止線 F まで停止することなく走行可能であると推定することができる。

[0074] 第二推定部 22 b は、前記サイクル情報に基づいて、時刻 t_{11} では、交通信号機 8 の灯色が青であることの判定を行うことができることから、また、非プローブ車両 C 4 の前には停止車両が存在していないことから、この非プローブ車両 C 4 は交差点の手前で停止することがないと判定することができる。

この場合、第三推定部 22 c は、非プローブ車両 C 4 の停止時間を「ゼロ」と推定することができる。

[0075] そして、非プローブ車両 C 5、C 6 についてもそれぞれ、非プローブ車両 C 4 と同様の処理が行われ、非プローブ車両 C 5、C 6 の停止時間を「ゼロ」と推定することができる。

[0076] 以上、第一～第三の例について説明したように、推定部 22 は、非プローブ車両それぞれの停止時間を推定することができる。そして、設定部 23 は、プローブ車両 4 及び非プローブ車両 14 を含む複数の車両が道路リンク L で停止した時間の平均値を求め、この平均値を補正用停止時間（ T_{ns} ）とし、前記式（1）の演算を行い、道路リンク L の旅行時間情報をデータベース 15 に設定する。

[0077] [4. 判定部 24 の機能について]

前記実施形態では、各車両が、道路リンク L において、車両感知器 6 の感知エリアよりも下流側で停止している場合について説明しているが、各車両は、感知エリアよりも上流側で停止していることもありえる。そこで、判定部 24 は、車両感知器 6 よりも上流側で、非プローブ車両 14 が停止してい

るか否かについて判定し、停止している場合、その停止時間を求める。以下、この判定部24による処理について説明する。

[0078] 図7の横軸に示す時間帯には、道路リンクLの終端Leに設置されている交通信号機8の、信号サイクル ΔT_i 及びその前の信号サイクル ΔT_{i-1} が含まれている。プローブ車両がC3であり、他の車両C1, C2, C4が非プローブ車両であり、プローブ車両C3は、プローブ情報に基づくと車両感知器6の感知エリアよりも上流側（位置X3）で停止している。

[0079] 推定部22（第二推定部22b）は、信号サイクル ΔT_i 中に交差点Jaを通過した車両C1～C4のうち、最も車両感知器6による感知時刻が遅かった車両（本実施形態ではC4）の停止位置（X2）を推定する必要がある。そこで、このために、前記第三の例で説明したように、プローブ車両C3のプローブ情報に基づいて、推定部22（第二推定部22b）の前記停止位置の推定機能により、信号サイクル ΔT_i において、非プローブ車両C4が停止する位置X2を推定する。

[0080] 判定部24は、車両感知器6からの観測情報を収集し、ビーコンヘッド6aの感知エリアを飽和交通流で通過する車両を抽出する。図7の場合、非プローブ車両C1と、非プローブ車両C2とが抽出される。

さらに、判定部24は、これら非プローブ車両C1, C2のうち、感知時刻が最も早い車両C1は、最も感知時刻が遅かった非プローブ車両C4の前記停止位置X2から1台の車頭距離Kだけ上流側の位置X1に停止すると仮定する。さらに、この車両C1以降の車両C2は、直前の車両C1の停止位置X1から1台の車頭距離だけ上流側の位置X0に停止すると仮定する。なお、図7の例では、実際、車両C1は、位置X1に停止しているが、車両C2については、位置X0に停止していない。

[0081] そして、判定部24は、非プローブ車両C1, C2が、車両感知器6の感知エリアよりも上流側で停止しているか否かを判定し、停止している場合は、その停止開始時刻を、以下のようにして求める。

すなわち、まず、非プローブ車両C1が停止すると仮定された停止位置X

1と同じ位置(X1)を、プローブ車両C3が通過する時刻 t_3 を、プローブ車両C3のプローブ情報に基づいて求める。信号サイクルの1周期中に、車両C1～C4が一様流となって、道路リンクLに進入していると仮定すると、 $1/m$ 周期(m は、車両感知器6の観測情報に基づく車両数、本実施形態の場合は車両C1～C4の4台)毎に、各車両が道路リンクLに進入していることとなる。そこで、非プローブ車両C1が停止すると仮定された位置X1をプローブ車両C3が通過する時刻 t_3 を基準とし、非プローブ車両C1がこの位置X1に到達する時刻を、前記 $1/m$ 周期の値を用いて算出する。

[0082] 具体例を説明する。信号サイクルが120秒であるとする。この信号サイクルの1周期中に、道路リンクLに4台の車両C1～C4が一様流で進入する場合($m=4$ の場合)、 $1/m$ 周期の値は「30秒」となる。つまり、信号サイクルが開始されると、30秒毎に車両C1～C4それぞれが、道路リンクLに進入したこととなる。プローブ車両C3が位置X1を通過した時刻 t_3 は「10時05分00秒」であったとする。

すると、このプローブ車両C3よりも2台前である非プローブ車両C1が位置X1に到達する時刻 t_1 は、時刻 t_3 よりも、 $30\text{秒} \times 2 = 60\text{秒}$ について前の時刻となる。つまり、非プローブ車両C1は位置X1に「10時04分00秒」に到達すると算出される。この計算を第一の計算処理とする。

[0083] また、この第一の計算処理とは別に、第二の計算処理として、前の信号サイクル ΔT_{i-1} の青の灯色の開始時刻(赤の灯色の終了時刻) t_0 を基準として、発進波Wの伝搬速度から、位置X1における車両発進可能時刻 t_g を算出する。例えば、車両発進可能時刻 t_g は「10時06分00秒」であったとする。

第一の計算処理による、非プローブ車両C1が位置X1に到達する時刻「 t_1 : 10時04分00秒」は、第二の計算処理による、車両発進可能時刻「 t_g : 10時06分00秒」よりも早いため(図7の場合)、位置X1で非プローブ車両C1は停止していると判定することができ、この場合、(t

$g - t_1$) の値を、非プローブ車両 C 1 の停止時間として求める。

[0084] これに対して、図示しないが、非プローブ車両 C 1 が位置 X 1 に到達する時刻「 t_1 」が、車両発進可能時刻「 t_g 」よりも遅い場合、位置 X 1 で停止していないと判定することができる。つまり、車両感知器 6 よりも上流側では車両 C 1 は停止していないと判定することができる。

なお、非プローブ車両 C 2 についても、前記第一の計算処理及び前記第二の計算処理を同様に実行する。非プローブ車両 C 2 の場合、非プローブ車両 C 2 が位置 X 0 に到達する時刻「 t_2 」が、車両発進可能時刻「 $t_{g'}$ 」よりも遅いため、車両感知器 6 よりも上流側では車両 C 2 は停止していないと判定される。

[0085] 以上より、判定部 2 4 は、車両感知器 6 よりも上流側における非プローブ車両 C 1, C 2 の停止を判定すると共に、停止していると判定した場合に、その停止時間を求めることができる。

そして、本実施形態の場合、非プローブ車両 C 1 は、信号サイクル $\Delta T_i - 1$ において停止時間が発生しているので、推定部 2 2 は、非プローブ車両 C 1 が道路リンク L で停止した時間を推定する際に、この停止時間を含めることができ、より一層正確な旅行時間情報を生成することが可能となる。

[0086] [5. 本実施形態の生成装置 2 について]

以上の本実施形態に係る生成装置 2 において、プローブ情報処理部 2 1 は、プローブ情報に基づいて道路リンク L におけるプローブ車両の「旅行時間 (T_{pa})」及び「停止時間 (T_{ps})」を求めることができる。

また、推定部 2 2 は、前記第一の例から第三の例それぞれについて説明したように、車両感知器 6 が感知した道路リンク L を走行する複数の車両から非プローブ車両 1 4 を特定すると共に、この特定した非プローブ車両 1 4 が道路リンク L で停止した時間を推定することができる。特に、1 台のプローブ車両のプローブ情報に基づいて、同じ信号サイクル内を車両感知器 6 によって感知された他の非プローブ車両の全ての停止時間を推定することができる。

[0087] そして、設定部23は、推定された非プローブ車両14の停止した時間と、道路リンクLを走行するプローブ車両4のプローブ情報（このプローブ情報から得たプローブ車両4の旅行時間）と、に基づいて得た旅行時間（前記補正旅行時間）を、この道路リンクLの旅行時間情報として設定する。本実施形態では、推定された非プローブ車両14の停止した時間に基づいて、プローブ車両4の旅行時間を補正して得た補正旅行時間を、道路リンクLの旅行時間情報として設定する。つまり、設定部23は、プローブ車両及び非プローブ車両を含む複数の車両が道路リンクLで停止した時間の平均値を「補正用停止時間（ T_{ns} ）」として求めることができ、この結果、前記式（1）に示すように、設定部23は、プローブ車両の「旅行時間（ T_{pa} ）」から、このプローブ車両の「停止時間（ T_{ps} ）」を除いた時間に、「補正用停止時間（ T_{ns} ）」を含めて得た補正旅行時間を、その道路リンクLの旅行時間情報として設定する。

[0088] 前記のとおり設定部23によって設定された補正旅行時間は、プローブ車両及び非プローブ車両を含む複数の車両が道路リンクLで停止した時間の平均値が考慮されている。このため、例えば、道路リンクLを複数のプローブ車両が時間的に均等でなく偏って走行することがあり、偏って大きな又は小さな値の旅行時間が求められるようなことがあっても、このような、偏った大きな又は小さな値の旅行時間の影響を抑えることができ、より正確な旅行時間情報を生成することが可能となる。

[0089] 上記の実施形態はすべて例示であり本発明の範囲を制限するものではない。本発明の範囲は、上記の実施形態ではなく特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲の構成と均等の範囲内での変更が含まれる。

例えば、車両感知器6を、近赤外線を用いて車両を感知する光ビーコン（近赤外線式車両感知器）として説明したが、これ以外であってもよく、例えば、車両の存在を画像として取得するための画像センサ、超音波を用いて感知する超音波式車両感知器、インダクタンス変化で感知するループコイル等とすることができる。

[0090] また、前記実施形態では、中央装置 1 が、旅行時間情報生成装置 2（この装置 2 の機能の全て）を有している場合について説明したが、この旅行時間情報生成装置 2 が有している機能の一部（又は全部）を、車載装置 3 が有していてもよい。例えば、車載装置 3 がプローブ情報処理部 2 1 を有していてもよく、この場合、プローブ車両の旅行時間、停止開始時刻、及び、停止終了時刻等を、車載装置 3（プローブ情報処理部 2 1）が求めることができ、車載装置 3 は、この求めた情報をプローブ情報に含めて中央装置 1 へ送信し、中央装置 1 が、この情報に基づいて旅行時間情報を生成することができる。また、車載装置 3 に代えて、携帯装置（携帯端末装置）のように車両上で利用可能な車上装置を使用することもできる。

符号の説明

[0091] 2：旅行時間情報生成装置 4：プローブ車両 6：車両感知器（車両感知部）

8：交通信号機 14：非プローブ車両 21：プローブ情報処理部

22：推定部 22a：第一推定部 22b：第二推定部

22c：第三推定部 23：設定部 24：判定部

C1～C6：車両 L：道路リンク Le：終端 Ja：交差点

請求の範囲

- [請求項1] 道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報に基づいて、この道路リンクにおける旅行時間情報を生成する旅行時間情報生成システムであって、
- 前記道路リンクを走行する車両を感知する車両感知部と、
- 前記車両感知部が感知した複数の車両から非プローブ車両を特定すると共に、この特定した非プローブ車両が当該道路リンクで停止した時間を推定する推定部と、
- 推定された前記非プローブ車両の停止した時間と前記道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報とに基づいて得た旅行時間を、この道路リンクの旅行時間情報として設定する設定部と、
- を備えていることを特徴とする旅行時間情報生成システム。
- [請求項2] 前記車両感知部は、前記道路リンク中で交通信号機が設置されている領域よりも車両進行方向の上流側に設けられ、当該道路リンクを走行する車両を感知すると共にその感知時刻を取得し、
- 前記推定部は、前記車両感知部による感知結果と前記プローブ情報とに基づいて前記非プローブ車両を特定し、前記感知時刻及び前記交通信号機の灯色のサイクル情報に基づいて、前記非プローブ車両の前記停止した時間を推定する請求項1に記載の旅行時間情報生成システム。
- [請求項3] 前記推定部は、
- 前記交通信号機の設置領域の手前で停止しなかったプローブ車両の速度を非プローブ車両の速度としてみなし、前記車両感知部が当該非プローブ車両を感知した時刻に基づいて、当該非プローブ車両が停止する前記設置領域の手前の停止位置に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻とする第一推定部と、
- 前記サイクル情報に基づいて当該非プローブ車両が走行を再開する停止終了時刻を求める第二推定部と、

前記停止開始時刻と前記停止終了時刻とから、当該非プローブ車両が停止した時間を推定する第三推定部と、を有している請求項2に記載の旅行時間情報生成システム。

[請求項4]

前記推定部は、

前記交通信号機の設置領域の手前で停止したプローブ車両の速度を非プローブ車両の速度としてみなし、前記車両感知部が当該非プローブ車両を感知した時刻に基づいて、前記プローブ車両の停止位置から車両進行方向下流側において当該非プローブ車両が停止する停止位置に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻とする第一推定部と、

前記サイクル情報に基づいて当該非プローブ車両が走行を再開する停止終了時刻を求める第二推定部と、

前記停止開始時刻と前記停止終了時刻とから、当該非プローブ車両が停止した時間を推定する第三推定部と、を有している請求項2又は3に記載の旅行時間情報生成システム。

[請求項5]

前記推定部は、

プローブ車両の速度を非プローブ車両の速度としてみなし、前記車両感知部が当該非プローブ車両を感知した時刻に基づいて、前記プローブ車両の停止位置から車両進行方向上流側において当該非プローブ車両が停止する停止位置に到達する時刻を算出し、この到達する時刻を停止開始時刻とする第一推定部と、

前記サイクル情報に基づいて当該非プローブ車両が走行を再開する停止終了時刻を求める第二推定部と、

前記停止開始時刻と前記停止終了時刻とから、当該非プローブ車両が停止した時間を推定する第三推定部と、を有している請求項2～4のいずれか一項に記載の旅行時間情報生成システム。

[請求項6]

前記道路リンクにおける前記プローブ車両の旅行時間及び当該プローブ車両が当該道路リンクにおいて停止した時間を、前記プローブ情

報に基づいて求めるプローブ情報処理部を更に備え、

前記設定部は、前記プローブ車両の前記旅行時間から当該プローブ車両の前記停止した時間を除いた時間に、前記プローブ車両及び前記非プローブ車両を含む複数の車両が前記道路リンクで停止した時間の平均値を、含める演算により求まる旅行時間を、この道路リンクの旅行時間情報として設定する請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の旅行時間情報生成システム。

[請求項7] 前記車両感知部の感知エリアよりも車両進行方向の上流側における非プローブ車両の停止を判定すると共に、この停止した時間を求める判定部を、更に備え、

前記推定部は、この停止した時間を含めて当該非プローブ車両が道路リンクで停止した時間を推定する請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の旅行時間情報生成システム。

[請求項8] 道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報に基づいて、この道路リンクにおける旅行時間情報を生成する処理を、コンピュータによって実行させるためのコンピュータプログラムであって、
コンピュータを、

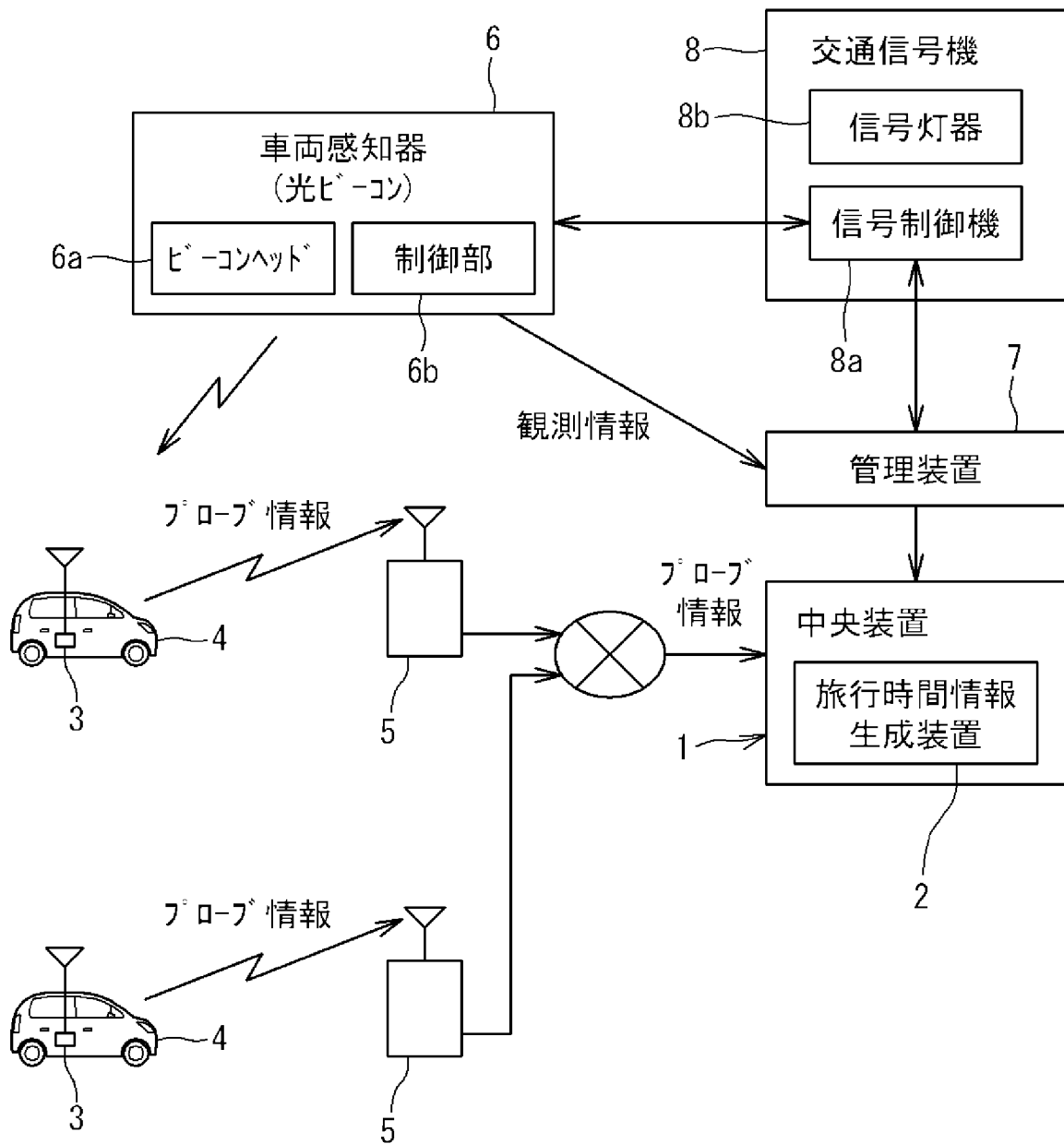
車両感知部が感知した前記道路リンクを走行する複数の車両から非プローブ車両を特定すると共に、この特定した非プローブ車両が当該道路リンクで停止した時間を推定する推定部、

及び、

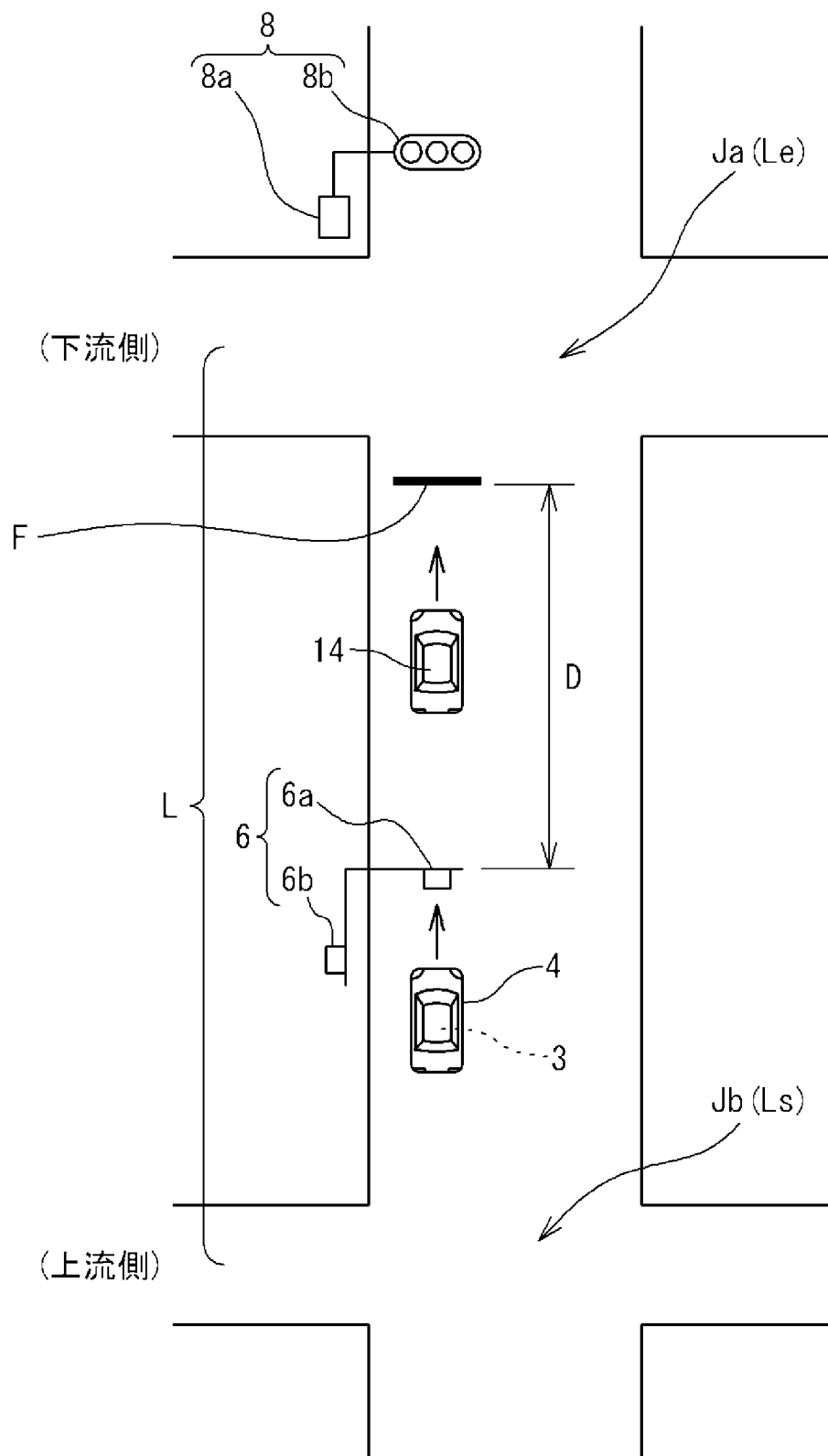
推定された前記非プローブ車両の停止した時間と前記道路リンクを走行するプローブ車両のプローブ情報とに基づいて得た旅行時間を、この道路リンクの旅行時間情報として設定する設定部、

として機能させることを特徴とするコンピュータプログラム。

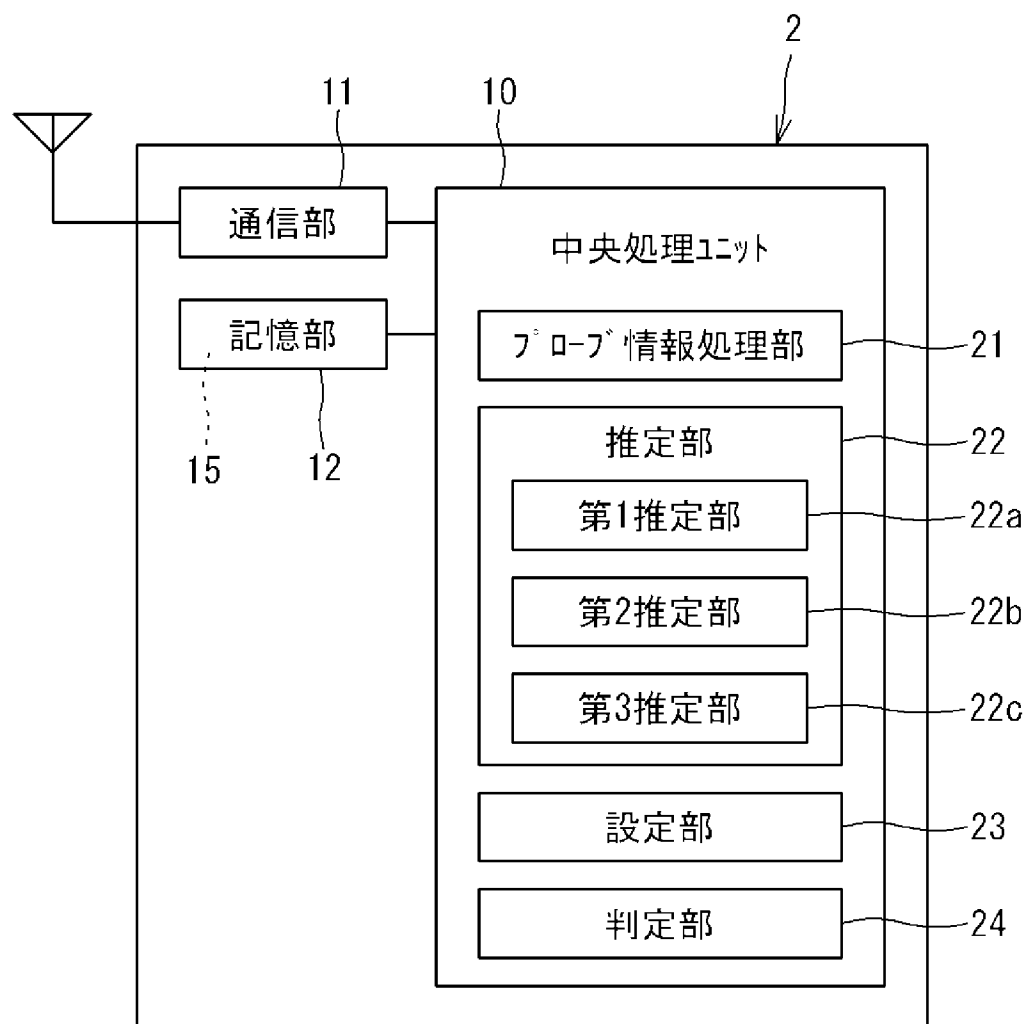
[図1]



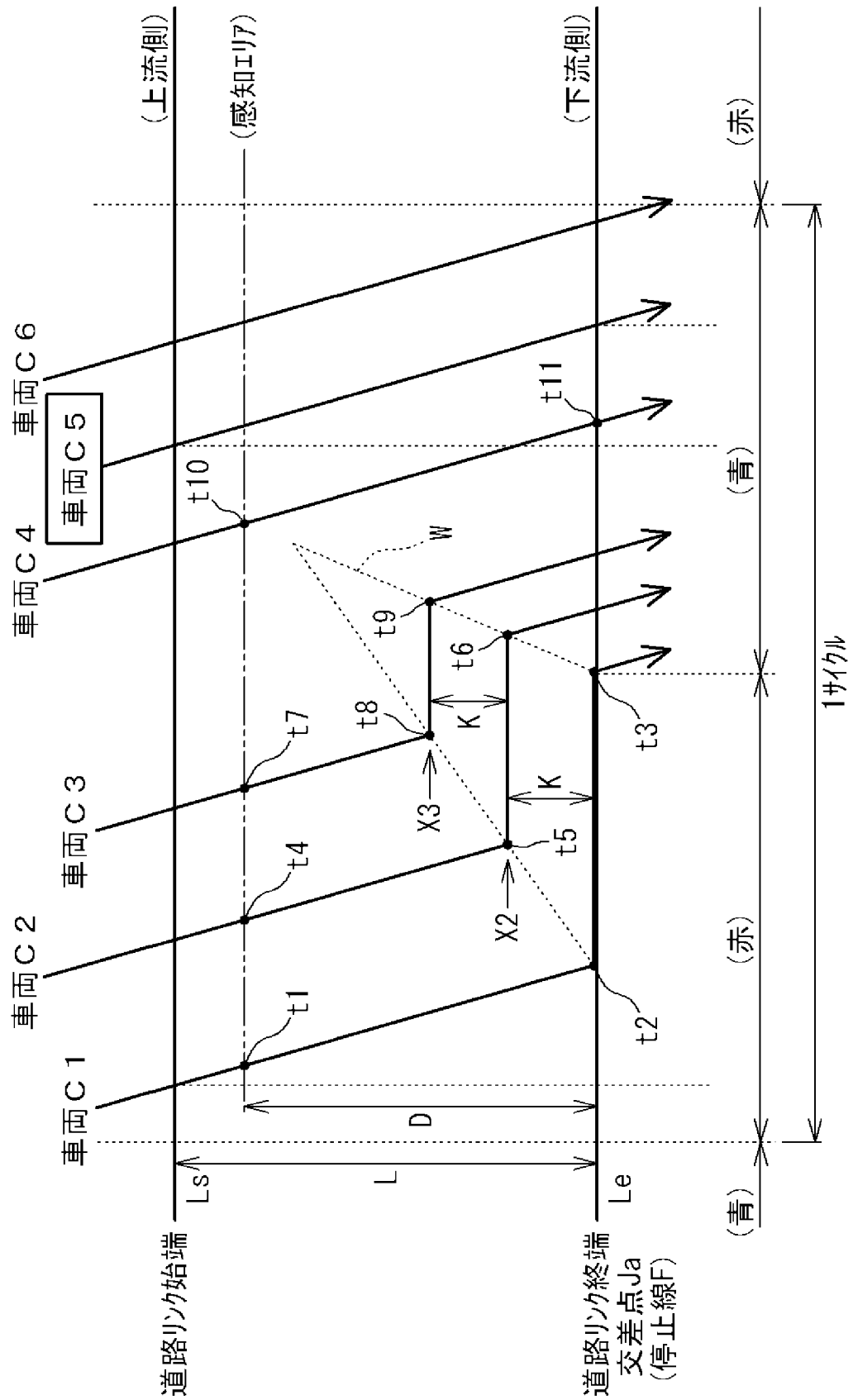
[図2]



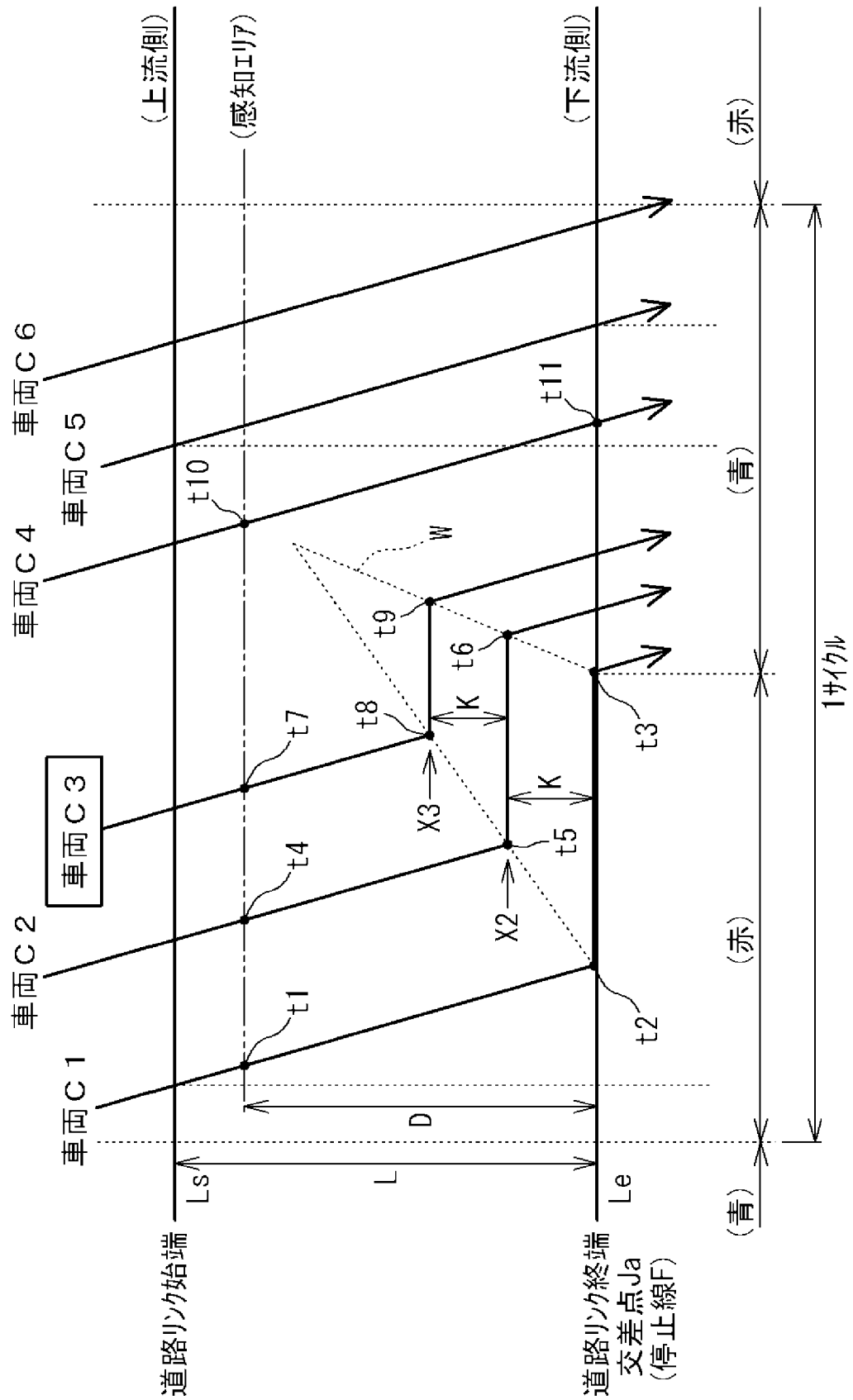
[図3]



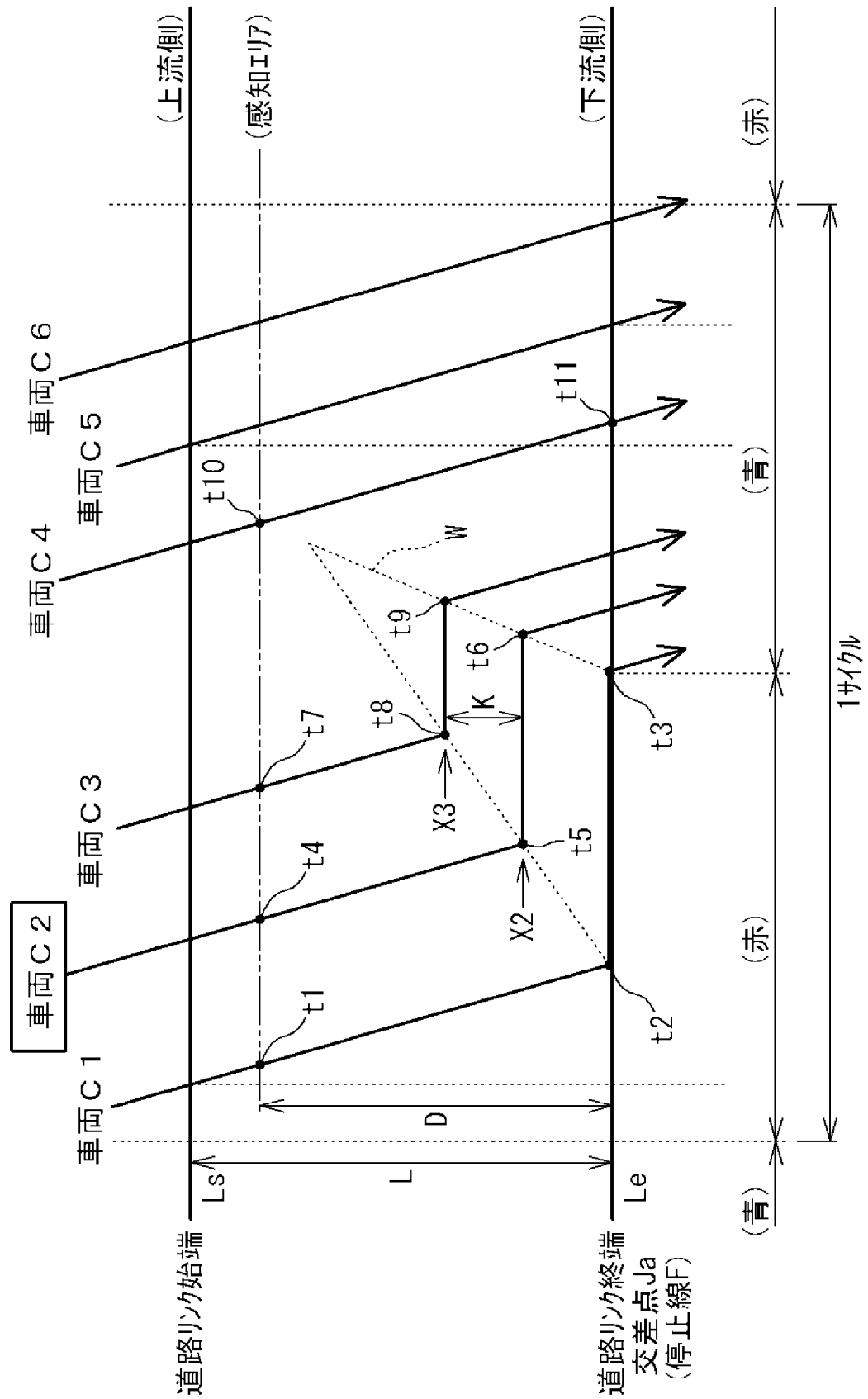
[図4]



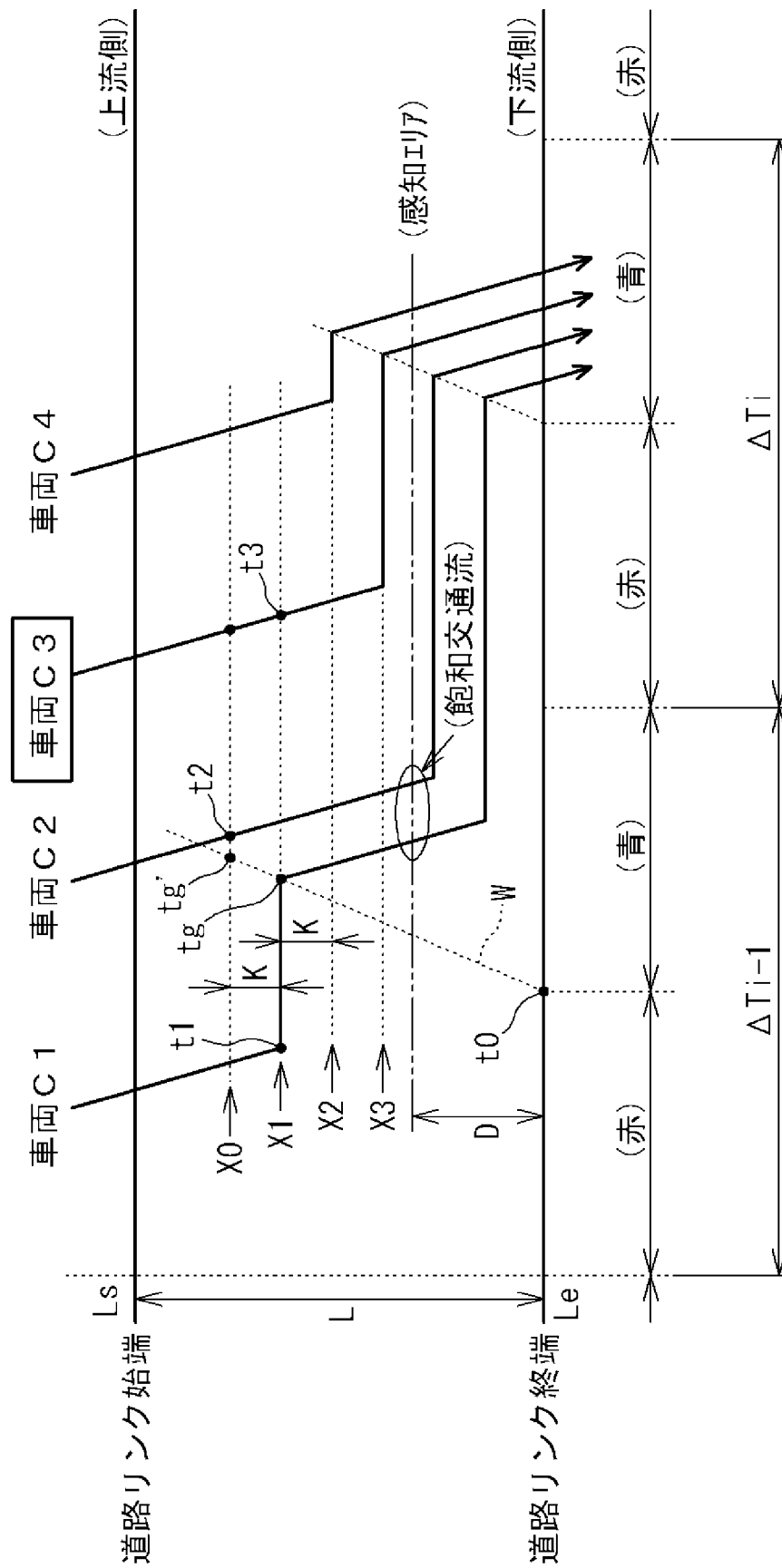
[図5]



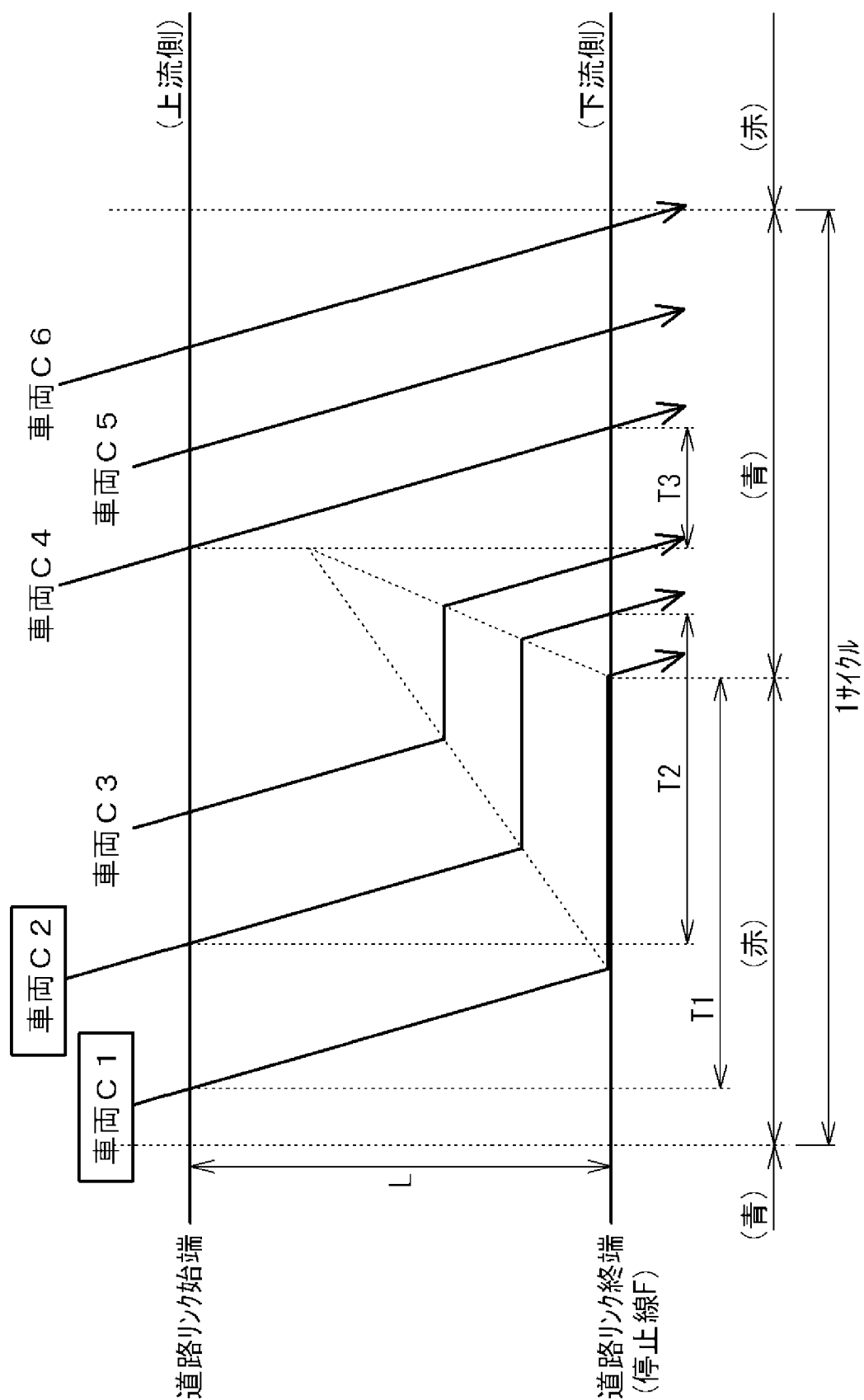
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055819

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G1/01(2006.01) i, G08G1/13(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)

G08G1/01, G08G1/13

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2012-38027 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 23 February 2012 (23.02.2012), paragraphs [0008] to [0017] (Family: none)	1-8
A	JP 2004-295165 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 21 October 2004 (21.10.2004), paragraph [0009] (Family: none)	1-8
A	JP 2008-181397 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 August 2008 (07.08.2008), paragraphs [0146] to [0168] (Family: none)	1-8



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 April, 2013 (23.04.13)

Date of mailing of the international search report
14 May, 2013 (14.05.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055819

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-22649 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 03 February 2011 (03.02.2011), paragraph [0044] & US 2011/0029281 A1 & DE 102010030985 A & CN 101958043 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G08G1/01(2006.01)i, G08G1/13(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. G08G1/01, G08G1/13

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	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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
A	JP 2012-38027 A (住友電気工業株式会社) 2012. 02. 23, 段落 0008-0017 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2004-295165 A (住友電気工業株式会社) 2004. 10. 21, 段落 0009 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2008-181397 A (松下電器産業株式会社) 2008. 08. 07, 段落 0146-0168 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2011-22649 A (株式会社豊田中央研究所) 2011. 02. 03, 段落 0044 & US 2011/0029281 A1 & DE 102010030985 A & CN 101958043 A	1-8

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. 04. 2013

国際調査報告の発送日

14. 05. 2013

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

奥隅 隆

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

3H

4016