

(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
2023年5月4日(04.05.2023)



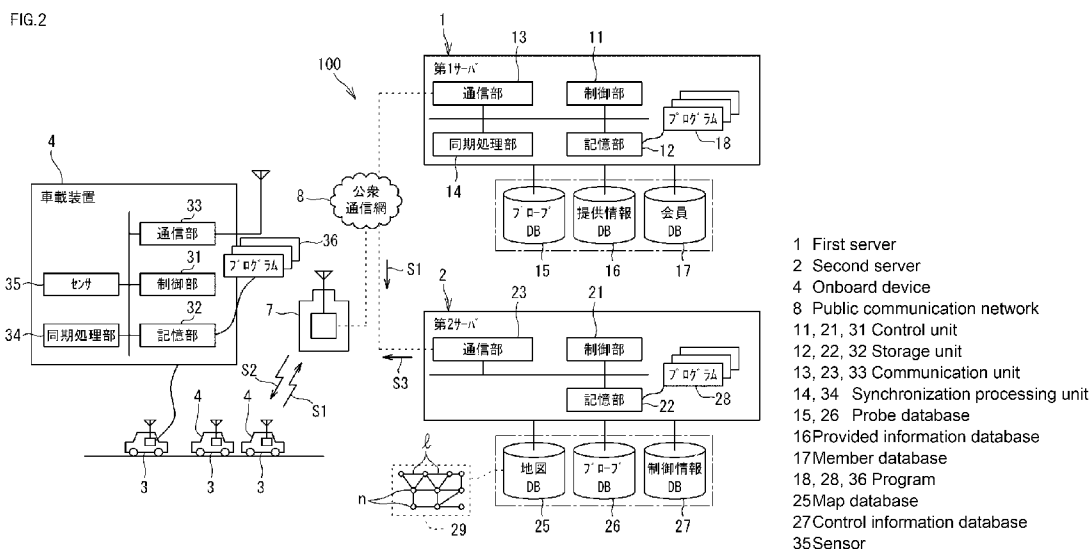
(10) 国際公開番号

WO 2023/074218 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/01 (2006.01) G08G 1/13 (2006.01)
G08G 1/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/035723
- (22) 国際出願日: 2022年9月26日(26.09.2022)
- (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 2021-178851 2021年11月1日(01.11.2021) 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: 片桐 孝太 (KATAGIRI Kouta);
〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5
番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 森田 剛史, 外(MORITA Takeshi et al.);
〒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内 Osaka (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、情報処理方法、及びコンピュータプログラム



(57) Abstract: This information processing device is provided with: a storage unit for storing probe information which includes travel locations and travel times of a plurality of probe vehicles; and a control unit for estimating, on the basis of the probe information stored in the storage unit, signal control information being applied to an intersection. The signal control information includes the cycle length and split of the intersection. The information processing includes first information processing for estimating the cycle length and split of the intersection by using the times at which the plurality of probe vehicles pass through the intersection.

WO 2023/074218 A1

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 情報処理装置は、複数のプローブ車両の走行位置及び走行時刻を含むプローブ情報を記憶する記憶部と、前記記憶部に記憶された前記プローブ情報に基づいて、交差点に適用中の信号制御情報を推定する制御部と、を備え、前記前記信号制御情報は、前記交差点のサイクル長及びスプリットを含み、前記情報処理は、前記複数のプローブ車両による前記交差点の通過時刻を用いて、前記交差点のサイクル長及びスプリットを推定する第1情報処理を含む。

明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、情報処理方法、及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、情報処理装置、情報処理方法、及びコンピュータプログラムに関する。

本出願は、2021年11月1日出願の日本出願第2021-178851号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] エネルギーロス及びCO₂排出量の削減を目的として、次の青信号で通過できる速度を走行中の車両に通知し、赤信号での停止に伴う加減速を抑制するグリーンウェーブ走行支援システムが知られている。特許文献1は、当該支援システムの一例を開示する。

[0003] 具体的には、特許文献1のシステムは、新たな装置を導入することなく、信号機の切り換え周期を特定する情報提供システムである。

特許文献1のシステムでは、車両が交差点で停止中の状態から走行を再開したときの、時刻情報及び車両の位置情報を含む車両データに基づいて、交通信号機の切り換え周期が推定される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-75054号公報

発明の概要

[0005] 本開示の一態様に係る情報処理装置は、複数のプローブ車両の走行位置及び走行時刻を含むプローブ情報を記憶する記憶部と、前記記憶部に記憶された前記プローブ情報に基づいて、交差点に適用中の信号制御情報を推定する情報処理を実行する制御部と、を備え、前記信号制御情報は、前記交差点の

サイクル長及びスプリットを含み、前記情報処理は、前記複数のプローブ車両による前記交差点の通過時刻を用いて、前記交差点のサイクル長及びスプリットを推定する第1情報処理を含む。

[0006] 本開示の一態様に係る方法は、情報処理装置が実行する情報処理方法であって、複数のプローブ車両の走行位置及び走行時刻を含むプローブ情報を記憶するステップと、前記記憶された前記プローブ情報に基づいて、交差点に適用中の信号制御情報を推定するステップと、を含み、前記信号制御情報は、前記交差点のサイクル長及びスプリットを含み、前記情報処理は、前記複数の前記プローブ車両による前記交差点の通過時刻を用いて、前記交差点のサイクル長及びスプリットを推定する第1情報処理を含む。

[0007] 本開示の一態様に係るコンピュータプログラムは、複数のプローブ車両の走行位置及び走行時刻を含むプローブ情報を記憶するステップと、前記記憶された前記プローブ情報に基づいて、交差点に適用中の信号制御情報を推定するステップと、を実行する情報処理装置として、コンピュータを機能させるコンピュータプログラムであって、前記信号制御情報は、前記交差点のサイクル長及びスプリットを含み、前記情報処理は、前記複数の前記プローブ車両による前記交差点の通過時刻を用いて、前記交差点のサイクル長及びスプリットを推定する第1情報処理を含む。

[0008] 本開示は、上記のような特徴的な構成を備えるシステム及び装置として実現できるだけでなく、かかる特徴的な構成をコンピュータに実行させるためのプログラムとして実現することができる。また、本開示は、システム及び装置の一部又は全部を実現する半導体集積回路として実現することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本実施形態に係る情報処理システムの全体構成図である。

[図2]図2は、サーバ及びプローブ車両の車載装置のブロック図である。

[図3]図3は、信号制御情報を推定するための情報処理の一例を示すフローチャートである。

[図4]図4は、第1情報処理の一例を示す説明図である。

[図5]図5は、第2情報処理の一例を示す説明図である。

[図6]図6は、第3情報処理の一例を示すフローチャートである。

[図7]図7は、第4情報処理の一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0010] [本開示が解決しようとする課題]

特許文献1のシステムでは、交差点で停止した車両の発進情報を利用するので、交差点の手前において赤信号で停止する車両が少ない場合には、信号情報を精度よく推定するのが困難である。従って、信号情報の推定を安定的に行えないという問題がある。

本開示は、かかる問題点に鑑み、交差点の信号制御情報を安定的に推定できる情報処理装置等を提供することを目的とする。

[0011] [本開示の効果]

本開示によれば、交差点の信号制御情報の推定精度を高めることができる。

[0012] [本開示の実施形態の概要]

以下、本開示の実施形態の概要を列記して説明する。

(1) 本実施形態の情報処理装置は、複数のプローブ車両の走行位置及び走行時刻を含むプローブ情報を記憶する記憶部と、前記記憶部に記憶された前記プローブ情報に基づいて、交差点に適用中の信号制御情報を推定する情報処理を実行する制御部と、を備え、前記信号制御情報は、前記交差点のサイクル長及びスプリットを含み、前記情報処理は、前記複数のプローブ車両による前記交差点の通過時刻を用いて、前記交差点のサイクル長及びスプリットを推定する第1情報処理を含む。

[0013] 本実施形態の情報処理装置によれば、複数のプローブ車両による交差点の通過時刻を用いて、交差点のサイクル長及びスプリットを推定するので、赤信号で停止する車両の有無に関係なく、交差点のサイクル長及びスプリットを推定できる。従って、交差点の信号制御情報を安定的に推定することがで

きる。

- [0014] (2) 本実施形態の情報処理装置において、前記第1情報処理は、前記記憶部に記憶された前記プローブ情報の一部であって前記走行時刻が所定期間に含まれる前記プローブ情報に基づいて、前記交差点の第1方向における第1方向通過時刻に関する第1時系列データと、前記第1方向と交差する第2方向の第2方向通過時刻に関する第2時系列データと、を生成する処理を含み、前記第1方向通過時刻と前記第2方向通過時刻とを用いて、前記交差点の前記サイクル長及び前記スプリットを推定してもよい。
- [0015] (3) 本実施形態の情報処理装置において、前記第1情報処理は、前記第1時系列データと前記第2時系列データを含みかつ前記第2時系列データのデータ数が最小となる第1期間と、前記第1時系列データと前記第2時系列データを含みかつ前記第1時系列データのデータ数が最小となる第2期間と、の組み合わせを求める処理を含んでもよい。
- [0016] 上記情報処理装置によれば、第1方向に通行権のある時間帯を示す第1期間と、実際に交差点に適用されている第1方向の通行権の期間との誤差を減らすことができる。第2期間についても同様である。その結果、誤差の少ない第1期間と第2期間に基づいてサイクル長及びスプリットの推定値を精度よく求めることができる。
- [0017] (4) 本実施形態の情報処理装置において、前記第1情報処理は、前記第1期間、前記第2期間、及び前記第1期間と前記第2期間の間のギャップ時間に基づいて、前記サイクル長と前記スプリットを算出する処理を含んでもよい。
- [0018] 上記情報処理装置によれば、例えば、サイクル長は、第1期間、第2期間及びギャップ時間の合計値として算出でき、第1方向のスプリットは、第1期間／サイクル長で算出でき、第2方向のスプリットは、第2期間／サイクル長で算出できる。
- [0019] (5) 本実施形態の情報処理装置において、前記信号制御情報は、前記交差点のサイクル開始時刻を含み、前記情報処理は、複数の前記プローブ車両

による前記交差点の前記通過時刻を用いて、前記交差点のサイクル開始時刻を推定する第2情報処理を含んでいてもよい。

[0020] 上記情報処理装置によれば、複数のプローブ車両による交差点の通過時刻を用いて、交差点のサイクル長及びスプリットを推定するので、赤信号で停止する車両の有無に関係なく、交差点のサイクル開始時刻を推定できる。従って、交差点の信号制御情報を安定的に推定することができる。

[0021] (6) 本実施形態の情報処理装置において、前記プローブ情報は、前記第2情報処理の実行日に前記プローブ車両の走行時刻が含まれる前記プローブ情報を含み、前記第2情報処理は、前記実行日の前記プローブ情報に基づいて、前記第1方向の前記実行日分の前記通過時刻を含む第3時系列データと、前記第1方向と交差する前記第2方向の前記実行日分の前記通過時刻を含む第4時系列データと、を生成する処理を含み、前記第1方向の前記実行日分の前記通過時刻と、前記第2方向の前記実行日分の前記通過時刻とを用いて、前記交差点の前記サイクル開始時刻を推定してもよい。

[0022] 上記情報処理装置によれば、サイクル開始時刻の日単位の変動の影響を受けることなく、第2情報処理の実行日のサイクル開始時刻を求めることができる。

[0023] (7) 本実施形態の情報処理装置において、前記第2情報処理は、前記第1期間が前記第3時系列データと前記第4時系列データを含みかつ前記第1期間が含む前記第4時系列データのデータ数が最小となる条件、及び、前記第2期間が前記第3時系列データと前記第4時系列データを含みかつ前記第2期間が含む前記第3時系列データのデータ数が最小となる条件を満たすように、前記サイクル開始時刻を求める処理を含んでいてもよい。

[0024] 上記情報処理装置によれば、第2情報処理の実行日分の通過時刻を含む時系列データに適合する実行日分のサイクル開始時刻を精度良く推定することができる。

[0025] (8) 本実施形態の情報処理装置において、前記信号制御情報は、前記交差点で実行中の交通信号制御の種別を含み、前記情報処理は、前記第1期間

、前記第2期間、前記ギャップ時間、及び前記サイクル長に基づいて、前記制御種別を推定する第3情報処理を含んでいてもよい。

[0026] 上記情報処理装置によれば、第1情報処理の出力結果（第1期間、第2期間、ギャップ時間、及びサイクル長）を利用して、交差点の制御種別を推定することができる。

[0027] （9）本実施形態の情報処理装置において、前記第3情報処理は、前記第1期間、前記第2期間、及び前記サイクル長が一定である期間の多寡に基づいて、前記種別が定周期制御及び集中制御のいずれであるかを判定する処理を含んでいてもよい。

[0028] 上記情報処理装置によれば、第1期間、第2期間、及びサイクル長が恒常的に一定である場合は、定周期制御（交通管制センターの介入なし）と判定し、そうでない場合は、集中制御（交通管制センターの介入あり）と判定することができる。

[0029] （10）本実施形態の情報処理装置において、前記第3情報処理は、前記ギャップ時間の多寡に基づいて、前記種別が歩車分離制御か否かを判定する処理を含んでいてもよい。

[0030] 上記情報処理装置によれば、ギャップ時間が非常に大きい場合は、第1期間と第2期間の間に歩行者のみに通行権がある時間帯が含まれる可能性が高いので、交通信号制御の種別を歩車分離制御と判定することができる。

[0031] （11）本実施形態の情報処理装置において、前記信号制御情報は、前記交差点の信号現示を含み、前記情報処理は、前記通過時刻に前記交差点に流入した前記プローブ車両の流入方向と流出方向に基づいて、前記交差点の信号現示を推定する第4情報処理を含んでいてもよい。

[0032] 上記情報処理装置によれば、第1情報処理で用いるデータ（プローブ車両による交差点の通過時刻）を利用して、交差点の信号現示を推定することができる。

[0033] （12）本実施形態の情報処理装置において、前記第4情報処理は、前記通過時刻に前記流入方向及び前記流出方向のイベントを付加する処理と、前

記イベントが右折である前記通過時刻のみを含む時間帯が所定時間以上である流入路を抽出する処理と、を含んでいてもよい。

[0034] 上記情報処理装置によれば、イベントが右折のみである通過時刻のみを含む時間帯が所定時間以上である流入路を、右折専用の現示が採用されている流入路として抽出することができる。

[0035] (13) 本実施形態に係る方法は、上述の(1)から(12)の情報処理装置が実行する情報処理方法である。従って、本実施形態の情報処理方法は、上述の(1)から(12)の情報処理方法と同様の作用効果を奏する。

[0036] (14) 本実施形態に係るプログラムは、上述の(1)から(12)の情報処理装置としてコンピュータを機能させるためのコンピュータプログラムである。従って、本実施形態のプログラムは、上述の(1)から(12)の情報処理装置と同様の作用効果を奏する。

[0037] <本開示の実施形態の詳細>

以下、図面を参照して、本開示の実施形態の詳細を説明する。なお、以下に記載する実施形態の少なくとも一部を任意に組み合わせてもよい。

[0038] [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。

「車両」：道路を通行する車両全般のことをいう。車両の駆動方式は、内燃機関に限らず、電気自動車及びハイブリッドカーも車両に含まれる。

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装置を有するプローブ車両と、プローブ情報を外部に提供しない通常の車両の双方を含む。

[0039] 「プローブ情報」：道路を走行中のプローブ車両がセンシングした当該車両に関する各種のデータを含む情報のことをいう。プローブ情報は、プローブデータ又はフローティングカーデータともいう。プローブ情報には、プローブ車両の識別情報、走行位置、走行速度、進行方位及びこれらの発生時刻(走行時刻)などの車両属性データが含まれる。

「プローブ車両」：自車両の車両属性データをセンシングして、センシングしたデータを含むプローブ情報を外部に送信する車両のことをいう。

[0040] [システムの全体構成]

図1は、本実施形態に係る情報処理システム100の全体構成図である。図2は、システム100に属する第1サーバ1、第2サーバ2及びプローブ車両3の車載装置4のブロック図である。

図1及び図2に示すように、情報処理システム100は、第1サーバ1と、第1サーバ1と通信可能な第2サーバ2と、第1サーバ1と通信可能なプローブ車両3とを備える。プローブ車両3の車載装置4は、車内ネットワークに属する複数の車載機器を含む。

[0041] 第1サーバ1は、プローブ車両3からの情報収集とプローブ車両3への情報提供を行う情報処理装置である。なお、第1サーバ1は、プローブ車両3からプローブ車両以外の車両に情報提供してもよい。第2サーバ2は、第1サーバ1から提供されたプローブ情報を利用して交通信号制御に関する情報を生成する情報処理装置である。

第1サーバ1及び第2サーバ2は、オンプレミスサーバ及びクラウドサーバのいずれでもよい。

[0042] プローブ車両3の車載装置4は、各地の無線基地局7（例えば携帯基地局）との無線通信が可能である。無線基地局7は、移動体通信のコアネットワーク及びインターネットなどを含む公衆通信網8を介して第1サーバ1と通信可能である。

プローブ車両3の車載装置4は、アップリンクデータを含む第1サーバ1宛ての通信パケットを無線基地局7に無線送信する。アップリンクデータには、プローブ車両3がセンシングしたプローブ情報S1などが含まれる。

[0043] 第1サーバ1は、ダウンリンクデータを含む車載装置4宛ての通信パケットを公衆通信網8に送信する。ダウンリンクデータには、車両運転の支援に役立つ車両向けの提供情報S2が含まれる。

提供情報S2は、例えば、渋滞情報、駐車場などの各種施設の位置情報、

及び交差点の信号制御のうちの少なくとも1つを含む。交差点の信号情報は、現時点から近未来までの所定期間（例えば2サイクル）における信号灯器5の動作状態を表す情報である。

[0044] 具体的には、交差点の信号情報には、例えば以下の情報が含まれる。

情報1：提供対象となる交差点の位置及び名称

情報2：提供対象となる流入路の位置及び名称

情報3：流入路に通行権を与える信号灯器5の点灯順序と灯器点灯時に通行可能な方向 情報4：流入路の現在の灯色内容（どの灯器が点灯しているか）

情報5：各灯器を点灯又は消灯させるタイミング（絶対時刻又は基準時刻からの残り秒数のいずれでもよい。）

[0045] 第2サーバ2は、第1サーバ1から所定期間分のプローブ情報S1を取得し、取得したプローブ情報S1に基づいて、交差点に適用中の信号制御情報S3を生成する。第2サーバ2は、生成した信号制御情報S3を第1サーバ1に送信する。

信号制御情報S3は、例えば、交差点に適用中の信号制御パラメータ、交通信号制御の制御種別、及び信号現示のうちの少なくとも1つを含む。

[0046] 本実施形態では、「信号制御パラメータ」は、サイクル長、スプリット、及びサイクル開始時刻を含む。「サイクル長」とは、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」とは、1サイクルの時間のうち、交差点を構成する各道路に青信号が割り当てられる時間（又は各道路の時間配分の割合）のことをいう。「サイクル開始時刻」とは、サイクル開始時点を表す時刻のことをいい、絶対時刻及び相対時刻のいずれでもよい。

[0047] 「信号現示」は、交差点を通過する複数の交通流について、同時に通行権が与えられている交通流の一群、或いはその一群に通行権が割り当てられている時間帯のことをいう。

「制御種別」は、交差点で適用中の交通信号制御の種類のことをいう。制御種別は、例えば、定周期制御、集中制御、及び歩車分離制御などを含む。

[0048] 「定周期制御」は、交通信号機がスタンドアロンで動作し、交通管制センターによって介入されない交通信号制御である。「集中制御」は、交通信号機が交通管制センターと専用の通信回線で接続され、交通管制センターが交通状況に応じて交通信号機の動作に介入する交通信号制御である。

「歩車分離制御」は、プローブ車両3を含む車両に通行権がある時間帯と、歩行者に通行権がある時間帯とが完全に分離するように、信号灯器5の点灯状態を決定する交通信号制御である。

[0049] 第1サーバ1は、第2サーバ2から信号制御情報S3を取得すると、取得した信号制御情報S3から前述の交差点の信号情報を生成する。第1サーバ1は、生成した信号情報を提供情報S2に含める。これにより、交差点の信号情報がプローブ車両3に提供される。

もっとも、信号制御情報S3から信号情報を生成する処理をプローブ車両3が実行するシステムの場合には、第1サーバ1は、第2サーバ2から取得した信号制御情報S3を、車両向けの提供情報S2としてそのままプローブ車両3に送信してもよい。

[0050] [第1サーバの構成]

図2に示すように、第1サーバ1は、制御部11、記憶部12、通信部13、同期処理部14、及びプローブデータベース15、提供情報データベース16、会員データベース17を備える。

プローブデータベース15、提供情報データベース16、会員データベース17は、記憶部12に所定のデータ配列で構築される電子データである。もっとも、プローブデータベース15、提供情報データベース16、会員データベース17の一部又は全部を第1サーバ1に接続された外部記憶装置（図示せず）に構築してもよい。

[0051] 制御部11は、CPU (Central Processing Unit) 及びRAM (Random Access Memory) などを含む演算処理装置である。制御部11には、FPGA

(Field-Programmable Gate Array) などの集積回路が含まれていてもよい。

制御部 11 は、記憶部 12 に格納されたコンピュータプログラム 18 をメインメモリ (RAM) に読み出し、コンピュータプログラム 18 に従って各種の情報処理を実行する。この情報処理には、信号制御情報 S3 に基づいて提供情報 S2 の一種である信号情報を生成する処理などが含まれる。

[0052] 記憶部 12 は、HDD (Hard Disk Drive) 及び SSD (Solid State Drive) などの不揮発性メモリを含む補助記憶装置である。

記憶部 12 は、フラッシュROM (Read Only Memory)、USB (Universal Serial Bus) メモリ、又はSDカードなどが含まれていてもよい。

[0053] 通信部 13 は、公衆通信網 8 を介した通信が可能な通信インタフェースである。通信部 13 は、無線基地局 7 からプローブ情報 S1 を受信可能であり、制御部 11 が生成した提供情報 S2 を無線基地局 7 に送信可能である。

[0054] 複数種類のデータベースには、プローブデータベース 15、提供情報データベース 16、及び会員データベース 17 が含まれる。プローブデータベース 15 には、登録済みの複数のプローブ車両 3 から受信したプローブ情報 S1 が蓄積される。

提供情報データベース 16 には、制御部 11 が生成した提供情報 S2 が一時的に記録される。会員データベース 17 には、登録会員 (例えばプローブ車両 3 の所有者) の個人情報、及び登録会員の通信端末の識別情報 (例えばMACアドレスなど) などが記録される。

[0055] 同期処理部 14 は、所定の同期方式により、車載装置 4 などの他の通信ノードと時刻同期を図るための処理部である。制御部 11 は、同期処理部 14 が生成するローカル時刻に従って、信号情報に含める各灯器の点灯又は消灯タイミングなどを決定する。

同期処理部 14 の同期方式は、例えば、GNSS (Global Navigation Satellite System) 受信機の出力に基づく同期方式や、NTP (Network Time Protocol) 及びPTP (Precision Time Protocol) などの通信フレームを用いた同期方式などを採用し得る。

[0056] [第2サーバの構成]

図2に示すように、第2サーバ2は、制御部21、記憶部22、通信部23、及び地図データベース25、プローブデータベース26、制御情報データベース27を備える。

地図データベース25、プローブデータベース26、制御情報データベース27は、記憶部22に所定のデータ配列で構築される電子データである。地図データベース25、プローブデータベース26、制御情報データベース27の一部又は全部を第2サーバ2に接続された外部記憶装置（図示せず）に構築してもよい。

[0057] 制御部21は、CPU及びRAMなどを含む演算処理装置である。制御部21には、FPGAなどの集積回路が含まれていてもよい。

制御部21は、記憶部22に格納されたコンピュータプログラム28をメインメモリ（RAM）に読み出し、コンピュータプログラム28に従って各種の情報処理を実行する。この情報処理には、プローブ情報S1から信号制御情報S3を生成する処理などが含まれる。

[0058] 記憶部22は、HDD及びSSDなどの不揮発性メモリを含む補助記憶装置である。

記憶部22は、フラッシュROM、USBメモリ、又はSDカードなどを含んでいてもよい。

通信部23は、公衆通信網8を介した通信が可能な通信インタフェースである。通信部23は、第1サーバ1からプローブ情報S1を受信可能であり、制御部11が生成した信号制御情報S3を第1サーバ1に送信可能である。

[0059] 複数種類のデータベースには、地図データベース25、プローブデータベース26、及び制御情報データベース27が含まれる。

地図データベース25には、国内を網羅する道路地図データ29が記録される。道路地図データ29は、交差点データとリンクデータを含む。

[0060] 「交差点データ」は、国内の交差点に付与された交差点IDと、交差点の

位置情報とを対応付けたデータである。

「リンクデータ」は、国内の道路に対応して付与された特定リンクのリンクIDに対して、次の情報を対応付けたデータである。

- [0061] 情報A：特定リンクの始点・終点・補間点の位置情報
- 情報B：特定リンクの始点・終点・補間点の方位情報
- 情報C：特定リンクの始点に接続するリンクID
- 情報D：特定リンクの終点に接続するリンクID

- [0062] 道路地図データ29は、実際の道路線形と道路の走行方向に対応したネットワークを構成する。このため、道路地図データ29は、交差点を表すノード間の道路区間を有向リンクI（小文字のエル）で繋いだネットワークになっている。

具体的には、道路地図データ29のデータ構造は、交差点ごとにノードnが設定され、各ノードn間が逆向きの一对の有向リンクIで繋がった有向グラフを含む。従って、一方通行の道路の場合は、一方向の有向リンクIのみノードnが接続される。

- [0063] プローブデータベース26には、第1サーバ1から受信した所定期間分のプローブ情報S1が記録される。

具体的には、制御部21は、走行時刻が当日を含む過去の所定期間分（例えば1から2か月分）のプローブ情報S1を第1サーバ1に要求し、要求に応じた第1サーバ1から受信した所定期間分のプローブ情報S1を、プローブデータベース26に格納する。

- [0064] 制御情報データベース27には、制御部21が生成した信号制御情報S3が一時的に記録される。

具体的には、制御部21は、プローブデータベース26に格納したプローブ情報S1から交差点の信号制御情報S3を生成し、生成した信号制御情報S3を制御情報データベース27に記録する。制御部21は、第1サーバ1から要求があった場合、制御情報データベース27から要求対象の信号制御情報S3を読み出して第1サーバ1に送信する。

[0065] 〔車載装置の構成〕

図2に示すように、車載装置4は、制御部31、記憶部32、通信部33、同期処理部34、及びセンサ35を備える。

このうち、制御部31、記憶部32、及び同期処理部34は、1つ又は複数の電子制御ユニット（ECU）から構成される。ECU、通信部33、及びセンサ35は、所定の通信ケーブルを通信経路とする車内ネットワークの通信ノードである。

[0066] 制御部31は、CPU及びRAMなどを含む演算処理装置である。制御部31には、FPGAなどの集積回路が含まれていてもよい。記憶部32は、HDD及びSSDなどの不揮発性メモリを含む補助記憶装置である。

制御部31は、記憶部32に格納されたコンピュータプログラム36をメインメモリ（RAM）に読み出し、コンピュータプログラム36に従って各種の情報処理を実行する。この情報処理には、上述のプロブ情報S1の生成及び送信処理などが含まれる。

[0067] 通信部33は、プロブ車両3に恒常的に搭載されたゲートウェイなどの無線通信機、或いは、プロブ車両3に一時的に搭載される通信端末（例えばスマートフォン、タブレット型コンピュータ又はノート型パソコンなど）である。なお、通信部33は、プロブ車両3以外の車両に搭載されていてもよい。

[0068] センサ35は、自車両の現在位置を計測する位置センサと、自車両の速度を計測する速度センサと、自車両の現在方位を検出する方位センサとを含む。

位置センサは、例えばGNSS受信機よりなり、自車両の現在位置をほぼリアルタイムで計測する。速度センサは、例えばギアの回転に応じてパルスを発生するMRセンサよりなり、自車両の現在速度をほぼリアルタイムで計測する。方位センサは、例えばジャイロセンサよりなり、自車両の現在方位をほぼリアルタイムで計測する。

[0069] 同期処理部34は、所定の同期方式により、第1サーバ1などの他の通信

ノードと時刻同期を図るための処理部である。制御部 31 は、同期処理部 34 が生成するローカル時刻に従って、プローブ情報 S1 に含める走行時刻（プローブ車両 3 の現在位置に対応する現在時刻）などを決定する。

同期処理部 34 の同期方式は、例えば、GNSS 受信機の出力に基づく同期方式や、NTP 及び PTP などの通信フレームを用いた同期方式などを採用し得る。

[0070] [第 2 サーバによる情報処理]

図 3 は、第 2 サーバ 2 の制御部 21 が実行する、信号制御情報 S3 を推定するための情報処理の一例を示すフローチャートである。

図 3 の情報処理は、第 1 サーバ 1 から指定された所定の交差点 ID について、所定の制御周期 P（P：例えば 15 分）ごとに実行される。以下において、今回の制御周期を「今回周期 P_i 」と記載し、前回の制御周期を「前回周期 P_{i-1} 」と記載する。なお、添え字 i は、制御処理を実行するごとにインクリメントされる整数である。

[0071] 図 3 に示すように、最初に、制御部 21 は、前回周期 P_{i-1} において推定済みの信号制御パラメータを制御情報データベース 27 から読み出す（ステップ ST11）。

信号制御パラメータには、推定対象である交差点のサイクル長、スプリット、及びサイクル開始時刻が含まれる。

[0072] 次に、制御部 21 は、読み出した前回周期 P_{i-1} の信号制御パラメータ（サイクル長、スプリット、及びサイクル開始時刻）が、今回周期 P_i のプローブ情報 S1 に適合するか否かを判定する（ステップ ST12）。

この判定は、例えば、以下の「前回周期 P_{i-1} の青信号時間」において以下の「今回周期 P_i の走行軌跡」が発生し得るか否かにより行うことができる。

[0073] 前回周期 P_{i-1} の青信号時間：前回周期 P_{i-1} の信号制御パラメータから算出される、交差点の所定方向（例えば主道路方向）の青信号時間

今回周期 P_i の走行軌跡：交差点への通過時刻が今回周期 P_i 内である

ローブ情報 S 1 により算出される、交差点を所定方向（例えば主道路方向）に抜ける少なくとも 1 つのプロブ車両 3 の走行軌跡

[0074] ステップ S T 1 2 の判定結果が肯定的である場合は、制御部 1 1 は、今回周期 P_i の信号制御情報 S 3 として、前回周期 P_{i-1} の信号制御情報 S 3 をそのまま採用する（ステップ S T 1 3）。

[0075] ステップ S T 1 2 の判定結果が否定的である場合は、制御部 1 1 は、サイクル長とスプリットを推定するための「第 1 情報処理」を実行する（ステップ S T 1 4）。この処理の詳細は後述する。

制御部 1 1 は、第 1 情報処理を実行すると、サイクル開始時刻を推定するための「第 2 情報処理」を実行する（ステップ S T 1 5）。この処理の詳細は後述する。

[0076] 制御部 1 1 は、第 2 情報処理を実行すると、交差点で実行中の交通信号制御の制御種別を推定するための「第 3 情報処理」を実行する（ステップ S T 1 6）。この処理の詳細は後述する。

制御部 1 1 は、第 3 情報処理を実行すると、信号制御情報 S 3 を今回周期 P_i において求めた情報に更新し（ステップ S T 1 7）、処理を終了する。

[0077] [第 1 情報処理（サイクル長とスプリットの推定）]

図 4 は、第 1 情報処理の一例を示す説明図である。

図 4 において、左から右に向かう横軸は時刻を表し、図中の中抜きドットは、複数のプロブ車両 3 による交差点通過時刻を意味する。

[0078] 「交差点通過時刻」は、プロブ車両 3 が交差点手前の所定地点を通過した時刻を意味する。以下、交差点通過時刻を「通過時刻」と略記することがある。

本実施形態では、上記の交差点手前の所定地点として流入路に引かれた「停止線」を採用する。もっとも、所定地点は、プロブ車両 3 が実質的に交差点への進入を開始した地点と見なせる位置であればよく、流入路の停止線から上流側又は下流側に若干ずれた位置であってもよい。

[0079] 「主道路」は、交差点で交差する 2 つの道路のうち第 1 方向に延びる道路

を意味する。

「従道路」は、交差点で交差する2つの道路のうち第1方向と異なる第2方向に延びる道路を意味する。

「C」は、交差点のサイクル長である。「SP1」は、主道路のスプリットであり、 $SP1 = T1(j) / C$ の式で算出される。「SP2」は、従道路のスプリットであり、 $SP2 = T2(k) / C$ の式で算出される。

[0080] 第1時系列データD11は、主道路を通行した複数のプローブ車両3の交差点通過時刻を時系列に並べたデータである。ここでは、図示の通り、データD11がt1からt3, t7からt9の6つの時刻値を含むものとする。

第2時系列データD12は、従道路を通行した複数のプローブ車両3の交差点通過時刻を時系列に並べたデータである。ここでは、図示の通り、データD12がt4からt6, t10からt12の6つの時刻値を含むものとする。

[0081] 「T1(j)」(jは発生順序を表す自然数: j = 1, 2...)は、主道路に通行権がある時間長を表す変数(単位: 秒)である。以下、T1(j)を「第1期間」という。

「T2(k)」(kは発生順序を表す自然数: k = 1, 2...)は、従道路に通行権がある時間長を表す変数(単位: 秒)である。以下、T2(k)を「第2期間」という。

図4では、第1期間T1(1)の矢印と第2期間T2(1)の矢印の先端同士が接しているが、これらの時間の間には、主道路及び従道路の双方に通行権がないギャップ時間GP(例えば全赤時間)が存在し得る。

[0082] 本実施形態の第1情報処理は、複数のプローブ車両3による交差点の通過時刻t1からt12を用いて、交差点のサイクル長C及びスプリットSP1, SP2を推定する処理である。図4に示す通り、第1情報処理は、処理PR1と処理PR2を含む。

[0083] (処理PR1)

処理PR1は、走行時刻が過去の所定期間に含まれる過去のプローブ情報

S 1（以下、「過去情報」ともいう。）に基づいて、第1方向についての過去分の通過時刻 t_1 から t_3 、 t_7 から t_9 を含む第1時系列データ D 1 1 と、第2方向についての過去分の通過時刻 t_4 から t_6 、 t_{10} から t_{12} を含む第2時系列データ D 1 2 とを生成する処理である。

具体的には、制御部 2 1 は、プローブ車両 3 の走行位置と道路地図データ 2 9 とのマップマッチングにより、所定期間分（例えば2か月分）の過去情報の中から、交差点の停止線通過のイベントが発生したプローブ情報 S 1 を抽出する。

[0084] 次に、制御部 1 1 は、抽出したプローブ情報 S 1 の走行軌跡が主道路の停止線と交差する時点 t_1 から t_3 、 t_7 から t_9 を算出し、これらの時点 t_1 から t_3 、 t_7 から t_9 をデータ D 1 1 に含める時刻値とする。

同様に、制御部 1 1 は、抽出したプローブ情報 S 1 の走行軌跡が従道路の停止線と交差する時点 t_4 から t_6 、 t_{10} から t_{12} を算出し、これらの時点 t_4 から t_6 、 t_{10} から t_{12} をデータ D 1 2 に含める時刻値とする。

[0085] （処理 P R 2）

処理 P R 2 は、第1時系列データ D 1 1 と第2時系列データ D 1 2 を含みかつ第2時系列データ D 1 2 のデータ数が最小となる第1期間 $T_1(j)$ と、第1時系列データ D 1 1 と第2時系列データ D 1 2 を含みかつ第1時系列データ D 1 1 のデータ数が最小となる第2期間 $T_2(k)$ と、の組み合わせを求める処理である。

[0086] 具体的には、制御部 1 1 は、次の「変数定義」及び「信号機の制御条件」を満たす範囲内で、 $T_1(j)$ と $T_2(k)$ の値を所定時間（例えば1秒）ずつ増減させることにより、次の「探索条件」を満たす $T_1(j)$ と $T_2(k)$ の組み合わせを算出する。

なお、 $T_1(j)$ に対応する D 1 2 のデータ数の最小値は、通常ゼロになるが、例えば第2方向の赤信号で交差点に進入したプローブ車両 3 が存在した場合には、ゼロにならないことがある。 $T_2(k)$ に対応する D 1 1 のデ

一タ数の最小値についても同様である。

[0087] 変数定義：

$$\text{サイクル長 } C = T_1(j) + T_2(k) + GP$$

$$\text{主道路のスプリット } SP_1 = T_1(j) / C$$

$$\text{従道路のスプリット } SP_2 = T_2(k) / C$$

[0088] 信号機の制御条件：

$$100 \text{ 秒} \leq C \leq 200 \text{ 秒}$$

$$0.50 \leq SP_1 \leq 0.75$$

$$0.25 \leq SP_2 \leq 0.50$$

[0089] 探索条件：

$$t_3 - t_1 < T_1(1) \leq t_3 - t_1 + \delta$$

$$t_6 - t_4 < T_2(1) \leq t_6 - t_4 + \delta$$

$$t_9 - t_7 < T_1(2) \leq t_9 - t_7 + \delta$$

$$t_{12} - t_{10} < T_2(2) \leq t_{12} - t_{10} + \delta$$

[0090] 上記の変数定義中の「GP」は、主道路と従道路のいずれにも通行権がない、 $T_1(j)$ と $T_2(k)$ の間のギャップ時間である。ギャップ時間GPには、例えばAR（オールレッド）の時間帯が含まれる。歩車分離制御の場合には、歩行者のみに通行権のある時間帯もギャップ時間GPに含まれる。

上記の探索条件において、「 δ 」は、発進遅延などの誤差を考慮したマージンであり、時系列データD11、D12のデータ数に応じて1秒から数秒の範囲内で設定される。また、上記の探索条件において、jとkは3以上であってよい。

[0091] 第1情報処理は、処理PR2で探索した第1期間 $T_1(j)$ と第2期間 $T_2(k)$ に基づいて、サイクル長Cとスプリット SP_1 、 SP_2 を算出する処理を含む。

具体的には、制御部21は、 $T_1(j)$ と $T_2(k)$ が確定すると、例えば、 $T_1(1)$ の開始時点から $T_1(2)$ の開始時点までの時刻差をサイクル長Cとし、このサイクル長Cを制御情報データベース27に記録する。

[0092] また、制御部21は、上記のサイクル長 C と $T1(j)$ 、 $T2(k)$ を変数定義に適用することにより、ギャップ時間 GP とスプリット $SP1$ 、 $SP2$ の値を算出し、これらの算出値を制御情報データベース27に記録する。

なお、探索条件を満たすように $T1(j)$ と $T2(k)$ を時分割できないため、 $T1(j)$ と $T2(k)$ を確定できない場合には、制御部21は、第1情報処理の結果として「不確定」を表すフラグ情報を制御情報データベース27に記録する。

[0093] [第2情報処理（サイクル開始時刻の推定）]

図5は、第2情報処理の一例を示す説明図である。

横軸が時刻を表すこと、中抜きドットが複数のプローブ車両3による通過時刻を意味すること、主道路と従道路の意味、及びサイクル長 C などの変数の意味は、図4の場合と同様である。なお、「 t_s 」はサイクル開始時刻を意味する。

[0094] 第3時系列データ $D21$ は、主道路を通行した複数のプローブ車両3の交差点通過時刻を時系列に並べたデータである。ここでは、図示の通り、データ $D21$ が $u1$ から $u3$ 、 $u7$ から $u9$ の6つの時刻値を含むものとする。

第4時系列データ $D22$ は、従道路を通行した複数のプローブ車両3の交差点通過時刻を時系列に並べたデータである。ここでは、図示の通り、データ $D22$ が $u4$ から $u6$ 、 $u10$ から $u12$ の6つの時刻値を含むものとする。

[0095] $T1(j)$ は、第1情報処理により、主道路に通行権がある第1期間として確定した推定値（単位：秒）である。 $T2(k)$ は、第1情報処理により、従道路に通行権がある第2期間として確定した推定値（単位：秒）である。

なお、第2情報処理では第1情報処理で確定した $T1(j)$ 、 $T2(k)$ を用いるので、制御部21は、第1情報処理の結果が「不確定」の場合には、第2情報処理を実行しない。

[0096] 本実施形態の第2情報処理は、複数のプローブ車両3による交差点の通過

時刻 u_1 から u_{12} を用いて、交差点のサイクル開始時刻 t_s を推定する処理である。図5に示す通り、第2情報処理は、処理PS1と処理PS2を含む。

[0097] (処理PS1)

処理PS1は、第2情報処理の実行日(当日)にプローブ車両3の走行時刻が含まれるプローブ情報S1(以下、「当日情報」ともいう。)に基づいて、第1方向についての実行日分(当日分)の通過時刻 u_1 から u_3 , u_7 から u_9 を含む第3時系列データD21と、第2方向についての実行日分の通過時刻 u_4 から u_6 , u_{10} から u_{12} を含む第4時系列データD22とを生成する処理である。

具体的には、制御部11は、プローブ車両3の走行位置と道路地図データ29とのマップマッチングにより、当日情報の中から、交差点の停止線通過のイベントが発生したプローブ情報S1を抽出する。

[0098] 次に、制御部11は、抽出したプローブ情報S1の走行軌跡が主道路の停止線と交差する時点 u_1 から u_3 , u_7 から u_9 を算出し、これらの時点 u_1 から u_3 , u_7 から u_9 をデータD21に含める時刻値とする。

同様に、制御部11は、抽出したプローブ情報S1の走行軌跡が従道路の停止線と交差する時点 u_4 から u_6 , u_{10} から u_{12} を算出し、これらの時点 u_4 から u_6 , u_{10} から u_{12} をデータD22に含める時刻値とする。

[0099] (処理PS2)

処理PS2は、第1期間 $T_1(j)$ が第3時系列データD21と第4時系列データD22を含みかつ第1期間 $T_1(j)$ が含む第4時系列データD22のデータ数が最小となる条件、及び、第2期間 $T_2(k)$ が第3時系列データD21と第4時系列データD22を含みかつ第2期間 $T_2(k)$ が含む第3時系列データD21のデータ数が最小となる条件を満たすように、サイクル開始時刻 t_s を求める処理である。

[0100] 具体的には、制御部11は、 t_s の値を所定時間 ΔT (例えば1秒) ずつ

増減させることにより、次の「探索条件」を満たす t_s の値を算出する。

そして、制御部 11 は、処理 P S 2 によって探索した t_s を交差点のサイクル開始時刻の推定値として確定し、確定した推定値を制御情報データベース 27 に記録する。

なお、 $T_1(1)$ に対応する D 2 2 のデータ数の最小値は、通常ゼロになるが、例えば第 2 方向の赤信号で交差点に進入したプローブ車両 3 が存在した場合には、ゼロにならないことがある。 $T_2(2)$ に対応する D 2 1 のデータ数の最小値についても同様である。

[0101] 探索条件：

$$t_s < u_1$$

$$u_3 < t_s + T_1 < u_4$$

$$u_6 < t_s + C < u_7$$

$$u_9 < t_s + C + T_1 < u_{10}$$

$$u_{12} < t_s + 2C$$

[0102] [第 3 情報処理（制御種別の推定）]

図 6 は、第 3 情報処理の一例を示すフローチャートである。

本実施形態の第 3 情報処理は、第 1 情報処理の結果である、第 1 期間 $T_1(j)$ 、第 2 期間 $T_2(k)$ 、ギャップ時間 G_P 、及びサイクル長 C に基づいて、交差点に適用中の交通信号制御の制御種別を推定する処理である。

[0103] 図 6 に示すように、制御部 21 は、まず、第 1 情報処理のフラグ情報が「不確定」であるか否かを判定する（ステップ S T 2 1）。

ステップ S T 2 1 の判定結果が否定的である場合は、制御部 21 は、第 1 期間 $T_1(j)$ 、第 2 期間 $T_2(k)$ 、ギャップ時間 G_P 、及びサイクル長 C の各値を制御情報データベース 27 から読み出す（ステップ S T 2 2）。

[0104] 次に、制御部 21 は、ギャップ時間 G_P が所定の閾値 T_h 以上であるか否かを判定する（ステップ S T 2 3）。閾値 T_h は、歩行者のみに通行権を与える場合の時間長に相当し得る時間値であり、例えば 30 から 60 秒の範囲内で設定される。

ステップS T 2 3の判定結果が否定的である場合は、制御部2 1は、第1期間T 1（j）、第2期間T 2（k）、及びサイクル長Cが所定期間継続して一定であるか否かを判定する（ステップS T 2 4）。所定期間は、例えば1週間程度に設定される。

[0105] ステップS T 2 4の判定結果が肯定的である場合は、制御部2 1は、交差点に適用中の制御種別を、歩車分離制御ではない「定周期制御」（交通管制センターの介入なし）と推定する（ステップS T 2 6）。

ステップS T 2 4の判定結果が否定的である場合は、制御部2 1は、交差点に適用中の制御種別を、歩車分離制御ではない「集中制御」（交通管制センターの介入あり）と推定する（ステップS T 2 7）。

[0106] ステップS T 2 3の判定結果が肯定的である場合は、制御部2 1は、第1期間T 1（j）、第2期間T 2（k）、及びサイクル長Cが所定期間継続して一定であるか否かを判定する（ステップS T 2 5）。所定期間は、例えば1週間程度に設定される。

[0107] ステップS T 2 5の判定結果が肯定的である場合は、制御部2 1は、交差点に適用中の制御種別を、定周期（交通管制センターの介入なし）の歩車分離制御と推定する（ステップS T 2 8）。

ステップS T 2 5の判定結果が否定的である場合は、制御部2 1は、交差点に適用中の制御種別を、集中制御（交通管制センターの介入あり）の歩車分離制御と推定する（ステップS T 2 9）。

[0108] ステップS T 2 1の判定結果が肯定的である場合は、制御部2 1は、交差点に適用中の制御種別を特種制御と推定する（ステップS T 3 0）。

「特種制御」は、定周期制御、集中制御、及び歩車分離制御のいずれでもない交通信号制御である。特種制御の例としては、例えば、点滅制御、歩行者による押しボタン制御などがある。なお、交差点通過時刻におけるプローブ車両3の速度が常態的に所定速度（例えば10km/時）以下の場合は、交差点の制御種別を点滅制御と推定してもよい。

[0109] [変形例：第4情報処理（信号現示の推定）]

上述の実施形態において、第2サーバ2の制御部21は、交差点の信号現示を推定する第4情報処理を実行してもよい。

図7は、第4情報処理の一例を示す説明図である。図7において、横軸が時刻を表すこと、中抜きドットが複数のプローブ車両3による通過時刻を意味すること、及び t_1 から t_{12} が交差点通過時刻を意味することは、図4の場合と同様である。

[0110] 図7において、L1からL4は、交差点に向かうプローブ車両3が通行した流入路（或いは流入方向）を意味する。

GS、TR、及びTLは、当該プローブ車両3による交差点からの流出方向の種別を表す識別情報である。これらの識別情報のうち、「GS」は直進、「TR」は右折、「TL」は左折を意味する。

[0111] ここでは、交差点への流入路L1からL4のうち、流入路L1、L3が主道路（第1方向）であり、流入路L2、L4が従道路（第2方向）であるとする。

従って、第1時系列データD11は、流入路L1の通過時刻である t_1 から t_6 と、流入路L3の通過時刻である t_9 を含む。また、第2時系列データD12は、流入路L2の通過時刻である t_7 、 t_8 と、流入路L4の通過時刻である t_{11} 、 t_{12} を含む。

[0112] 変形例に係る第4情報処理は、通過時刻 t_1 から t_{12} に交差点にそれぞれ流入したプローブ車両3の流入方向L1からL4及び流出方向GS、TR、TLに基づいて、交差点の信号現示を推定する処理である。図7に示す通り、第4情報処理は、処理PT1と処理PT2を含む。

[0113] （処理PT1）

処理PT1は、過去分の第1時系列データD11と過去分の第2時系列データD12に、流入方向L1からL4のイベントと流出方向GS、TR、TLのイベントを付加する処理である。

具体的には、制御部21は、プローブ車両3の走行軌跡から交差点に対する流入方向L1からL4と流出方向GS、TR、TLを判定し、その判定結

果をイベントとして各通過時刻 t_1 から t_{12} に付加する。

[0114] 従って、例えばイベント L_1 , GS が付加された通過時刻 t_1 は、流入路 L_1 の停止線を時刻 t_1 に通過しかつ交差点を直進したプローブ車両 3 が存在したことを意味する。

同様に、イベント L_1 , TL が付加された通過時刻 t_2 は、流入路 L_1 の停止線を時刻 t_2 に通過しかつ交差点を左折したプローブ車両 3 が存在したことを意味する。その他の通過時刻 t_3 から t_{12} についても同様である。

[0115] (処理 PT_2)

処理 PT_2 は、交差点に向かう流入路 L_1 から L_4 のうち、流出方向のイベントが右折 TR である通過時刻 t_4 から t_6 のみを含む時間帯が所定時間以上である流入路 L_1 を抽出する処理である。

具体的には、制御部 21 は、第 1 及び第 2 時系列データ D_{11} , D_{12} に含まれる通過時刻 t_1 から t_{12} の中から、右折 TR のイベントが連続する期間 T_a , T_b を抽出する。

[0116] 次に、制御部 21 は、抽出した期間 T_a , T_b が下記の条件を充足する場合に、交差点の信号現示に右折専用現示が含まれると推定する。

条件 1 : 期間 T_a , T_b が所定時間 (例えば 10 秒) 以上であること。

条件 2 : 当該期間 T_a , T_b 中に、イベントが直進 GS である通過時刻のデータが対向道路に存在しないこと。

[0117] 図 4 の例では、流入路 L_1 で発生した期間 T_a において、流入路 L_3 における通過時刻が存在しないので、条件 2 を充足する。従って、制御部 21 は、期間 T_a が 10 秒以上であれば、流入路 L_1 について右折専用現示が採用されていると判断する。

一方、流入路 L_4 で発生した期間 T_b においては、流入路 L_4 と対向する流入路 L_2 においてイベントが直進 GS である通過時刻 t_7 , t_8 が存在するので、条件 2 を充足しない。従って、制御部 21 は、期間 T_b が 10 秒以上であっても、流入路 L_4 では右折専用現示が採用されていないと判断する。

[0118] 〔その他の変形例〕

今回開示した実施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。本発明の権利範囲は、上述の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された構成と均等の範囲内でのすべての変更が含まれる。

例えば、上述の実施形態において、信号制御情報 S 3 から信号情報（提供情報 S 2）を生成する処理とプローブ車両 3 に信号情報を送信する処理を、第 2 サーバ 2 が実行してもよい。

[0119] 上述の実施形態において、第 1 サーバ 1 と第 2 サーバ 2 が行う処理を 1 つのサーバがすべて実行することにしてもよい。

すなわち、第 1 サーバ 1 及び第 2 サーバ 2 の機能を併有する 1 つのサーバが、プローブ情報 S 1 の収集、プローブ情報 S 1 からの信号制御情報 S 3 の生成、信号制御情報 S 3 からの信号情報（提供情報 S 2）の生成、及びプローブ車両 3 への信号情報の送信を実行してもよい。なお、上記 1 つのサーバは、信号情報をプローブ車両 3 以外の車両に送信してもよい。

符号の説明

- [0120]
- 1 第 1 サーバ（情報処理装置）
 - 2 第 2 サーバ（情報処理装置）
 - 3 プローブ車両
 - 4 車載装置
 - 5 信号灯器
 - 7 無線基地局
 - 8 公衆通信網
 - 1 1 制御部
 - 1 2 記憶部
 - 1 3 通信部
 - 1 4 同期処理部
 - 1 5 プローブデータベース
 - 1 6 提供情報データベース

- 1 7 会員データベース
- 1 8 コンピュータプログラム
- 2 1 制御部
- 2 2 記憶部
- 2 3 通信部
- 2 5 地図データベース
- 2 6 プローブデータベース
- 2 7 制御情報データベース
- 2 8 コンピュータプログラム
- 2 9 道路地図データ
- 3 1 制御部
- 3 2 記憶部
- 3 3 通信部
- 3 4 同期処理部
- 3 5 センサ
- 3 6 コンピュータプログラム
- 1 0 0 情報処理システム
- S 1 プローブ情報
- S 2 車両向けの提供情報
- S 3 信号制御情報

請求の範囲

- [請求項1] 複数のプローブ車両の走行位置及び走行時刻を含むプローブ情報を記憶する記憶部と、
前記記憶部に記憶された前記プローブ情報に基づいて、交差点に適用中の信号制御情報を推定する情報処理を実行する制御部と、を備え、
前記信号制御情報は、
前記交差点のサイクル長及びスプリットを含み、
前記情報処理は、
前記複数のプローブ車両による前記交差点の通過時刻を用いて、前記交差点のサイクル長及びスプリットを推定する第1情報処理を含む情報処理装置。
- [請求項2] 前記第1情報処理は、
前記記憶部に記憶された前記プローブ情報の一部であって前記走行時刻が所定期間に含まれる前記プローブ情報に基づいて、前記交差点の第1方向における第1方向通過時刻に関する第1時系列データと、前記第1方向と交差する第2方向の第2方向通過時刻に関する第2時系列データと、を生成する処理を含み、
前記第1方向通過時刻と前記第2方向通過時刻とを用いて、前記交差点の前記サイクル長及び前記スプリットを推定する、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記第1情報処理は、
前記第1時系列データと前記第2時系列データを含みかつ前記第2時系列データのデータ数が最小となる第1期間と、前記第1時系列データと前記第2時系列データを含みかつ前記第1時系列データのデータ数が最小となる第2期間と、の組み合わせを求める処理を含む請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記第1情報処理は、

前記第 1 期間、前記第 2 期間、及び前記第 1 期間と前記第 2 期間の間のギャップ時間に基づいて、前記サイクル長と前記スプリットを算出する処理を含む請求項 3 に記載の情報処理装置。

[請求項5]

前記信号制御情報は、
前記交差点のサイクル開始時刻を含み、
前記情報処理は、
複数の前記プローブ車両による前記交差点の前記通過時刻を用いて、前記交差点のサイクル開始時刻を推定する第 2 情報処理を含む請求項 4 に記載の情報処理装置。

[請求項6]

前記プローブ情報は、
前記第 2 情報処理の実行日に前記プローブ車両の走行時刻が含まれる前記プローブ情報を含み、
前記第 2 情報処理は、
前記実行日の前記プローブ情報に基づいて、前記第 1 方向の前記実行日分の前記通過時刻を含む第 3 時系列データと、前記第 1 方向と交差する前記第 2 方向の前記実行日分の前記通過時刻を含む第 4 時系列データと、を生成する処理を含み、
前記第 1 方向の前記実行日分の前記通過時刻と、前記第 2 方向の前記実行日分の前記通過時刻とを用いて、前記交差点の前記サイクル開始時刻を推定する請求項 5 に記載の情報処理装置。

[請求項7]

前記第 2 情報処理は、
前記第 1 期間が前記第 3 時系列データと前記第 4 時系列データを含みかつ前記第 1 期間が含む前記第 4 時系列データのデータ数が最小となる条件、及び、前記第 2 期間が前記第 3 時系列データと前記第 4 時系列データを含みかつ前記第 2 期間が含む前記第 3 時系列データのデータ数が最小となる条件を満たすように、前記サイクル開始時刻を求める処理を含む請求項 6 に記載の情報処理装置。

[請求項8]

前記信号制御情報は、

前記交差点で実行中の交通信号制御の種別を含み、
前記情報処理は、

前記第 1 期間、前記第 2 期間、前記ギャップ時間、及び前記サイクル長に基づいて、前記種別を推定する第 3 情報処理を含む請求項 4 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

[請求項9] 前記第 3 情報処理は、

前記第 1 期間、前記第 2 期間、及び前記サイクル長が一定である期間の多寡に基づいて、前記種別が定周期制御及び集中制御のいずれであるかを判定する処理を含む請求項 8 に記載の情報処理装置。

[請求項10] 前記第 3 情報処理は、

前記ギャップ時間の多寡に基づいて、前記種別が歩車分離制御か否かを判定する処理を含む請求項 8 又は請求項 9 に記載の情報処理装置。

[請求項11] 前記信号制御情報は、

前記交差点の信号現示を含み、

前記情報処理は、

前記通過時刻に前記交差点に流入した前記プローブ車両の流入方向と流出方向に基づいて、前記交差点の信号現示を推定する第 4 情報処理を含む請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

[請求項12] 前記第 4 情報処理は、

前記通過時刻に前記流入方向及び前記流出方向のイベントを付加する処理と、

前記イベントが右折である前記通過時刻のみを含む時間帯が所定時間以上である流入路を抽出する処理と、を含む請求項 11 に記載の情報処理装置。

[請求項13] 情報処理装置が実行する情報処理方法であって、

複数のプローブ車両の走行位置及び走行時刻を含むプローブ情報を

記憶するステップと、

前記記憶された前記プローブ情報に基づいて、交差点に適用中の信号制御情報を推定するステップと、を含み、

前記信号制御情報は、

前記交差点のサイクル長及びスプリットを含み、

前記情報処理は、

前記複数の前記プローブ車両による前記交差点の通過時刻を用いて、前記交差点のサイクル長及びスプリットを推定する第1情報処理を含む情報処理方法。

[請求項14]

複数のプローブ車両の走行位置及び走行時刻を含むプローブ情報を記憶するステップと、

前記記憶された前記プローブ情報に基づいて、交差点に適用中の信号制御情報を推定するステップと、を実行する情報処理装置として、コンピュータを機能させるコンピュータプログラムであって、

前記信号制御情報は、

前記交差点のサイクル長及びスプリットを含み、

前記情報処理は、

前記複数の前記プローブ車両による前記交差点の通過時刻を用いて、前記交差点のサイクル長及びスプリットを推定する第1情報処理を含むコンピュータプログラム。

[図1]

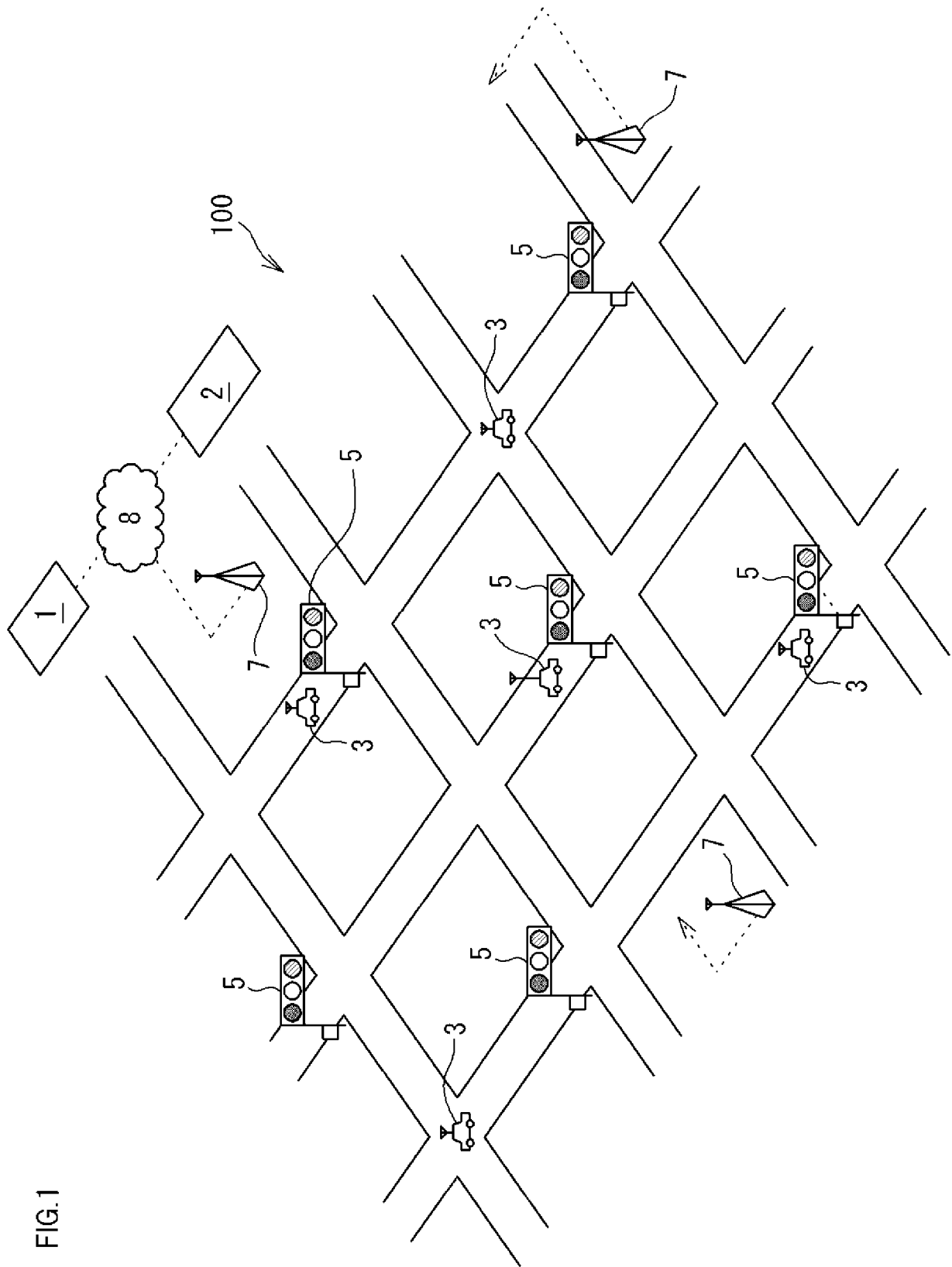


FIG.1

[図2]

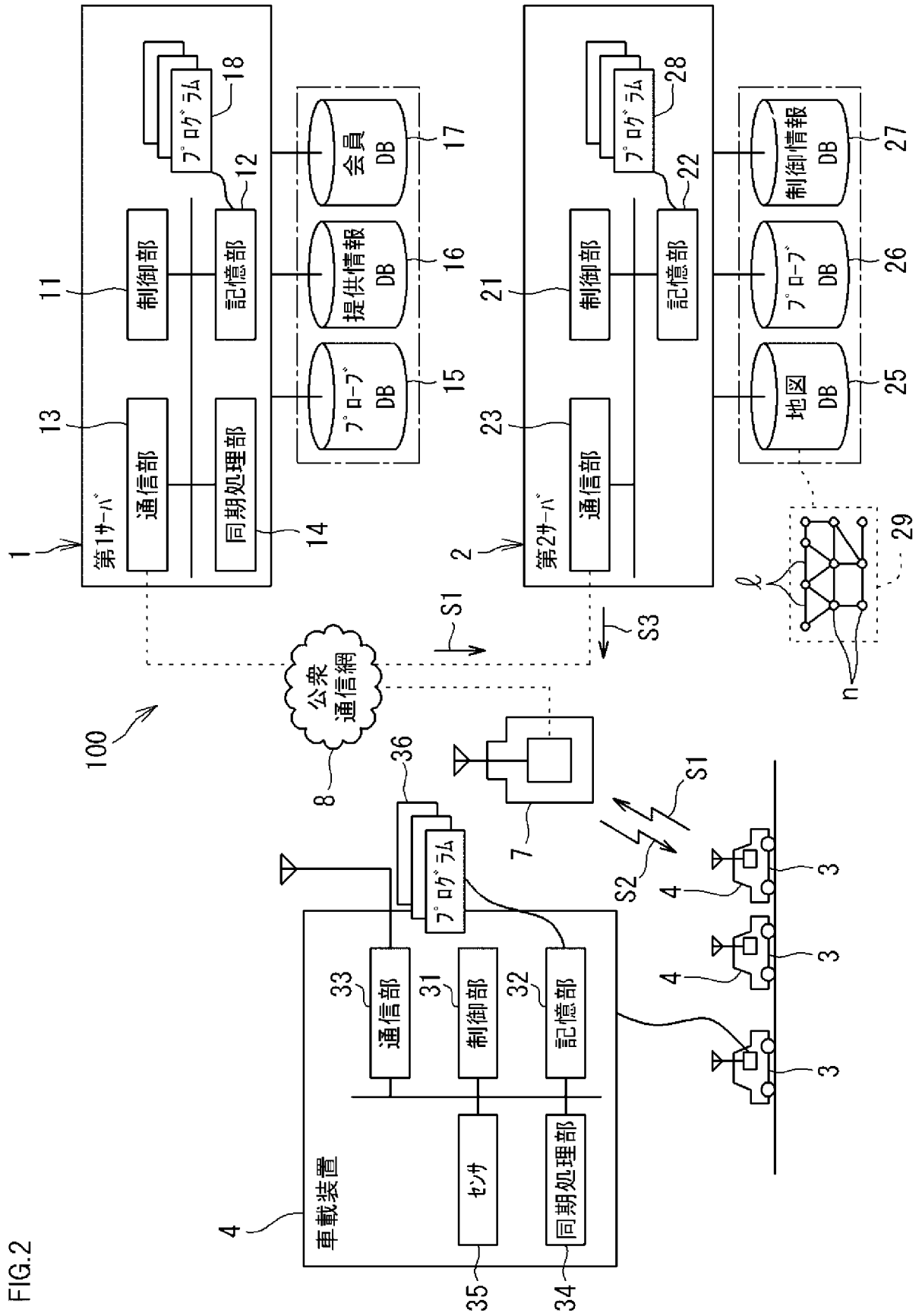
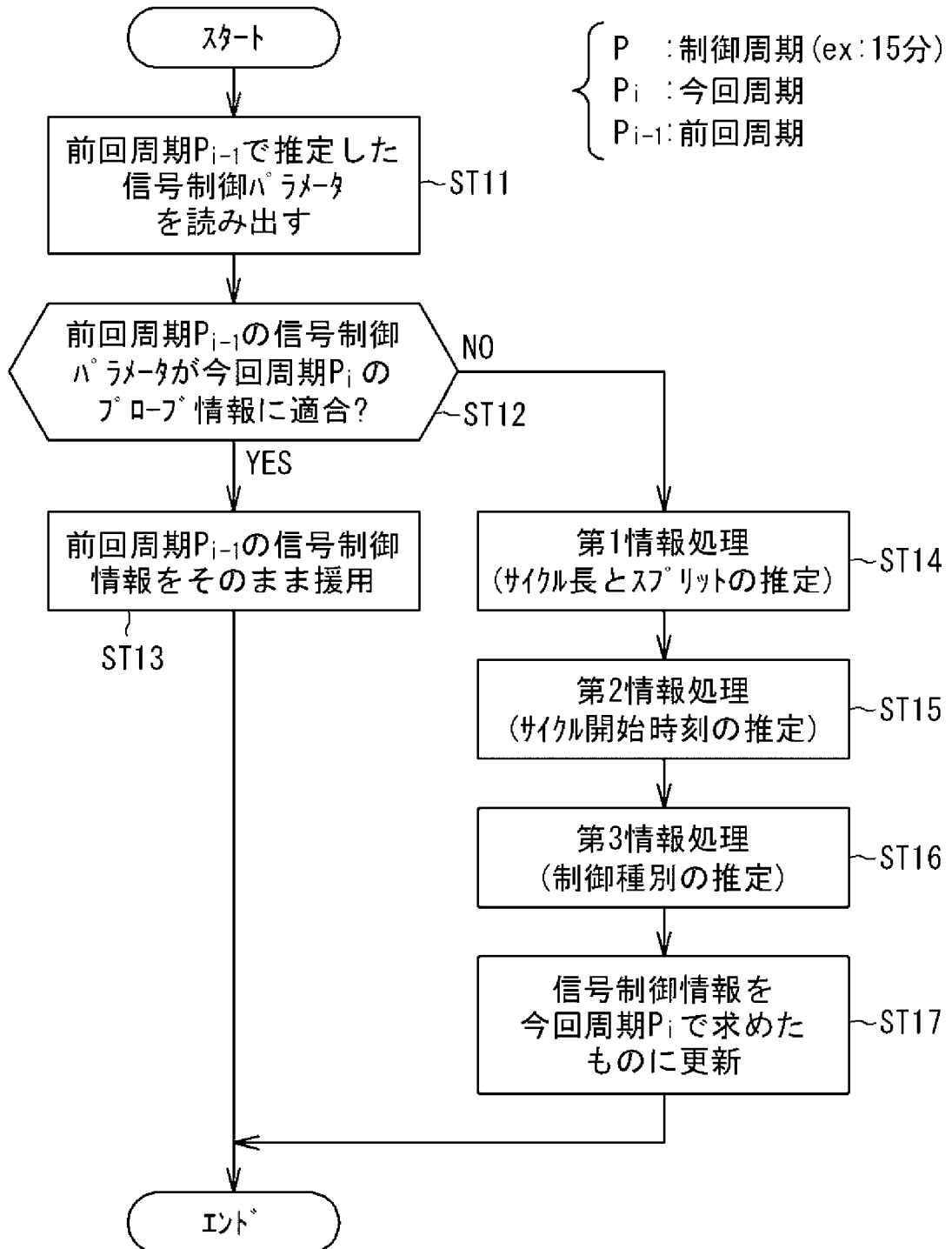


FIG.2

[図3]

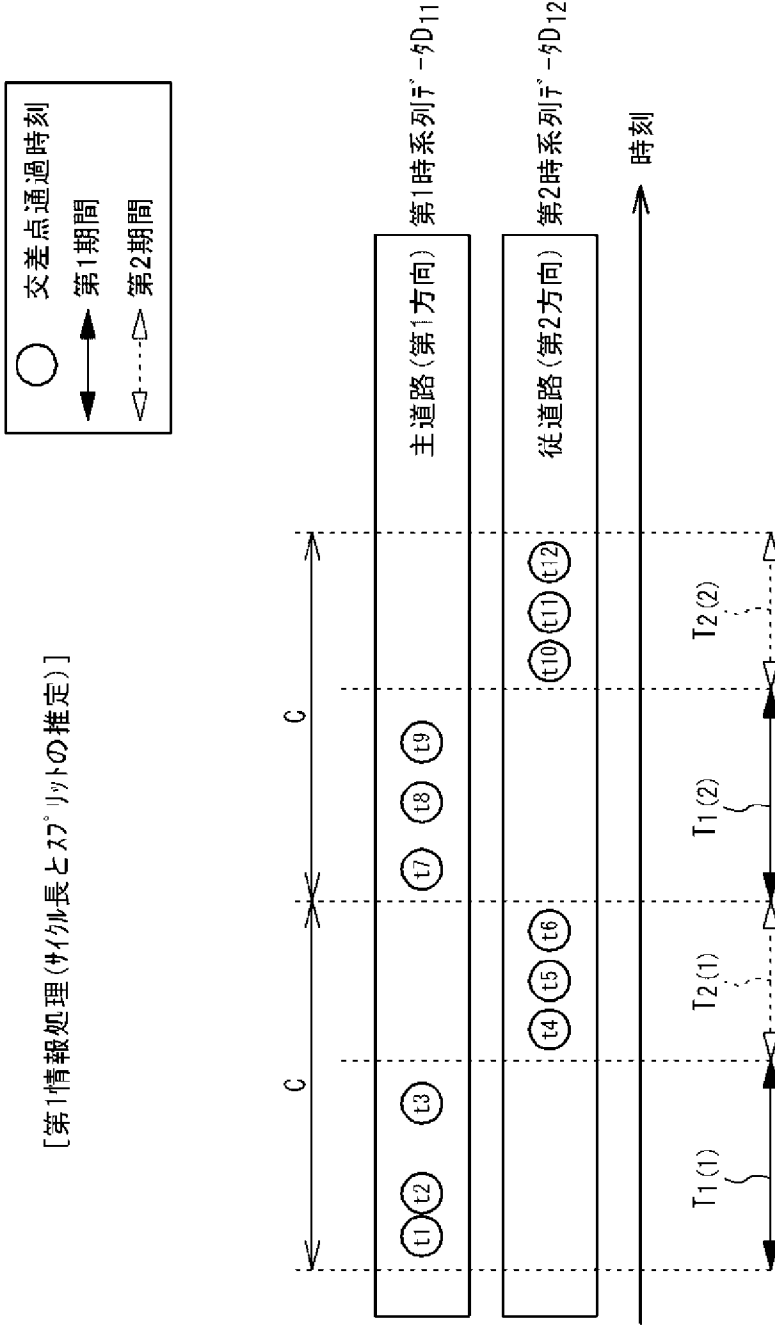
FIG.3

[第2サーバによる情報処理]



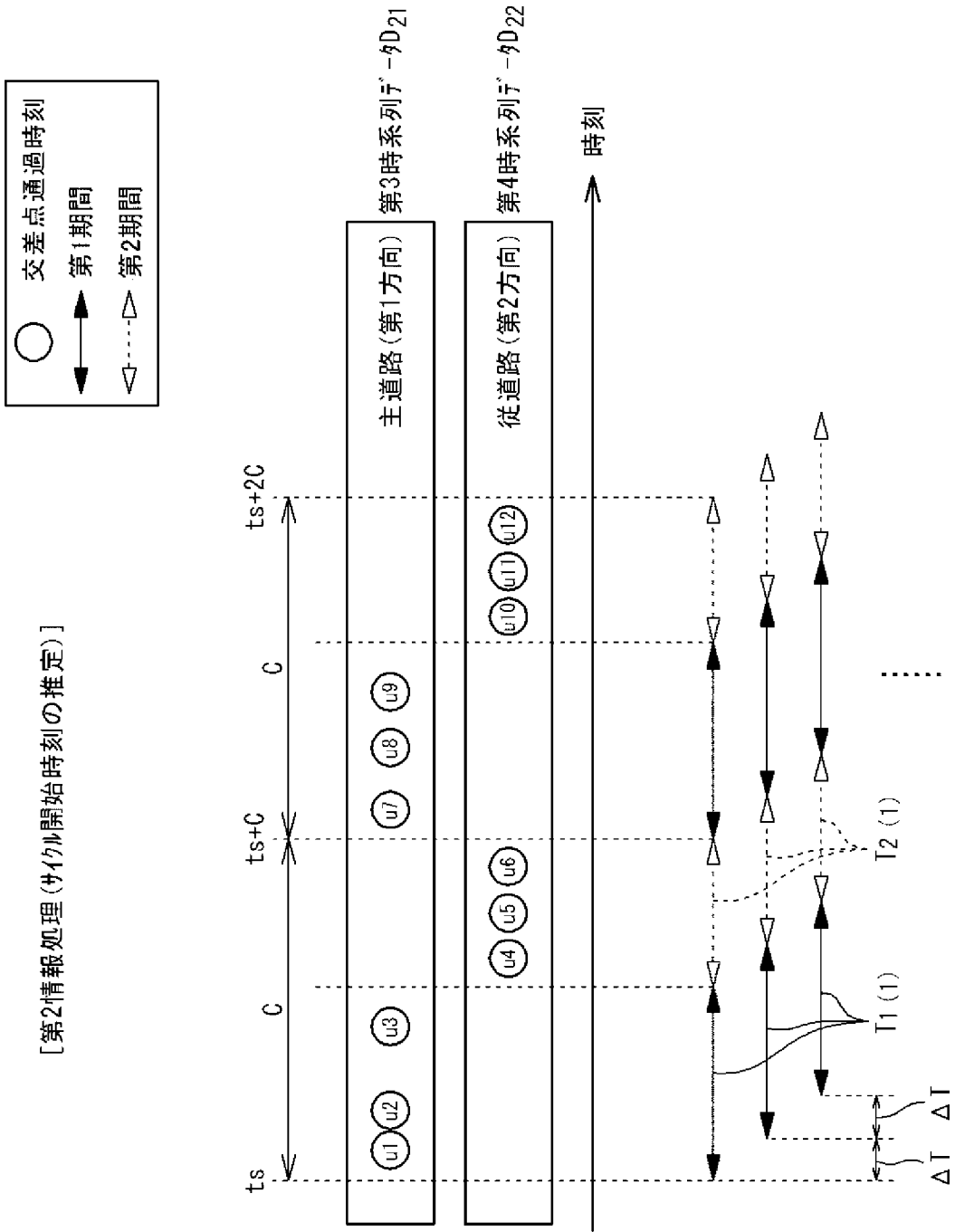
[図4]

FIG.4



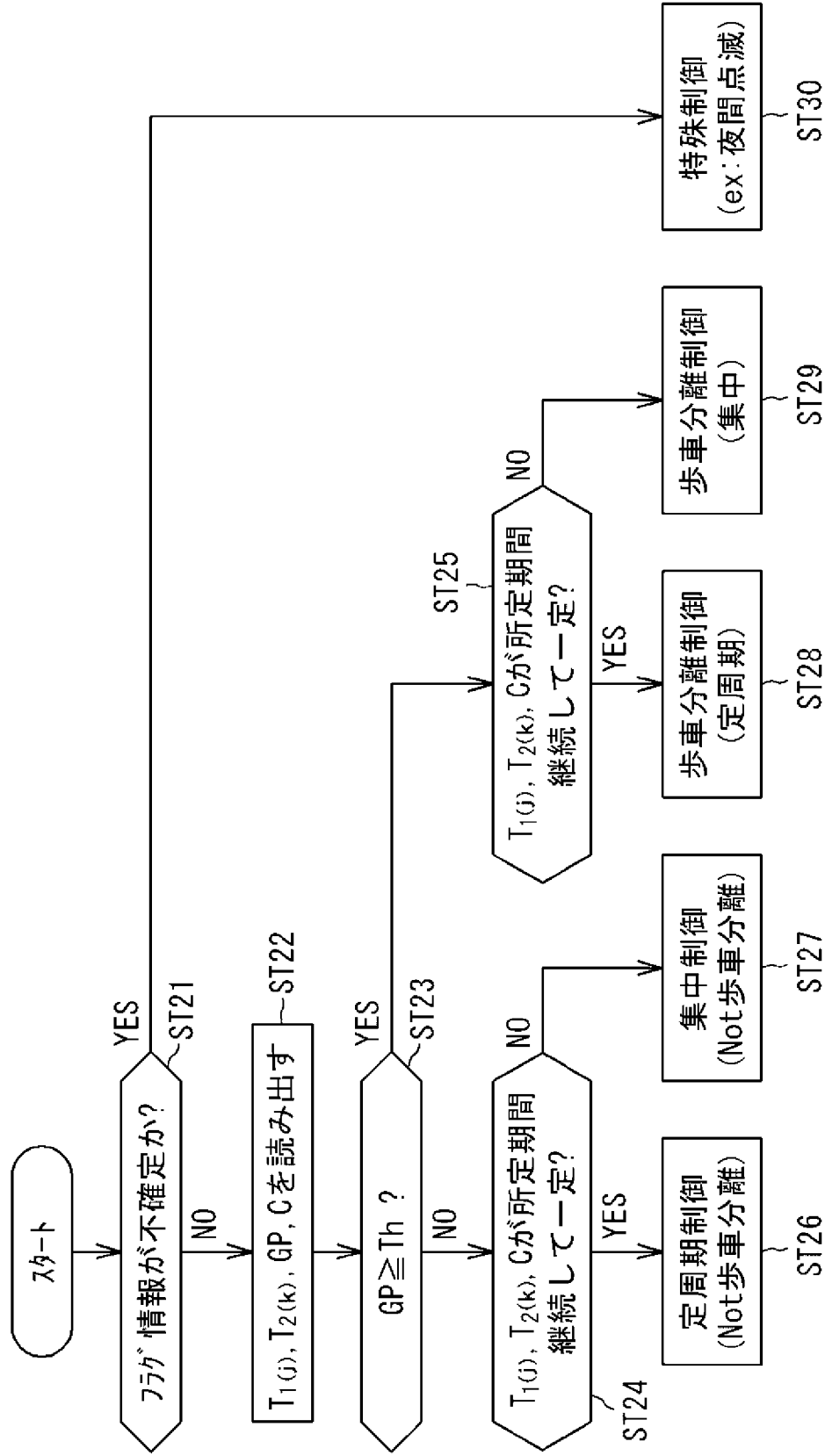
[図5]

FIG.5



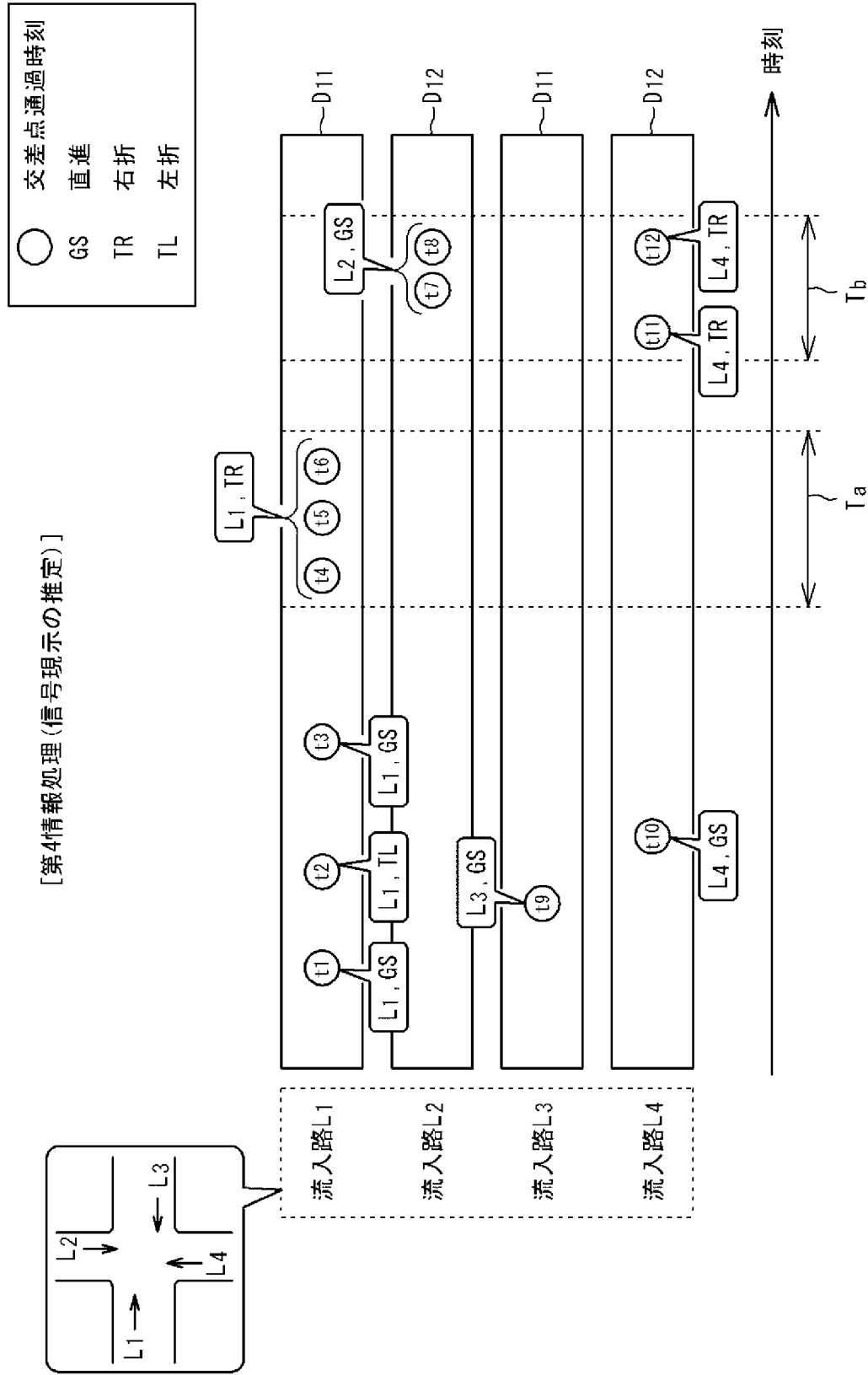
[図6]

FIG.6 [第3情報処理(制御種別の推定)]



[図7]

FIG.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/035723

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G08G 1/01</i> (2006.01)i; <i>G08G 1/09</i> (2006.01)i; <i>G08G 1/13</i> (2006.01)i FI: G08G1/01 A; G08G1/13; G08G1/09 F		
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; G08G1/09; G08G1/13		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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.
Y A	JP 11-161894 A (HITACHI LTD) 18 June 1999 (1999-06-18) paragraphs [0020]-[0032], [0058]-[0060], [0067]-[0075], fig. 9	1-2, 11-14 3-10
Y	JP 2015-212863 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 26 November 2015 (2015-11-26) paragraphs [0025], [0084]-[0093]	1-2, 11-14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 22 November 2022		Date of mailing of the international search report 06 December 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2022/035723

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 11-161894 A	18 June 1999	(Family: none)	
JP 2015-212863 A	26 November 2015	US 2017/0053529 A1 paragraphs [0069]-[0070], [0197]-[0209] WO 2015/166876 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G08G 1/01(2006.01)i; G08G 1/09(2006.01)i; G08G 1/13(2006.01)i FI: G08G1/01 A; G08G1/13; G08G1/09 F		
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）） G08G1/01; G08G1/09; 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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
Y A	JP 11-161894 A（株式会社日立製作所）18.06.1999（1999-06-18） 段落0020-0032, 0058-0060, 0067-0075, 図9	1-2, 11-14 3-10
Y	JP 2015-212863 A（住友電気工業株式会社）26.11.2015（2015-11-26） 段落0025, 0084-0093	1-2, 11-14
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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	22. 11. 2022	国際調査報告の発送日 06. 12. 2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 白石 剛史 3Z 3725 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/035723

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 11-161894 A	18.06.1999	(ファミリーなし)	
JP 2015-212863 A	26.11.2015	US 2017/0053529 A1 段落0069-0070, 0197-0209 WO 2015/166876 A1	