

(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
2020年11月19日(19.11.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/230237 A1

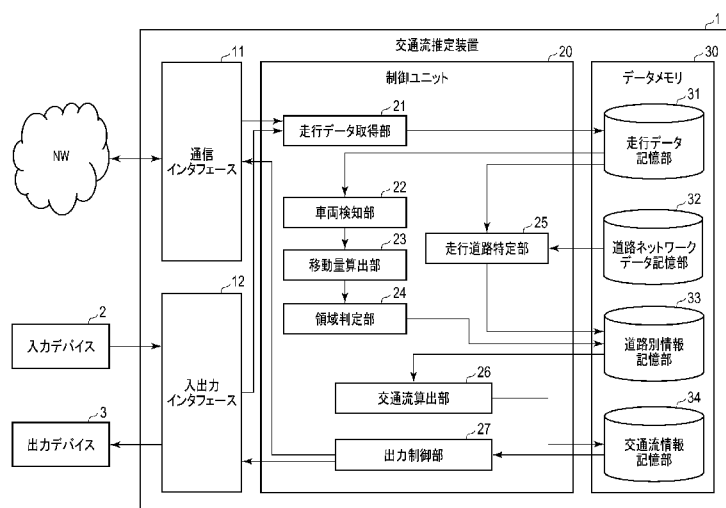
- (51) 国際特許分類:
G08G 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/018945
- (22) 国際出願日: 2019年5月13日(13.05.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉田 学 (YOSHIDA, Manabu); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 横畑

夕貴(YOKOHATA, Yuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 森 皓平(MORI, Kohei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 秦 崇洋(HATA, Takahiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 社家 一平(SHAKE, Ippei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外(KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝三丁目2番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).

(54) Title: TRAFFIC FLOW ESTIMATION DEVICE, TRAFFIC FLOW ESTIMATION METHOD, TRAFFIC FLOW ESTIMATION PROGRAM, AND STORAGE MEDIUM STORING TRAFFIC FLOW ESTIMATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 交通流推定装置、交通流推定方法、交通流推定プログラムおよび交通流推定プログラムを記憶した記憶媒体



- 1 Traffic flow estimation device
- 2 Input device
- 3 Output device
- 11 Communication interface
- 12 Input/output interface
- 20 Control unit
- 21 Travel data acquisition unit
- 22 Vehicle detection unit
- 23 Movement amount calculation unit
- 24 Region determination unit
- 25 Traveling road specifying unit
- 26 Traffic flow calculation unit
- 27 Output control unit
- 30 Data memory
- 31 Travel data storage unit
- 32 Road network data storage unit
- 33 Information-by-road storage unit
- 34 Traffic flow information storage unit

(57) Abstract: Provided is a traffic flow estimation device (1) that estimates the traffic flow in a target area. The traffic flow estimation device (1) comprises a storage unit (30) which stores lane information on a target area, and the traffic flow estimation device (1) obtains a plurality of images including a second moving body (7) in the periphery, which are captured at different timings depending on a first moving body (6) moving in a target area, and position information and speed information on the first moving body at each timing, specifies a lane in which the first moving body is moving, on the basis of lane information and the position information, calculates a change over time in the position of the second moving body in the images on the basis of the plurality of images, estimates a lane in which the second moving body

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

is moving, on the basis of the positional relationship of the second moving body with respect to the first moving body detected from the image, and estimates a traffic flow for each lane in the target area, on the basis of the speed information on the first moving body, the information indicating the change over time in the position of the second moving body, and the lane in which the first and second moving bodies are moving.

(57) 要約: 対象領域の交通流を推定する交通流推定装置(1)を提供する。交通流推定装置(1)は、対象領域の車線情報を記憶する記憶部(30)を備え、対象領域内を移動中の第1の移動体(6)によって異なるタイミングで撮影された周辺の第2の移動体(7)を含む複数の画像と、各タイミングにおける第1の移動体の位置情報および速度情報とを取得し、車線情報と位置情報とをもとに第1の移動体が移動中の車線を特定し、複数の画像をもとに画像内における第2の移動体の位置の経時変化を算出し、画像から検出される第1の移動体に対する第2の移動体の位置関係に基づいて第2の移動体が移動中の車線を推定し、第1の移動体の速度情報と、第2の移動体の位置の経時変化を表す情報と、第1および第2の移動体が移動中の車線とに基づいて、対象領域の車線別の交通流を推定する。

明 細 書

発明の名称：

交通流推定装置、交通流推定方法、交通流推定プログラムおよび交通流推定プログラムを記憶した記憶媒体

技術分野

[0001] この発明の一態様は、交通流推定装置、交通流推定方法、交通流推定プログラムおよび交通流推定プログラムを記憶した記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車の走行データをリアルタイムにインターネット上のクラウド環境等へ送信するコネクティッドカーが注目を集めている。複数のコネクティッドカーから大量の走行データを収集できれば、渋滞情報といった街中の道路状況をリアルタイムに把握し、交通状態の早期改善や事前対策などが行えるようになると期待されている（例えば、非特許文献 1 参照）。

[0003] さらに、走行データとしては、速度や加速度とあわせて位置情報も収集可能であり、その位置情報の観測精度も年々向上している。このため、走行している自動車の車線まで特定することが可能となり、その情報をもとに、道路単位だけでなく車線単位での交通状況を把握できるようになることが期待される。

[0004] 走行データを用いて車線ごとの交通流を推測する方法の一例として、走行する車の車線を特定し、その車の走行速度を参照する方法が考えられる。このように、道路上の各車線を走行する自動車の走行データを収集できれば、車線ごとの交通流を推測できることになる。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：内閣官房 情報通信技術（ＩＴ）総合戦略室、「交通データ利活用に係るこれまでの取組と最近の動向について（案）（交通データ関連）」、[online]、平成25年12月25日、インターネット<URL: <http://www>

w.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/douro/dai3/siryou1.pdf>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、すべての自動車が走行データを例えばクラウド環境にアップロードする機能を備えているわけではなく、また、クラウド環境で収集した走行データは例えば各自動車メーカー固有のデータとなることがあるので、ある道路を走行しているすべての自動車から走行データを収集することは困難である。すなわち、従来提案されているシステムでは、例えばある車線を走行している自動車から走行データが収集できたとしても、その隣の車線を走行している自動車からは走行データが収集できないような状況が起こり得るため、すべての車線における交通流を推定できないという問題があった。

[0007] この発明は上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、限られた走行データに基づいて、より広い範囲の交通流を推定する技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するためにこの発明の第1の態様は、ハードウェアプロセッサとメモリとを有する交通流推定装置にあって、上記メモリが、交通流を推定する対象領域の車線情報を記憶する記憶部を備え、上記ハードウェアプロセッサが、上記対象領域内を移動中の第1の移動体によって異なる複数のタイミングで撮影された、周辺の第2の移動体を含む複数の画像と、当該複数の画像の各々が撮影されたタイミングにおける上記第1の移動体の位置情報および速度情報とを含む移動体データを取得することと、上記記憶部に記憶された車線情報と、上記取得した移動体データに含まれる上記第1の移動体の位置情報とをもとに、上記第1の移動体が移動中の車線を特定することと、上記移動体データに含まれる画像をもとに、上記画像内における上記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出することと、上記移動体データに含まれる画像から上記第1の移動体に対する上記第2の移動体の位置関係を検出し、当該位置関係と上記推定された第1の移動体が移動中の車線と

に基づいて上記第2の移動体が移動中の車線を推定することと、上記移動体データに含まれる上記第1の移動体の速度情報と、上記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報と、上記推定された上記第1の移動体および第2の移動体が移動中の各車線とに基づいて、上記対象領域の車線別の交通流を推定することと、を実行するようにしたものである。

[0009] この発明の第2の態様は、上記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出することが、上記複数の画像を対比することによって、上記複数の画像に含まれる上記第2の移動体の同一性を判定することを含むようにしたものである。

[0010] この発明の第3の態様は、上記第2の移動体が移動中の車線を推定することが、上記移動体データに含まれる画像に対して、上記第1の移動体が移動中の車線を表す車線判定線を設定することと、上記設定された車線判定線と、上記第1の移動体に対する上記第2の移動体の位置関係とに基づいて、上記第2の移動体が移動中の車線を推定することを含むようにしたものである。

[0011] この発明の第4の態様は、上記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出することが、上記複数の画像に含まれる上記第2の移動体の画像内座標の変化に基づいて、上記第2の移動体の移動方向を算出することを含み、上記第2の移動体が移動中の車線を推定することが、上記算出された移動方向と上記推定された上記第1の移動体が移動中の車線とに基づいて、上記第2の移動体が移動中の車線を推定することを含むようにしたものである。

[0012] この発明の第5の態様は、上記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出することが、上記複数の画像に含まれる上記第2の移動体の画像内座標の変化に基づいて、上記第2の移動体の移動量を算出することを含み、上記交通流を推定することが、上記移動体データに含まれる上記第1の移動体の速度情報と、上記算出された上記第2の移動体の移動量とをもとに、上記第1の移動体の速度および上記第2の移動体の移動量を説明変数とし上記第2の移動体の速度を目的変数とする回帰分析によってあらかじめ得られた回

帰モデルを用いて、上記第2の移動体の速度を算出することを含むようにしたものである。

[0013] この発明の第6の態様は、上記交通流を推定することが、上記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報と、上記第1の移動体の速度情報とを対応付けた交通データを生成することと、上記生成された交通データを所定の基準により分割し、必要な補間を実行することと、上記分割され必要な補間を実行された交通データと、上記第1の移動体が移動中の車線とに基づいて、上記対象領域の交通流を推定することを含むようにしたものである。

発明の効果

[0014] この発明の第1の態様によれば、交通流推定装置は、交通流を推定する対象領域の車線情報を記憶しており、対象領域内を移動中の第1の移動体によって異なる時間に撮影された、他の第2の移動体を含む複数の画像と、当該複数の画像の各々が撮影された時点の第1の移動体の位置情報および速度情報とを含む、移動体データを取得する。そして、交通流推定装置は、記憶された車線情報と、取得した移動体データに含まれる複数の画像ならびに第1の移動体の位置情報および速度情報とに基づいて、第1の移動体が移動中の車線を特定し、第2の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出し、第2の移動体が移動中の車線を推定し、これらの推定または算出された情報に基づいて対象領域の車線別の交通流を推定する。

[0015] このように、交通流推定装置は、第2の移動体からの走行データが得られないときでも、第1の移動体により撮影された複数の画像と、撮影時点での第1の移動体の位置情報および速度情報とを取得することによって、第2の移動体についても、その位置の経時変化および移動している車線を含む種々の情報を推定または算出することができ、第1の移動体が移動している車線だけに限定されることなく、より広い範囲の交通流の推定を行うことができる。

[0016] この発明の第2の態様によれば、交通流推定装置は、第1の移動体によって撮影された画像内における第2の移動体の位置の経時変化を表す情報を算

出するにあたり、画像の対比によって第2の移動体の同一性の判定を行う。したがって、所定の同一性判定基準を満たす第2の移動体を含んだ画像情報に基づいて、より正確な情報を得ることができ、より正確に交通流の推定を行うことができる。

[0017] この発明の第3の態様によれば、交通流推定装置は、第1の移動体によって撮影された画像に対して、第1の移動体が移動中の車線を表す判定線を設定し、この判定線と、画像から検出された第1の移動体と第2の移動体の位置関係とに基づいて、第2の移動体が移動中の車線を推定する。このような判定線を設定することによって、相対的な位置関係に基づき、より精度よく、第2の移動体が移動している車線を推定することができ、車線別の交通流を適切に推定することができる。

[0018] この発明の第4の態様によれば、交通流推定装置は、第2の移動体の位置の経時変化を表す情報として、複数の画像に含まれる第2の移動体の画像内座標の変化に基づいて第2の移動体の移動方向を算出し、算出された移動方向と、第1の移動体が移動している車線とをもとに、第2の移動体が移動している車線を推定する。このように、多様なデータに対応し得る幾何学的手法を用いることによって、限られたデータからより広い範囲の交通流の推定を行うことができる。

[0019] この発明の第5の態様によれば、交通流推定装置は、第2の移動体の位置の経時変化を表す情報として、第2の移動体の画像内座標の変化に基づいてその移動量を算出する。そして、交通流推定装置は、算出された第2の移動体の移動量と、第1の移動体の速度情報から、あらかじめ回帰分析を行って得られた回帰モデルを用いて、第2の移動体の速度を算出する。このような回帰モデルを用いることによって、第1の移動体から得られたデータをもとに、周囲の移動体についても信頼性の高いパラメータ推定を行うことができるので、限られたデータからより広い範囲の交通流を精度よく推定することができる。

[0020] この発明の第6の態様によれば、交通流推定装置は、取得された情報と推

定または算出された情報とを含む交通データを、分割し、必要な補間を行ったうえで、交通流の推定を行う。これにより、限られたデータをより有効に活用して、広い範囲の交通流を推定することができる。

[0021] すなわちこの発明の各態様によれば、限られた走行データに基づいて、より広い範囲の交通流を推定する技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1は、この発明の一実施形態に係る交通流推定装置を備えたシステムの全体構成を示す図である。

[図2]図2は、この発明の一実施形態に係る交通流推定装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、この発明の一実施形態に係る交通流推定装置のソフトウェア構成を示すブロック図である。

[図4]図4は、図3に示した交通流推定装置による交通流推定処理の処理手順と処理内容を示すフローチャートである。

[図5]図5は、車載カメラにより撮影された画像の一例を示す図である。

[図6]図6は、車載センサにより取得されたセンサデータの一例を示す図である。

[図7]図7は、図4に示した処理のうち車両検知処理の処理手順と処理内容を示すフローチャートである。

[図8]図8は、図7に示した車両検知処理の処理結果の一例を示す図である。

[図9]図9は、図4に示した処理のうち移動量算出処理の処理手順と処理内容を示すフローチャートである。

[図10A]図10Aは、フレーム間での車両の対応付けの第1の例を示す図である。

[図10B]図10Bは、フレーム間での車両の対応付けの第2の例を示す図である。

[図11]図11は、図9に示した移動量算出処理の処理結果の一例を示す図である。

[図12]図12は、図4に示した処理のうち領域判定処理の処理手順と処理内容を示すフローチャートである。

[図13]図13は、図12に示した領域判定処理で用いられる領域判定線の一例を示す図である。

[図14]図14は、検知された他車両の移動方向のイメージの一例を示す図である。

[図15]図15は、道路別情報記憶部に記憶されるデータの一例を示す図である。

[図16]図16は、図15に示したデータの解析イメージの一例を示す図である。

[図17]図17は、図4に示した処理のうち交通流算出処理の処理手順と処理内容を示すフローチャートである。

[図18A]図18Aは、図17に示した他車両の走行速度を算出する処理に用いられる回帰モデルを構築するための教師データの一例を示す図である。

[図18B]図18Bは、図17に示した他車両の走行速度を算出する処理に用いられる係数ベクトルの一例を示す図である。

[図19]図19は、車線LDに紐づけられた他車両の走行速度の算出結果の一例を示す図である。

[図20]図20は、交通流情報記憶部に記憶されるデータの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、図面を参照してこの発明に係わる実施形態を説明する。

[0024] [一実施形態]

(構成)

(1) システム

図1は、この発明の一実施形態に係る交通流推定装置1を備えたシステムの全体構成の一例を示す図である。

[0025] このシステムは、交通流推定装置1を、例えばWeb上またはクラウド上

に備えている。そして、交通流推定装置 1 と、移動体 6 に搭載された通信機能を有する車載器 6 3 との間で、通信ネットワーク NW を介して通信可能としている。なお、図 1 では簡単のために 1 つの移動体 6 のみを示しているが、交通流推定装置 1 は、複数の移動体 6 との間で通信可能である。

[0026] ネットワーク NW は、例えば中継網と、この中継網に対しアクセスするための複数のアクセス網とから構成される。中継網としては、一般的なインターネットのような公衆網や限られた機器などからのみアクセスできるよう制御された閉域網が用いられる。アクセス網としては、例えば、無線 LAN (Local Area Network)、携帯電話網、有線電話網等が用いられる。

[0027] 図 1 では、移動体 6 の一例として自動車が表示されている。移動体 6 は、さらにカメラ 6 1 とセンサ 6 2 とを備えている。

[0028] カメラ 6 1 は、例えば、CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサ等の固体撮像デバイスを用いたもので、移動体 6 の進行方向など、任意の方向の道路領域を撮像範囲に含むように、設置場所、向きおよび角度が設定されている。カメラ 6 1 は、カメラ映像データを取得し、取得したデータを車載器 6 3 へ出力する。

[0029] なお、カメラ 6 1 は、交通流推定処理のために専用に設けられるものであってもよいが、ドライブレコーダのカメラやその他の目的で搭載されている車載カメラ等、同等のデータを取得することができるものであれば、どのようなカメラでも利用可能である。例えば、移動体 6 が二輪車や自転車の場合にはドライバのヘルメットに設けられたカメラを使用してもよく、また移動体 6 の同乗者が所持するスマートフォンやタブレット端末等の携帯端末に設けられたカメラを使用してもよい。さらに、カメラ 6 1 の種類としては赤外線カメラを用いてもよい。また、カメラ 6 1 によって取得されるデータは、動画像（映像）データでもよく、一定の時間間隔で撮像される静止画像データであってもよい。

[0030] センサ 6 2 は、GPS センサおよび速度センサを含み、やはり交通流推定処理のために専用に設けられるものであってもよいし、CAN (Controller

Area Network) など、自動車 6 の動作制御またはログデータ収集のために通常設けられているセンサであってもよい。またセンサ 6 2 は、スマートフォンのようなモバイル端末であってもよい。

[0031] GPS センサは、複数の GPS 衛星が送信する GPS 信号を受信して測距演算を行うことにより移動体 6 の緯度経度を算出するもので、この算出された緯度経度を含む GPS データを車載器 V D へ出力する。GPS データは、緯度経度（以下、「位置情報」とも言う）に加えて、GPS 計測の確からしさを表す情報も含むことができる。GPS 計測の確からしさは、例えば、GPS 衛星の配置状況に応じて決定される。なお、位置情報の取得は、GPS 衛星からの信号による方法に限定されるものではなく、同等の機能が発揮されるのであれば、無線基地局や W i F i アクセスポイントの位置情報を利用するなど、他の方法を使用してもよい。

[0032] 速度センサは、例えば車輪速センサであり、ドライブシャフトをはじめとする回転部に設置され、回転部の回転速度に基づいて自動車 6 の速度を計測する。速度センサは、計測した速度データを車載器 6 3 へ出力する。

[0033] 車載器 6 3 は、例えば、自動車のダッシュボード上に取り付けられる無線装置であり、カメラ 6 1 とセンサ 6 2 から種々のデータを受け取って、日時情報や車載器 6 3（またはそれに挿入された E T C カード等）の識別情報とともに、ネットワーク N W を介して交通流推定装置 1 に送信することができる。なお、車載器 6 3 は必須の構成ではなく、カメラ 6 1 およびセンサ 6 2 が交通流推定装置 1 にデータを直接送信するように構成されてもよい。また、カメラ 6 1 およびセンサ 6 2 は別個のデバイスである必要はなく、これらを 1 つのデバイスに組み込むこともでき、車載器 6 3 に一体化することもできる。

[0034] 交通流推定装置 1 は、例えば、交通管制センターに設けられたサーバ装置であり、対象とする領域内の交通流を推定（算出）する処理を行う。以下では、「交通流」を、特定の道路の特定の車線における平均速度 $[k m / h]$ として説明するが、これに限るものではない。交通流は、アプリケーション

に応じて定義されてよく、例えば、特定の地点を通過した車両の台数を表す交通量や、交通密度等を用いてもよい。

[0035] 交通流推定装置 1 は、移動体 6 によって収集された、カメラ映像データ、GPS データおよび速度データを含む移動体データ（以下、「走行データ」と言う。）を、ネットワーク NW を介して受信し、受信したデータをもとに、例えば定期的に、またはオペレータ等の要求に応じて、対象領域内の交通流を算出する。また交通流推定装置 1 は、算出された交通流を外部機器に出力することができ、例えば、交通流推定装置 1 は、移動体 6 の運転者に通知するために車載器 63 に送信し、その表示部に表示させることもでき、または交通管制センターの制御下にある道路情報表示装置（図示せず）等に送信して表示させることもできる。

[0036] 交通流推定装置 1 は、例えば、車載器 63 が定期的にまたは任意のタイミングで送信する走行データを直接受信するものであってもよいし、車載器 63 にアクセスして必要なデータを取得するものであってもよい。あるいは、交通流推定装置 1 は、車載器 63 からいったんデータベースサーバ（図示せず）等に送信され蓄積されたデータに任意のタイミングでアクセスすることによって走行データを取得するようにしてもよいし、外部媒体に保存された走行データを入力デバイス 2 を介して取得するようにしてもよい。

[0037] なお、移動体 6 として例示した自動車は、特定の自動車に限定されるものではなく、様々な個人、車種、メーカーの自動車であってよい。以下では、一例として移動体 6 を車両 6 として説明するが、移動体 6 には、自動車、二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、馬車等の家畜が牽引する車両など、道路の利用に対する課金対象となり得るあらゆる移動体が含まれてよく、さらには車両に限定されず、歩行者であってもよい。したがって、図 1 に示した車載器 63 は一例にすぎず、スマートフォンなどの情報処理端末に置き換えることも可能である。

[0038] （２）交通流推定装置

（２－１）ハードウェア構成

図2は、交通流推定装置1のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

交通流推定装置1は、例えばサーバコンピュータまたはパーソナルコンピュータにより構成され、CPU (Central Processing Unit) 等のハードウェアプロセッサ20Aを有する。そして、このハードウェアプロセッサ20Aに対し、プログラムメモリ20B、データメモリ30、通信インタフェース11および入出力インタフェース12を、バス40を介して接続したものとなっている。

[0039] 通信インタフェース11は、例えば1つ以上の有線または無線の通信インタフェースユニットを含んでおり、車両6に搭載された車載器63を含む外部機器との間で情報の送受信を可能にする。有線インタフェースとしては、例えば有線LANが使用され、また無線インタフェースとしては、例えば無線LANやBluetooth (登録商標) などの小電力無線データ通信規格を採用したインタフェースが使用される。

[0040] 入出力インタフェース12には、交通流推定装置1に付設される入力デバイス2および出力デバイス3が接続される。入出力インタフェース12は、キーボード、タッチパネル、タッチパッド、マウス等の入力デバイス2を通じてオペレータが入力した操作データを取り込むとともに、出力データを液晶または有機EL (Electro Luminescence) 等を用いた表示デバイスや音声を出力するスピーカを含む出力デバイス3へ出力して表示させる処理を行う。なお、入力デバイス2および出力デバイス3は交通流推定装置1に内蔵されたデバイスを使用してもよく、またネットワークNWを介して通信可能な他の情報端末の入力デバイスおよび出力デバイスを使用してもよい。

[0041] プログラムメモリ20Bは、記憶媒体として、例えば、HDD (Hard Disk Drive) またはSSD (Solid State Drive) 等の随時書込みおよび読出しが可能な不揮発性メモリと、ROM等の不揮発性メモリとを組み合わせで使用したもので、一実施形態に係る各種制御処理を実行するために必要なプログラムが格納されている。

[0042] データメモリ 30 は、記憶媒体として、例えば、HDD または SSD 等の
随時書込みおよび読出しが可能な不揮発性メモリと、RAM (Random Access
Memory) 等の揮発性メモリとを組み合わせて使用したもので、交通流推定処
理を行う過程で取得および作成された各種データを記憶するために用いられ
る。

[0043] (2-2) ソフトウェア構成

図3は、この発明の一実施形態に係る交通流推定装置1のソフトウェア構
成を、図2に示したハードウェア構成と関連付けて示したブロック図である
。

データメモリ30の記憶領域には、走行データ記憶部31と、道路ネット
ワークデータ記憶部32と、道路別情報記憶部33と、交通流情報記憶部3
4とが設けられている。

[0044] 走行データ記憶部31は、走行データ取得部21により取得された、カメ
ラ画像データおよびセンサデータを含む走行データを記憶するために使用さ
れる。

[0045] 道路ネットワークデータ記憶部32は、あらかじめ格納された、車線情報
を含む道路ネットワークに関する種々のデータを記憶するために使用される
。

[0046] 道路別情報記憶部33は、走行データに基づいて特定された種々の道路別
情報(道路別データ)を記憶するために使用される。

[0047] 交通流情報記憶部34は、算出された交通流に関する情報を記憶するた
めに使用される。

[0048] ただし、上記記憶部31~34は必須の構成ではなく、例えば、USBメ
モリなどの外付け記憶媒体や、クラウドに配置されたデータベースサーバ等
の記憶装置に設けられたものであってもよい。

[0049] 制御ユニット20は、上記ハードウェアプロセッサ20Aと、上記プログ
ラムメモリ20Bとから構成され、ソフトウェアによる処理機能部として、
走行データ取得部21と、車両検知部22と、移動量算出部23と、領域判

定部 24 と、走行道路特定部 25 と、交通流算出部 26 と、出力制御部 27 とを備えている。これらの各部における処理機能はいずれも、プログラムメモリ 20B に格納されたプログラムを、上記ハードウェアプロセッサ 20A に実行させることによって実現される。なお、これらの処理機能は、プログラムメモリ 20B に格納されたプログラムを用いて実現されるのではなく、ネットワークを通して提供されるプログラムを用いて実現されてもよい。制御ユニット 20 は、また、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や FPGA (field-programmable gate array) などの集積回路を含む、他の多様な形式で実現されてもよい。

[0050] 走行データ取得部 21 は、通信インタフェース 11 または入出力インタフェース 12 を介して、車両 6 から送信された車載カメラ映像および CAN データ等を取得し、処理に必要なカメラ映像データおよびセンサデータを抽出して、走行データ記憶部 31 に記憶させる処理を行う。

[0051] 車両検知部 22 は、走行データ記憶部 31 に記憶されたカメラ映像データを読み出し、読み出したカメラ映像データをフレームに切り出して、フレーム内に映された他車両（周囲の第 2 の移動体）を検知し、検知された他車両の画像内座標を算出し、算出した画像内座標を移動量算出部 23 に出力する処理を行う。

[0052] 移動量算出部 23 は、車両検知部 22 から出力された各フレームにおける画像内座標に基づき、他車両の移動（位置の経時変化）を表す情報を算出し、領域判定部 24 に出力する処理を行う。

[0053] 領域判定部 24 は、移動量算出部 23 から出力された各フレームにおける他車両の移動を表す情報に基づき、その車両がどの車線に位置するか（どの車線を走行しているか）を判定して、その判定結果を道路別情報記憶部 33 に出力し、記憶させる処理を行う。

[0054] 走行道路特定部 25 は、走行データ記憶部 31 に記憶されたカメラ映像データおよびセンサデータを読み出し、これらのデータの取得元である車両 6（以下、「自車両 6」とも言う。）がどの道路のどの車線を走行しているか

を判定する。走行道路特定部 25 はまた、当該自車両 6 の走行速度、走行道路、走行車線に関する情報を、上記領域判定部 24 によって出力されたデータに紐づけて、道路別情報記憶部 33 に記憶させる処理を行う。

[0055] 交通流算出部 26 は、道路別情報記憶部 33 に記憶されたデータを読み出し、各道路の車線別の交通流を算出の上、その算出結果を交通流情報記憶部 34 に記憶させる処理を行う。

[0056] 出力制御部 27 は、例えば定期的に、またはオペレータからの出力指示に応じて、交通流情報記憶部 34 に記憶された情報を読み出し、出力用のデータを生成して、通信インタフェース 11 または入出力インタフェース 12 を介して外部に出力する処理を行う。

[0057] (動作)

次に、以上のように構成された交通流推定装置 1 による情報処理動作を説明する。図 4 はその処理手順と処理内容を示すフローチャートである。

[0058] (1) トリガの受取り

一実施形態では、交通流推定装置 1 は、ステップ S1 により、交通流推定処理を開始するトリガの有無を監視している。この状態で、例えば、内部タイマにより一定時間ごとに生成されるトリガ信号を受け取ることによって、あるいは、オペレータが入力デバイス 2 を用いて処理開始の要求を入力し、この要求をトリガとして受け取ることによって、交通流推定装置 1 は、以下の処理を実行する。

[0059] (2) データの取得

まずステップ S2 において、交通流推定装置 1 は、制御ユニット 20 の制御の下、走行データ取得部 21 により、通信インタフェース 11 または入出力インタフェース 12 を介して、カメラ映像データおよびセンサデータを取り込み、走行データ記憶部 31 に記憶させる。ここでは、車載器 63 から送信されたデータがクラウド上のデータベースまたはファイルとして蓄積され、交通流推定装置 1 がこれらにアクセスすることによって必要なデータを取得するものとする。ただし、上記のように、このデータの取得処理は、車載

器 6 3 から直接受信するものであってもよく、走行データ取得部 2 1 は、車載器 6 3 が任意のタイミングでプッシュ式送信したデータを取得するものであってもよい。したがって、ステップ S 2 は、必ずしもステップ S 1 のトリガに応答して実行される必要はない。

[0060] またここでは、走行データ取得部 2 1 によって取得されるカメラ映像データは、車両 6 の車載カメラ 6 1 により撮影された車載カメラ映像であるものとして説明する。また、車両 6 に搭載された車載カメラ 6 1 は、走行中の車両 6 の前方を含む映像を撮影することとする。

[0061] 図 5 は、交通流推定処理に使用される画像（画像データ）として、走行データ取得部 2 1 により取得されるカメラ映像データから切り出されたフレーム 5 0 の一例を示す。フレーム 5 0 は、カメラ 6 1 によって撮影された日時を表す日時情報 5 1 を含む。フレーム 5 0 内には、カメラ 6 1 が設置された自車両 6 の一部、周囲の移動体としての他車両 7（7-1, 7-2, ...）、車線境界線 8、車線（レーン）9（9-1, 9-2, ...）が映されている。

[0062] またここでは、走行データ取得部 2 1 によって取得されるセンサデータは、車両 6 に搭載されたセンサ 6 2 によって計測された走行中の車両 6 の速度および位置情報を少なくとも含むものとする。また位置情報は、1 [Hz] で緯度経度を計測したものとする。

[0063] 図 6 は、走行データ取得部 2 1 により取得されるセンサデータの一例を示す。走行データ取得部 2 1 は、例えば、センサ 6 2 から送信された位置情報および速度情報を表す信号を読み込み、それぞれサンプリングレート 1 Hz でサンプリングを行うことにより、GPS [緯度・経度] データと、速度 [km/h] データとを生成する。

[0064] なお、カメラ映像データとして記録するフレームレート [fps (frame per second)] は高ければ高いほどよいが、10 [fps] 以上あることが望ましい。また、カメラ映像データとセンサデータ（GPS データおよび速度データ）は少なくとも 1 秒誤差以内で時刻が同期されているものとする。

[0065] (3) 車両検知処理

次に、ステップS3において、交通流推定装置1は、制御ユニット20の制御の下、車両検知部22により、車両検知処理を行う。

図7は、ステップS3における車両検知処理の処理手順と処理内容の一例を示すフローチャートである。

[0066] まず、ステップS31において、車両検知部22は、走行データ記憶部31に記憶されたカメラ映像データ（ファイル）を読み出す。

[0067] 次いでステップS32において、車両検知部22は、読み出したカメラ映像データを、例えば0.1秒単位のフレーム（「画像」とも言う）に切り出す処理を行う。ここでは、切り出された時刻 t におけるフレームを「 $frame_t$ 」と称する（ $1 \leq t \leq N$ ）（ N は、読み出した映像データの長さに応じた任意の整数）。なお、映像をフレームに切り出す処理は、任意の方法で行われてよく、例えば $ffmpeg$ 等の方法を用いて行なわれてもよい。

[0068] 次いでステップS33において、車両検知部22は、切り出された各フレームの画像内に映る他車両7を検出する処理を行う。他車両7を検出する方法もまた、任意の手法でよく、例えば、深層学習を用いた手法として、公知のYOLO（インターネット〈<https://arxiv.org/abs/1804.02767>〉参照）などを使ってもよい。また、フレームに切り出す単位は、映像を取得した際のフレームレートに応じて変えてよい。

[0069] 次いでステップS34において、車両検知部22は、検出した他車両7の座標を、当該フレームの時刻情報と紐づけた形式で、移動量算出部23に出力する。車両検知部22は、例えば、他車両7の検出を矩形として実行する場合には、その矩形の左上と右下の2点に関する画像座標 $\{(x1, y1), (x2, y2)\}$ を出力する。座標の原点は、画像座標系で一般的に用いられるように、左上を原点とする。ここで、他車両7を検知する際、その検知対象物が自動車である確からしさを求めることができる場合には、その確からしさにしきい値を設け、しきい値を超えた検知対象のみの画像座標 $\{(x1, y1), (x2, y2)\}$ を出力してもよい。

[0070] 図8は、車両検知部22による車両検知処理によって他車両7が検知された様子を示す。フレーム50内には、検知された他車両7を示す矩形52（52-1, 52-2, 52-3, ...）が示されている。図8において他車両7を検知している矩形の左上の数値（例えば、矩形52-1については0.95）は、車両（car）の確からしさをあらわす値である。

[0071] （4）移動量算出処理

続いて、ステップS4において、交通流推定装置1は、制御ユニット20の制御の下、移動量算出部23により、移動量算出処理を行う。

図9は、ステップS4における移動量算出処理の処理手順と処理内容の一例を示すフローチャートである。

[0072] ステップS41において、移動量算出部23は、車両検知部22から出力結果として、各フレームにおいて検知された他車両7の矩形座標を読み込む。

[0073] 次にステップS42において、移動量算出部23は、各フレームで検知した他車両7に対する追跡点を算出する。追跡点は、任意の点を採用できるが、例えば、他車両7を検知した矩形座標の重心（c1, c2）を用いることができる。重心は、他車両7を検知した矩形座標 $\{(x1, y1), (x2, y2)\}$ より、例えば、

$$c1 = (x1 + x2) / 2,$$

$$c2 = (y1 + y2) / 2$$

のように求めることができる。

[0074] 次にステップS43において、移動量算出部23は、時刻tにおけるフレーム（frame_t）と、時刻t+1におけるフレーム（frame_t+1）において検知された車両7が同一であるか否かを判定するために、追跡点の対応付けをする処理を行う。frame_tとframe_t+1において検知された車両7が同一であれば、frame_tの追跡点座標とframe_t+1の追跡点座標の差分から移動量を計算することができる。

[0075] まず、移動量算出部23は、各フレームで検知された車両7が同一である

か否かを判定するために、 frame_t で検知された車両7の追跡点座標を基準とし、 $\text{frame_t}+1$ で検知された車両の追跡点座標との距離を計算の上、その距離が最小となる追跡点座標を対応付けする。 $\text{frame_t}+1$ で検知される車両7が複数ある場合は、その検知された数だけ距離を計算し、距離が最小となる車両7を対応付けする。ここで、距離は、車両7を検知した矩形座標の重心(c_1 , c_2) どちらの直線距離であってよい。また、この距離に対してあるしきい値を設定することによって、各フレーム間の対応付けのミスを減らすことも可能である。あるしきい値には、任意の値を設定できるが、例えば、1フレーム(例えば0.1秒)の間で車両7が移動できると考えられる最大移動距離などを設定することができる。

[0076] 図10Aは、 frame_t (フレーム50-t)と $\text{frame_t}+1$ (フレーム50-t+1)との間で検知された車両の対応付けのイメージの一例を示す。図10Aでは、 frame_t 内で検知された他車両7-1tと、 $\text{frame_t}+1$ 内で検知された他車両7-1t+1とが対応付けされている。 $\text{frame_t}+1$ 内には別の他車両7-2t+1も検知されているが、 frame_t 内で検知された車両との対応付けはないものと判定された。

[0077] 次に、 $\text{frame_t}+1$ における追跡点を基準に考える。ここで、 frame_t からの対応付けが重複して行われることがありうる。その場合は、条件を加えて1:1の対応付けを行う。ここで、条件とは、例えば検知した車両の面積が最も近い車両どうしを対応づけるものであってもよいし、検知した車両の画像どうしの相関係数が最も高い車どうしを対応づけるものであってもよい。

[0078] 図10Bは、 frame_t と $\text{frame_t}+1$ との間で重複して対応付けがなされた場合のイメージの一例を示す。図10Bでは、 frame_t (フレーム50-t)内で検知された他車両7-1tと7-3tとが、 $\text{frame_t}+1$ (フレーム50-t+1)内で検知された他車両7-1t+1に重複して対応付けされたが、条件にしたがって(例えば面積が最も近い車両どうしを対応付けることによって)、車両7-1tと車両7-1t+1との間の対応付けが採用されている。

[0079] 上記のような、あるフレームの各車両と次フレームの各車両との対応付けの後、ステップS44において、移動量算出部23は、各フレームにおける各車両7の移動量を算出し、領域判定部24へ出力する。ここで、移動量としては、画像内のx成分における距離、y成分における距離、およびxy合成成分の直線距離などを採用することができる。検知した車両7の矩形座標{(x1, y1), (x2, y2)}および追跡点とした座標(c1, c2)は、移動量に紐づけられて領域判定部24に出力される。

[0080] 図11は、移動量算出部23による移動量算出結果の一例を示す。各フレームにおける各車両の移動量を求めることができれば、車両が次フレームに移動する方向と長さを捉えることができる。図11では、フレーム50内の車両7-1においてその移動する方向と長さが矢印54として示されている。矢印54はまた、画像内における移動体（他車両7）の位置の経時変化を表す情報の一例である。なお、自車両6の前方に映っているトラック（truck）（矩形52-2において検出）についても、移動量が算出されるようにしてもよい。またここでは、歩道を歩いている人間（person）（矩形52-5において検出）は、移動量算出処理には用いられないように設定される。

[0081] （5）領域判定処理

次いで、ステップS5において、交通流推定装置1は、制御ユニット20の制御の下、領域判定部24により、領域判定処理を行う。

図12は、ステップS5における領域判定処理の処理手順と処理内容の一例を示すフローチャートである。

[0082] まずステップS51において、領域判定部24は、移動量算出部23から出力結果として出力された、各フレーム50における他車両7の移動量情報を読み込み、他車両7の追跡点とした座標(c1, c2)を参照する。

[0083] 次いでステップS52において、領域判定部24は、追跡点座標(c1, c2)から、その他車両7がどの車線9を走行しているかを相対的に判定する処理を行う。

[0084] ここで、領域判定部24は、他車両7がどの車線9を走行しているかを相

対的に判定するにあたって、まず、自車両6が走行する車線9の両端に対して領域判定線（車線判定線とも言う）を設ける処理を行う。

[0085] 図13は、そのような領域判定線53（53-1, 53-2, 53-3, 53-4）のイメージの一例を示す。片道複数車線ある比較的広い道路において、各車線の道路幅はおおむね一定であるという前提のもと、ルールベースで領域判定線53を設けることによって、他車両7の追跡点座標がどの領域にいるかを判定することができる。

[0086] 領域判定線53は、隣接車線の幅に沿った線として定めてよい。このルールに基づけば、自車両6が走行する車線と、{同じ車線／1つ左車線／1つ右車線／2つ以上左車線／2つ以上右車線}といった領域判定が可能となる。計算機上では、追跡点座標（c1, c2）が領域判定線53のどこに位置するかは、例えば外積の特性を用いることで判定することができる。すなわち、一例として、領域判定線53の各線をベクトルにとらえ、領域判定線53の画像内切点座標と追跡点座標（c1, c2）からベクトルを作成し、それら2つのベクトルの角度が 180° 以内かどうかを外積の特性を用いて判定することによって、領域判定性のどの領域に追跡点座標（c1, c2）が位置するかを判定することができる。

[0087] ただし、領域判定部24による領域判定の方法は、上記の領域判定線53を用いる方法に限定されない。例えば、移動量算出部23によって求めた移動量の{x成分における距離, y成分における距離}から、画像内におけるその車両7の移動方向（図13における他車両7-1の移動方向（矢印54の傾き））を求めることができる。自車両から離れた車線を走行しているほど、この移動方向（矢印54の傾き）は、画像に対して水平になっていく特性がある。

[0088] 図14は、自車両から離れた車線を走行している車両ほど、矢印54の傾きが水平に近くなるイメージの一例を示す図である。図14において、自車両からより離れた矩形52-1内に検知された車両の矢印54-1は、自車両に近い矩形52-2内に検知された車両の矢印54-2に比べて、水平に

近くなっていることがわかる（破線は、矢印 5 4 の傾きがわかりやすくなるように描いたものである）。

[0089] このような特性を利用することによって、自車両が走行する車線と、{同じ車線／1つ左車線／1つ右車線／2つ以上左車線／2つ以上右車線}といった領域判定をすることが可能である。上記の領域判定線 5 3 を用いる方法では、車載カメラ 6 1 の画像サイズや画角によって領域判定線 5 3 の定め方を変える必要がある場合もある。一方、他車両 7 の移動方向（矢印 5 4 の傾き）を用いると、自車両 6 との相対的な位置関係を求めることができる（これについてはさらに後述する）。

[0090] ステップ S 5 3 において、領域判定部 2 4 は、上記判定結果を道路別情報記憶部 3 3 に出力し、記憶させる。

[0091] （6）走行道路の特定

ステップ S 6 において、交通流推定装置 1 は、制御ユニット 2 0 の制御の下、走行道路特定部 2 5 により、自車両 6 の走行している道路を特定する処理を行う。より詳細には、走行道路特定部 2 5 は、走行データ記憶部 3 1 に記憶されたカメラ映像データおよびセンサデータを読み出し、自車両 6 がどの道路のどの車線を走行しているかの判定を行った上で、走行速度、走行道路および走行車線に関する情報を道路別情報記憶部 3 3 に記憶させる。

[0092] 一実施形態では、走行道路特定部 2 5 は、センサデータに含まれる位置情報（緯度・経度）と、道路ネットワークデータ記憶部 3 2 にあらかじめ記憶された道路ネットワークデータとを用いて、マップマッチングの処理を行うことができる。マップマッチングとは、車両の位置情報に基づき、その車両を道路ネットワークデータで定義される道路 I D に紐づけを行う処理である（例えば、インターネット <<http://bin.t.u-tokyo.ac.jp/startup15/file/0529yamamoto.pdf>> 参照）。

[0093] 道路ネットワークデータ記憶部 3 2 には、道路ネットワークデータとして、道路 I D ごとに、その道路の始点と終点の緯度経度が定義され、その道路の車線数情報も紐づけて記憶されている。マップマッチングの具体的な方法

としては、公知の方法を用いることができ、例えば、車両の位置から道路への垂線を引いた距離が最小となるような道路の道路IDを紐づける方法を使用することができる。

[0094] 走行道路特定部25は、自車両の位置する道路が特定できた後には、自車両がその道路のどの車線を走行するかの特定を行う。走行車線位置を特定する方法としては、公知の方法を用いることができ、例えば、車載カメラ61の映像に映る車線を検知した上で、車線位置を特定してもよい。一例として、走行道路特定部25は、図13に示した領域判定線53を検知することによって、自車両が例えば左から何車線目を走行しているかを知ることができる。

[0095] 走行道路特定部25は、以上のように特定した、{時間、自車両が位置する道路、その道路の車線数、自車両が位置する車線、自車両の走行速度}に関する情報を、道路別情報記憶部33に記憶させる。

[0096] 図15は、道路別情報記憶部33に記憶される道路別データのイメージの一例を示す。道路別情報記憶部33に記憶される道路別データは、領域判定部24から出力される情報{時間、フレーム番号、他車両ID、他車両の移動量情報、他車両が位置する相対位置}と、走行道路特定部25から出力される情報{時間、フレーム番号、自車両ID、自車両が位置する道路、その道路の車線数、自車両が位置する車線、自車両の走行速度}が紐づいた形式で記憶される。

[0097] 図15の例では、道路別データは、自車両ID、時間およびフレーム番号にそれぞれ紐づけられた、走行道路特定部25により特定された情報D01 {自車両が位置する道路、その道路の車線数、自車両が位置する車線、自車両の走行速度(km/h)}と、移動量算出部23により特定された情報D02 {他車両ID、他車両の移動量情報}と、領域判定部24により特定された情報D03 {他車両が位置する相対位置}とを含む。

[0098] 図16は、図15に示した道路別データのイメージの一例を示す図である。自車両が走行する道路のIDをXとし(road-X)、かつその道路が3車線

道路であった場合に各車線を進行方向左から X_1 , X_2 , X_3 とする。このとき、走行道路特定部25によって自車両が走行する車線IDを特定することができ、さらに領域判定部24の処理によって、他車両が位置する車線IDも特定することができる。道路別情報記憶部33は、領域判定部24の処理によって求めた他車両の領域を、車線IDに紐づけた形で記憶してもよい。なお、図16においては、移動量を表す矢印の向きから、矩形52-1内に検知された車両(T1)は自車両と同じ走行方向の車線を走行しており、矩形52-2内に検知された車両(T2)は自車両と反対の走行方向の車線を走行しているものと推測される。なお、各矩形52内の数値は、座標変化を表している。

[0099] (7) 交通流算出処理

続いて、ステップS7において、交通流推定装置1は、制御ユニット20の制御の下、交通流算出部26により、交通流算出処理を行う。

図17は、ステップS7における交通流算出処理の処理手順と処理内容の一例を示すフローチャートである。

[0100] まずステップS71において、交通流算出部26は、道路別情報記憶部33に記憶されたデータを読み込む。

[0101] 次にステップS72において、交通流算出部26は、読み込んだデータのうち、自車両6の走行速度と、他車両7の移動量情報から、他車両7の走行速度を算出する。

[0102] 他車両7の走行速度の算出にあたっては、交通流算出部26は、事前に教師データを作成の上、回帰モデルによって算出することができる。すなわち、自車両6の走行速度と他車両7の移動量情報を説明変数とし、他車両7の走行速度を目的変数とした回帰分析を行うことで、各説明変数ベクトルに対する係数ベクトルを推定することができる。回帰分析モデルは、例えば線形結合モデルであってよく、説明変数ベクトルを X 、説明変数ベクトルに対応する係数ベクトルを W 、目的変数を Y として、最小二乗法などを用いて、 X と W の内積が Y に最も近似されるような W を求めればよい。以降、求めた係

数ベクトル W を用いることで、自車両6の走行速度と他車両7の移動量情報が得られたとき、未知である他車両7の走行速度を推測することが可能となる。

[0103] 図18Aは、上記のような回帰モデルの構築に用いられる教師データのイメージの一例を示す。教師データは、例えば、実測データをもとに作成されたものであってもよいし、シミュレーション結果をもとに作成されたものであってもよい。図18Bは、上記のような回帰分析によって得られる係数ベクトル W のイメージの一例を示す。

[0104] 次に、ステップS73において、交通流算出部26は、時間、道路ID、車線IDをキーとして自車両／他車両の走行する車線ID、走行速度を紐づける処理を行う。図19は、そのような処理結果のイメージの一例を示す。R01は、自車両6の情報を表し、R02は、自車両6から検知された他車両7の情報を表す。一例では、交通流算出部26は、時間－道路－車線別に、走行する車両の速度を紐づける。ここでは、自車両／他車両の識別は不要となる。

[0105] 次いで、ステップS74において、交通流算出部26は、道路ID、車線ID別に任意の時間レンジで走行速度の平均値（平均速度（km/h））を算出し、算出結果を交通流情報記憶部34に出力して記憶させる。交通流を求める時間レンジは、10分単位、30分単位など、任意のレンジであってよい。交通流算出部26は、その定めた時間レンジ、道路ID、車線ID別にデータを分割の上、そのデータに含まれる走行速度の平均値を求めることによって、任意の時間帯における車線別の交通流を求めることができる。なお、必ずしも平均値である必要はなく、中央値や偏差など、利用目的に応じた任意の統計量を求めてよい。

[0106] また、定めた時間レンジ、道路ID、車線ID別にデータを分割した結果、データレコード数が極めて少ない場合、ないしはレコード数が0となった場合には、その時間レンジの前後の時間レンジの情報をを用いて補間してもよい。あるいは、いずれかの時間レンジについて複数の車線の車線別交通流を

求めることができた場合には、車線間の相関を算出の上、隣のレーンの平均速度から補間することも可能である。例えば、第1車線と第2車線の速度比率が1 : 1.2であれば、第1車線について算出された平均速度を1.2倍し、第2車線の平均速度として補間すればよい。あるいは、時間レンジで10時－10時半と11時－11時半については平均速度が算出できており、10時半－11時が算出できない場合は、10時－10時半における平均速度と11時－11時半における平均速度の平均値を、10時半－11時における平均速度として補間すればよい。補間を行うことによって、交通流推定装置1は、さらに少ない走行データから車線別の交通流を算出することができる。

[0107] 交通流算出部26は、このように算出された平均速度(km/h)を交通流情報記憶部34に記憶させる。

[0108] 図20は、交通流情報記憶部34に格納されるデータイメージの一例を示す。図20では、時間レンジを30分単位として平均速度を算出した例が示されている。

[0109] (8) 交通流の出力

ステップS8において、交通流推定装置1は、出力制御部27により、任意の出力処理を行う。出力制御部27は、例えば、定期的に、または車両6からの送信要求もしくは入力デバイス2を介して入力されたオペレータからの出力要求に応答して、交通流情報記憶部34に格納された情報を読み出し、出力用のデータを生成して、通信インタフェース11または入出力インタフェース12を介して出力する。

[0110] 例えば、交通流推定装置1が交通管制センターに設置された装置であり、出力デバイス3が交通管制センターに設置された液晶ディスプレイである場合、出力制御部27は、5分、10分、30分ごとなどの任意の時間間隔で、交通流情報記憶部34から読み出した情報に基づき、時間レンジ、道路ID、車線ID別に算出された平均速度(交通流)を、入出力インタフェースユニットを介して上記液晶ディスプレイに出力し、表示させることができる。

。そして、この表示を見た交通管制センターのオペレータは、渋滞情報など街中の道路状況を直ちに把握し、適切な対策を講ずることができる。

[0111] (効果)

以上詳述したように、この発明の一実施形態に係る交通流推定装置 1 は、道路を走行中の車両 6 によって収集されたカメラ映像データおよびセンサデータを取得し、カメラ映像データに含まれる各フレームの画像から他車両 7 を検知し、他車両 7 の移動量等を算出するとともに、他車両 7 が車両 6 の走行位置に対して道路上のどの車線を走行しているかの推定を行う。交通流推定装置 1 はまた、センサデータ（および必要に応じてカメラ映像データ）から車両 6 が走行している道路および車線を特定する。そして、交通流推定装置 1 は、車両 6 の速度、車両 6 が走行している道路および車線、他車両 7 の移動量、および推定される他車両 7 の走行車線に基づいて、他車両 7 の速度を算出し、車線ごとの交通流を算出する。

[0112] このように、交通流推定装置 1 は、カメラ映像データおよびセンサデータの収集元である車両（自車両）6 が走行する車線だけでなく、他車線の交通流も算出することができ、少ない走行データからより広い範囲（車線）の交通流を算出することができる。例えば、ある道路を走行する車両のうち、一部の車線を走行する車両からしか走行データが収集できない状況においても、各車線の交通流を推測することが可能になる。またこれにより、車両と交通流推定装置 1 との間のトラフィックを抑えつつ、限られたデータを有効に活用して交通流を推定することができる。

[0113] また、交通流推定装置 1 は、走行中の車両 6 の前方を映す映像データに映る他車両 7 を検知し、他車両 7 の移動量を算出する際に、移動量算出部 23 において、各フレーム内の車両の対応付けを行うようにしている。これにより、交通流推定装置 1 は、対応付けを行わない場合に比べて、より正確な移動量の算出を遂行できるので、より正確に交通流を算出することができる。

[0114] また、交通流推定装置 1 は、走行中の車両 6 の前方を映す映像データに映る他車両 7 を検知し、他車両 7 の移動量を算出の上、その車両が道路上のど

の車線を走行しているかを自動的に領域判定する。このような領域判定を行う領域判定部 24 は、映像（画像）データ内で、画像内座標系において自車両 6 が走行する車線の 1 つ右の車線および 1 つ左の車線の領域を定め、その領域の中に他車両 7 が存在するかどうかを判定することによって、他車両 7 がどの車線を走行しているかを判定することができる。これにより、ある車線を走行する車両 6 の走行データから、その隣接車線の交通流までも算出することができる。

[0115] また、上記領域判定部 24 は、他車両 7 がどの車線を走行しているかを判定する際に、他車両 7 の移動量だけでなく、画像座標系における他車両 7 の移動方向も利用する。移動方向を用いることによって、他車両 7 が走行する車線が、自車両が走行する車線より、例えば 1 つ右の車線か、2 つ右の車線かを自動判定することができる。よって、ある車線を走行する車両 6 の走行データから、その隣接車線の交通流を広範囲に算出することができる。

[0116] また交通流推定装置 1 は、走行中の車両 6 の前方を映す映像データに映る他車両 7 を検知し、他車両 7 の移動量および相対的な走行位置を推定することによって、自車両 6 が走行する車線以外の他車線の交通流を算出することができる。交通流を算出する交通流算出部 26 においては、自車両 6 の走行速度よりも他車両 7 のほうが速い、同じ、遅いといった相対的な速度を推測することができる。

[0117] さらに、他車両 7 の走行速度を走行データとして収集できた場合には、前記他車両 7 の走行速度と、移動量算出部 23 で算出した前記他車両 7 の移動量と、前記他車両 7 を検知した際の自車両 6 の走行速度を紐づけて蓄積し、前記他車両の移動量と、前記自車両と前記他車両の速度差（相対速度）の関係を定式化することで、ある他車両 7 の移動量が与えられたときに自車両 6 の走行速度との相対的な速度差を定量的に算出することができる。よって、ある車線を走行する車両 6 によって得られる走行データから、その隣接車線の交通流までも、より詳細に算出することができる。

[0118] 上記交通流推定装置 1 は、他車両 7 の相対的な動き（相対的な位置の変化

）を移動量として抽出し、その移動量を速度に変換した上で交通流を算出するものである。したがって、上記交通流推定装置 1 は、対向車線を走行する対向車の速度も同様に算出することができ、対向車線の交通流算出にも適用することができる。

[0119] [他の実施形態]

なお、この発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、交通流推定装置 1 が備える各機能部を、複数の装置に分散配置し、これらの装置が互いに連携することにより処理を行うようにしてもよい。また各機能部は、回路を用いることで実現されてもよい。回路は、特定の機能を実現する専用回路であってもよいし、プロセッサのような汎用回路であってもよい。

[0120] 道路別情報記憶部 33 は、領域判定部 24 によって出力されたデータと走行道路特定部 25 によって出力されたデータを結合させて格納するものとして説明した。しかし、これに限るものではなく、道路別情報記憶部 33 を 2 つ以上の別個の記憶部として構成してもよい。

[0121] 交通流推定装置 1 は、走行データとして、カメラ映像データ、GPS データおよび速度データを取得するものとして説明した。しかし、これに限るものではなく、交通流推定装置 1 は、さらに他の CAN データも取得するようにしてもよい。例えば、交通流推定装置 1 は、加速度データや角速度データを追加で取得して、領域判定または走行道路特定の精度向上のために補助的に用いるようにしてもよいし、ブレーキやステアリング等の制御情報を追加で取得して、他車両 7 の速度または交通流を推定する際に活用するようにしてもよい。

[0122] また、交通流推定装置 1 は、位置情報を得るために GPS データだけを使用する必要はなく、速度情報や制御情報をもとに位置情報を推定してもよいし、路側機との間の路車間通信によって得られた情報を用いて走行道路または走行車線の特定を行ってもよい。また交通流推定装置 1 は、種々の情報の推定のために、緯度および経度のみならず、高度（標高）データを用いるようにしてもよい。

- [0123] 移動量算出部23は、各フレームで検知された車両7が同一であるか否かを判定するために、他の手法を用いてもよい。例えば、各フレームに映っている車両のナンバープレートから文字情報を読み取り、読み取った文字情報に基づいて車両の対応付けを行うようにしてもよい。あるいは、BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコン等を用いた車車間通信により、車両の同一性を検知するようにしてもよい。
- [0124] 交通流推定装置1は、任意のデータ範囲に基づいて交通流を算出することができる。例えば、交通流推定装置1は、蓄積されたカメラ映像データおよびセンサデータのうち、特定の条件に合致するデータのみを抽出し、交通流の算出に用いるようにしてもよい。
- [0125] さらに、以上で説明した各処理の流れは、説明した手順に限定されるものではなく、いくつかのステップの順序が入れ替えられてもよいし、いくつかのステップが同時並行で実施されてもよい。また、以上で説明した一連の処理は、時間的に連続して実行される必要はなく、各ステップは任意のタイミングで実行されてもよい。例えば、ステップS6に関して説明した、自車両の走行道路または走行車線を特定するステップは、図示した順序に限定されるものではなく、例えばステップS3～5よりも前にまたはステップS3～5と並行して行うこともできる。また、車両6自体が走行道路または走行車線を特定し、交通流推定装置1は、車両6によって特定された道路識別情報を走行データとともに取得するようにしてもよい。
- [0126] 以上で記載した手法は、計算機（コンピュータ）に実行させることができるプログラム（ソフトウェア手段）として、例えば磁気ディスク（フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク等）、光ディスク（CD-ROM、DVD、MO等）、半導体メモリ（ROM、RAM、フラッシュメモリ等）等の記録媒体（記憶媒体）に格納し、また通信媒体により伝送して頒布することもできる。なお、媒体側に格納されるプログラムには、計算機に実行させるソフトウェア手段（実行プログラムのみならずテーブル、データ構造も含む）を計算機内に構成させる設定プログラムをも含む。上記装置を実現

する計算機は、記録媒体に記録されたプログラムを読み込み、また場合により設定プログラムによりソフトウェア手段を構築し、このソフトウェア手段によって動作が制御されることにより上述した処理を実行する。なお、本明細書でいう記録媒体は、頒布用に限らず、計算機内部あるいはネットワークを介して接続される機器に設けられた磁気ディスク、半導体メモリ等の記憶媒体を含むものである。

[0127] 要するにこの発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。更に、上記実施形態には種々の発明が含まれており、開示される複数の構成要件から選択された組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、課題が解決でき、効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

[0128] (付記)

上記各実施形態の一部または全部は、特許請求の範囲のほか以下の付記に示すように記載することも可能であるが、これに限られない。

[0129] [C 1]

交通流推定装置（１）であって、

交通流を推定する対象領域の車線情報を記憶する記憶媒体（３０）と、
前記対象領域内を移動中の第１の移動体（６）によって異なる複数のタイミングで撮影された、周辺の第２の移動体（７）を含む複数の画像と、当該複数の画像の各々が撮影されたタイミングにおける前記第１の移動体（６）の位置情報および速度情報とを含む移動体データを取得する、データ取得部（２１）と、

前記記憶媒体に記憶された車線情報と、前記取得した移動体データに含まれる前記第１の移動体（６）の位置情報とをもとに、前記第１の移動体（６）が移動中の車線を特定する、第１の車線推定部（２５）と、

前記移動体データに含まれる画像をもとに、前記画像内における前記第2の移動体（7）の位置の経時変化を表す情報を算出する、変化量算出部（23）と、

前記移動体データに含まれる画像から前記第1の移動体（6）に対する前記第2の移動体（7）の位置関係を検出し、当該位置関係と前記推定された第1の移動体（6）が移動中の車線とに基づいて前記第2の移動体（7）が移動中の車線を推定する、第2の車線推定部（24）と、

前記移動体データに含まれる前記第1の移動体（6）の速度情報と、前記第2の移動体（7）の位置の経時変化を表す情報と、前記推定された前記第1の移動体（6）および第2の移動体（7）が移動中の各車線とに基づいて、前記対象領域の車線別の交通流を算出する、交通流算出部（26）と、
を実行するように構成される、交通流推定装置（1）。

[0130] [C2]

前記変化量算出部（23）は、前記複数の画像を対比することによって前記複数の画像に含まれる前記第2の移動体（7）の同一性を判定し、同一と判定された場合に前記第2の移動体（7）の位置の経時変化を表す情報を算出する、

上記C1に記載の交通流推定装置（1）。

[0131] [C3]

前記第2の車線推定部（24）は、

前記移動体データに含まれる画像に対して、前記第1の移動体が移動中の車線を表す車線判定線を設定し、

前記設定された車線判定線と、前記第1の移動体（6）に対する前記第2の移動体（7）の位置関係とに基づいて、前記第2の移動体（7）が移動中の車線を推定する、

上記C1に記載の交通流推定装置（1）。

[0132] [C4]

前記変化量算出部（23）は、

前記複数の画像に含まれる前記第２の移動体（７）の画像内座標の変化に基づいて、前記第２の移動体（７）の移動方向を算出することによって、前記第２の移動体（７）の位置の経時変化を表す情報を算出し、

前記第２の車線推定部（２４）は、

前記算出された第２の移動体（７）の移動方向と、前記推定された前記第１の移動体（６）が移動中の車線とに基づいて、前記第２の移動体（７）が移動中の車線を推定することを含む、

上記Ｃ１に記載の交通流推定装置（１）。

[0133] [Ｃ５]

前記変化量算出部（２３）は、

前記複数の画像に含まれる前記第２の移動体（７）の画像内座標の変化に基づいて、前記第２の移動体（７）の移動量を算出することによって、前記第２の移動体（７）の位置の経時変化を表す情報を算出し、

前記交通流算出部（２６）は、

前記移動体データに含まれる前記第１の移動体（６）の速度情報と、前記算出された前記第２の移動体（７）の移動量とをともに、前記第１の移動体（６）の速度および前記第２の移動体（７）の移動量を説明変数とし前記第２の移動体（７）の速度を目的変数とする回帰分析によってあらかじめ得られた回帰モデルを用いて、前記第２の移動体（７）の速度を算出することによって、前記第２の移動体（７）が移動中の車線の交通流を推定する、

上記Ｃ１に記載の交通流推定装置（１）。

[0134] [Ｃ６]

前記交通流算出部（２６）は、

前記第２の移動体（７）の位置の経時変化を表す情報と、前記第１の移動体（６）の速度情報とを対応付けた交通データを生成し、

前記生成された交通データを所定の基準により分割し、必要な補間を実行し、

前記分割され必要な補間を実行された交通データと、前記第１の移動体

(6) が移動中の車線とに基づいて、前記対象領域の交通流を算出する、
上記 C 1 に記載の交通流推定装置 (1)。

[0135] [C 7]

交通流を推定する対象領域の車線情報を記憶したメモリと、プロセッサとを備える、交通流推定装置 (1) が実行する、交通流推定方法であって、

前記プロセッサが、前記対象領域内を移動中の第 1 の移動体 (6) によって異なる複数のタイミングで撮影された、周辺の第 2 の移動体 (7) を含む複数の画像と、当該複数の画像の各々が撮影されたタイミングにおける前記第 1 の移動体 (6) の位置情報および速度情報とを含む移動体データを取得する過程 (S 2) と、

前記プロセッサが、前記メモリに記憶された車線情報と、前記取得した移動体データに含まれる前記第 1 の移動体 (6) の位置情報とをもとに、前記第 1 の移動体 (6) が移動中の車線を特定する過程 (S 6) と、

前記プロセッサが、前記移動体データに含まれる画像をもとに、前記画像内における前記第 2 の移動体 (7) の位置の経時変化を表す情報を算出する過程 (S 4) と、

前記プロセッサが、前記移動体データに含まれる画像から前記第 1 の移動体 (6) に対する前記第 2 の移動体 (7) の位置関係を検出し、当該位置関係と前記推定された第 1 の移動体 (6) が移動中の車線とに基づいて前記第 2 の移動体 (7) が移動中の車線を推定する過程 (S 5) と、

前記プロセッサが、前記移動体データに含まれる前記第 1 の移動体 (6) の速度情報と、前記第 2 の移動体 (7) の位置の経時変化を表す情報と、前記推定された前記第 1 の移動体 (6) および第 2 の移動体 (7) が移動中の各車線とに基づいて、前記対象領域の車線別の交通流を算出する過程 (S 7) と、

備える、交通流推定方法。

[0136] [C 8]

上記 [C 1] 乃至 [C 6] の何れかに記載の交通流推定装置 (1) の各部

による処理をプロセッサに実行させるプログラム。

符号の説明

- [0137] 1 …交通流推定装置
- 2 …入力デバイス
- 3 …出力デバイス
- 6 …第1の移動体、自車両
- 7 …第2の移動体、他車両
- 8 …車線境界線
- 9 …車線
- 11 …通信インタフェース
- 12 …入出力インタフェース
- 20 …制御ユニット
- 20A …ハードウェアプロセッサ
- 20B …プログラムメモリ
- 21 …走行データ取得部
- 22 …車両検知部
- 23 …移動量算出部
- 24 …領域判定部
- 25 …走行道路特定部
- 26 …交通流算出部
- 27 …出力制御部
- 30 …データメモリ
- 31 …走行データ記憶部
- 32 …道路ネットワークデータ記憶部
- 33 …道路別情報記憶部
- 34 …交通流情報記憶部
- 40 …バス
- 50 …フレーム

5 1 …日時情報

5 2 …矩形

5 3 …領域判定線、車線判定線

6 1 …車載カメラ

6 2 …センサ

6 3 …車載器

請求の範囲

- [請求項1] ハードウェアプロセッサとメモリとを有する交通流推定装置であって、
- 前記メモリは、
- 交通流を推定する対象領域の車線情報を記憶する記憶部を備え、
- 前記ハードウェアプロセッサは、
- 前記対象領域内を移動中の第1の移動体によって異なる複数のタイミングで撮影された、周辺の第2の移動体を含む複数の画像と、当該複数の画像の各々が撮影されたタイミングにおける前記第1の移動体の位置情報および速度情報とを含む移動体データを取得することと、
- 前記記憶部に記憶された車線情報と、前記取得した移動体データに含まれる前記第1の移動体の位置情報とをもとに、前記第1の移動体が移動中の車線を特定することと、
- 前記移動体データに含まれる画像をもとに、前記画像内における前記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出することと、
- 前記移動体データに含まれる画像から前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の位置関係を検出し、当該位置関係と前記推定された第1の移動体が移動中の車線とに基づいて前記第2の移動体が移動中の車線を推定することと、
- 前記移動体データに含まれる前記第1の移動体の速度情報と、前記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報と、前記推定された前記第1の移動体および第2の移動体が移動中の各車線とに基づいて、前記対象領域の車線別の交通流を推定することと、
- を実行するように構成される、交通流推定装置。
- [請求項2] 前記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出することは、
- 前記複数の画像を対比することによって、前記複数の画像に含まれる前記第2の移動体の同一性を判定することを含む、

請求項 1 に記載の交通流推定装置。

[請求項3]

前記第 2 の移動体が移動中の車線を推定することは、

前記移動体データに含まれる画像に対して、前記第 1 の移動体が移動中の車線を表す車線判定線を設定することと、

前記設定された車線判定線と、前記第 1 の移動体に対する前記第 2 の移動体の位置関係とに基づいて、前記第 2 の移動体が移動中の車線を推定することを含む、

請求項 1 に記載の交通流推定装置。

[請求項4]

前記第 2 の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出することは、

前記複数の画像に含まれる前記第 2 の移動体の画像内座標の変化に基づいて、前記第 2 の移動体の移動方向を算出することを含み、

前記第 2 の移動体が移動中の車線を推定することは、

前記算出された移動方向と、前記推定された前記第 1 の移動体が移動中の車線とに基づいて、前記第 2 の移動体が移動中の車線を推定することを含む、

請求項 1 に記載の交通流推定装置。

[請求項5]

前記第 2 の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出することは、

前記複数の画像に含まれる前記第 2 の移動体の画像内座標の変化に基づいて、前記第 2 の移動体の移動量を算出することを含み、

前記交通流を推定することは、

前記移動体データに含まれる前記第 1 の移動体の速度情報と、前記算出された前記第 2 の移動体の移動量とをもとに、前記第 1 の移動体の速度および前記第 2 の移動体の移動量を説明変数とし前記第 2 の移動体の速度を目的変数とする回帰分析によってあらかじめ得られた回帰モデルを用いて、前記第 2 の移動体の速度を算出することを含む、

請求項 1 に記載の交通流推定装置。

[請求項6]

前記交通流を推定することは、

前記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報と、前記第1の移動体の速度情報とを対応付けた交通データを生成することと、

前記生成された交通データを所定の基準により分割し、必要な補間を実行することと、

前記分割され必要な補間を実行された交通データと、前記第1の移動体が移動中の車線とに基づいて、前記対象領域の交通流を推定することとを含む、

請求項1に記載の交通流推定装置。

[請求項7]

ハードウェアプロセッサと交通流を推定する対象領域の車線情報を記憶する記憶部を有するメモリとを備える交通流推定装置が実行する、交通流推定方法であって、

前記対象領域内を移動中の第1の移動体によって異なる複数のタイミングで撮影された、周辺の第2の移動体を含む複数の画像と、当該複数の画像の各々が撮影されたタイミングにおける前記第1の移動体の位置情報および速度情報とを含む移動体データを取得することと、

前記記憶部に記憶された車線情報と、前記取得した移動体データに含まれる前記第1の移動体の位置情報とをもとに、前記第1の移動体が移動中の車線を特定することと、

前記移動体データに含まれる画像をもとに、前記画像内における前記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出することと、

前記移動体データに含まれる画像から前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の位置関係を検出し、当該位置関係と前記推定された第1の移動体が移動中の車線とに基づいて前記第2の移動体が移動中の車線を推定することと、

前記移動体データに含まれる前記第1の移動体の速度情報と、前記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報と、前記推定された前記第1の移動体および第2の移動体が移動中の各車線とに基づいて、前

記対象領域の車線別の交通流を推定することと、
を備える方法。

[請求項8] 交通流を推定する対象領域の車線情報をメモリに記憶させることと

、
前記対象領域内を移動中の第1の移動体によって異なる複数のタイミングで撮影された、周辺の第2の移動体を含む複数の画像と、当該複数の画像の各々が撮影されたタイミングにおける前記第1の移動体の位置情報および速度情報とを含む移動体データを取得することと、

前記メモリに記憶された車線情報と、前記取得した移動体データに含まれる前記第1の移動体の位置情報とをもとに、前記第1の移動体が移動中の車線を特定することと、

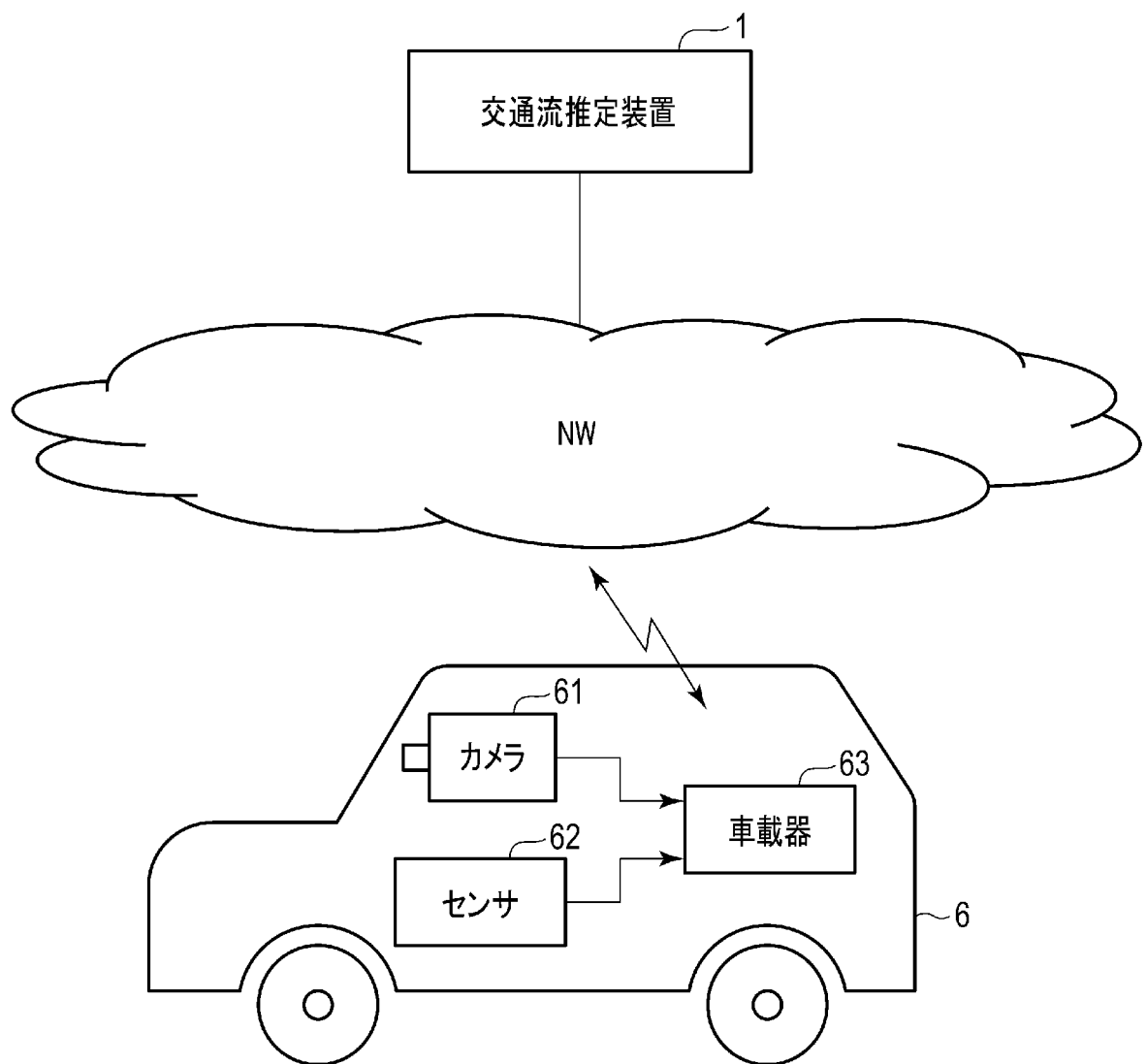
前記移動体データに含まれる画像をもとに、前記画像内における前記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報を算出することと、

前記移動体データに含まれる画像から前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の位置関係を検出し、当該位置関係と前記推定された第1の移動体が移動中の車線とに基づいて前記第2の移動体が移動中の車線を推定することと、

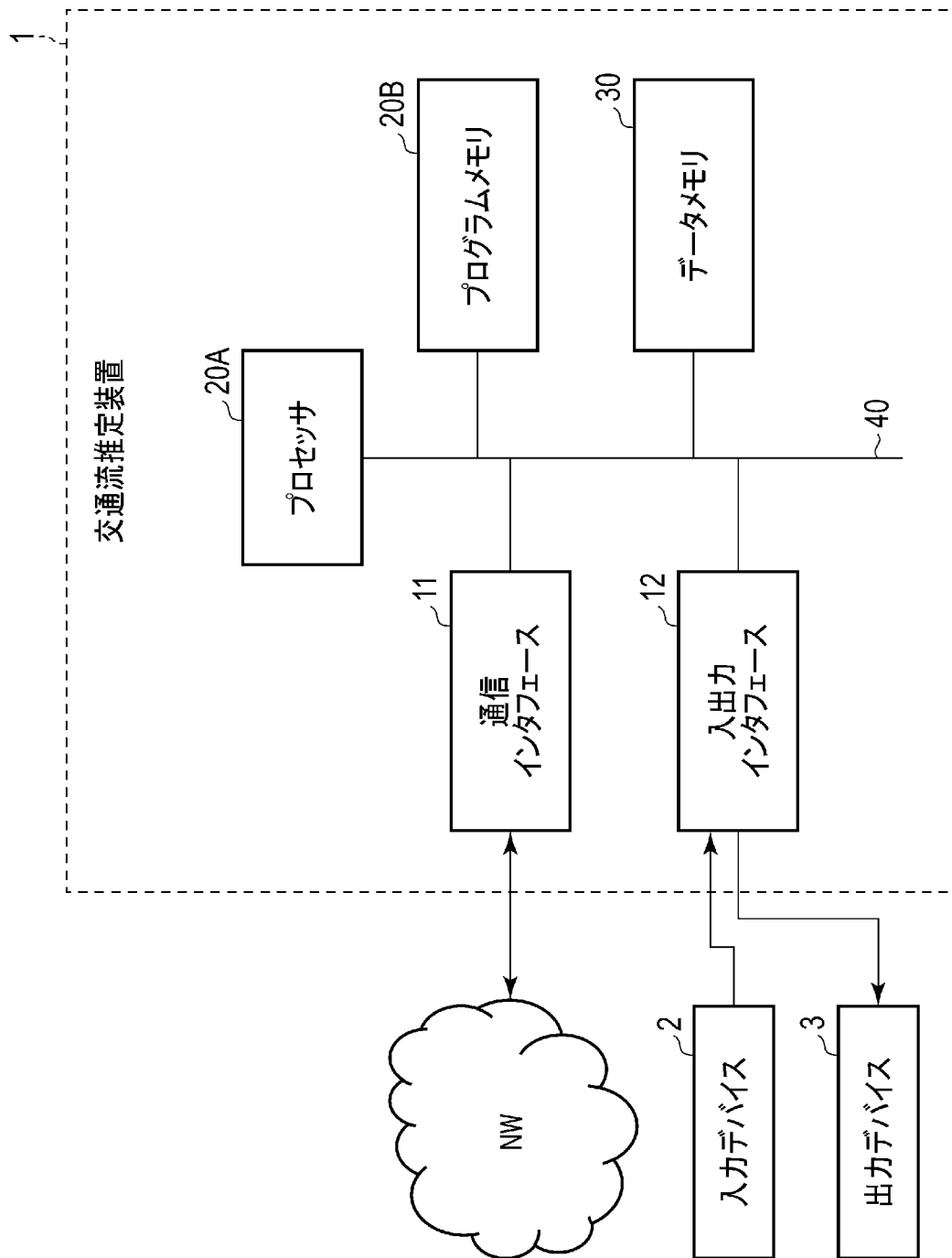
前記移動体データに含まれる前記第1の移動体の速度情報と、前記第2の移動体の位置の経時変化を表す情報と、前記推定された前記第1の移動体および第2の移動体が移動中の各車線とに基づいて、前記対象領域の車線別の交通流を推定することと、

をハードウェアプロセッサに実行させるためのプログラムを記憶した非一時的な有形のコンピュータ可読記憶媒体。

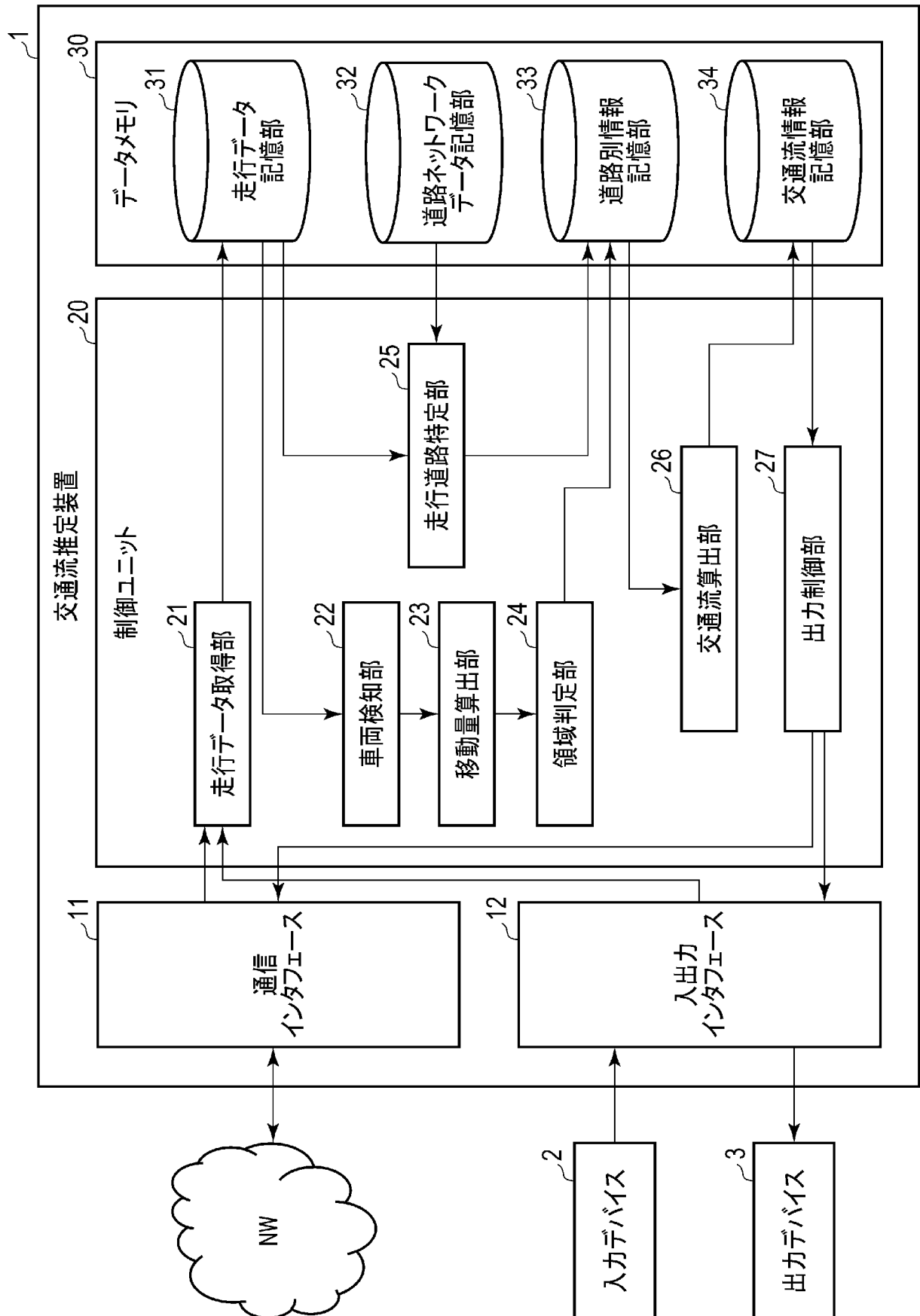
[図1]



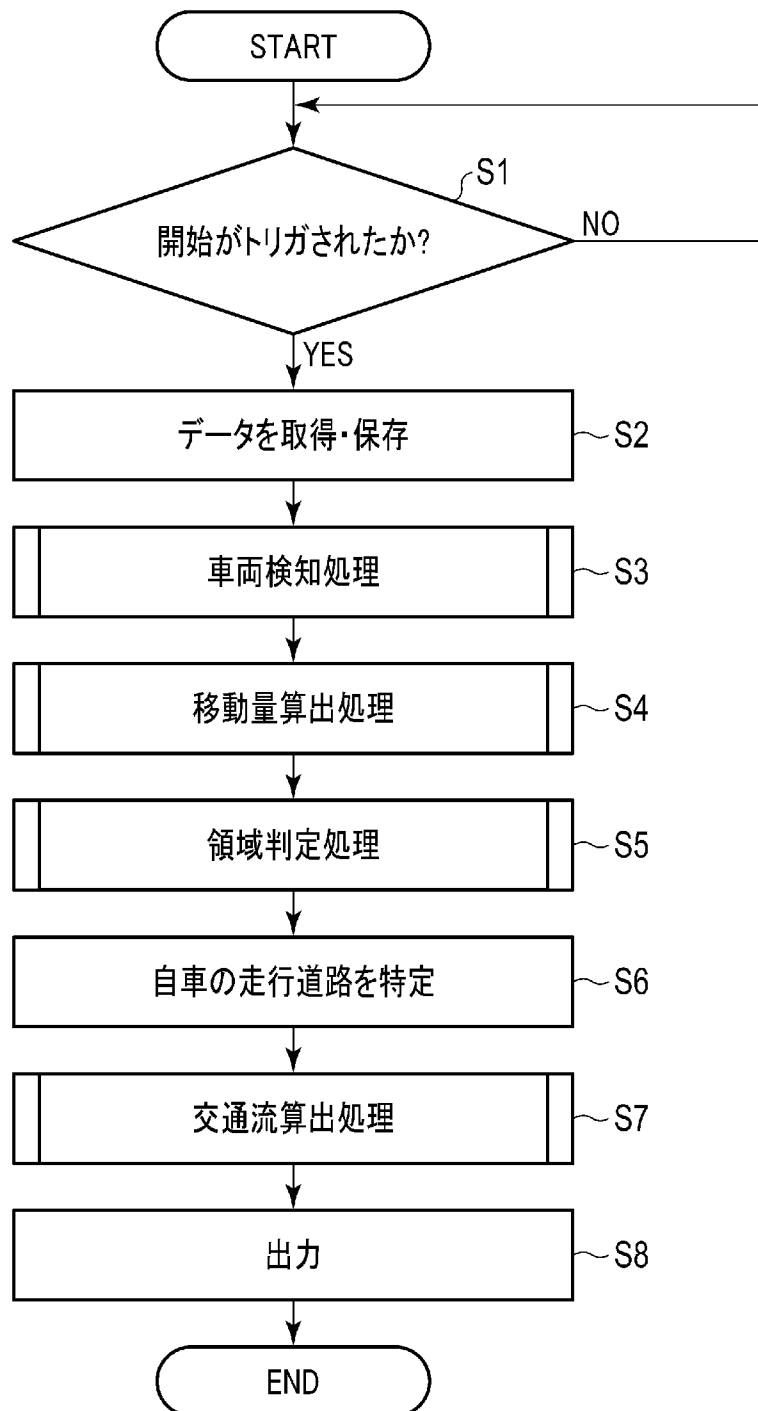
[図2]



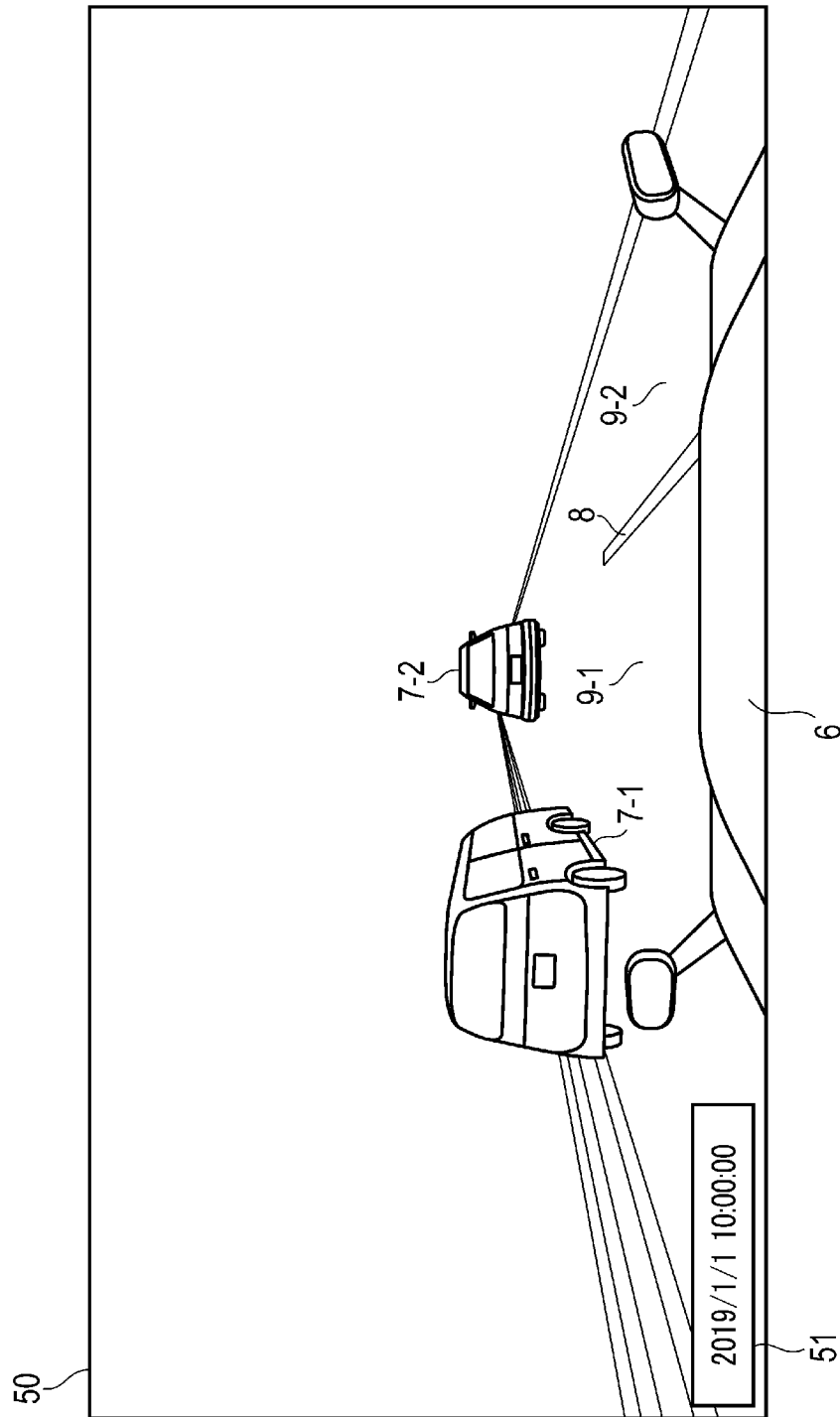
[図3]



[図4]



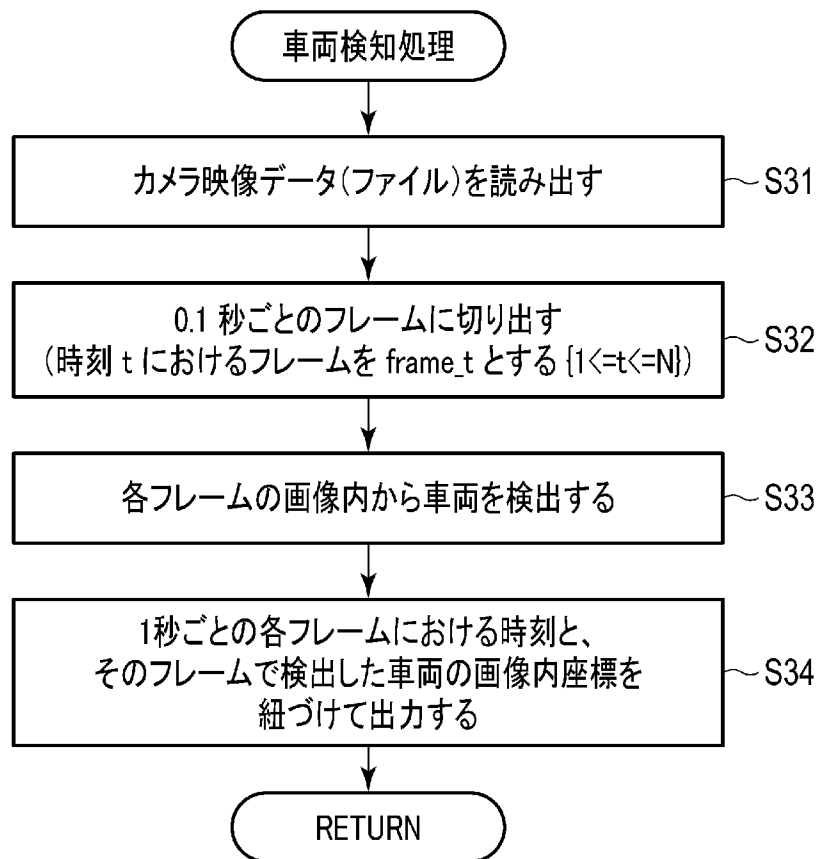
[図5]



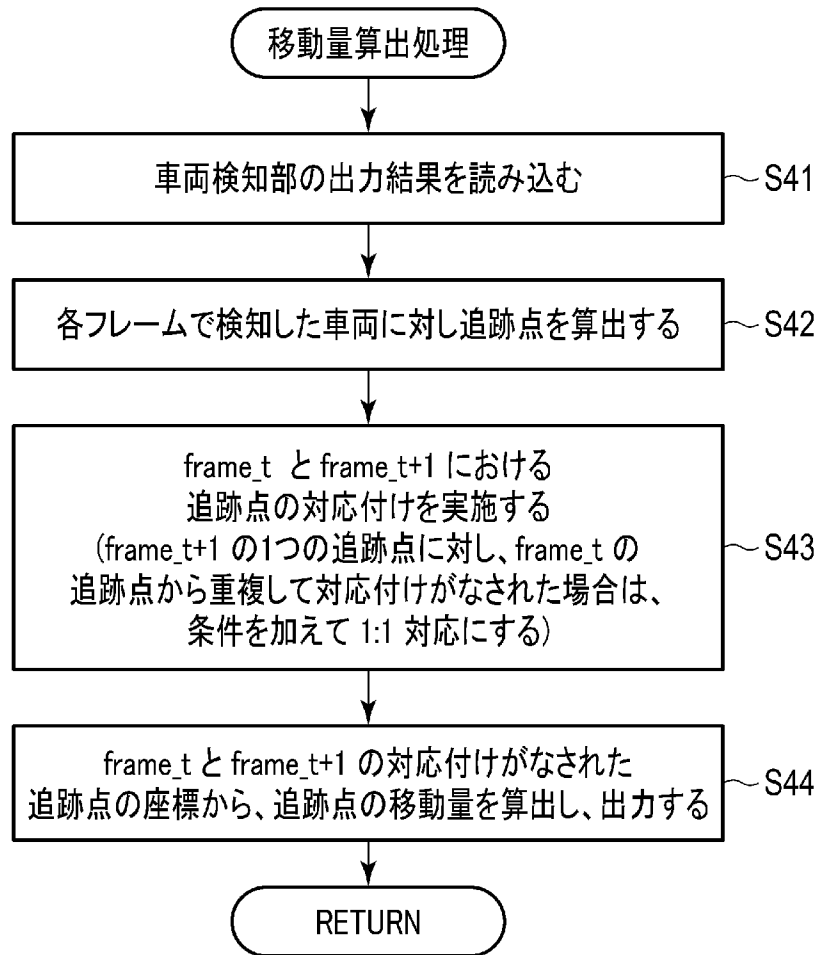
[図6]

時刻	GPS(緯度・経度)	速度(km/h)	...
2019/1/1 10:00:00	35.617622, 139.779567	35	
2019/1/1 10:00:01	35.617866, 139.779911	37	
2019/1/1 10:00:02	35.617971, 139.780297	38	
2019/1/1 10:00:03	35.618180, 139.780511	40	
2019/1/1 10:00:04	35.618320, 139.780597	41	
...	...	...	...

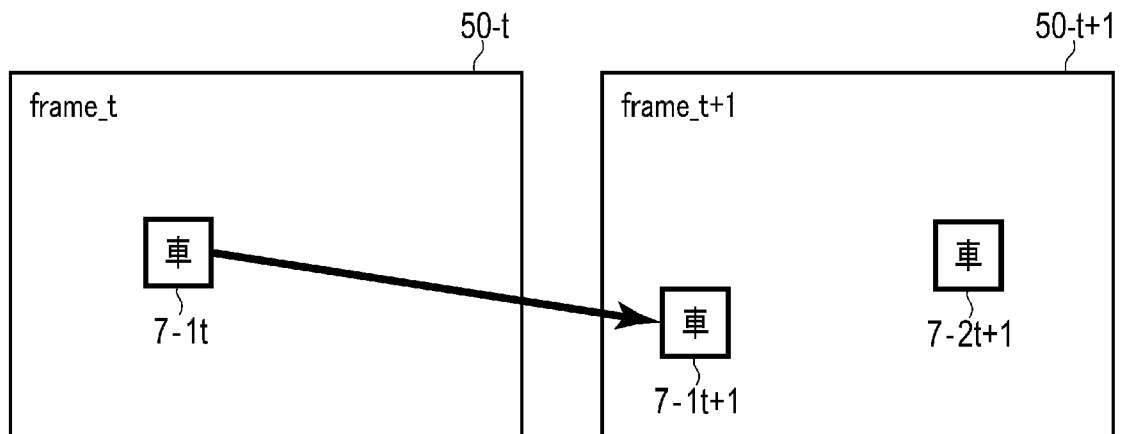
[図7]



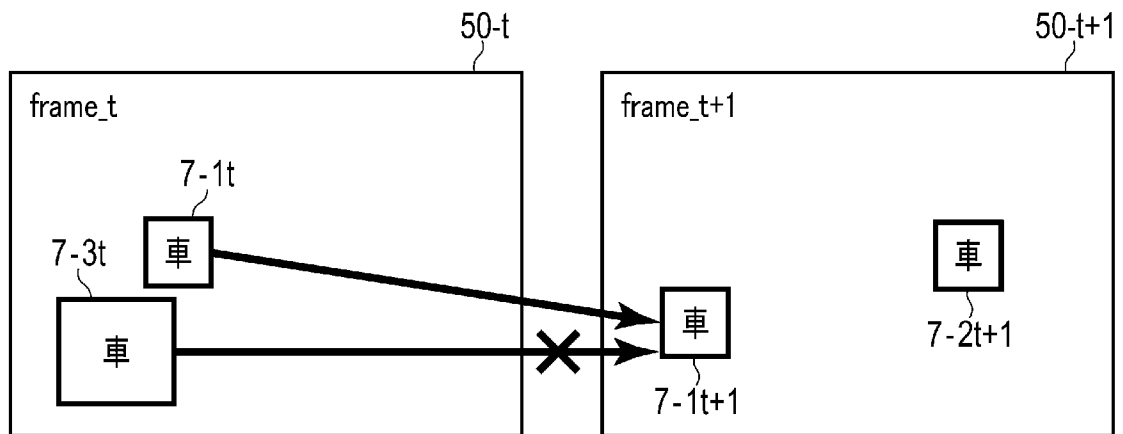
[図9]



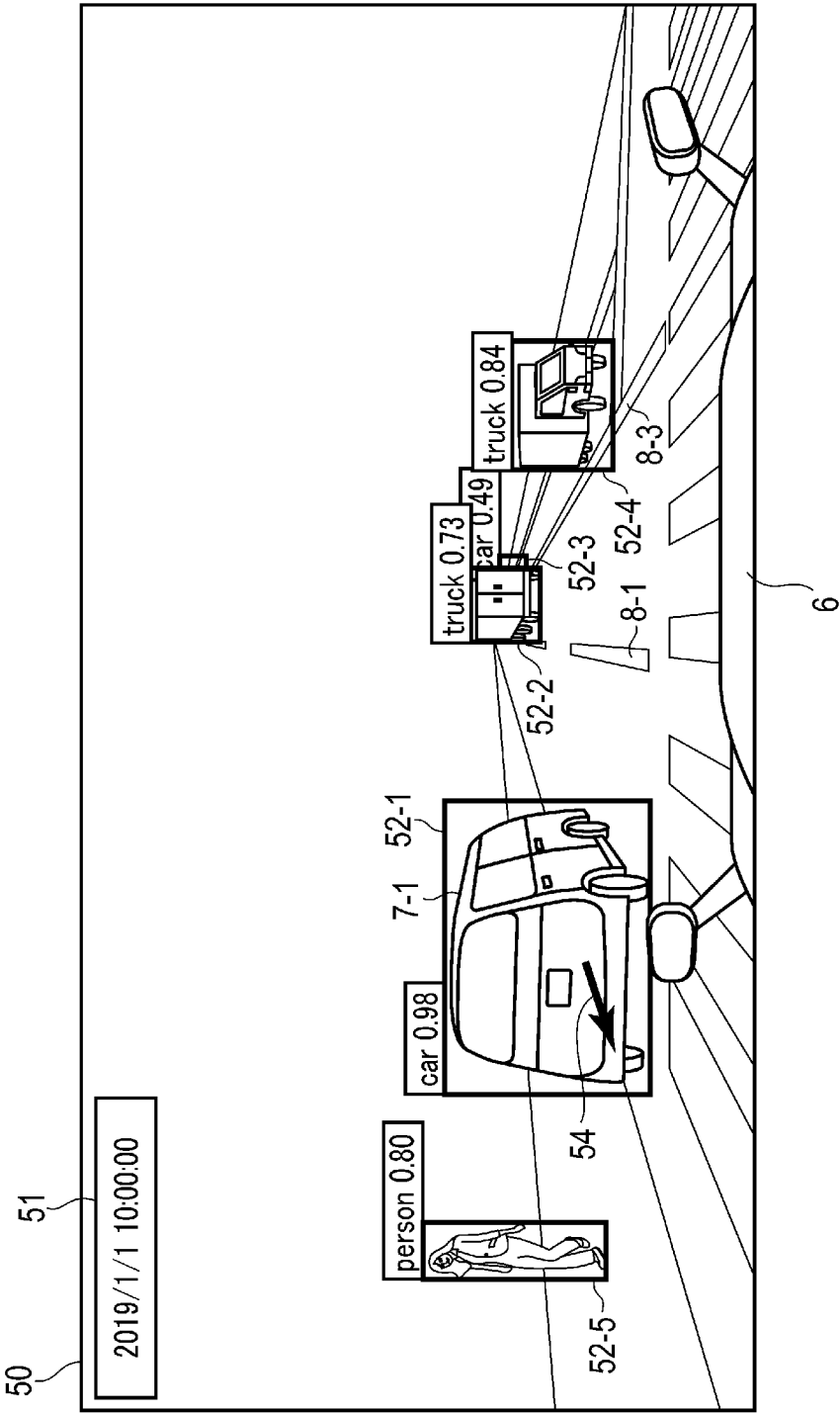
[図10A]



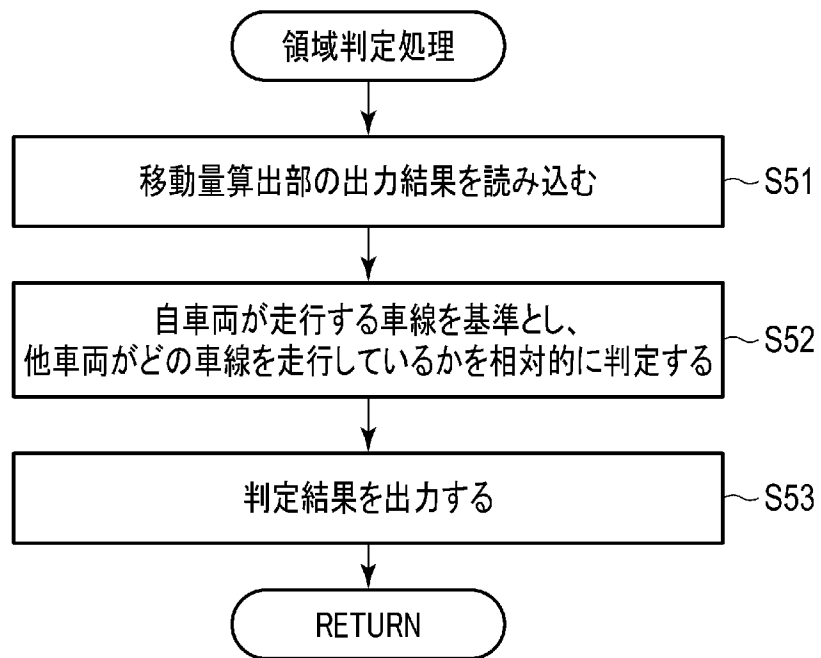
[図10B]



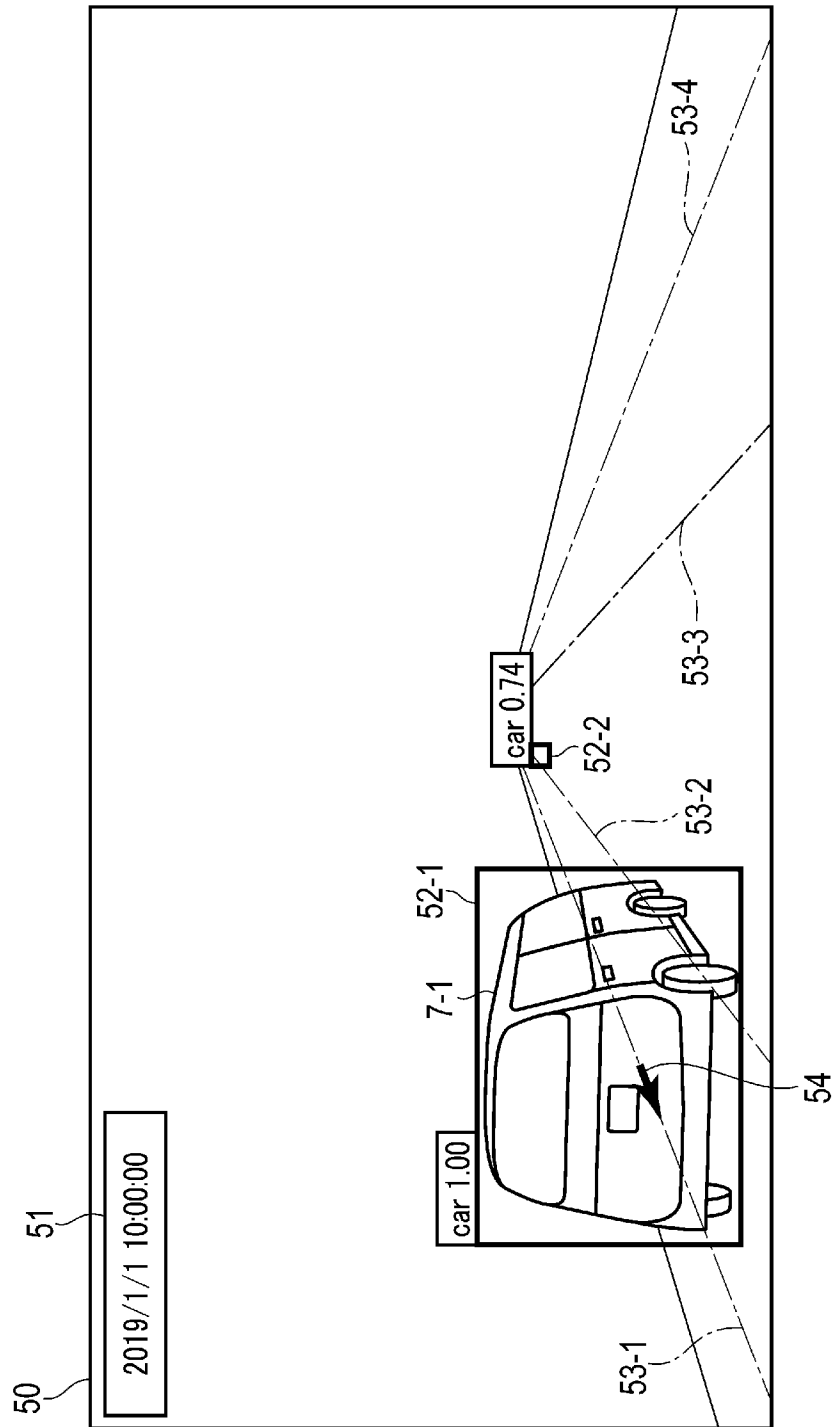
[図11]



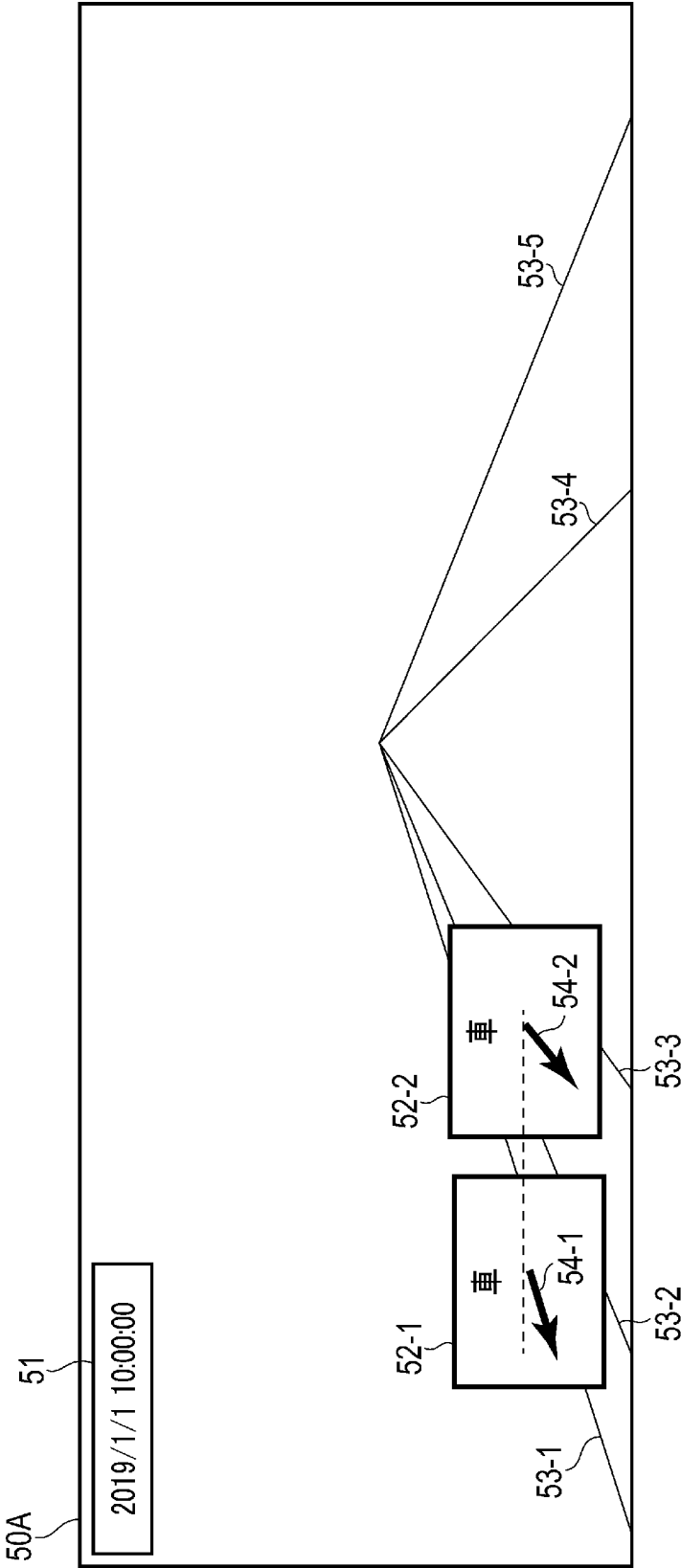
[図12]



[図13]

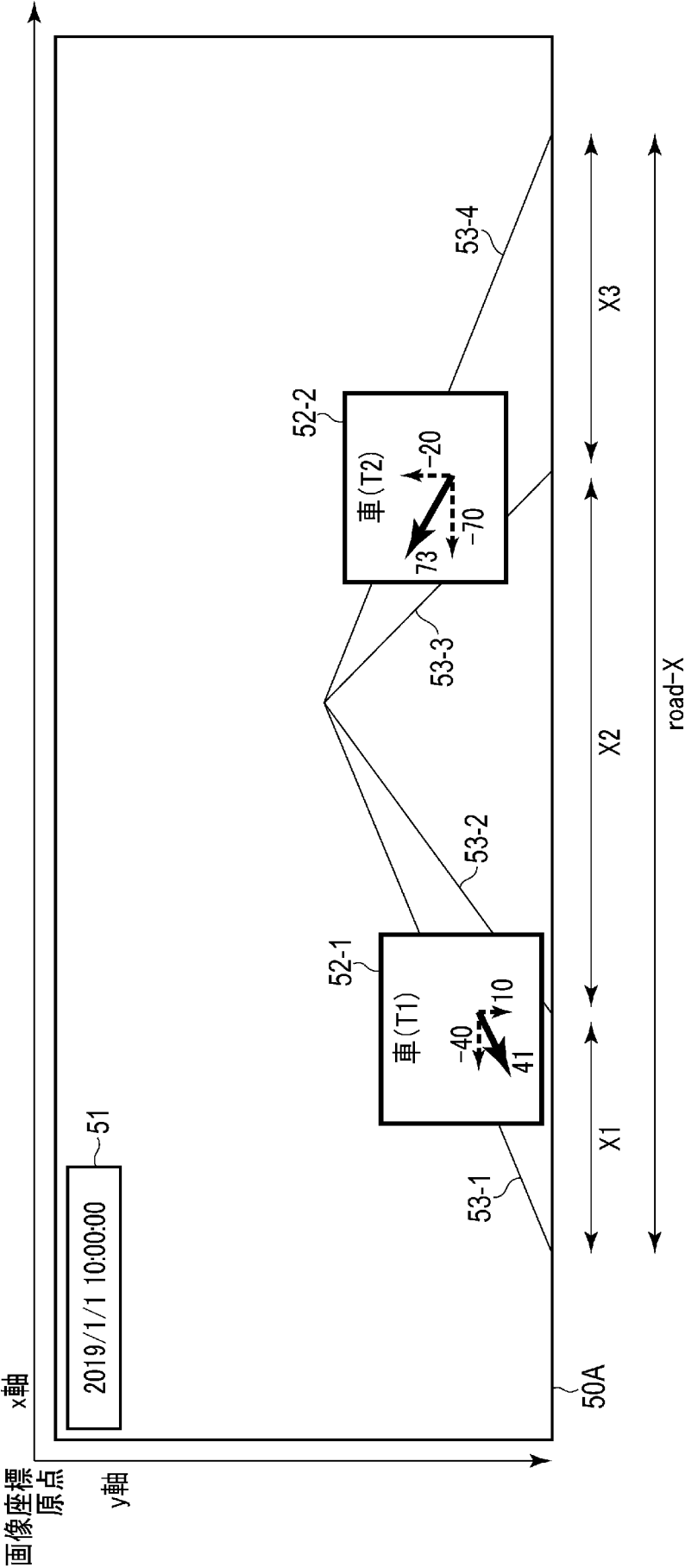


[図14]

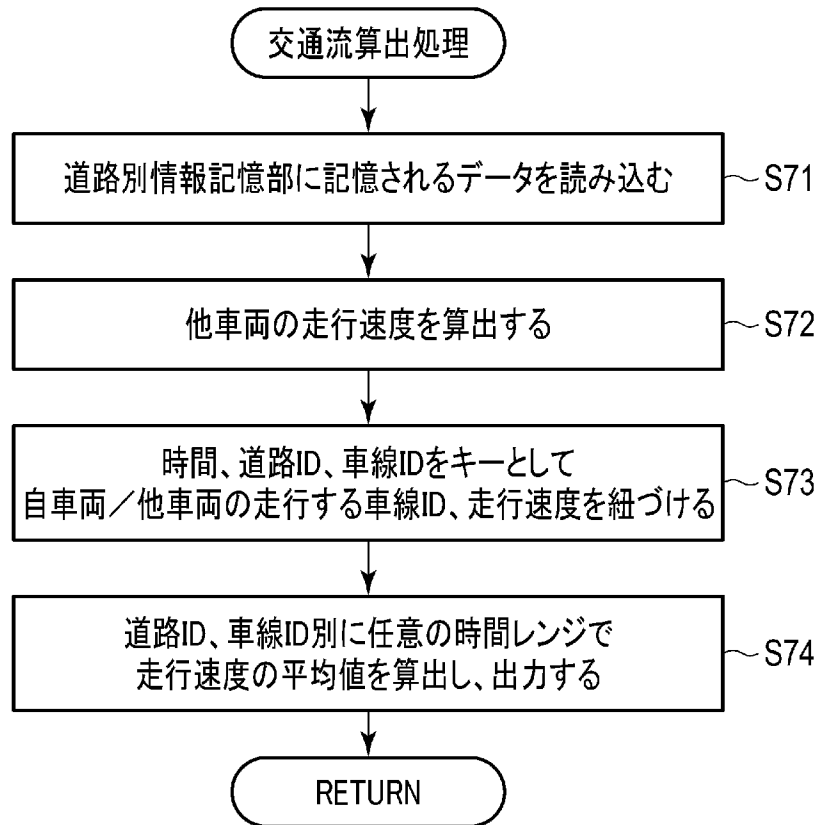


[illegible]

[図16]



[図17]



[図18A]

自車両の走行速度(km/h)	他車両の移動量情報	他車両の走行速度(km/h)
35	・x成分距離: -40 ・y成分距離: 10 ・XY合成距離: 41	31
35	・x成分距離: -70 ・y成分距離: -20 ・XY合成距離: 73	50
30	・x成分距離: -50 ・y成分距離: -20 ・XY合成距離: 54	38
...	...	...

[図18B]

自車両の 走行速度(km/h)	他車両の移動量情報 X成分距離	他車両の移動量情報 Y成分距離	他車両の移動量情報 XY合成距離
0.9	-0.01	-0.4	0.05

[図19]

時間	自車両が 位置する道路	車両が 位置する車線	車両の 走行速度(km/h)	
2019/1/1 10:00:00	road-X	X2	35	R01
2019/1/1 10:00:00	road-X	X2	35	
2019/1/1 10:00:01	road-X	X2	30	
2019/1/1 10:00:00	road-X	X1	33	R02
2019/1/1 10:00:00	road-X	X3	40	
2019/1/1 10:00:01	road-X	X1	32	
...	...	...	...	

[図20]

時間	道路ID	車線ID	平均速度(km/h)
2019/1/1 10:00~10:30	road-X	X1	35
2019/1/1 10:00~10:30	road-X	X2	38
2019/1/1 10:00~10:30	road-X	X3	45
2019/1/1 10:30~11:00	road-X	X1	36
2019/1/1 10:30~11:00	road-X	X2	38
2019/1/1 10:30~11:00	road-X	X3	50
...	...	...	...

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/018945

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G08G1/00 (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)

Int.Cl. G08G1/00

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2019-16081 A (THE UNIVERSITY OF TOKYO) 31 January 2019, paragraphs [0018]-[0073], all drawings (Family: none)	1-5, 7-8 6
X Y	JP 2015-76077 A (PIONEER CORPORATION) 20 April 2015, paragraphs [0012]-[0093], all drawings (Family: none)	1-5, 7-8 6
Y	JP 2000-163685 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 16 June 2000, paragraphs [0038]-[0057] (Family: none)	6

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 05.08.2019	Date of mailing of the international search report 13.08.2019
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/JP2019/018945

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 2019-16082 A (THE UNIVERSITY OF TOKYO) 31 January 2019, paragraphs [0018]-[0062], all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2018-106762 A (PIONEER CORPORATION) 05 July 2018, paragraphs [0013]-[0107], all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G08G1/00(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

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2019-16081 A（国立大学法人 東京大学）2019.01.31, 段落 [0018] - [0073], 全図（ファミリーなし）	1-5, 7-8
Y		6
X	JP 2015-76077 A（パイオニア株式会社）2015.04.20, 段落 [0012] - [0093], 全図（ファミリーなし）	1-5, 7-8
Y		6
Y	JP 2000-163685 A（富士電機株式会社）2000.06.16, 段落 [003	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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

05.08.2019

国際調査報告の発送日

13.08.2019

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）

島倉 理

3H

4131

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
	8] - [0 0 5 7] (ファミリーなし)	
A	JP 2019-16082 A (国立大学法人 東京大学) 2019.01.31, 段落 [0 0 1 8] - [0 0 6 2], 全図 (ファミリーなし)	1 - 8
A	JP 2018-106762 A (パイオニア株式会社) 2018.07.05, 段落 [0 0 1 3] - [0 1 0 7], 全図 (ファミリーなし)	1 - 8