

(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9月24日(24.09.2020)



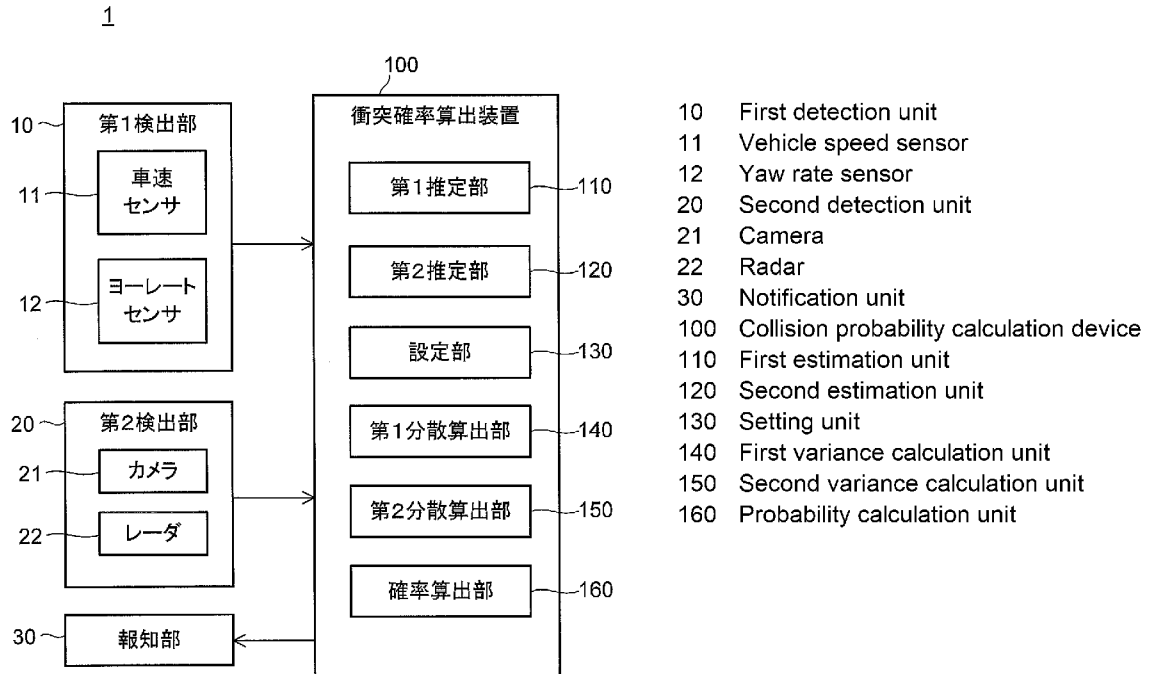
(10) 国際公開番号

WO 2020/189624 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01) *B60W 50/14* (2020.01)
B60W 30/08 (2012.01)
- (72) 発明者: 青木 翼(AOKI, Tsubasa); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011472
- (74) 代理人: 特許業務法人 鷺田国際特許事務所 (WASHIDA & ASSOCIATES); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 1-2-3-7 新宿ファーストウェスト 8階 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2020年3月16日(16.03.2020)
- (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 2019-049599 2019年3月18日(18.03.2019) 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, 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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
- (71) 出願人: いすゞ自動車株式会社 (ISUZU MOTORS LIMITED) [JP/JP]; 〒1408722 東京都品川区南大井 6 丁目 2 6 番 1 号 Tokyo (JP).

(54) Title: COLLISION PROBABILITY CALCULATION DEVICE, COLLISION PROBABILITY CALCULATION SYSTEM AND COLLISION PROBABILITY CALCULATION METHOD

(54) 発明の名称: 衝突確率算出装置、衝突確率算出システムおよび衝突確率算出方法



(57) Abstract: A collision probability calculation device is provided with: a setting unit that sets a two-dimensional area composed of direction components of a first direction and a second direction orthogonal to the first direction, and including a first estimated position where a vehicle is estimated to arrive in the future from a reference position; a first variance calculation unit for calculating a first variance value of first position information in the two-dimensional area; a second

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,
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)）

variance calculation unit for calculating a second variance value of second position information on a second estimated position where an object is estimated to arrive in the future at the time when the vehicle arrives at the first estimated position; and a probability calculation unit for calculating the probability of a collision between the vehicle and the object, using the two-dimensional area, the first position information, the second position information, the first variance value and the second variance value.

(57) 要約：衝突確率算出装置は、第1方向と、第1方向と直交する第2方向との各方向成分で構成され、車両が基準位置から将来到達すると推定された第1推定位置を含む2次元領域を設定する設定部と、2次元領域の第1位置情報における第1分散値を算出する第1分散算出部と、車両が第1推定位置に到達するタイミングで物体が将来到達すると推定された第2推定位置の第2位置情報における第2分散値を算出する第2分散算出部と、2次元領域、第1位置情報、第2位置情報、第1分散値および第2分散値を用いて、車両と物体とが衝突する確率を算出する確率算出部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

衝突確率算出装置、衝突確率算出システムおよび衝突確率算出方法

技術分野

[0001] 本開示は、衝突確率算出装置、衝突確率算出システムおよび衝突確率算出方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、走行する車両の前方領域で移動する物体が将来到達する位置を検出可能な構成が知られている。例えば特許文献1には、検知部により検知された物標が車両の進行方向を横断する方向へ移動して車両に衝突する予測軌跡を導出する構成が開示されている。

[0003] また、特許文献2には、歩行者の位置および速度の分散値と、車両の速度とに基づいて、車両と歩行者との衝突確率を算出する構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2018-91785号公報

特許文献2：日本国特開2018-45426号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、車両は、直進以外に右折または左折をするため、右折または左折を考慮した車両と物体との衝突確率を算出可能な構成が望まれる。特許文献1および特許文献2に記載の構成は、車両が直進中である状況を想定したものであるため、車両と物体との衝突確率を算出可能な構成として改善の余地があった。

[0006] 本開示の目的は、車両と物体との衝突確率を正確に算出することが可能な衝突確率算出装置、衝突確率算出システムおよび衝突確率算出方法を提供す

ることである。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る衝突確率算出装置は、

第1方向と、前記第1方向と異なる第2方向との各方向成分で構成され、車両が基準位置から将来到達すると推定された第1推定位置を含む2次元領域を設定する設定部と、

前記2次元領域の第1位置情報における第1分散値を算出する第1分散算出部と、

前記車両が前記第1推定位置に到達するタイミングで物体が将来到達すると推定された第2推定位置の第2位置情報における第2分散値を算出する第2分散算出部と、

前記2次元領域、前記第1位置情報、前記第2位置情報、前記第1分散値および前記第2分散値を用いて、前記車両と前記物体とが衝突する確率を算出する確率算出部と、

を備える。

[0008] 本開示に係る衝突確率算出システムは、

前記車両の前記基準位置に関するパラメータを検出する第1検出部と、

前記車両が前記基準位置に位置する際の前記物体の位置に関するパラメータを検出する第2検出部と、

上記の衝突確率算出装置と、

を備える。

[0009] 本開示に係る衝突確率算出方法は、

第1方向と、前記第1方向と異なる第2方向との各方向成分で構成され、車両が基準位置から将来到達すると推定された第1推定位置を含む2次元領域を設定し、

前記2次元領域の第1位置情報における第1分散値を算出し、

前記車両が前記第1推定位置に到達するタイミングで物体が将来到達すると推定された第2推定位置の第2位置情報における第2分散値を算出し、

前記 2 次元領域、前記第 1 位置情報、前記第 2 位置情報、前記第 1 分散値および前記第 2 分散値を用いて、前記車両と前記物体とが衝突する確率を算出する。

発明の効果

[0010] 本開示によれば、車両と物体との衝突確率を正確に算出することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本開示の実施の形態に係る衝突確率算出システムを示すブロック図である。

[図2] 2 次元領域の設定について説明するための図である。

[図3]代表位置の設定について説明するための図である。

[図4]物体の位置座標の補正について説明するための図である。

[図5]衝突確率の算出について説明するための図である。

[図6]時間と第 1 衝突確率との関係を示す図である。

[図7]衝突確率算出装置における衝突確率算出制御の動作例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は、本開示の実施の形態に係る衝突確率算出システム 1 を示すブロック図である。

[0013] 図 1 に示すように、衝突確率算出システム 1 は、車両に搭載され、車両と、物体（例えば、歩行者等）との衝突確率を算出する。衝突確率算出システム 1 は、第 1 検出部 10 と、第 2 検出部 20 と、報知部 30 と、衝突確率算出装置 100 とを有する。

[0014] 第 1 検出部 10 は、車両の基準位置に関するパラメータを検出する。

[0015] 基準位置は、第 1 検出部 10 が当該パラメータを検出したときの車両における任意の位置であり、後述する 2 次元領域が設定される際の基準となる位置である。本実施の形態では、基準位置は、図 2 における、車両 Z の車軸 Z1 の中心位置 Z2 の位置とし、X 成分および Y 成分がともに 0 となる位置に

設定される。

[0016] X成分は、例えば、図2における縦軸と車両Zの長さ方向（縦方向）の辺とを平行としたときの長さ方向成分である。Y成分は、図2における横軸と車両の幅方向（横方向）の辺とを平行としたときの幅方向成分である。長さ方向は、本開示の「第1方向」に対応する。幅方向は、本開示の「第2方向」に対応する。

[0017] 図1に戻り、第1検出部10は、車速センサ11と、ヨーレートセンサ12とを含む。車速センサ11は、車両の速度情報を検出するセンサである。ヨーレートセンサ12は、車両のヨーレート情報を検出するセンサである。

[0018] つまり、上記の基準位置に関するパラメータは、車両の速度情報および車両のヨーレート情報を含む。

[0019] 第2検出部20は、車両が基準位置に位置する際の物体の位置に関するパラメータを検出する。

[0020] 第2検出部20は、カメラ21およびレーダ22を含んでおり、車両が基準位置に位置する際の物体の位置情報および速度情報を検出する。つまり、上記の物体の位置に関するパラメータは、物体の位置情報および速度情報を含む。

[0021] 物体の位置情報は、図2における物体の位置座標の上記X成分およびY成分である。物体の速度情報は、図2における物体の速度の上記X成分およびY成分である。

[0022] 報知部30は、例えばブザー等の警報装置であり、衝突確率算出装置100からの指令に基づいて、運転者に車両と物体との衝突確率が高い旨を報知する。なお、報知部30は、警報装置に限定されず、例えば、上記指令に基づいて、自動で車両にブレーキをかける自動ブレーキ装置であっても良い。

[0023] 衝突確率算出装置100は、図示しないCPU（Central Processing Unit）、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）および入出力回路を備えている。衝突確率算出装置100は、予め設定されたプログラムに基づいて、車両と物体との衝突確率を算出するように構成されてい

る。

- [0024] 衝突確率算出装置 100 は、第 1 推定部 110 と、第 2 推定部 120 と、設定部 130 と、第 1 分散算出部 140 と、第 2 分散算出部 150 と、確率算出部 160 とを有する。
- [0025] 第 1 推定部 110 は、第 1 検出部 10 より、基準位置における車両の速度情報およびヨーレート情報を取得し、当該速度情報およびヨーレート情報に基づいて第 1 推定位置に関するパラメータを推定する。
- [0026] 第 1 推定位置は、車両が基準位置から将来到達すると推定される位置であり、本実施の形態では、図 2 における車両 Z の車軸 Z1 の中心位置 Z2 に対応する位置 A1 である。第 1 推定位置に関するパラメータは、第 1 推定位置の位置座標における X 成分および Y 成分を含む情報である。
- [0027] 第 2 推定部 120 は、第 2 検出部 20 より、車両が基準位置に位置する際の物体の位置情報および速度情報を取得し、当該位置情報および速度情報に基づいて第 2 推定位置に関するパラメータを推定する。
- [0028] 第 2 推定位置は、車両が第 1 推定位置に到達するタイミングで物体が将来到達すると推定される位置である。第 2 推定位置に関するパラメータは、第 2 推定位置の位置座標における X 成分および Y 成分を含む情報である。
- [0029] 第 1 推定部 110 および第 2 推定部 120 は、第 1 検出部 10 および第 2 検出部 20 から取得する情報を観測値とする状態空間モデルにより第 1 推定位置に関する情報または第 2 推定位置に関する情報を推定する。第 1 推定部 110 および第 2 推定部 120 は、これらの情報の推定アルゴリズムとしてカルマンフィルタを用いる。
- [0030] 第 1 推定位置に係る観測方程式は、式 (1) であり、第 1 推定位置に係る状態方程式は、式 (2) である。なお、式 (1) および式 (2) における k は、時刻を示しており、式 (1) においては、車両が基準位置に位置するときの基準時刻である。また、式 (2) においては、例えば、時刻 $k + i$ (i : 任意に設定可能な自然数) まで各パラメータが算出されるが、時刻 $k + 2$ 以降のパラメータは、式 (2) で算出されたパラメータを用いて算出される

。

[0031] [数1]

$$\begin{pmatrix} V^{ego}_k \\ \omega^{ego}_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X^{ego}_k \\ Y^{ego}_k \\ \theta^{ego}_k \\ V^{ego}_k \\ \omega^{ego}_k \end{pmatrix} + E_k \dots (1)$$

V e g o : 車両が基準位置に位置する際の車両の速度

 ω e g o : 車両が基準位置に位置する際の車両のヨーレート (角速度) θ e g o : 車両が基準位置に位置する際の車両の回転角度

X e g o : 車両の位置座標のX成分 (車両が基準位置のときは0)

Y e g o : 車両の位置座標のY成分 (車両が基準位置のときは0)

E : 第1検出部10における誤差

[0032] [数2]

$$\begin{pmatrix} X^{ego}_{k+1} \\ Y^{ego}_{k+1} \\ \theta^{ego}_{k+1} \\ V^{ego}_{k+1} \\ \omega^{ego}_{k+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X^{ego}_k \\ Y^{ego}_k \\ \theta^{ego}_k \\ V^{ego}_k \\ \omega^{ego}_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X^{ego}_k \\ \Delta Y^{ego}_k \\ \Delta t \cdot \omega^{ego}_k \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + W_k \dots (2)$$

 Δ X e g o : 時刻kにおける回転角度、速度、ヨーレートに基づいて算出される推定移動量のX成分 Δ Y e g o : 時刻kにおける回転角度、速度、ヨーレートから算出される推定移動量のY成分 Δ t : 時刻k～時刻k+1までの時間変化量

W : 式(2)におけるノイズ

[0033] 第2推定位置に係る観測方程式は、式(3)であり、第2推定位置に係る状態方程式は、式(4)である。また、式(5)は、式(3)で算出した位置情報である相対位置座標系を絶対座標系に変換するための式である。

[0034] なお、式（３）および式（４）における k は、時刻を示しており、式（３）においては、車両が基準位置に位置するときの基準時刻である。また、式（４）においては、例えば、時刻 k において、式（５）で絶対座標系に変換したパラメータを代入することで各パラメータが算出される。また、式（４）においては、時刻 $k + i$ （ i ：任意に設定可能な自然数）まで各パラメータが算出されるが、時刻 $k + 2$ 以降のパラメータは、式（４）で算出されたパラメータを用いて算出される。

[0035] [数3]

$$\begin{pmatrix} X^{rel}_k \\ Y^{rel}_k \\ V_x^{rel}_k \\ V_y^{rel}_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X^{rel}_k \\ Y^{rel}_k \\ V_x^{rel}_k \\ V_y^{rel}_k \end{pmatrix} + EE_k \cdots (3)$$

X^{rel} ：物体の位置座標の X 成分

Y^{rel} ：物体の位置座標の Y 成分

V_x^{rel} ：物体の速度の X 成分

V_y^{rel} ：物体の速度の Y 成分

EE ：第２検出部２０における誤差

[0036] [数4]

$$\begin{pmatrix} X^{ped}_{k+1} \\ Y^{ped}_{k+1} \\ V_x^{ped}_{k+1} \\ V_y^{ped}_{k+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X^{ped}_k \\ Y^{ped}_k \\ V_x^{ped}_k \\ V_y^{ped}_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta t \cdot V_x^{ped}_k \\ \Delta t \cdot V_y^{ped}_k \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + WW_k \cdots (4)$$

X^{ped} ： X^{rel} を絶対座標系に変換した後の物体の位置座標の X 成分

Y^{ped} ： Y^{rel} を絶対座標系に変換した後の物体の位置座標の Y 成分

V_x^{ped} ： V_x^{rel} を絶対座標系に変換した後の物体の速度の X 成分

V_y^{ped} ： V_y^{rel} を絶対座標系に変換した後の物体の速度の Y 成分

WW ：式（４）におけるノイズ

[0037]

[数5]

$$\begin{pmatrix} X^{ped}_k \\ Y^{ped}_k \\ V^{ped}_X \\ V^{ped}_Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X^{rel}_k \\ Y^{rel}_k \\ V^{rel}_X + V^{ego}_k \cdot \cos(+\theta^{ego}_k) \\ V^{rel}_Y + V^{ego}_k \cdot \sin(+\theta^{ego}_k) \end{pmatrix} \cdot \dots (5)$$

[0038] 上記式(1)～(5)により、第1推定部110および第2推定部120は、現在時刻kよりも後の将来時刻である、時刻k+1～k+iまでのi個の各パラメータをそれぞれ推定する。

[0039] 図2に示すように、設定部130は、第1推定部110により推定された第1推定位置A1に関するパラメータに基づいて2次元領域Aを設定する。図2～図5では、上記のiが任意の数字のときの状態が示されている。

[0040] 第1推定位置A1に関するパラメータは、車軸Z1の中心位置Z2に対応する位置座標のX成分およびY成分である。

[0041] 設定部130は、当該中心位置Z2に対応する位置座標と、車両Zの幅および長さとを基準に2次元領域Aを設定する。

[0042] 2次元領域Aは、車両の長さ方向が縦軸と平行であり、幅方向が横軸と平行である矩形形状の領域として設定される。

[0043] 図3に示すように、設定部130は、2次元領域A内の1以上の代表位置Tを第1位置情報として設定する。図2では、2次元領域Aに沿う位置や、車軸Z1の中心位置Z2と一致する位置を含む計15個の代表位置を例示する。

[0044] また、図4に示すように、設定部130は、第2推定部120により推定された物体Bの第2推定位置に関するパラメータに基づいて、物体Bの位置座標を2次元領域Aと整合するように補正する。設定部130は、補正後の物体B1の位置座標を第2位置情報とする。

[0045] 2次元領域Aは、各辺が縦軸または横軸と平行になるように設定されるが、車両Zが旋回するような場合、2点鎖線A2で示すように、第1推定部110により推定された θ^{ego} だけ、車両Zは、縦軸に対して傾斜すること

となる。

[0046] そのため、設定部 130 は、式 (4) によって推定された物体 B の位置座標を 2 次元領域 A に整合するように補正する。第 1 推定位置 A1 での車両 Z は、本来 2 次元領域 A に対して傾斜している。つまり、2 次元領域 A は、第 1 推定位置 A1 における車両 Z に対して第 1 推定位置 A1 を中心に、 $+\theta_{ego}$ 回転した状態である。そこで、2 次元領域 A と整合するように、物体 B を、第 1 推定位置 A1 を中心に $-\theta_{ego}$ 回転させる。このようにすることで、車両 Z と、補正後の物体 B1 との位置関係を正確なものとすることができる。

[0047] 第 1 分散算出部 140 は、設定された各第 1 位置情報に係る第 1 分散値をそれぞれ算出する。具体的には、第 1 分散算出部 140 は、例えば式 (6) のように、カルマンフィルタの共分散行列を用いることで、第 1 分散値 P_{ego} を算出する。

[0048] [数6]

$$P_{ego_{k+i}}^{ego} = \begin{pmatrix} \sigma_{ego, X^2_{k+i}}^{ego} & \sigma_{ego, XY_{k+i}}^{ego} & \cdots \\ \sigma_{ego, XY_{k+i}}^{ego} & \sigma_{ego, Y^2_{k+i}}^{ego} & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \end{pmatrix} \cdots (6)$$

[0049] 第 2 分散算出部 150 は、設定された第 2 位置情報に係る第 2 分散値を算出する。具体的には、第 2 分散算出部 150 は、例えば式 (7) のように、カルマンフィルタの共分散行列を用いることで、第 2 分散値 P_{ped} を算出する。

[0050] [数7]

$$P_{ped_{k+i}}^{ped} = \begin{pmatrix} \sigma_{ped, X^2_{k+i}}^{ped} & \sigma_{ped, XY_{k+i}}^{ped} & \cdots \\ \sigma_{ped, XY_{k+i}}^{ped} & \sigma_{ped, Y^2_{k+i}}^{ped} & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \end{pmatrix} \cdots (7)$$

[0051] 第 1 分散算出部 140 は、時刻 $k+1 \sim k+i$ までの i 個の第 1 分散値を、複数の代表位置 T 毎に算出する。また、第 2 分散算出部 150 は、時刻 $k+1 \sim k+i$ までの i 個の第 2 分散値を算出する。

[0052] 確率算出部160は、2次元領域A、第1位置情報、第2位置情報、第1分散値および第2分散値を用いて、車両と物体とが衝突する確率（以下、「衝突確率」という）を算出する。確率算出部160は、2次元領域Aにおける各代表位置Tの全ての衝突確率を算出する。

[0053] 具体的に、確率算出部160は、式(8)～(12)のように、2次元の正規分布に基づいて衝突確率を算出する。なお、式(11)におけるパラメータは、式(6)および式(7)で算出された値である。また、式(12)におけるパラメータは、式(2)、式(5)等で算出された値である。また、式(8)～(12)は、時刻k+iでの、衝突確率の算出式である。

[0054] [数8]

$$C = \iint_{Area} D_{k+i}(r) dX dY \cdots (8)$$

C：衝突確率

A r e a：2次元領域Aの範囲内

r：2次元領域Aの範囲内における位置関数（X成分およびY成分の関数）

D（r）：確率分布

[0055] [数9]

$$D_{k+i}(r) = \frac{1}{2\pi |\Sigma_{k+i}|^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2} R_{k+i}^2(r)\right) \cdots (9)$$

R（r）：2次元領域と物体との相対位置座標に関するパラメータ

[0056] [数10]

$$R_{k+i}(r) = \left[(r - \Delta r_{k+i})^T \cdot \Sigma_{k+i}^{-1} \cdot (r - \Delta r_{k+i}) \right]^{1/2} \cdots (10)$$

[0057] [数11]

$$\Sigma_{k+i} = \begin{pmatrix} \sigma_{ego,X^2_{k+i}} & \sigma_{ego,XY_{k+i}} \\ \sigma_{ego,XY_{k+i}} & \sigma_{ego,Y^2_{k+i}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \sigma_{ped,X^2_{k+i}} & \sigma_{ped,XY_{k+i}} \\ \sigma_{ped,XY_{k+i}} & \sigma_{ped,Y^2_{k+i}} \end{pmatrix} \cdots (11)$$

[0058]

[数12]

$$\Delta r_{k+i}^* = \begin{pmatrix} X^{rot}_{k+i} - X^{ego}_{k+i} \\ Y^{rot}_{k+i} - Y^{ego}_{k+i} \end{pmatrix} \cdots (12)$$

X^{rot} : X^{ped} を補正した後の物体B1の位置座標のX成分

Y^{rot} : Y^{ped} を補正した後の物体B1の位置座標のY成分

[0059] 例えば、式(12)で算出される2次元領域Aの任意の代表位置T(第1位置情報)と、物体B1の位置(第2位置情報)との相対位置ベクトル Δr に基づいて、物体B1が2次元領域A内に位置するとする。なお、図5では、2次元領域Aの右上端の代表位置Tと物体B1との相対位置ベクトル Δr のみを例示している。また、図5では、図面の見やすさを考慮して、物体B1が2次元領域Aの外側にいる例が示されている。

[0060] 物体B1が2次元領域A内に位置する場合、車両Zと、物体とが衝突する可能性が高くなる。それに対して、相対位置ベクトル Δr に基づいて、物体B1が2次元領域A内に位置しない場合、車両Zと、物体とが衝突しない可能性が高くなる。

[0061] しかし、上記のように衝突可能性を判定する場合、不確定の度合いが高い。そのため、本実施の形態では、式(9)で示される確率分布D(r)を式(8)において、2次元領域A内でX成分、Y成分による積分を行うことで、2次元領域A内に物体B1が浸入している確率、つまり、衝突確率を算出することができる。

[0062] すなわち、本実施の形態では、車両Zが将来到達していると推定されるX成分およびY成分で構成される2次元領域A内に物体が浸入する確率を算出するので、衝突確率を正確に算出することができる。

[0063] 確率算出部160は、基準位置に位置する時刻より後の第1時刻から第2時刻までの間に移動する各2次元領域Aにおける各衝突確率を算出する。第1推定位置は、時刻毎にそれぞれ推定され、2次元領域Aがそれぞれ設定される。そのため、確率算出部160は、第1時刻から第2時刻までの間における各時刻における各2次元領域Aにおける全ての代表位置Tでの衝突確率

をそれぞれ算出することとなる。

[0064] 具体的には、確率算出部 160 は、各時刻において、15 個の代表位置 T にそれぞれ対応する 15 個の衝突確率を算出する。確率算出部 160 は、算出した各代表位置 T における全ての衝突確率のうち、最大値となる第 1 衝突確率を、時刻毎に抽出する。

[0065] 第 1 衝突確率の抽出結果は、例えば、図 6 に示すようなグラフとなる。当該グラフは、時刻 $k + 1$ （第 1 時刻）から時刻 $k + m$ （ $m : i$ よりも小さい値）まで、第 1 衝突確率が徐々に上昇した後、時刻 $k + m$ をピークとして、それ以降の時刻 $k + i$ （第 2 時刻）において第 1 衝突確率が減少するように変動する例を示している。

[0066] そして、確率算出部 160 は、第 1 時刻から第 2 時刻までの間の各第 1 衝突確率の中から、最大値となる第 2 衝突確率を衝突確率とする。図 6 に示す例では、確率算出部 160 は、時刻 $k + m$ における第 1 衝突確率が第 2 衝突確率である。

[0067] これにより、衝突確率の算出を行う期間において最大値となる衝突確率を容易に抽出することができる。

[0068] 確率算出部 160 は、第 2 衝突確率に基づいて警報指令を出力する。具体的には、確率算出部 160 は、第 2 衝突確率が所定閾値以上である場合、車両と物体との衝突確率が高い旨を乗員に知らせるための警報指令を報知部 30 に出力する。

[0069] このようにすることで、衝突確率の算出を行う期間において最大値となる衝突確率に基づいた報知処理を容易に行うことができる。

[0070] 以上のように構成された衝突確率算出装置 100 における衝突確率算出制御の動作例について説明する。図 7 は、衝突確率算出装置 100 における衝突確率算出制御の動作例を示すフローチャートである。図 7 における処理は、例えば、車両が走行を開始した際に適宜実行される。

[0071] 図 7 に示すように、衝突確率算出装置 100 は、車両および物体の位置座標を推定する（ステップ S101）。次に、衝突確率算出装置 100 は、推

定された車両の位置情報に基づいて2次元領域Aを設定して（ステップS102）、代表位置を設定する（ステップS103）。

[0072] 次に、衝突確率算出装置100は、設定した各代表位置に基づく第1分散値および物体の位置座標に基づく第2分散値を算出する（ステップS104）。

[0073] ステップS104の後、衝突確率算出装置100は、第1位置情報、第2位置情報、第1分散値、および、第2分散値を用いて衝突確率を算出する（ステップS105）。

[0074] そして、衝突確率算出装置100は、算出した衝突確率が所定閾値以上であるか否かについて判定する（ステップS106）。判定の結果、衝突確率が所定閾値未満である場合（ステップS106、NO）、本制御は終了する。

[0075] 一方、衝突確率が所定閾値以上である場合（ステップS106、YES）、衝突確率算出装置100は、警報指令を出力する（ステップS107）。ステップS107の後、本制御は終了する。

[0076] 以上のように構成された本実施の形態によれば、2次元領域A、第1位置情報、第2位置情報、第1分散値および第2分散値を用いて衝突確率を算出するので、車両と物体との位置関係を考慮した衝突確率を算出することができる。

[0077] 具体的には、車両Zが将来移動すると推定される2次元領域Aと、物体が将来移動すると推定される位置とを照らし合わせて、X成分およびY成分で車両と物体との相対位置に基づく関数を積分することで衝突確率を算出する。そのため、車両と物体との衝突確率を正確に算出することができる。

[0078] また、互いに異なる方向成分であるX成分およびY成分で構成される2次元領域A内へ物体が浸入する確率を、2次元の正規分布に基づいて算出するので、2次元領域A内における衝突確率を正確に算出することができる。

[0079] また、2次元領域Aを用いることで、車両の長さ方向や幅方向を考慮した衝突確率を算出することができるので、例えば、車両の進行方向のみの情報

に基づく構成と比較して、衝突確率の精度を大幅に向上させることができる。

[0080] また、2次元領域A内で設定された全ての代表位置Tに基づく衝突確率を算出するので、車両と物体とが衝突する可能性が高い位置に基づく衝突確率を抽出することができる。その結果、車両と物体との衝突確率を正確に算出することができる。

[0081] また、車両の車軸を基準に2次元領域Aが設定される。つまり、車両の旋回中心を基準にして第1推定位置が推定される。そのため、物体の位置を2次元領域Aに整合させる際に、物体の位置を、第1推定部110により推定される θ_{ego} 回転させるだけで良くなる。その結果、車両と物体との位置関係を正確にしやすいことができ、ひいては車両と物体との衝突確率を正確に算出することができる。

[0082] また、車両が第1時刻から第2時刻までの間に移動する各第1位置における各衝突確率を算出するので、その中から最大値となる衝突確率を抽出することができる。その結果、将来的に衝突確率が高くなることを、早期に把握することができるので、安全性を大幅に向上させることができる。

[0083] なお、上記実施の形態では、代表位置が、2次元領域A内で3行、5列の計15個、並んでいたが、本開示はこれに限定されず、2次元領域A内に1以上の数、設けられていれば良い。ただし、物体B1が2次元領域A内に完全に入った状態における衝突確率を抽出しやすくなる観点から、設定部130は、代表位置Tを少なくとも2次元領域Aの内部に設けることが好ましい。

[0084] また、例えば、設定部130は、2次元領域A内における車軸の前方領域の代表位置の数を、2次元領域A内における車軸の後方領域の代表位置よりも多くするようにしても良い。

[0085] このようにすることで、物体と衝突する可能性が高い車両の前部を重視して衝突確率を算出することができる。

[0086] また、設定部130は、第1位置情報に基づいて、2次元領域Aにおける

車両の移動方向とは反対側の端部を代表位置の設定から除外するようにしても良い。つまり、車両が右折する際には、２次元領域Ａにおける左端部側が代表位置の設定から除外される。

[0087] 車両が旋回する際には、車両の内回りとなる内側部分が外回りとなる外側部分よりも先に移動していくため、内側部分と物体とが衝突する可能性が高くなると考えられる。そのため、２次元領域Ａの内側部分を重視して衝突確率を算出することで、衝突可能性が高い代表位置に基づく衝突確率を抽出しやすくすることができる。

[0088] また、上記実施の形態では、式（８）～（１２）に基づいて衝突確率を算出していたが、本開示はこれに限定されず、他の方法に基づいて衝突確率を算出しても良い。

[0089] また、上記実施の形態では、カルマンフィルタにより各パラメータを算出していたが、本開示はこれに限定されず、他の方法により各パラメータを算出しても良い。

[0090] その他、上記実施の形態は、何れも本開示を実施するにあたっての具体化の一例を示したものに過ぎず、これらによって本開示の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本開示はその要旨、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

[0091] 本出願は、２０１９年３月１８日付で出願された日本特許出願（特願２０１９－０４９５９９）に基づくものであり、その内容は、ここに参照として全て取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0092] 本開示の衝突確率算出装置は、車両と物体との衝突確率を正確に算出することが可能な衝突確率算出装置、衝突確率算出システムおよび衝突確率算出方法として有用である。

符号の説明

[0093] １ 衝突確率算出システム

１０ 第１検出部

- 1 1 車速センサ
- 1 2 ヨーレートセンサ
- 2 0 第2検出部
- 2 1 カメラ
- 2 2 レーダ
- 3 0 報知部
- 1 0 0 衝突確率算出装置
- 1 1 0 第1推定部
- 1 2 0 第2推定部
- 1 3 0 設定部
- 1 4 0 第1分散算出部
- 1 5 0 第2分散算出部
- 1 6 0 確率算出部

請求の範囲

- [請求項1] 第1方向と、前記第1方向と異なる第2方向との各方向成分で構成され、車両が基準位置から将来到達すると推定された第1推定位置を含む2次元領域を設定する設定部と、
- 前記2次元領域の第1位置情報における第1分散値を算出する第1分散算出部と、
- 前記車両が前記第1推定位置に到達するタイミングで物体が将来到達すると推定された第2推定位置の第2位置情報における第2分散値を算出する第2分散算出部と、
- 前記2次元領域、前記第1位置情報、前記第2位置情報、前記第1分散値および前記第2分散値を用いて、前記車両と前記物体とが衝突する確率を算出する確率算出部と、
- を備える衝突確率算出装置。
- [請求項2] 前記確率算出部は、2次元の正規分布に基づいて、前記確率を算出する、
- 請求項1に記載の衝突確率算出装置。
- [請求項3] 前記設定部は、前記2次元領域における1以上の代表位置を、前記第1位置情報として設定し、
- 前記第1分散算出部は、前記1以上の代表位置に係る分散値を前記第1分散値として算出し、
- 前記確率算出部は、前記1以上の代表位置に係る前記確率をそれぞれ算出する、
- 請求項1に記載の衝突確率算出装置。
- [請求項4] 前記第1推定位置は、前記車両の車軸の中心位置であり、
- 前記設定部は、前記中心位置と、前記車両の幅および長さとを基準に前記2次元領域を設定する、
- 請求項3に記載の衝突確率算出装置。
- [請求項5] 前記設定部は、前記2次元領域内における前記車軸の前方領域の代

表位置の数を、前記２次元領域内における前記車軸の後方領域の代表位置の数よりも多くする、

請求項４に記載の衝突確率算出装置。

[請求項６] 前記設定部は、前記代表位置を少なくとも前記２次元領域の内部に設定する、

請求項３に記載の衝突確率算出装置。

[請求項７] 前記設定部は、前記第１位置情報に基づいて、前記２次元領域における前記車両の移動方向とは反対側の端部を前記代表位置の設定から除外する、

請求項３に記載の衝突確率算出装置。

[請求項８] 前記確率算出部は、

前記車両が、前記基準位置に位置する時刻より後の第１時刻から第２時刻までの間に移動する各２次元領域における前記確率をそれぞれ算出し、

算出した全ての前記確率のうち、最大値となる確率に基づいて警報指令を出力する、

請求項１に記載の衝突確率算出装置。

[請求項９] 前記基準位置における前記車両の速度情報およびヨーレート情報に基づいて前記第１推定位置に関するパラメータを推定する第１推定部と、

前記車両が前記基準位置に位置する際の前記物体の位置情報および速度情報に基づいて前記第２推定位置に関するパラメータを推定する第２推定部と、

を備える、

請求項１に記載の衝突確率算出装置。

[請求項１０] 前記設定部は、前記第２推定部により推定されたパラメータに基づく前記物体の位置情報を前記２次元領域と整合するように補正して前記第２位置情報とする、

請求項 9 に記載の衝突確率算出装置。

[請求項11] 前記車両の前記基準位置に関するパラメータを検出する第 1 検出部と、

前記車両が前記基準位置に位置する際の前記物体の位置に関するパラメータを検出する第 2 検出部と、

請求項 1 に記載の衝突確率算出装置と、

を備える衝突確率算出システム。

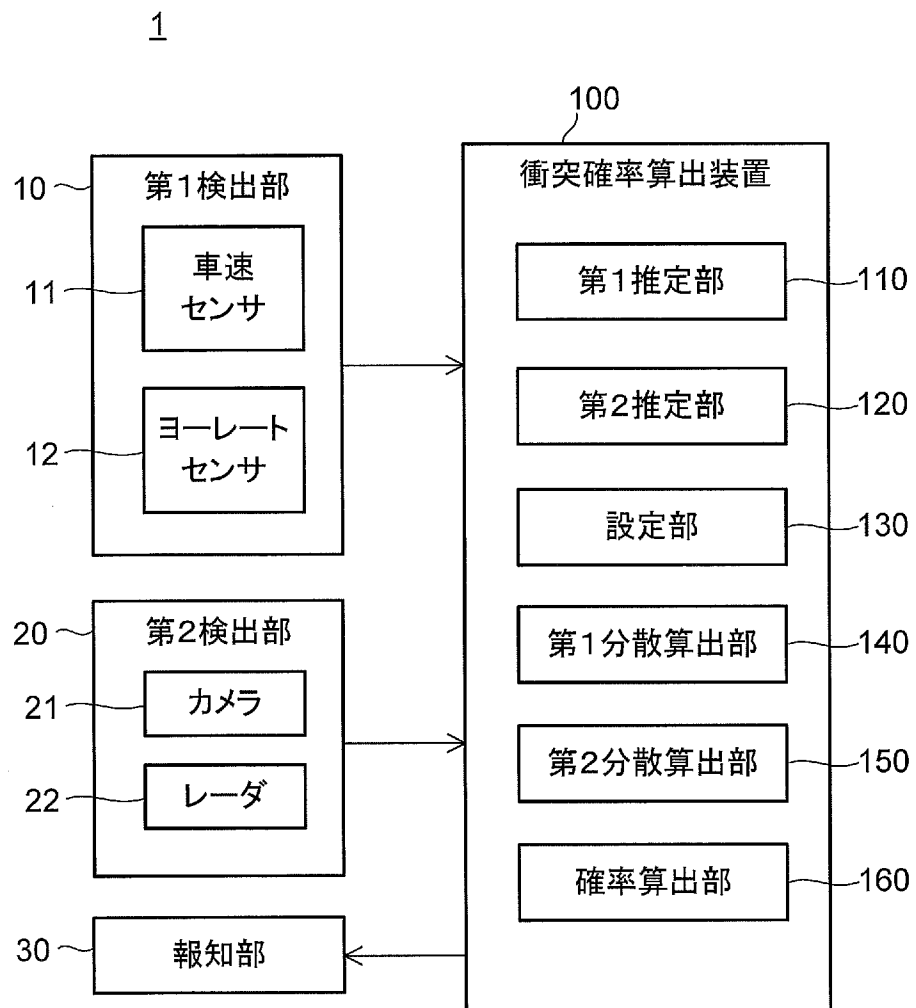
[請求項12] 第 1 方向と、前記第 1 方向と異なる第 2 方向との各方向成分で構成され、車両が基準位置から将来到達すると推定された第 1 推定位置を含む 2 次元領域を設定し、

前記 2 次元領域の第 1 位置情報における第 1 分散値を算出し、

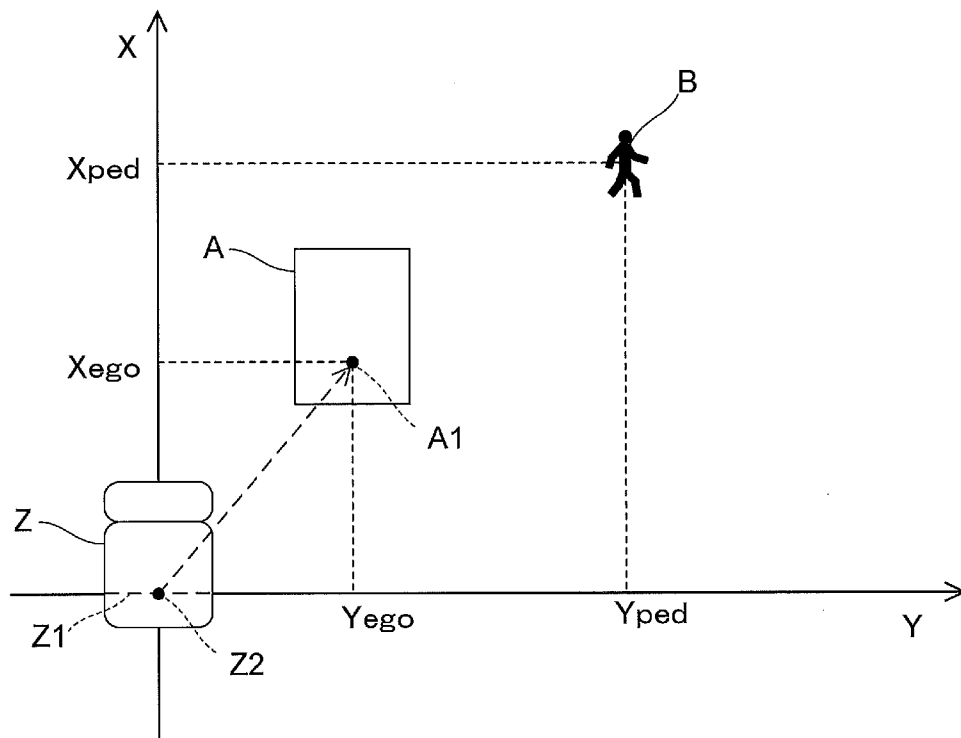
前記車両が前記第 1 推定位置に到達するタイミングで物体が将来到達すると推定された第 2 推定位置の第 2 位置情報における第 2 分散値を算出し、

前記 2 次元領域、前記第 1 位置情報、前記第 2 位置情報、前記第 1 分散値および前記第 2 分散値を用いて、前記車両と前記物体とが衝突する確率を算出する衝突確率算出方法。

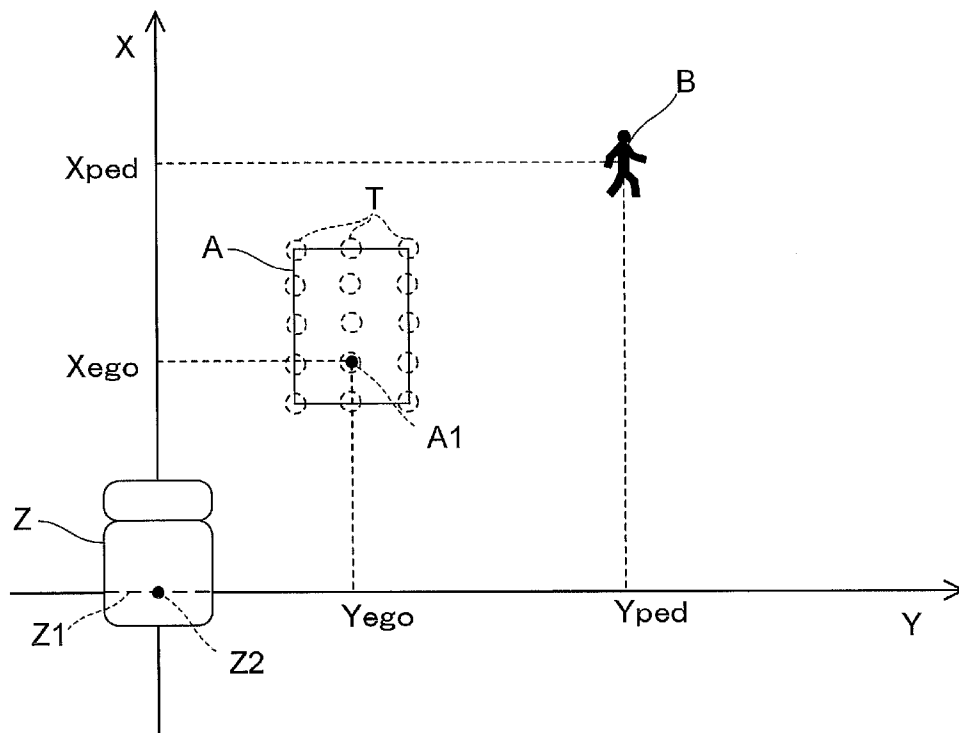
[図1]



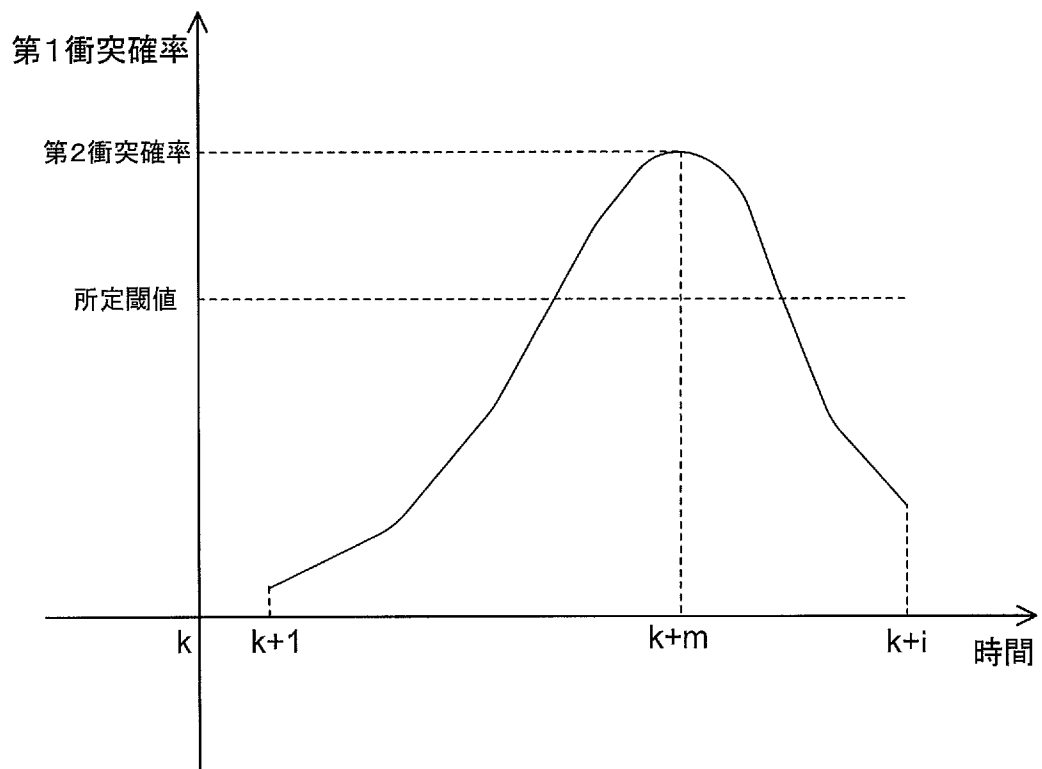
[図2]



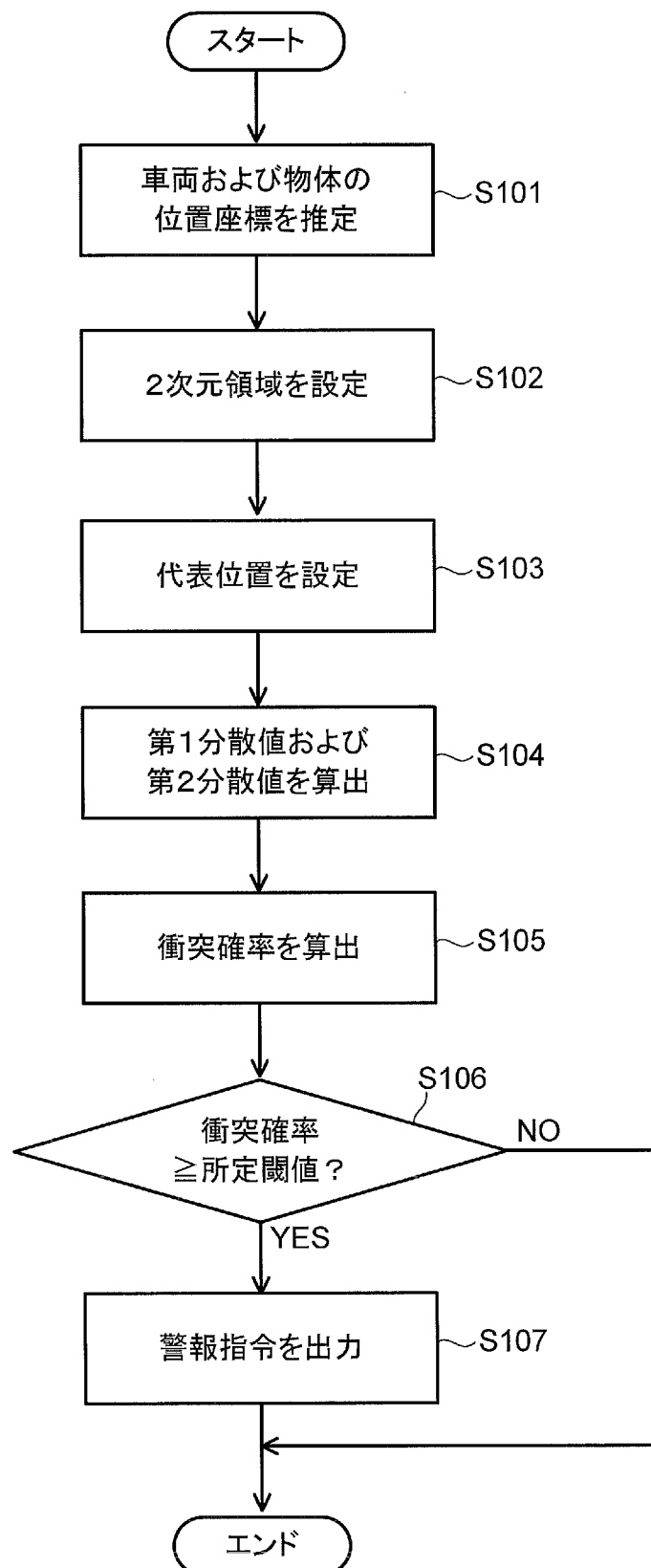
[図3]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011472

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G 1/16 (2006.01) i; B60W 30/08 (2012.01) i; B60W 50/14 (2020.01) i
FI: G08G1/16 D; B60W30/08; B60W50/14

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)

G08G1/16; B60W30/08; B60W50/14

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	JP 2012-118741 A (TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC.) 21.06.2012 (2012-06-21) paragraphs [0020]-[0136], fig. 1-15	1, 3, 8-12
Y	paragraphs [0020]-[0136], fig. 1-15	2, 4-7
Y	JP 2018-45420 A (ISUZU MOTORS LTD.) 22.03.2018 (2018-03-22) paragraphs [0010]-[0045]	2
Y	JP 2018-151810 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 27.09.2018 (2018-09-27) paragraphs [0004]-[0230]	4-7

☐ 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

"I" 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 May 2020 (22.05.2020)

Date of mailing of the international search report
09 June 2020 (09.06.2020)

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/011472

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2012-118741 A	21 Jun. 2012	US 2013/0293395 A1 paragraphs [0044]- [0163], fig. 1-23 EP 2648172 A1 CN 103250196 A KR 10-2013-0103779 A (Family: none)	
JP 2018-45426 A	22 Mar. 2018	US 2018/0261094 A1 paragraphs [0103]- [0318] CN 108569286 A	
JP 2018-151816 A	27 Sep. 2018		

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G08G 1/16(2006.01)i; B60W 30/08(2012.01)i; B60W 50/14(2020.01)i FI: G08G1/16 D; B60W30/08; B60W50/14										
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）） G08G1/16; B60W30/08; B60W50/14 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 国際調査で使用了電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年									
日本国登録実用新案公報	1994-2020年									
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 2012-118741 A（株式会社豊田中央研究所）21.06.2012（2012-06-21） 段落0020-0136, 図1-15	1, 3, 8-12								
Y	段落0020-0136, 図1-15	2, 4-7								
Y	JP 2018-45426 A（いすゞ自動車株式会社）22.03.2018（2018-03-22） 段落0010-0045	2								
Y	JP 2018-151816 A（トヨタ自動車株式会社）27.09.2018（2018-09-27） 段落0004-0230	4-7								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 22.05.2020		国際調査報告の発送日 09.06.2020								
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） 秋山 誠 3Z 4421 電話番号 03-3581-1101 内線 3395								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/011472

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2012-118741	A	21.06.2012	US 2013/0293395 A1 段落0044-0163, 図1-23 EP 2648172 A1 CN 103250196 A KR 10-2013-0103779 A	
JP	2018-45426	A	22.03.2018	(ファミリーなし)	
JP	2018-151816	A	27.09.2018	US 2018/0261094 A1 段落0103-0318 CN 108569286 A	