

(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
2014年12月4日(04.12.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/192137 A1

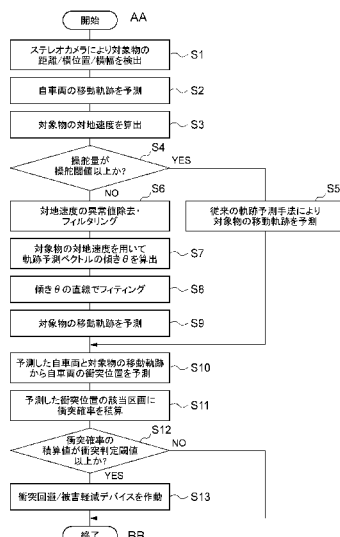
- (51) 国際特許分類:
B60R 21/00 (2006.01) **G08G 1/16** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/065198
- (22) 国際出願日: 2013年5月31日(31.05.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 加藤 雅之(KATOH Masayuki); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MOVEMENT TRAJECTORY PREDICTION DEVICE, AND MOVEMENT TRAJECTORY PREDICTION METHOD

(54) 発明の名称: 移動軌跡予測装置及び移動軌跡予測方法



- S1 Detect distance/lateral position/lateral width of object using stereoscopic camera
S2 Predict movement trajectory of vehicle
S3 Calculate ground speed of object
S4 Steering amount not less than steering threshold value?
S5 Predict movement trajectory of object using conventional trajectory prediction technique
S6 Ground speed abnormal value elimination/filtering
S7 Calculate slope θ of trajectory prediction vector using ground speed of object
S8 Fitting with line of slope θ
S9 Predict movement trajectory of object
S10 Predict collision position of vehicle from predicted movement trajectories of vehicle and object
S11 Integrate collision probability in relevant section at predicted collision position
S12 Integrated value of collision probability not less than collision determination threshold value?
S13 Activate collision avoidance/damage mitigating device
AA Start
BB End

(57) Abstract: The problem of the present invention is to predict a movement trajectory of an object with high accuracy from a positional history of the object even when vibrations or deflection develop in a vehicle. In order to solve the problem, the present invention acquires the position of the object in the vicinity of the vehicle (S1); acquires a ground speed of the object (S3); calculates an slope (θ) of a trajectory prediction vector (relative movement vector) of the object from the vehicle using a vehicle speed and the ground speed of the object (S7); performs fitting (classification of recorded positions in the movement trajectory of the object) with respect to the positional history of the object using a line of the slope (θ) of the trajectory prediction vector (S8); and predicts the line of the slope (θ)(line according to a plurality of positions included in a group classified by the fitting) at the position of the best fit with the line of the slope (θ) as the movement trajectory of the object (S9).

(57) 要約: 本発明は、車両にぶれや偏向が発生した場合でも対象物の位置の履歴から対象物の移動軌跡を高精度に予測することを課題とする。この課題を解決するために、本発明は、車両周辺の対象物の位置を取得し (S1)、対象物の対地速度を取得し (S3)、車両の速度と対象物の対地速度を用いて車両からの対象物の軌跡予測ベクトル (相対移動ベクトル) の傾き θ を算出し (S7)、その軌跡予測ベクトルの傾き θ の直線で対象物の位置の履歴に対してフィッティング (記録されている対象物の移動軌跡における位置の分類) を行い (S8)、傾き θ の直線に最もフィットとした位置の傾き θ の直線 (フィッティングによって分類されたグループに含まれる複数の位置による直線) を対象物の移動軌跡として予測する (S9)。

WO 2014/192137 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 移動軌跡予測装置及び移動軌跡予測方法

技術分野

[0001] 本発明は、車両に搭載され、車両周辺の対象物の移動軌跡を予測する移動軌跡予測装置及び移動軌跡予測方法に関する。

背景技術

[0002] 車両と車両周辺の対象物（例えば、歩行者、他車両）との衝突判定等を行う場合、走行している車両から対象物の移動軌跡を高精度に予測する必要がある。特許文献1に記載の装置では、車両の周囲に存在する移動体の位置及び移動速度から移動体の進路を予測し、車両の位置及び移動速度から車両の進路を予測し、移動体の進路と車両の進路に基づいて移動体と車両とが衝突する可能性があるか否かを判断し、衝突の可能性がある場合には警報を発生する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-81037号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 車両が走行しているときに、車両にぶれや偏向が発生することがある。図12（a）に示すように、車両Cが反時計方向に偏向すると、車両Cの前方では物体が右横方向（偏向した方向と逆方向）に動いたように見える。例えば、車両が1deg偏向した場合、車両Cの30m前方では物体が横方向に50cm動いたように見える。

[0005] 特許文献1では対象物（移動体）の位置及び移動速度から移動軌跡を予測しているが、対象物の見かけ上の検出位置（車両からの相対的な検出位置）の履歴から車両からの相対的な移動軌跡を予測する手法がある。この手法によって移動軌跡を予測している場合、車両にぶれや偏向があると、対象物の

検出位置の履歴の中に横位置飛びが発生し、移動軌跡の予測精度が低下する可能性がある。例えば、図12(b)に示す例の場合、歩行者Wが車両Cの前方を右方向に向かって歩いており、歩行者Pの検出位置の履歴がD1～D6である。この例では、車両Cの反時計方向の偏向によって楕円形状で示す箇所Aで検出位置の横位置飛びが発生し、検出位置D3と検出位置D4との間で右方向に位置が飛んでいる。そのため、この横位置飛びを含む検出位置の履歴D1～D6から歩行者Pの移動軌跡を予測すると、符号L'で示すような移動軌跡が得られる。この移動軌跡L'は、歩行者Pの移動に関係のない横位置飛び成分の影響を受けて予測されているので、歩行者Pの実際の移動軌跡と異なる。このように、車両にぶれや偏向が発生すると、対象物の移動軌跡の予測精度が低下する可能性があった。

[0006] そこで、本発明は、車両にぶれや偏向が発生した場合でも対象物の位置の履歴から対象物の移動軌跡を高精度に予測できる移動軌跡予測装置及び移動軌跡予測方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る移動軌跡予測装置は、車両周辺の対象物の移動軌跡を予測する移動軌跡予測装置であって、車両周辺の対象物の位置を取得する対象物検出部と、対象物の対地速度を取得する速度取得部と、車両の速度情報と、速度取得部で取得した対象物の対地速度とを用いて車両からの対象物の相対移動ベクトルを算出する相対移動ベクトル算出部と、対象物検出部で取得した対象物の移動軌跡における位置を記録し、当該記録された位置を相対移動ベクトル算出部で算出した相対移動ベクトルに基づいて、複数のグループに分類する分類部と、分類部で分類したグループのうちの少なくとも1つのグループに含まれる対象物の複数の位置に基づいて当該対象物の移動軌跡を予測する移動軌跡予測部とを備えることを特徴とする。

[0008] この移動軌跡予測装置では、対象物検出部で対象物検出を行い、対象物の位置（車両からの相対的な位置）を取得する。この対象物毎に取得された現在から過去の所定の個数の位置（対象物の位置の履歴）が、対象物の将来の

移動軌跡の予測に用いられる。そのために、対象物検出部で取得した対象物の位置が、記録される。移動軌跡予測装置では、速度取得部で対象物の対地速度を取得し、相対移動ベクトル算出部でその対象物の対地速度と車両の速度情報を用いて車両からの対象物の相対移動ベクトルを算出する。この相対移動ベクトルは、対象物の将来の移動軌跡の移動方向を示すベクトルとなる。また、相対移動ベクトルは、対象物の速度として車両からの相対的な速度ではなく、対地速度を用いて算出されているので、車両のぶれや偏向によって対象物の相対的な位置に横位置飛びが発生した場合でもその影響を受けないベクトルである。そこで、移動軌跡予測装置では、分類部で記録されている対象物の位置（対象物の位置の履歴）を相対移動ベクトルに基づいて複数のグループに分類する。相対移動ベクトルを基準として分類を行うので、記録されている対象物の位置の中に横位置飛びの位置が含まれている場合でも、その横位置飛びした位置を除外して対象物の位置を分類できる。例えば、横位置飛び後の複数の対象物の位置からなるグループと横位置飛び前の複数の対象物の位置からなるグループに分類できる。そして、移動軌跡予測装置では、移動軌跡予測部でその分類したグループのうちの少なくとも1つのグループに含まれる対象物の複数の位置に基づいて対象物の移動軌跡を予測する。このように、移動軌跡予測装置は、対象物の対地速度に基づく相対移動ベクトルを用いて対象物の位置の履歴を分類して対象物の移動軌跡を予測することにより、車両のぶれや偏向によって対象物の位置の履歴の中に横位置飛びが発生した場合でも対象物の位置の履歴から対象物の移動軌跡を高精度に予測できる。

[0009] 本発明の上記移動軌跡予測装置では、対象物検出部は、カメラで撮像した画像に対するエッジ処理によって対象物の検出を行い、分類部は、記録された対象物の位置の分類において、画像における縦エッジ強度が強い位置である場合程、当該位置の対象物の位置としての利用を促進すると好適である。

[0010] この移動軌跡予測装置の対象物検出部では、カメラで撮像した画像に対するエッジ処理によって対象物の検出を行う。対象物が歩行者等のように移動

中に形状が変化するものの場合、対象物の検出範囲が変化し、その検出範囲の中心位置がばらつく。その中心位置を対象物の検出位置とすると、移動軌跡の予測に用いる対象物の位置の履歴に含まれる各位置がばらつく。その結果、移動軌跡の予測精度が低下する。そこで、分類部では、分類を行う際に、画像における縦エッジ強度が強い位置である場合程、その位置を対象物の位置として利用することを促進する。画像で対象物が検出されている範囲中でも縦エッジ強度が強い位置程、検出範囲の横方向において対象物の存在が強くでている箇所（存在している割合が他の箇所より大きい箇所）なので、対象物の位置として適している。このように、移動軌跡予測装置では、縦エッジ強度が強い位置程、その位置を対象物の位置として利用することを促進することにより、対象物の位置の履歴のばらつきを抑制でき、対象物の移動軌跡をより高精度に予測できる。

[0011] 本発明の上記移動軌跡予測装置では、車両の操舵量が所定量以上の場合には分類部での分類を行わないと好適である。

[0012] 車両で一定以上の操舵の切り増しや切り戻りがある場合、車両はその切り増しや切り戻しによって旋回し、進行方向が変わる。そのため、対象物の相対的な位置も、それに応じて変化する。この際、対象物の見かけ上の形状が変化して、対象物の対地速度の検出精度も低下するおそれがある。そこで、移動軌跡予測装置では、車両の操舵量が所定量以上の場合には分類部での分類を行わない。この所定量は、車両のぶれや偏向とは明らかに異なる車両の操舵を判定するための操舵量が設定される。

[0013] 本発明の上記移動軌跡予測装置では、分類部は、記録された対象物の位置のうち時間的に現在に近い位置である場合程、当該位置の重みを大きくして分類を行うと好適である。

[0014] 対象物が移動方向あるいは速度を変えた場合、対象物の将来の移動軌跡の予測には、対象物の移動方向あるいは速度を変えた後の対象物の位置を反映させたほうがよい。したがって、記録されている対象物の位置（対象物の位置の履歴）の中でも現在に近い位置程、その位置を対象物の将来の移動軌跡

の予測において重視したほうがよい。そこで、分類部では、記録されている対象物の位置のうち時間的に現在に近い位置程、その位置の重みを大きくして分類を行う。これによって、時間的に現在に近い位置が含まれるグループを用いて移動軌跡を予測する傾向が高くなり、予測された移動軌跡に現在に近い位置の情報が反映されやすくなる。このように、移動軌跡予測装置は、対象物の位置の履歴のうち時間的に現在に近い位置程、その位置の重みを大きくして分類を行うことにより、対象物の移動軌跡をより高精度に予測できる。

[0015] 本発明の上記移動軌跡予測装置では、相対移動ベクトル算出部は、対地速度の前回値との差が第1閾値以上かつ対象物の位置の差分から求められる速度との差が第2閾値以上の対象物の対地速度を相対移動ベクトルの算出に用いないと好適である。

[0016] 対象物の対地速度が異常値（誤検出値）の場合、相対移動ベクトルが間違った移動方向を示すベクトルとなり、移動軌跡の予測精度が低下する。そこで、対象物の対地速度が、前回値から大きく離れた飛び値になっているかを判定する。さらに、対地速度が前回値から飛び値になっている場合でも、そのときに、対象物が急加速あるいは急減速して対地速度が急変化した可能性がある。そこで、対象物の前後の位置の差分からそのときの移動速度を求め、対象物の対地速度が、その求めた移動速度から大きく離れた値になっているかを判定する。この2つの判定によって、対象物の対地速度が異常値か否かを判断できる。そこで、相対移動ベクトル算出部では、対地速度の前回値との差が第1閾値以上かつ対象物の位置の差分から求められる速度との差が第2閾値以上の対象物の対地速度を相対移動ベクトルの算出に用いない。第1閾値は、対象物の対地速度が前回値から飛び値になっているか否かを判定するための閾値である。第2閾値は、対象物の対地速度が対象物の位置の差分から求められる速度から離れた値になっているか否かを判定するための閾値である。このように、移動軌跡予測装置は、対象物の対地速度が異常値の場合にはその対地速度を相対移動ベクトルの算出に用いないので、相対移動

ベクトルの精度低下を抑制でき、移動軌跡の予測精度の低下を抑制できる。

[0017] 本発明に係る移動軌跡予測方法は、車両周辺の対象物の移動軌跡を予測する移動軌跡予測方法であって、車両周辺の対象物の位置を取得する対象物検出ステップと、対象物の対地速度を取得する速度取得ステップと、車両の速度情報と、速度取得ステップで取得した対象物の対地速度とを用いて車両からの対象物の相対移動ベクトルを算出する相対移動ベクトル算出ステップと、対象物検出ステップで取得した対象物の移動軌跡における位置を記録し、当該記録された位置を相対移動ベクトル算出ステップで算出した相対移動ベクトルに基づいて、複数のグループに分類する分類ステップと、分類ステップで分類したグループのうちの少なくとも1つのグループに含まれる対象物の複数の位置に基づいて当該対象物の移動軌跡を予測する移動軌跡予測ステップとを含むことを特徴とする。この移動軌跡予測方法は、上記の移動軌跡予測装置と同様に作用し、同様の効果を有している。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、対象物の対地速度に基づく相対移動ベクトルを用いて対象物の位置の履歴を分類して対象物の移動軌跡を予測することにより、車両のぶれや偏向によって対象物の位置の履歴の中に横位置飛びが発生した場合でも対象物の位置の履歴から対象物の移動軌跡を高精度に予測できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本実施の形態に係る衝突予測装置の構成図である。

[図2]軌跡予測ベクトルの説明図である。

[図3]軌跡予測ベクトルの傾きを用いた対象物の検出位置の履歴に対するフィッティングの説明図である。

[図4]フィッティングに用いる対象物の検出位置の説明図であり、(a)が歩行者の腕の振りが大きい場合と小さい場合であり、(b)が検出された対象物の横幅の中心位置と縦エッジが最も強い位置である。

[図5]対象物の対地速度の異常値除去の説明図である。

[図6]図1のシステムECUでの軌跡予測ベクトル算出処理の説明図である。

[図7]図1のシステムECUでのフィッティング処理の説明図である。

[図8]図1のシステムECUで用いる対象物の各検出位置の重みの一例である。

[図9]本実施の形態に係る衝突予測装置における動作の流れを示すフローチャートである。

[図10]図9のフローチャートにおける異常値除去処理の流れを示すフローチャートである。

[図11]図9のフローチャートにおけるフィッティング処理・直進時対象物軌跡予測処理の流れを示すフローチャートである。

[図12]自車両が偏向した場合の一例であり、(a)が自車両が偏向した場合の前方の見かけ上の横移動を示す図であり、(b)が自車両が偏向する前と後の歩行者の検出位置と移動軌跡を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照して、本発明に係る移動軌跡予測装置及び移動軌跡予測方法の実施の形態を説明する。なお、各図において同一又は相当する要素については同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0021] 本実施の形態では、本発明の移動軌跡予測を、車両に搭載される衝突予測装置における対象物の移動軌跡予測機能に適用する。本実施の形態に係る衝突予測装置は、ステレオカメラより自車両周辺（特に、前方）の対象物を検出し、その検出した対象物の相対的な検出位置の履歴から移動軌跡を予測する。そして、本実施の形態に係る衝突予測装置は、対象物の予測移動軌跡を用いて自車両との衝突判定を行い、衝突する可能性がある場合には衝突回避や衝突被害軽減のための支援を行う。

[0022] なお、対象物は、移動物と静止物を含む。移動物は、例えば、歩行者、自転車、車両がある。静止物は、例えば、電柱、交通標識がある。また、移動軌跡の予測に用いる対象物の検出位置の履歴は、現在から過去の任意の個数の検出位置からなる。この個数については、検出位置の更新周期等を考慮して適合によって設定してよい。

[0023] 図1～図8を参照して、本実施の形態に係る衝突予測装置1について説明する。図1は、本実施の形態に係る衝突予測装置の構成図である。図2は、軌跡予測ベクトルの説明図である。図3は、軌跡予測ベクトルの傾きを用いた対象物の検出位置の履歴に対するフィッティングの説明図である。図4は、フィッティングに用いる対象物の検出位置の説明図である。図5は、対象物の対地速度の異常値除去の説明図である。図6は、システムECUでの軌跡予測ベクトル算出処理の説明図である。図7は、システムECUでのフィッティング処理の説明図である。図8は、システムECUで用いる対象物の各検出位置の重みの一例である。

[0024] 衝突予測装置1は、自車両にぶれや偏向が発生した場合でも対象物の移動軌跡を高精度に予測するために、対象物の対地速度と自車両の車速を用いて自車両からの対象物の相対的な移動ベクトル（このベクトルを「軌跡予測ベクトル」と呼ぶ）を求め、この軌跡予測ベクトルの傾き（対象物の移動方向）の直線を対象物の検出位置の履歴（記録された対象物の移動軌跡における検出位置）に対してフィッティングして対象物の移動軌跡を予測する。フィッティングの際には、対象物の検出位置として縦エッジの強度が強い位置を用いて、対象物の検出位置の履歴の中で時間的に最新の検出位置ほど重みを大きくしてフィッティングを行う。また、対象物の対地速度に対しては、異常値を除去する。また、自車両の操舵量が大きい場合（自車両が直進走行でない場合）、従来の手法で対象物の移動軌跡を予測する。

[0025] 衝突予測装置1の構成を具体的に説明する前に、まず、対象物の対地速度について説明しておく。対象物の速度として自車両からの相対的な速度を用いた場合、自車両にぶれや偏向が発生すると、その相対的な速度には自車両のぶれや偏向による横位置飛びによる変化分が含まれる。そこで、対象物の速度として、対地速度（絶対的な速度）を用い、自車両のぶれや偏向による横位置飛びによる影響を受けない速度とする。この対地速度を取得する方法としては、例えば、外界センサで検出した固定物と対象物の位置の差分から検出する方法、対象物で検出した速度を対象物との間の通信で受信する方法

、路側のインフラで検出した対象物の速度を路車間通信で受信する方法がある。なお、軌跡予測ベクトルを求めるための対地速度としては、最新の対地速度だけを用いてもよいし、あるいは、現在から過去の複数個の対地速度の平均の対地速度を用いてもよい。

[0026] 次に、図2を参照して、軌跡予測ベクトル（特に、傾き）について説明しておく。軌跡予測ベクトル PV は、自車両の車速 V_c と対象物の対地速度 V_p との相対的なベクトルとして得られる。この軌跡予測ベクトル PV の傾き θ は、自車両の進行方向（基本的には直進方向）に対する対象物の移動の傾き（角度）として得られる。対象物の奥行き方向の速度が自車両の車速に対して無視してよいほど小さい場合（例えば、対象物が歩行者であり、自車両前方で横方向に歩いている場合）、対象物の対地速度 V_p については横方向の速度成分だけを用いて軌跡予測ベクトル PV を求めればよい。また、自車両の進行する進行方向（直進方向に対する角度）が得られればこの進行方向を考慮して軌跡予測ベクトル PV や傾き θ を求めてもよいが、自車両が直進しているときを典型的な支援対象としているので、考慮しなくてもよい。したがって、必要最小限の情報としては対象物の横方向の対地速度と自車両の車速とから軌跡予測ベクトル PV やその傾き θ を求めればよい。

[0027] 軌跡予測ベクトル PV は、対象物の将来の移動軌跡の移動方向を示すベクトルとなる。したがって、軌跡予測ベクトル PV の傾き θ は、自車両の進行方向に対する対象物の将来の移動軌跡の移動方向を示す。また、軌跡予測ベクトル PV は、対象物の速度として自車両からの相対速度ではなく、対地速度を用いて算出されているので、自車両のぶれや偏向によって対象物の相対的な位置に横位置飛びが発生した場合でもその影響を受けないベクトルである。

[0028] 次に、図3を参照して、軌跡予測ベクトル PV の傾き θ を用いたフィッティングについて説明しておく。フィッティングは、傾き θ の直線を対象物の検出位置の履歴に含まれる各検出位置にそれぞれフィッティングして、この直線がどの位置に最もフィット（適合）するかを判断する。特に、このフィ

ッティングでは、自車両のぶれや偏向によって横位置飛びが発生している場合にはその飛び前あるいは飛び後の検出位置を除外して検出位置を分類できるようにする。このフィッティング方法としては、例えば、各検出位置を基準とした直線を中心とした範囲内に投票される検出位置による多数決の方法、最小二乗法による方法がある。

[0029] 図3に示す例では、対象物である歩行者Pの6つの検出位置D1～D6に対して、軌跡予測ベクトルPVの傾き θ を用いてフィッティングを行う例であり、自車両Cの偏向によって検出位置D3と検出位置D4との間で横位置飛びが発生している。例えば、検出位置D3に対して傾き θ の直線でフィッティングを行った場合、横位置飛び後の検出位置D4、D5、D6が除外されて、検出位置D1、D2、D3のグループに分類される。また、検出位置D6に対して傾き θ の直線でフィッティングを行った場合、横位置飛び前の検出位置D1、D2、D3が除外されて、検出位置D4、D5、D6のグループに分類される。そして、このように分類された各検出位置についてのグループにおいて、どのグループによる直線が傾き θ の直線に最もフィットするグループかを判断する。なお、図3等において、検出位置D1、・・・を示す略H状のマークは、横方向の長さで検出範囲（横幅）も示している。

[0030] 対象物は、一定の移動方向に一定の速度で移動している場合もあれば、移動方向あるいは速度を変える場合もある。対象物が移動方向あるいは速度を変える場合、対象物の将来の移動軌跡の予測には、対象物の移動方向あるいは速度を変えた後の検出位置を反映させたほうがよい。したがって、対象物の検出位置の履歴の中でも現在に近い検出位置ほど、対象物の将来の移動軌跡の予測において重視したほうがよい。そこで、フィッティングを行う場合、対象物の検出位置の履歴のうち時間的に現在に近い検出位置（最新の検出位置）ほど重みを大きくしてフィッティングを行うようにする。例えば、多数決によるフィッティング方法の場合には各検出位置に重みを付けた投票とし、最小二乗法によるフィッティング方法の場合には重み付きの最小二乗法とする。

[0031] 次に、図4を参照して、対象物の検出位置としては縦エッジの強度が強い位置を用いる理由について説明しておく。対象物が歩行者のように移動中に形状が変化するものの場合、対象物の検出される範囲が変化し、その検出範囲の中心位置がばらつく。例えば、図4（a）に示すように、自車両前方を横断する歩行者Pの場合、腕を前後に振りだしているときの歩行者Pの横幅（検出範囲）W1と腕を前後に振りだしていないときの歩行者Pの横幅（検出範囲）W2とは異なる。したがって、横幅W1となっているときにはその中心位置は歩行者Pの体の前端辺りになり、横幅W2となっているときには中心位置は歩行者Pの体の中心辺りとなる。そのため、図4（b）に示すように、黒三角マークで示す歩行者Pの横幅の中心位置P1，P2，・・・は、ばらついている。この横幅の中心位置（あるいは、横幅の端部）を対象物の検出位置として用いると、ばらついた検出位置の履歴でフィッティングや移動軌跡の予測を行うことになる。その結果、精度良くフィッティングを行えず、移動軌跡の予測精度が低下する。

[0032] 対象物を画像からエッジ処理で検出している場合、画像から対象物が検出されている範囲中でも縦エッジ強度が強い位置は検出範囲において横方向で対象物の存在が強くでている箇所（存在している割合が他の箇所より大きい箇所）なので、対象物の位置として適している。そこで、フィッティングなどで対象物の検出位置を用いる場合、対象物の検出位置として、対象物の検出範囲（特に、横幅）の中で縦エッジ強度が最も強い位置を用いる。図4（a）に示す例の場合、腕を前後に振りだしているときの歩行者Pの縦エッジ強度が最も強い位置E1は歩行者Pの体の中心辺りとなり、腕を前後に振りだしていないときの歩行者Pの縦エッジ強度が最も強い位置E2も歩行者Pの体の中心辺りとなる。また、図4（b）に示すように、白丸マークで示す歩行者Pの縦エッジ強度が最も強い位置E1，E2・・・は、ばらついていない。なお、この検出位置に対する対処については、対象物の検出にエッジ処理を用いていない場合には適用しない。

[0033] 次に、図5を参照して、対象物の対地速度の異常値除去について説明して

おく。対象物の対地速度が異常値（誤検出値）の場合、その対地速度から求められる軌跡予測ベクトル PV が誤差を含むベクトルとなり、誤差を含む傾き θ を用いてフィッティングを行うことになる。対象物の対地速度が前回値から大きく離れた飛び値になっている場合、その対地速度が異常値の可能性がある。しかし、対地速度が前回値から飛び値になっている場合でも、そのときに、対象物が実際に急加速あるいは急減速して対地速度が急変化した可能性がある。そこで、対象物の対地速度が前回値から飛び値でありかつ対象物の検出位置の差分から求められる移動速度から大きく離れている場合、その対象物の対地速度は異常値と判断し、軌跡予測ベクトルの算出に用いない。例えば、図5に示す例の場合、歩行者 P の対地速度 V_{p1} , V_{p2} , $\dots$ の中で対地速度 V_{p6} が前回値 V_{p5} から飛び値となっており、しかも、歩行者 P の検出位置の今回値 $D6$ も前回値 $D5$ から急激に変化していない（今回値 $D6$ と前回値 $D5$ の差分は大きくない）。したがって、対地速度 V_{p6} は、異常値と判断されて、用いられない。

[0034] なお、対地速度が異常値として判断された場合の対処について説明する。例えば、軌跡予測ベクトル PV を求める際に最新の対地速度だけを用いている場合、対地速度の前回値あるいは対象物の検出位置の今回値と前回値との差分から求められる速度を用いる。軌跡予測ベクトル PV を求める際に過去の任意の個数の対地速度の平均値を用いている場合、最新の対地速度を用いずに、対地速度の平均値を算出する。

[0035] 次に、自車両の操舵量が大きい場合（自車両が直進走行でない場合）について説明しておく。自車両で一定以上の操舵の切り増しや切り戻りがある場合、自車両はその切り増しや切り戻しによって旋回し、進行方向が変わる。そのため、対象物の相対的な検出位置も、それに応じて大きく変化する。この際、対象物の見かけ上の形状が変化して、対象物の対地速度の検出精度も低下するおそれがある。そこで、自車両の操舵量が所定量以上の場合には軌跡予測ベクトル PV （特に、傾き θ ）の算出やフィッティングを行わない。そして、対象物の検出位置の履歴の全ての検出位置を用いて対象物の将来の

移動軌跡を従来の手法で予測する。この従来の手法としては、例えば、検出位置の履歴に含まれる検出位置間の差分を使って移動軌跡を予測したり、検出位置の履歴に対して線形回帰を行って移動軌跡を予測する。

[0036] それでは、衝突予測装置 1 の具体的な構成について説明する。衝突予測装置 1 は、ステレオカメラ 10、操舵角センサ 11、ヨーレートセンサ 12、車輪速センサ 13、警報装置 20、衝突回避支援装置 21、シートベルト制御装置 22、シート制御装置 23、ブレーキ制御装置 24 及びシステム ECU[Electronic Control Unit]30を備えている。なお、本実施の形態ではステレオカメラ 10 が請求の範囲に記載する対象物検出部に相当し、ステレオカメラ 10 及びシステム ECU 30 の処理が請求の範囲に記載する速度取得部に相当し、システム ECU 30 における各処理が請求の範囲に記載する相対移動ベクトル算出部、分類部、移動軌跡予測部に相当する。

[0037] ステレオカメラ 10 は、自車両前方を撮影する左右一対のカメラと画像処理装置からなる。ステレオカメラ 10 の左右一対の各カメラでは、一定時間毎（例えば、1 / 30 秒毎）に、それぞれ撮像し、左画像と右画像を取得する。そして、ステレオカメラ 10 の画像処理装置では、左右の画像（ステレオ画像）を用いて物体検出処理を行い、物体（物標）を検出できた場合には物体の情報（例えば、ステレオカメラ 10（自車両）から物体までの相対的な奥行き方向の距離や横方向の横位置、物体の横幅や高さ、物体の形状）を取得する。このステレオ画像を用いた物体検出方法は、従来の周知技術を適用し、例えば、ステレオ画像間で相関演算を行い、その相関演算結果から得られた視差を用いて検出する方法、画像に対してエッジ処理（縦エッジ、横エッジ）を行って検出する方法がある。そして、ステレオカメラ 10 では、一定時間毎に、その物体の有無情報や物体を検出できた場合には物体毎（物標毎）の情報等をステレオカメラ信号としてシステム ECU 30 に送信する。なお、エッジ処理を行っている場合、物体毎に検出されている範囲内の縦エッジ強度や横エッジ強度の情報も送信する。

[0038] なお、ステレオカメラ 10 で検出する対象の物体は、上記したような歩行

者、自転車、車両、電柱、交通標識等のある程度の大きさや高さを有するものである。また、ステレオカメラ１０での画像処理では、カメラで撮像される画像の水平方向／垂直方向のピクセル単位の座標系で処理を行っており、物体の情報はピクセル単位のデータである。また、検出された物標には識別番号が付与され、異なる時間で同じ物標が検出されている場合には同じ識別番号が付与され、検出回数がカウントされる。これらの識別番号や検出回数の情報も物標毎の情報としてステレオカメラ信号で送信される。

[0039] 操舵角センサ１１は、運転者によってステアリングホイールに入力された操舵角を検出するセンサである。操舵角センサ１１では、一定時間毎に操舵角を検出し、その検出した操舵角を操舵角信号としてシステムＥＣＵ３０に送信する。

[0040] ヨーレートセンサ１２は、自車両に作用しているヨーレートを検出するセンサである。ヨーレートセンサ１２では、一定時間毎にヨーレートを検出し、その検出したヨーレートをヨーレート信号としてシステムＥＣＵ３０に送信する。

[0041] 車輪速センサ１３は、車両の４輪にそれぞれ設けられ、車輪の回転速度（車輪の回転に応じたパルス数）を検出するセンサである。車輪速センサ１３では、一定時間毎に車輪の回転パルス数を検出し、その検出した車輪回転パルス数を車輪速信号としてシステムＥＣＵ３０に送信する。なお、システムＥＣＵ３０では、各車輪の回転パルス数から車輪速をそれぞれ算出し、各輪の車輪速から車体速（車速）を算出する。

[0042] 警報装置２０は、自車両の運転者に警報を行うための装置である。警報としては、ブザー（警報音）出力、警報メッセージの音声出力や表示等がある。警報装置２０では、システムＥＣＵ３０から警報制御信号を受信すると、その警報制御信号に基づいて警報を出力する。

[0043] 衝突回避支援装置２１は、操舵制御（自動操舵、操舵アシスト等）によって衝突回避や衝突による衝撃緩和するための装置である。衝突回避支援装置２１では、システムＥＣＵ３０から衝突回避制御信号を受信すると、その衝

突回避制御信号に基づいて操舵制御を行う。

[0044] シートベルト制御装置 22 は、シートベルトの締付力を制御して衝突被害軽減するための装置である。シートベルト制御装置 22 は、システム ECU 30 からシートベルト制御信号を受信すると、そのシートベルト制御信号に基づいてシートベルトの締付力を制御する。

[0045] シート制御装置 23 は、シートの位置や姿勢を制御して衝突被害軽減するための装置である。シート制御装置 23 では、システム ECU 30 からシート制御信号を受信すると、そのシート制御信号に基づいてシートの位置や姿勢を制御する。

[0046] ブレーキ制御装置 24 は、ブレーキ制御（自動停止、自動減速、ブレーキアシスト等）によって衝突回避や衝突による衝撃を緩和するための装置である。ブレーキ制御装置 24 では、システム ECU 30 からブレーキ制御信号を受信すると、そのブレーキ制御信号に基づいてブレーキ制御を行う。

[0047] システム ECU 30 は、CPU[Central Processing Unit]、ROM[Read Only Memory]、RAM[Random Access Memory]等からなり、衝突予測装置 1 を統括制御する電子制御ユニットである。システム ECU 30 では、一定時間毎に、ステレオカメラ 10 からステレオカメラ信号を受信する。また、システム ECU 30 では、各センサ 11, 12, 13 から検出信号を受信する。そして、システム ECU 30 では、これらのステレオカメラ信号及び各検出信号を用いて、ROMに記憶されているアプリケーションプログラムをRAMにロードしてCPUで実行することによって各処理（自車両軌跡予測処理、対地速度検出処理、操舵判定処理、操舵時対象物軌跡予測処理、異常値除去処理、軌跡予測ベクトル算出処理、フィッティング処理、直進時対象物軌跡予測処理、衝突位置予測処理、衝突確率積算処理、衝突判定処理、デバイス制御処理）を行い、自車両が対象物と衝突する可能性がある場合には衝突回避や衝突被害軽減するために必要な装置（デバイス）に制御信号を送信する。なお、システム ECU 30 における軌跡予測ベクトル算出処理が請求の範囲に記載する相対移動ベクトル算出部に相当し、フィッティング処理

が特許請求の範囲に記載する分類部に相当し、直進時対象物予測処理が請求の範囲に記載する移動軌跡予測部に相当する。また、ステレオカメラ１０及びシステムＥＣＵ３０における対地速度検出処理が請求の範囲に記載する速度取得部に相当する。

[0048] なお、システムＥＣＵ３０では、ステレオカメラ１０で同じ物標（対象物）が少なくとも２回連続して検出された場合に、その対象物の移動軌跡を予測して、その対象物と自車両との衝突判定を行う。対象物の移動軌跡を予測するために、システムＥＣＵ３０では、ステレオカメラ１０で物標（対象物）を検出している場合には対象物毎に予測に必要な十分な個数の位置情報等をＲＡＭに保持（記録）しておく。また、システムＥＣＵ３０では、ステレオカメラ１０で物標（対象物）を検出している場合には対象物毎に処理を行う。また、システムＥＣＵ３０では、横方向（ｘ方向）／距離方向（ｙ方向）の長さ単位（例えば、数１０ｃｍ単位、数ｃｍ単位）の座標系で処理を行っており、ステレオカメラ１０から得られる画像の水平方向／垂直方向のピクセル単位のデータを横方向／距離方向の長さ単位のデータに変換している。このような変換を行わずに、画像の水平方向／垂直方向のピクセル単位の座標系で処理を行ってもよい。また、システムＥＣＵ３０では、対象物の距離方向の移動量や速度が自車両の距離方向の移動量や速度に比べて無視できるほど小さい場合、対象物の検出位置や速度を扱う場合に横方向成分だけの検出位置や速度を用いてもよい。

[0049] 自車両軌跡予測処理について説明する。システムＥＣＵ３０では、自車両の車速、ヨーレート及び操舵角の各履歴から自車両の将来の移動軌跡を予測する。この移動軌跡の予測方法としては、従来の周知の予測方法を適用する。

[0050] 対地速度検出処理について説明する。ステレオカメラ１０で対象物が検出されている場合、システムＥＣＵ３０では、その対象物の検出位置の今回値と路上の固定物の位置との差分（固定物を基準とした検出位置の今回値の相対ベクトル）を算出するとともに、対象物の検出位置の前回値と路上の同じ

固定物の位置との差分（固定物を基準とした検出位置の前回値の相対ベクトル）を算出する。この固定物としては、例えば、自車両周辺の画像のエッジ処理で得られた輝度勾配が大きい点（路面上に描かれた白線の境界や道路の繋ぎ目等）、路側物（電柱、交通標識等）である。これらの固定物については、ステレオカメラ 10 で検出しておく。そして、システム ECU 30 では、検出位置の今回値と路上の固定物の位置との差分（検出位置の今回値の相対ベクトル）と検出位置の前回値と路上の固定物の位置との差分（検出位置の前回値の相対ベクトル）を用いて検出位置の前回値から検出位置の今回値への移動ベクトルを算出する。この移動ベクトルの大きさが 1 ステップの更新時間での移動量であり、移動ベクトルの方向が 1 ステップ更新時間での移動方向である。そして、システム ECU 30 では、移動ベクトルの移動量を更新時間で除算して対象物の対地速度を算出する。

[0051] 操舵判定処理について説明する。システム ECU 30 では、操舵角の所定時間における変化量（操舵量）を算出し、その操舵量が操舵閾値以上か否かを判定する。所定時間は、適合によって予め設定され、例えば、1 ステップの更新時間である。操舵閾値は、自車両のぶれや偏向とは明らかに異なる自車両の操舵（自車両が直進走行でない場合）を判定するための操舵量であり、適合によって予め設定される。システム ECU 30 では、操舵量が操舵閾値以上の場合（自車両が直進走行でない場合）には操舵時対象物軌跡予測処理に移行し、操舵量が操舵閾値未満の場合（自車両が直進走行の場合）には異常値除去処理に移行する。

[0052] 操舵時対象物軌跡予測処理について説明する。システム ECU 30 では、従来の予測手法により、対象物の検出位置の履歴を用いて対象物の将来の移動軌跡を予測する。

[0053] 異常値除去処理（フィルタリング処理）について説明する。システム ECU 30 では、対地速度検出処理で検出した対象物の対地速度が 1 回だけか否かを判定する。対地速度を 1 回だけ検出している場合、システム ECU 30 では、その対地速度を以下の処理で用いる。対地速度を 2 回以上検出してい

る場合、システム ECU30 では、対地速度の今回値と前回値との差の絶対値が第 1 閾値以上か否かを判定する。第 1 閾値は、対象物の対地速度が前回値から飛び値になっているか否かを判定するための閾値であり、適合によって予め設定される。この判定で第 1 閾値以上の場合（対地速度の今回値が飛び値の場合）、システム ECU30 では、対象物の検出位置の今回値と前回値との差分を更新時間で除算して速度を算出し、その速度と対地速度の今回値との差の絶対値が第 2 閾値以上か否かを判定する。第 2 閾値は、対象物の対地速度が対象物の検出位置の差分から求められる速度から離れた値になっているか否かを判定するための閾値であり、適合によって予め設定される。この判定で第 2 閾値以上の場合（対地速度の今回値が検出位置の差分による速度からも離れた値の場合）、システム ECU30 では、対地速度の今回値を以下の処理で対地速度として用いない。この際、例えば、対地速度の前回値を対地速度として用いる。上記の各判定で第 1 閾値未満の場合又は第 2 閾値未満の場合、システム ECU30 では、対地速度の今回値を以下の処理で対地速度として用いる。なお、第 1 閾値と第 2 閾値とは、同じ値でもよいし、あるいは、異なる値でもよい。

[0054] 軌跡予測ベクトル算出処理について説明する。システム ECU30 では、図 6 に示すように、自車両の車速 V_c と対象物の対地速度 V_p （横方向成分（ x 軸成分）： V_{px} 、距離方向成分（ y 軸成分）： V_{py} ）を用いて、軌跡予測ベクトル PV の傾き θ を算出する。この算出では、 $\theta = \arctan(V_{px} / (V_c + V_{py}))$ の算出式を用いる。ここでは、フィッティング処理で必要となる軌跡予測ベクトル PV の傾き θ を直接算出しているが、軌跡予測ベクトル PV を求めた上で傾き θ を算出してもよい。なお、自車両の車速 V_c に比べて対象物の距離方向の速度 V_{py} が無視できるほど小さければ、 V_{py} を除外して算出を行ってもよい。また、単位や符号の方向は、必要に応じて変換する。

[0055] フィッティング処理について説明する。このフィッティング処理では、多数決の方法を用いる。ここでは、図 7 及び図 8 に示すように、対象物の検出

位置の履歴として10点の検出位置D1～D10に対してフィッティングを行う例で説明する。検出位置D1～D10は、検出位置D10が最新の検出位置であり、検出位置D1が最も過去の検出位置である。図8に示すように、検出位置D1～D10に重みがそれぞれ設定され、最新の検出位置D10に重みとして最大の7が設定され、過去の検出位置になるほど重みとして小さい値が設定されている。この例では、検出位置D3と検出位置D4との間で、自車両が偏向し、横位置飛びが発生しているものとする。また、検出位置D6は、センサノイズによる外れ値となっている。

[0056] システムECU30では、RAMに保持（記録）されている検出位置D1～D10の中から検出位置Diを順次選択し、全ての検出位置D1～D10について以下の同じ処理を行う。システムECU30では、検出位置Diを通る傾き θ の直線を算出する。そして、システムECU30では、その直線を中心として左右両側に所定間隔をあけた各平行線を算出し、この左右の平行線からなる投票範囲を設定する。この所定間隔は、自車両のぶれや偏向による横位置飛びが発生している場合にその横位置飛びの検出位置を除外できる間隔であり、かつ、ステレオカメラ10による対象物検出での検出位置のノイズ値（外れ値）を除外できる間隔である。所定間隔は、適合によって予め設定される。そして、システムECU30では、検出位置D1～D10の中から投票範囲内に入る検出位置を抽出する。さらに、システムECU30では、抽出した検出位置の重みを積算し、その積算値を投票点とする。

[0057] 以上の処理を全ての検出位置D1～D10に行うと、システムECU30では、全ての検出位置D1～D10の投票点を比較し、最も大きい投票点の検出位置の直線を選択する。ここで、複数の検出位置の直線が選択された場合、選択された複数の直線は略同じ直線になることが想定されるが、最終的な直線としては、例えば、最新の検出位置の直線としてもよいし、選択された複数の検出位置の直線の平均的な直線としてもよい。

[0058] 図7には、検出位置D1に対する例を示しており、検出位置D1を通る傾き θ の直線L1及びその左右両側に平行線L2，L3が算出され、この平行

線 L_2 と平行線 L_3 からなる投票範囲が設定されている。この投票範囲内に入る検出位置として検出位置 D_1 、検出位置 D_2 、検出位置 D_3 が抽出され、投票点として4点が算出される。この例では、検出位置 D_{10} （同様に、検出位置 D_4 、検出位置 D_5 、検出位置 D_7 、検出位置 D_8 、検出位置 D_9 ）を通る傾き θ の直線を中心とする投票範囲に入る検出位置として検出位置 D_4 、検出位置 D_5 、検出位置 D_7 、検出位置 D_8 、検出位置 D_9 、検出位置 D_{10} が抽出され、投票点として27点が算出され、これが最も大きい投票点となる。したがって、例えば、検出位置 D_{10} を通る傾き θ の直線が最終的な直線として選択される。

[0059] このフィッティング処理では、検出位置 D_i 毎に、検出位置 D_i の投票範囲に入る複数の検出位置からなる各グループに分類されることになる。自車両のぶれや偏向によって検出位置の履歴の中で横位置飛びが発生している場合、この各グループには、その横位置飛びの前の検出位置と後の検出位置の両方が含まれることは殆どない（あるいは、全くない）。また、自車両のぶれや偏向がない場合、この各グループには、外れ値を除いて、検出位置の履歴の全ての検出位置が含まれる可能性が高い。投票点の最も大きいグループが傾き θ の直線に最もフィット（適合）したグループであり、複数のグループが最もフィットするグループになる場合がある。

[0060] 直進時対象物軌跡予測処理について説明する。システム $ECU30$ では、フィッティング処理で最終的に選択した検出位置を通る傾き θ の直線を対象物の移動軌跡として予測する。この移動軌跡は、傾き θ の直線に最もフィットするグループに含まれる複数の検出位置から予測された軌跡に相当する。

[0061] 衝突位置予測処理について説明する。自車両の衝突位置をとして、自車両の各面（前面、後面、右側面、左側面）について所定間隔で複数の区画に区切られる。この区画分けは、適合によって予め設定される。衝突位置を予測する場合、車両の各面のどの区画に対象物が衝突するかを予測する。システム $ECU30$ では、自車両軌跡予測処理で予測した自車両の移動軌跡と操舵時対象物軌跡予測処理又は直進時対象物軌跡予測処理で予測した対象物の移

動軌跡により、自車両の移動軌跡と対象物の移動軌跡とが交差する場合には対象物が自車両に衝突する位置（自車両のどの面のどの区画か）を予測する。

[0062] 衝突確率積算処理について説明する。衝突位置予測処理で自車両の衝突位置を予測した場合、システム ECU 30 では、その衝突予測位置周辺の各区画の衝突確率を算出する。例えば、衝突予測位置を中心にして正規分布状に衝突確率を算出したり、衝突予測位置だけに高い衝突確率を算出する。さらに、システム ECU 30 では、衝突予測位置の区画毎に、算出した衝突確率を前回積算値に加算し、衝突確率を積算する。

[0063] 衝突判定処理について説明する。システム ECU 30 では、自車両の各面の各衝突位置の区間について（衝突確率積算処理で積算値が更新された区画だけでもよい）、衝突確率の積算値が設定されている衝突判定閾値以上か否かを判定する。衝突判定閾値は、衝突予測位置毎の衝突確率の積算値により自車両が対象物と衝突する可能性があるか否かを判定するための閾値であり、実験やシミュレーション等による適合によって予め設定される。そして、システム ECU 30 では、衝突確率の積算値が衝突判定閾値以上の場合には衝突する可能性がある（可能性が高い）と判定し、衝突確率の積算値が衝突判定閾値未満の場合には衝突する可能性がない（可能性が低い）と判定する。

[0064] デバイス制御処理について説明する。衝突判定処理で衝突の可能性があるとは判定している場合、システム ECU 30 では、その対象物に対する衝突余裕時間 TTC [Time To Collision] = (相対距離 / 相対速度) を算出する。そして、システム ECU 30 では、その対象物に対する TTC 、衝突予測位置及び衝突確率の積算値に基づいて、警報、操舵、シートベルト、シート、ブレーキのうちのどのデバイス（1つ以上）を作動させるかを判断する。そして、システム ECU 30 では、作動させるデバイス毎に、 TTC 、衝突予測位置及び衝突確率の積算値に基づいて、制御量あるいは出力指令等を設定し、警報装置 20、衝突回避支援装置 21、シートベルト制御装置 22、シー

ト制御装置 23、ブレーキ制御装置 24 の中の該当する装置に制御信号を送信する。

[0065] 図 1 を参照して、衝突予測装置 1 の動作を図 9 のフローチャートに沿って説明する。特に、異常値除去処理については図 10 のフローチャートに沿って説明し、フィッティング処理及び直進時対象物軌跡予測処理については図 11 のフローチャートに沿って説明する。図 9 は、本実施の形態に係る衝突予測装置における動作の流れを示すフローチャートである。図 10 は、図 9 のフローチャートにおける異常値除去処理の流れを示すフローチャートである。図 11 は、図 9 のフローチャートにおけるフィッティング処理・直進時対象物軌跡予測処理の流れを示すフローチャートである。衝突予測装置 1 では、一定時間毎に、以下の動作を繰り返し行う。

[0066] ステレオカメラ 10 では、左右一対の各カメラでそれぞれ撮像し、その左右の各画像（ステレオ画像）を用いて物体検出処理を行い、対象物（物標）を検出できた場合には対象物の位置情報（距離、横位置）や横幅等を取得する（S1）。そして、ステレオカメラ 10 では、その対象物の有無情報や対象物を検出できた場合には対象物毎の位置情報等からなるステレオカメラ信号をシステム ECU30 に送信する。システム ECU30 では、このステレオカメラ信号を受信し、対象物が存在する場合には対象物毎に位置情報等を取得し、その位置情報等を RAM に保持（記録）する。なお、対象物が存在しない場合、今回の処理は終了となる。

[0067] 操舵角センサ 11 では、操舵角を検出し、操舵角信号をシステム ECU30 に送信する。システム ECU30 では、この操舵角信号を受信し、操舵角を取得する。ヨーレートセンサ 12 では、ヨーレートを検出し、ヨーレート信号をシステム ECU30 に送信する。システム ECU30 では、このヨーレート信号を受信し、ヨーレートを取得する。各車輪の車輪速センサ 13 では、車輪の回転パルス数を検出し、車輪速信号をシステム ECU30 に送信する。システム ECU30 では、車輪毎に車輪速信号を受信し、各車輪の回転パルス数から車輪速をそれぞれ算出し、各輪の車輪速から車体速（自車速

)を算出する。

[0068] 対象物が存在する場合、システムE C U 3 0では、自車両の車速、ヨーレート及び操舵角の各履歴から自車両の移動軌跡を予測する(S 2)。また、システムE C U 3 0では、対象物毎に、固定物を基準とした対象物の検出位置の今回値の相対ベクトル及び同じ固定物を基準とした検出位置の前回値の相対ベクトルを算出し、この2つの相対ベクトルから検出位置の前回値から今回値への移動ベクトルを算出し、この移動ベクトルから対象物の対地速度を算出(検出)する(S 3)。

[0069] システムE C U 3 0では、自車両の操舵量(切り増し量、切り戻し量)が操舵閾値以上か否かを判定する(S 4)。S 4にて操舵量が操舵閾値以上と判定した場合(自車両が旋回中)、システムE C U 3 0では、対象物毎に、従来の軌跡予測手段により対象物の検出位置の履歴から対象物の移動軌跡を予測する(S 5)。

[0070] S 4にて操舵量が操舵閾値未満と判定した場合(自車両が直進中)、システムE C U 3 0では、対象物毎に、S 3で検出した対地速度に対する異常値除去(フィルタリング)を行う(S 6)。具体的には、図10のフローチャートに示すように、システムE C U 3 0では、その対地速度の検出回数が1回か否かを判定する(S 20)。S 20にて1回と判定した場合、システムE C U 3 0では、今回検出した対地速度を以下の処理で対地速度として使用する(S 21)。S 20にて2回以上と判定した場合、システムE C U 3 0では、今回検出した対地速度と対地速度の前回値との差の絶対値が第1閾値以上か否かを判定する(S 22)。S 22にて第1閾値未満と判定した場合、システムE C U 3 0では、今回検出した対地速度を以下の処理で対地速度として使用する(S 25)。S 22にて第1閾値以上と判定した場合、システムE C U 3 0では、今回検出した対地速度と対象物の検出位置(特に、横位置)の今回値と前回値の差を更新時間で除算して求めた速度との差の絶対値が第2閾値以上か否かを判定する(S 23)。S 24にて第2閾値以上と判定した場合、システムE C U 3 0では、対地速度の前回値を以下の処理で

対地速度として使用する（S24）。S23にて第2閾値未満と判定した場合、システムECU30では、今回検出した対地速度を以下の処理で対地速度として使用する（S25）。そして、システムECU30では、対象物の今回の検出位置と対地速度を前回値として保持する（S26）。

[0071] 次に、システムECU30では、対象物毎に、自車両の車速と対象物の対地速度を用いて軌跡予測ベクトルの傾き θ を算出する（S7）。そして、システムECU30では、対象物毎に、RAMに保持されている対象物の検出位置の履歴に対して傾き θ の直線でフィッティングを行い（S8）、最もフィットした直線を対象物の移動軌跡として予測する（S9）。具体的には、図11のフローチャートに示すように、システムECU30では、対象物の検出位置の履歴から検出位置 D_i を順次選択する（S30）。そして、システムECU30では、傾き θ で検出位置 D_i を通る直線を算出し、その直線を中心とする投票範囲を設定する（S31）。さらに、システムECU30では、対象物の検出位置の履歴の中から検出位置 D_i の投票範囲に入る検出位置を抽出し、その抽出した検出位置の重みを積算し、検出位置 D_i での投票点を算出する（S32）。システムECU30では、対象物の検出位置の履歴に含まれる全ての検出位置に対する処理が終了したか否かを判定する（S33）。S33にて全ての検出位置に対する処理が終了していないと判定した場合、システムECU30では、S30の処理に戻って、次の検出位置を選択する。S33にて全ての検出位置に対する処理が終了したと判定した場合、システムECU30では、全ての検出位置の投票点を比較し、最も大きい投票点の検出位置の直線を選択する（S34）。そして、システムECU30では、その選択した検出位置を通る傾き θ の直線を対象物の移動軌跡として予測する（S35）。

[0072] システムECU30では、対象物毎に、自車両の移動軌跡と対象物の移動軌跡から自車両に衝突する位置を予測する（S10）。そして、システムECU30では、対象物毎に、予測した衝突位置の該当区画に衝突確率を積算する（S11）。なお、自車両の移動軌跡と対象物の移動軌跡とが交差しな

い場合、衝突位置は予測されず、S 1 1 の処理も行われない。

[0073] そして、システム E C U 3 0 では、対象物毎に、各衝突予測位置での衝突確率の積算値が衝突判定閾値以上か否かにより、自車両と対象物とが衝突する可能性があるか否か判定する (S 1 2)。S 1 2 にて衝突判定閾値未満 (衝突の可能性がない) と判定した場合、システム E C U 3 0 では、今回の処理を終了する。一方、S 1 2 にて衝突判定閾値以上 (衝突の可能性はある) と判定した場合、システム E C U 3 0 では、対象物毎に、衝突を回避／衝突による被害を軽減するために、衝突余裕時間 (T T C)、衝突予測位置及び衝突確率の積算値に基づいて警報、操舵、シートベルト、シート、ブレーキのうちのどのデバイスを作動させるかを判断し、作動させると判断したデバイスの制御量等を設定し、警報装置 2 0、衝突回避支援装置 2 1、シートベルト制御装置 2 2、シート制御装置 2 3、ブレーキ制御装置 2 4 の中の該当する装置に制御信号を送信する (S 1 3)。警報装置 2 0 では、システム E C U 3 0 から警報制御信号を受信した場合には、その警報制御信号に基づいて警報を出力する。衝突回避支援装置 2 1 では、システム E C U 3 0 から衝突回避制御信号を受信した場合には、その衝突回避制御信号に基づいて操舵制御を行う。シートベルト制御装置 2 2 では、システム E C U 3 0 からシートベルト制御信号を受信した場合には、そのシートベルト制御信号に基づいてシートベルトの締付力を制御する。シート制御装置 2 3 では、システム E C U 3 0 からシート制御信号を受信した場合には、そのシート制御信号に基づいてシートの位置や姿勢を制御する。ブレーキ制御装置 2 4 では、システム E C U 3 0 からブレーキ制御信号を受信した場合には、そのブレーキ制御信号に基づいてブレーキ制御を行う。

[0074] 衝突予測装置 1 によれば、対象物の対地速度に基づく軌跡予測ベクトルの傾きの直線で対象物の相対的な検出位置の履歴に対してフィッティングを行って対象物の移動軌跡を予測することにより、自車両のぶれや偏向によって対象物の検出位置の履歴の中に横位置飛びが発生した場合でも対象物の検出位置の履歴から対象物の移動軌跡を高精度に予測できる。

[0075] また、衝突予測装置 1 によれば、対象物の検出位置として縦エッジ強度が最も強い位置を用いることにより、対象物の検出位置の履歴のばらつきを抑制でき、対象物の移動軌跡をより高精度に予測できる。特に、歩行者のように形状が変化する対象物に対して有効である。また、衝突予測装置 1 によれば、対象物の検出位置の履歴のうち時間的に現在に近い位置ほどその位置の重みを大きくしてフィッティングを行うことにより、対象物の移動軌跡をより高精度に予測できる。また、衝突予測装置 1 によれば、対象物の対地速度が異常値の場合にはその対地速度を軌跡予測ベクトル（特に、傾き）の算出に用いないので、軌跡予測ベクトルの精度低下を抑制でき、移動軌跡の予測精度の低下を抑制できる。

[0076] 以上、本発明に係る実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されることなく様々な形態で実施される。

[0077] 例えば、本実施の形態では対象物の移動軌跡を予測し、対象物の移動軌跡を用いて自車両との衝突の可能性を判定し、可能性がある場合には衝突回避や衝突被害軽減の支援を行う装置に適用したが、予測した対象物の移動軌跡を用いて他の支援を行う他の運転支援装置に適用してもよいし、あるいは、対象物の移動軌跡の予測だけを行う移動軌跡予測装置に適用してもよい。また、本実施の形態では車両に予め搭載される装置に適用したが、車両内に持ち込んだ装置に適用してもよい。

[0078] また、本実施の形態では自車両周辺の対象物を検出する外界センサとしてステレオカメラを適用したが、単眼カメラによる画像センサ（単眼で対象物の距離・横位置まで検出できるもの）、レーザレーダやミリ波レーダ等のレーダセンサ等の他の外界センサでもよい。また、外界センサとしてのステレオカメラはデバイスの作動条件として、レーダセンサ等とフュージョンしてもよい。

[0079] また、本実施の形態では対象物の対地速度を取得するために外界センサのステレオカメラを用いて自車両から検出する構成としたが、レーダセンサ等の他の外界センサを用いて自車両から検出する構成としてもよいし、対象物

が保持するデバイス（携帯電話、スマートフォン等）を用いて検出して対象物との間の通信で受信する構成（例えば、対象物が歩行者の場合に歩行者が携帯するデバイスで検出した速度を歩車間通信で受信する構成）としてもよいし、路側のインフラ（定点カメラ、レーダ等）で検出して路側のインフラとの間で路車間通信で受信する構成としてもよい。なお、対象物を検出するための構成と対象物の対地速度を取得するための構成とは、同一のセンサや同一のECUでなくても可能であり、その構成については限定しない。

[0080] また、本実施の形態では衝突の可能性がある場合に作動させるデバイスとして警報、操舵、シートベルト、シート、ブレーキの各デバイスを示したが、これらのうちの1つ以上のデバイスがあればよい。あるいは、他のデバイス（アクチュエータ）でもよい。

[0081] また、本実施の形態では対象物の移動軌跡と自車両の移動軌跡を用いた衝突位置予測、各衝突予測位置の衝突確率の積算を用いた衝突判定の一例を示したが、これらの衝突に関する処理について従来の周知技術が適用可能である。

[0082] また、本実施の形態では検出位置を通る傾き θ の直線を中心とした投票範囲を設定し、投票範囲に入る検出位置による投票点の多数決によってフィッティングを行う構成としたが、最小2乗法等の他の方法でフィッティングを行ってもよい。対象物の検出位置の検出精度が良く、検出位置に外れ値がないと想定される場合には、フィッティングの際に外れ値に対する対処を行わなくてもよい。

[0083] また、本実施の形態では対象物の検出位置にそれぞれ重みを設定してフィッティングを行う構成としたが、重みを設定せずにフィッティングを行ってもよい。

[0084] また、本実施の形態では対象物の検出位置として縦エッジ強度が最も強い位置を用いる構成としたが、縦エッジ強度を用いるのではなく、検出された対象物の検出範囲の中心位置等の他の位置を用いる構成としてもよい。特に、対象物が車両等の場合、移動中に特に形状が変化しないので、縦エッジ強度

を用いなくてもよい。また、縦エッジ強度を用いた他の手法としては、例えば、縦エッジ強度が基準閾値を超える場合に対象物の検出位置として用いる手法、縦エッジ強度が大きい程、より大きい重み付けを行うことで対象物の検出位置として利用され易くする手法がある。

[0085] また、本実施の形態では対地速度の異常値除去を行う構成としたが、対地速度の検出精度が良く、対地速度に異常値がないと想定される場合には、異常値除去を行わなくてもよい。

産業上の利用可能性

[0086] 本発明は、車両に搭載され、車両周辺の対象物の検出位置の履歴から対象物の移動軌跡を予測する移動軌跡予測に利用可能である。

符号の説明

[0087] 1…衝突予測装置、10…ステレオカメラ、11…操舵角センサ、12…ヨーレートセンサ、13…車輪速センサ、20…警報装置、21…衝突回避支援装置、22…シートベルト制御装置、23…シート制御装置、24…ブレーキ制御装置、30…システムECU。

請求の範囲

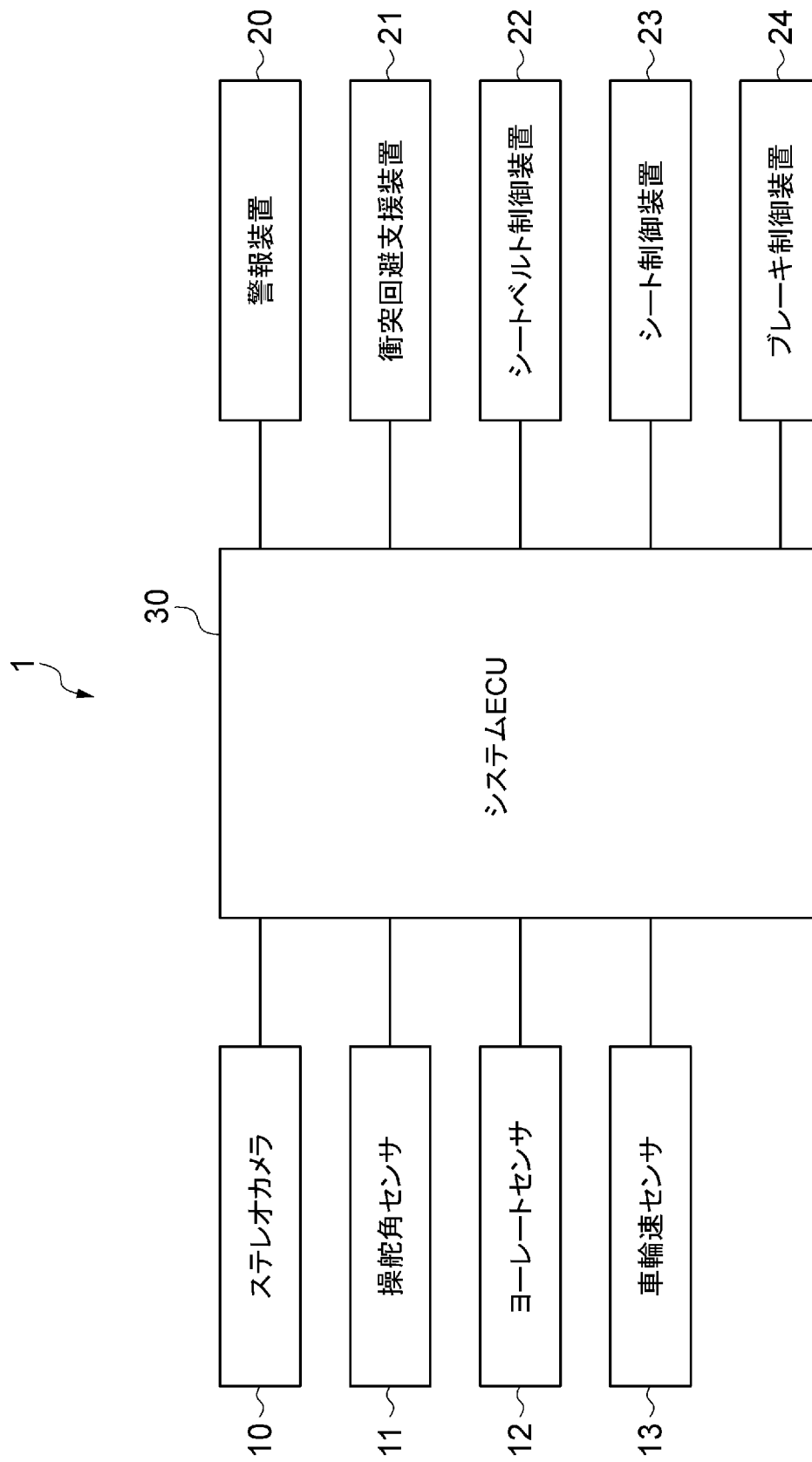
- [請求項1] 車両周辺の対象物の移動軌跡を予測する移動軌跡予測装置であって、
- 、
- 車両周辺の対象物の位置を取得する対象物検出部と、
- 前記対象物の対地速度を取得する速度取得部と、
- 前記車両の速度情報と、前記速度取得部で取得した前記対象物の対地速度とを用いて前記車両からの前記対象物の相対移動ベクトルを算出する相対移動ベクトル算出部と、
- 前記対象物検出部で取得した前記対象物の移動軌跡における位置を記録し、当該記録された位置を前記相対移動ベクトル算出部で算出した相対移動ベクトルに基づいて、複数のグループに分類する分類部と、
- 、
- 前記分類部で分類したグループのうちの少なくとも1つのグループに含まれる前記対象物の複数の位置に基づいて当該対象物の移動軌跡を予測する移動軌跡予測部と、
- を備えることを特徴とする移動軌跡予測装置。
- [請求項2] 前記対象物検出部は、カメラで撮像した画像に対するエッジ処理によって前記対象物の検出を行い、
- 前記分類部は、前記記録された対象物の位置の分類において、前記画像における縦エッジ強度が強い位置である場合程、当該位置の前記対象物の位置としての利用を促進することを特徴とする請求項1に記載の移動軌跡予測装置。
- [請求項3] 前記車両の操舵量が所定量以上の場合には前記分類部での分類を行わないことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の移動軌跡予測装置。
- [請求項4] 前記分類部は、前記記録された対象物の位置のうち時間的に現在に近い位置である場合程、当該位置の重みを大きくして分類を行うことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の移動軌跡予

測装置。

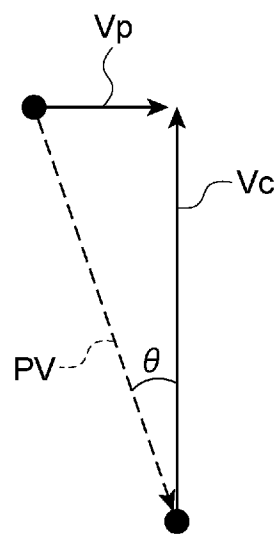
[請求項5] 前記相対移動ベクトル算出部は、対地速度の前回値との差が第1 閾値以上かつ前記対象物の位置の差分から求められる速度との差が第2 閾値以上の前記対象物の対地速度を相対移動ベクトルの算出に用いないことを特徴とする請求項1～請求項4 のいずれか1 項に記載の移動軌跡予測装置。

[請求項6] 車両周辺の対象物の移動軌跡を予測する移動軌跡予測方法であって、
車両周辺の対象物の位置を取得する対象物検出ステップと、
前記対象物の対地速度を取得する速度取得ステップと、
前記車両の速度情報と、前記速度取得ステップで取得した前記対象物の対地速度とを用いて前記車両からの前記対象物の相対移動ベクトルを算出する相対移動ベクトル算出ステップと、
前記対象物検出ステップで取得した前記対象物の移動軌跡における位置を記録し、当該記録された位置を前記相対移動ベクトル算出ステップで算出した相対移動ベクトルに基づいて、複数のグループに分類する分類ステップと、
前記分類ステップで分類したグループのうちの少なくとも1つのグループに含まれる前記対象物の複数の位置に基づいて当該対象物の移動軌跡を予測する移動軌跡予測ステップと、
を含むことを特徴とする移動軌跡予測方法。

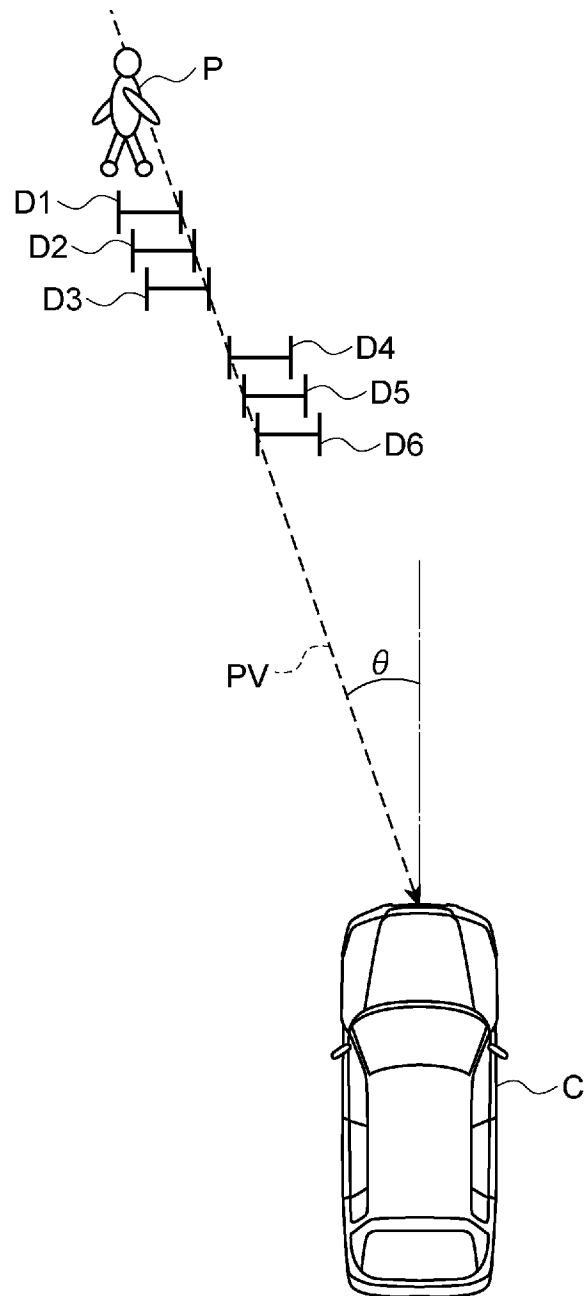
[図1]



[図2]

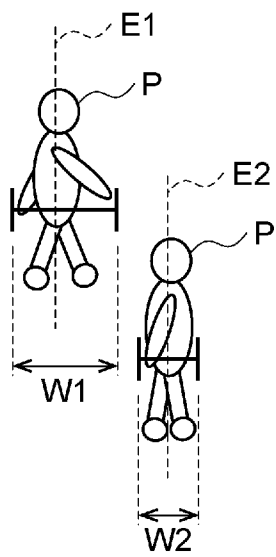


[図3]

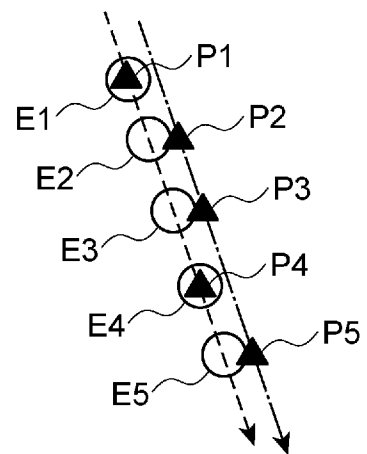


[図4]

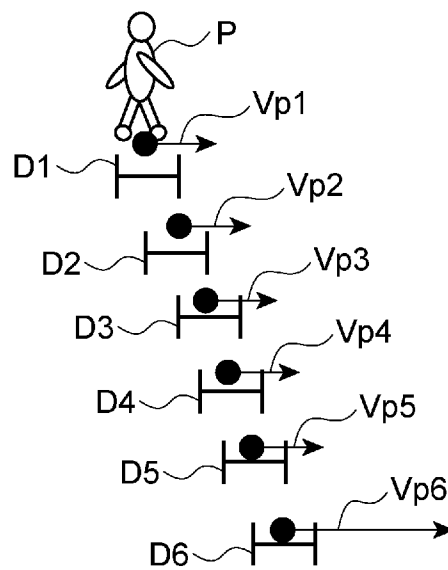
(a)



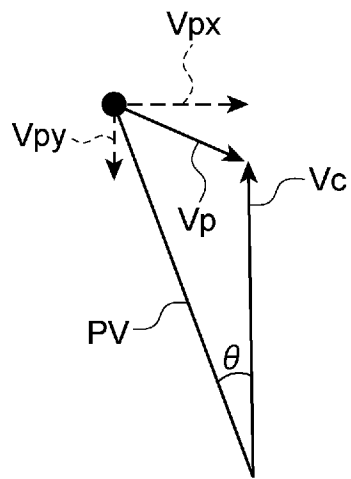
(b)



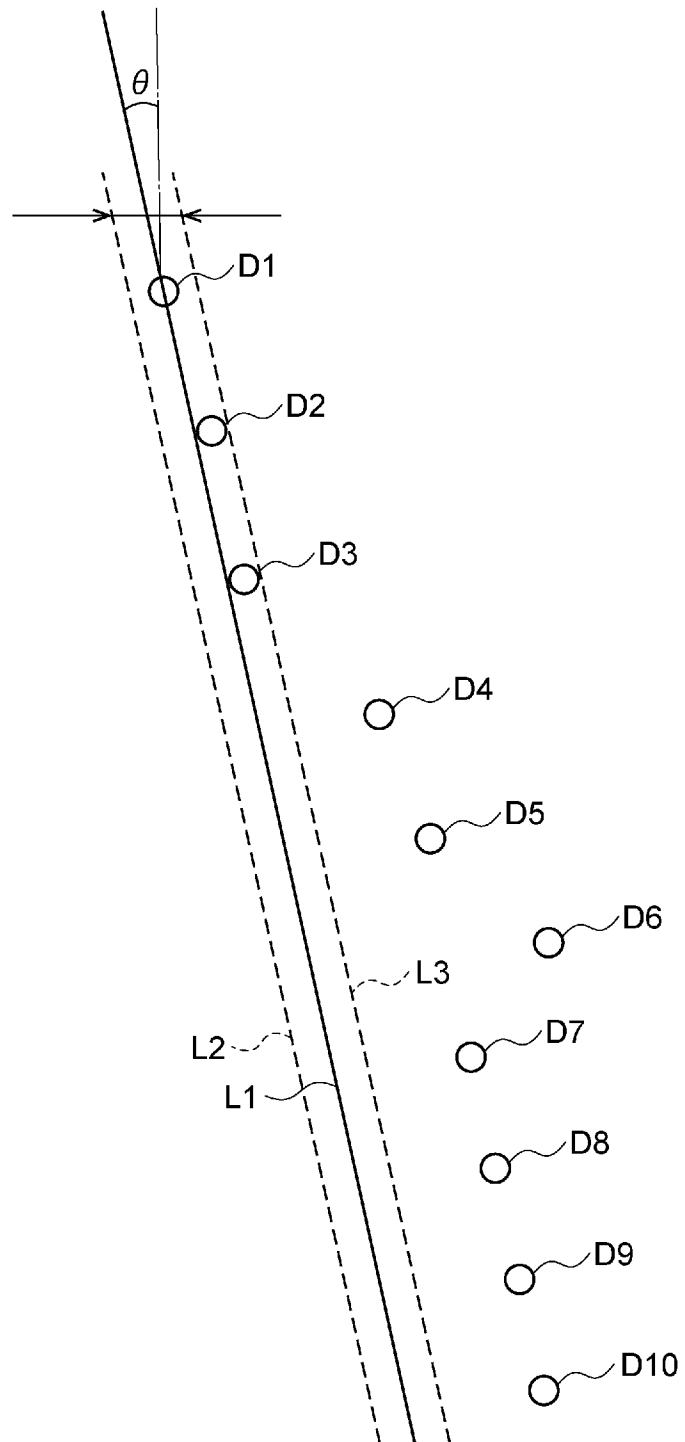
[図5]



[図6]



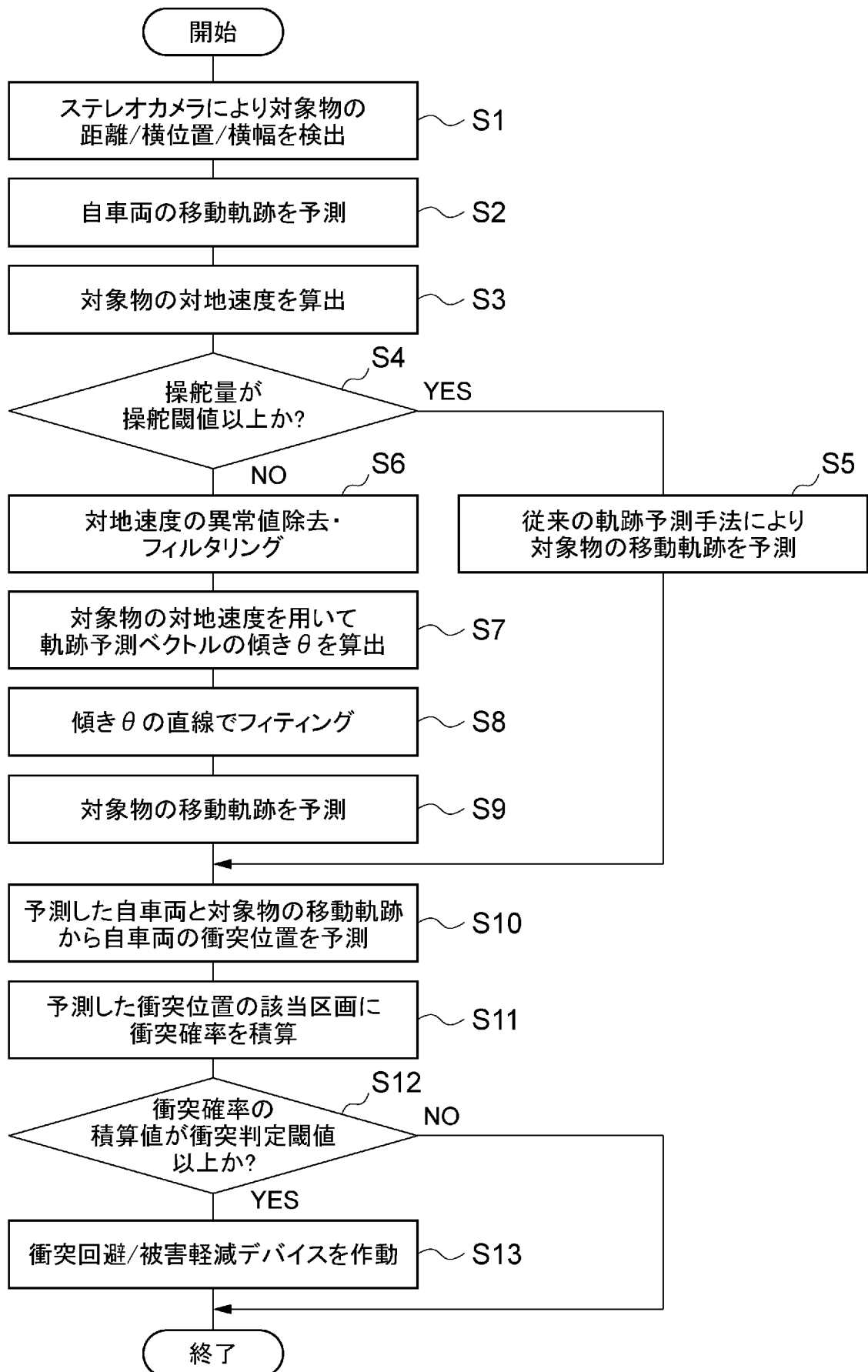
[図7]



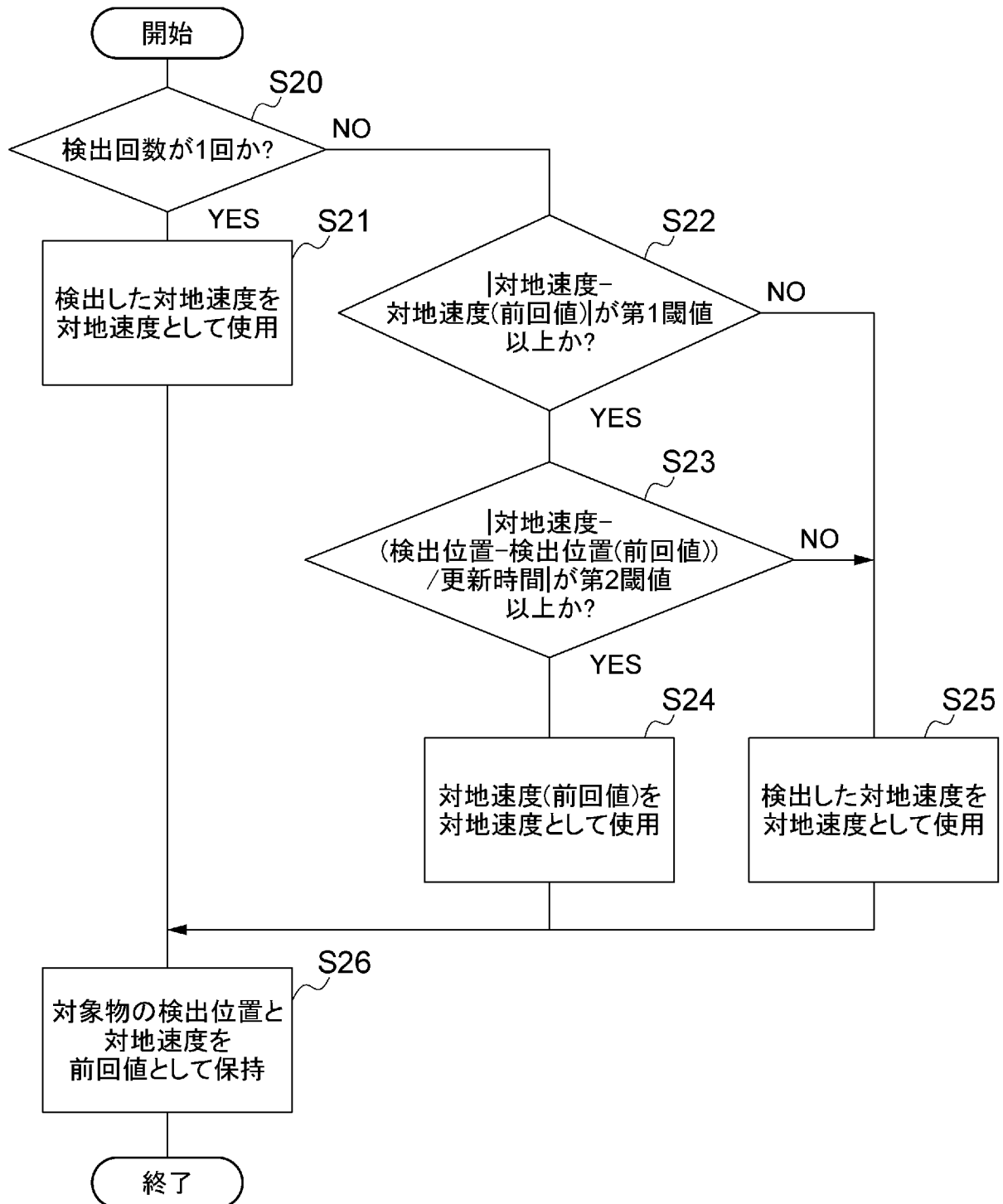
[図8]

検出位置	重み
D1	1
D2	1
D3	2
D4	2
D5	3
D6	3
D7	4
D8	5
D9	6
D10	7

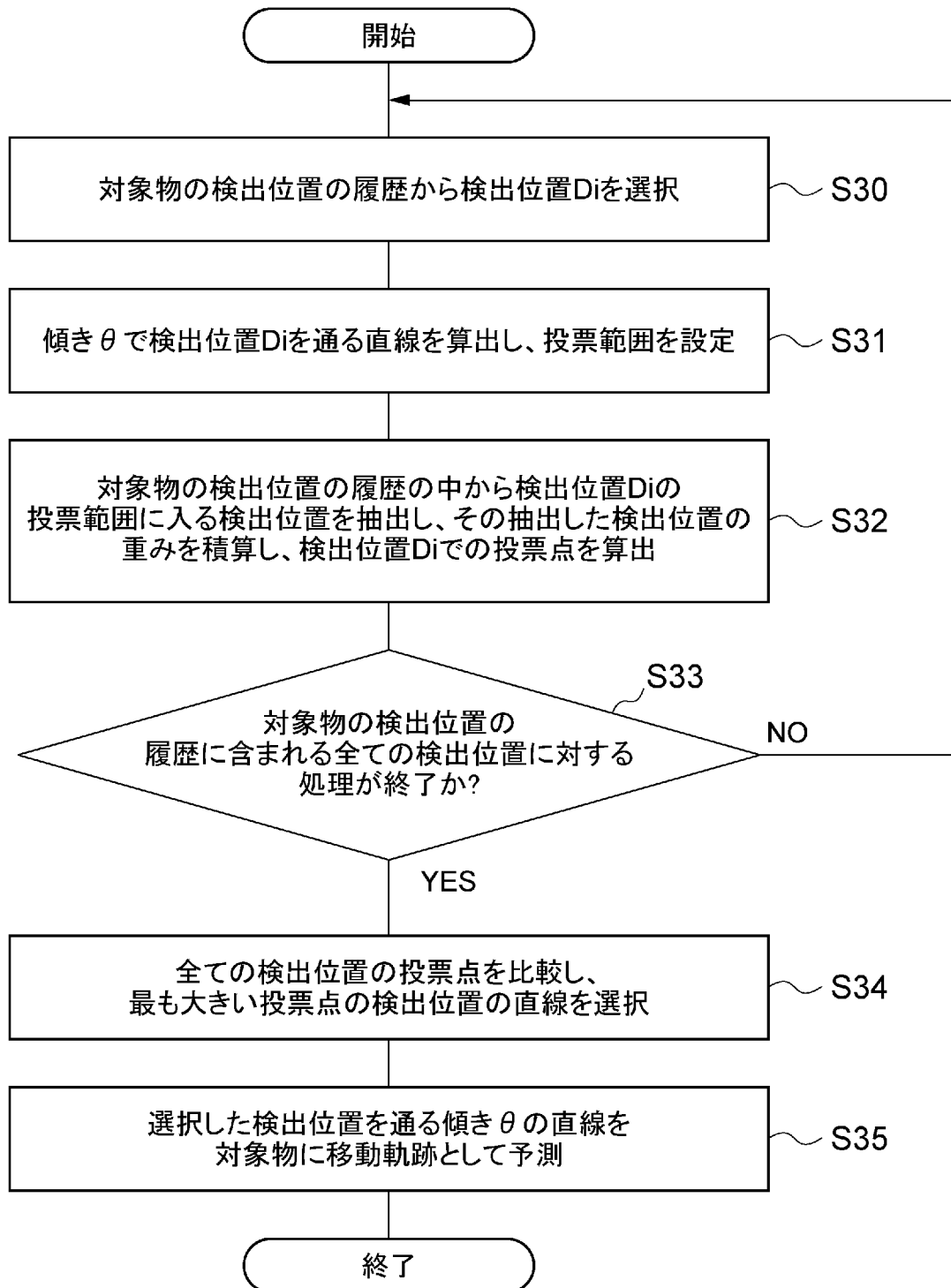
[図9]



[図10]

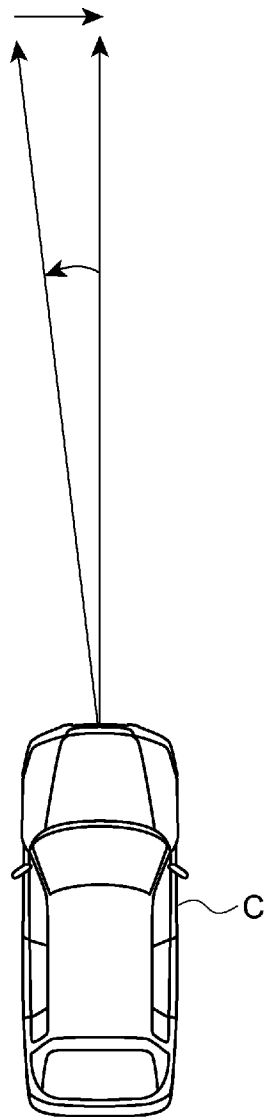


[図11]

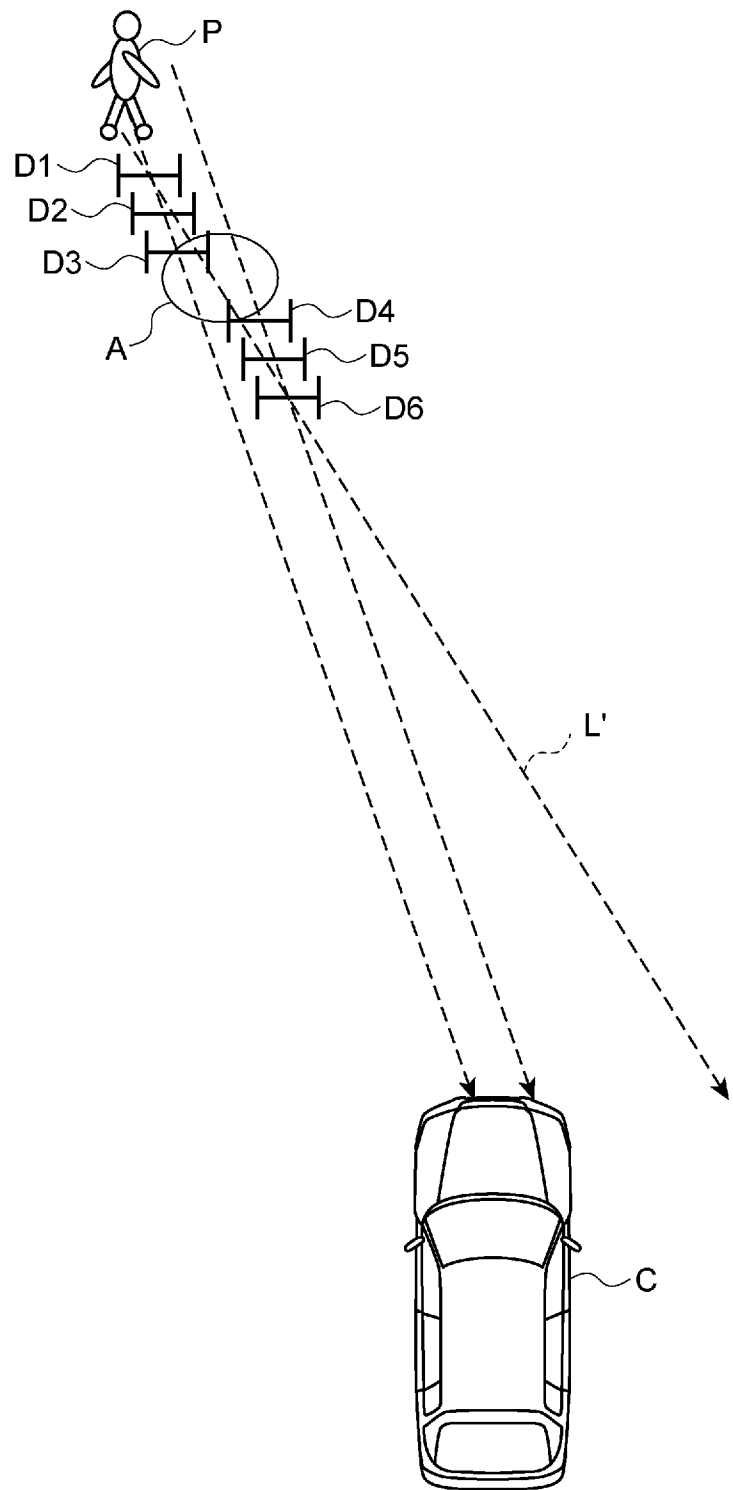


[図12]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065198

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60R21/00 (2006.01) i, G08G1/16 (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)

B60R21/00, G08G1/16

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-302850 A (Toyota Motor Corp.), 18 December 2008 (18.12.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2003-151096 A (Honda Motor Co., Ltd.), 23 May 2003 (23.05.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2009-012521 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 22 January 2009 (22.01.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 June, 2013 (17.06.13)

Date of mailing of the international search report
25 June, 2013 (25.06.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60R21/00(2006.01)i, G08G1/16(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（I P C））

Int.Cl. B60R21/00, G08G1/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-302850 A（トヨタ自動車株式会社）2008.12.18, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2003-151096 A（本田技研工業株式会社）2003.05.23, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2009-012521 A（日産自動車株式会社）2009.01.22, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.06.2013

国際調査報告の発送日

25.06.2013

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

梶本 直樹

3Q

9819

電話番号 03-3581-1101 内線 3381