

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7517312号  
(P7517312)

(45)発行日 令和6年7月17日(2024.7.17)

(24)登録日 令和6年7月8日(2024.7.8)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 T	7/00 (2017.01)	G 0 6 T	7/00	6 5 0 Z
G 0 8 G	1/127(2006.01)	G 0 8 G	1/127	A
G 0 6 T	7/20 (2017.01)	G 0 6 T	7/20	3 0 0 Z
G 0 8 B	21/02 (2006.01)	G 0 8 B	21/02	
G 0 6 T	7/66 (2017.01)	G 0 6 T	7/00	6 6 0 B

請求項の数 7 (全14頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-191422(P2021-191422)  
 (22)出願日 令和3年11月25日(2021.11.25)  
 (65)公開番号 特開2023-77916(P2023-77916A)  
 (43)公開日 令和5年6月6日(2023.6.6)  
 審査請求日 令和5年7月11日(2023.7.11)

(73)特許権者 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74)代理人 110001210  
弁理士法人Y K I 国際特許事務所  
 (72)発明者 伊津野 貴裕  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 審査官 村山 絢子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両乗員の移動距離測定装置、移動距離測定プログラム、及び移動距離測定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮影範囲を固定して車両の車室内を撮像する撮像装置が取得した時系列のフレーム画像群のそれぞれから、移動距離の演算対象となる乗員に対応する対象人物像を検出し、前記対象人物像に基づいて前記乗員の重心位置を検出する重心位置検出部と、

前記フレーム画像群のうちの1つのフレーム画像である仮基準画像から検出された前記重心位置を中心とした安定領域を設定する安定領域設定部と、

時系列において前記仮基準画像に後続する複数のフレーム画像である後続画像から検出された前記重心位置に基づいて、閾値時間以上、前記重心位置が前記安定領域内にあると判定した場合に、前記安定領域内の所定位置を起点位置として設定する起点位置設定部と、

前記起点位置と、時系列において前記複数の後続画像に後続するフレーム画像である測定対象画像から検出された前記重心位置との間の距離に基づいて、前記対象人物像に対応する乗員の移動距離を演算する移動距離演算部と、

を備えることを特徴とする車両乗員の移動距離測定装置。

【請求項2】

前記閾値時間内に前記重心位置が前記安定領域外に位置した場合、前記安定領域設定部は、前記重心位置が前記安定領域外となった前記後続画像を前記仮基準画像として、前記安定領域を再設定する、

ことを特徴とする請求項1に記載の車両乗員の移動距離測定装置。

【請求項3】

10

20

前記重心位置検出部は、前記対象人物像の外接矩形の中心を前記重心位置とする、  
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の車両乗員の移動距離測定装置。

【請求項 4】

前記車両は、自動運転可能な車両であり、  
前記移動距離測定装置は、  
前記移動距離演算部が演算した前記移動距離が閾値距離以上である場合、前記車両の自動  
運転による発進を不可とするための発進不可信号を出力する信号出力部と、  
をさらに備える、  
ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の車両乗員の移動距離測定装置。

【請求項 5】

前記移動距離演算部が演算した前記移動距離が閾値距離以上である場合、前記車両の乗  
員に対する通知を出力する制御を行う通知制御部と、  
をさらに備える、  
ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の車両乗員の移動距離測定装置。

【請求項 6】

コンピュータを、  
撮影範囲を固定して車両の車室内を撮像する撮像装置が取得した時系列のフレーム画像  
群のそれぞれから、移動距離の演算対象となる乗員に対応する対象人物像を検出し、前記  
対象人物像に基づいて前記乗員の重心位置を検出する重心位置検出部と、  
前記フレーム画像群のうちの 1 つのフレーム画像である仮基準画像から検出された前記  
重心位置を中心とした安定領域を設定する安定領域設定部と、  
時系列において前記仮基準画像に後続する複数のフレーム画像である後続画像から検出  
された前記重心位置に基づいて、閾値時間以上、前記重心位置が前記安定領域内にあると  
判定した場合に、前記安定領域内の所定位置を起点位置として設定する起点位置設定部と、  
前記起点位置と、時系列において前記複数の後続画像に後続するフレーム画像である測  
定対象画像から検出された前記重心位置との間の距離に基づいて、前記対象人物像に対応  
する乗員の移動距離を演算する移動距離演算部と、  
として機能させることを特徴とする車両乗員の移動距離測定プログラム。

【請求項 7】

撮影範囲を固定して車両の車室内を撮像する撮像装置が取得したフレーム画像である仮  
基準画像から、移動距離の演算対象となる乗員に対応する対象人物像を検出し、前記対象  
人物像に基づいて前記乗員の重心位置を検出し、当該重心位置を中心とした安定領域を設  
定する安定領域設定ステップと、  
時系列において前記仮基準画像に後続する複数のフレーム画像である複数の後続画像そ  
れぞれから前記対象人物像を検出し、前記対象人物像に基づいて前記乗員の重心位置を検  
出し、前記複数の後続画像から検出した前記重心位置に基づいて、閾値時間以上、前記重  
心位置が前記安定領域内にあるか否かを判定する重心位置判定ステップと、  
閾値時間以上、前記重心位置が前記安定領域内にあると判定された場合に、前記安定領  
域内の所定位置を起点位置として設定する起点位置設定ステップと、  
時系列において前記複数の後続画像に後続するフレーム画像である測定対象画像から前  
記対象人物像を検出し、前記対象人物像に基づいて前記乗員の重心位置を検出し、前記起  
点位置と、前記測定対象画像から検出した前記重心位置との間の距離に基づいて、前記対  
象人物像に対応する乗員の移動距離を演算する移動距離演算ステップと、  
を含むことを特徴とする車両乗員の移動距離測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書は、車両乗員の移動距離測定装置、移動距離測定プログラム、及び移動距離測  
定方法を開示する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

従来、車両内を撮像する撮像装置が取得した撮像画像（フレーム画像）に基づいて、当該車両の乗員の移動を検出する技術が提案されている。

## 【 0 0 0 3 】

例えば、特許文献 1 には、バス内に設けられた乗客移動検知システムであって、バス内を撮影するカメラから定期的に出力される撮像画像から人物（乗客）を検出することで、当該人物が移動しているか否かを判定し、当該人物移動している場合に、運転手に注意を促すための警報を出力する乗客移動検知システムが開示されている。また、特許文献 2 には、運転手の顔を撮像するカメラが出力する時系列のフレーム画像それぞれから当該運転手の顔の重心を求め、第 1 フレーム画像から求められた顔の重心位置と、第 1 フレーム画像に後続する第 2 フレーム画像から求められた顔の重心位置とに基づいて、重心位置の移動量を求める画像認識装置が開示されている。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 文献 】 特開 2 0 1 7 - 1 9 9 1 2 3 号 公 報

【 文献 】 特開 2 0 1 5 - 1 0 8 9 4 1 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

車室内を撮像する撮像装置が取得した時系列のフレーム画像群のそれぞれから、移動距離の対象となる乗員に対応する対象人物像を検出した上で、当該対象人物像に基づいて当該乗員の重心位置を検出し、当該フレーム画像群の 1 つである第 1 フレーム画像から検出された重心位置と、当該フレーム画像群において第 1 フレーム画像に後続する第 2 フレーム画像から検出された重心位置との間の距離に基づいて、当該対象人物像に対応する乗員の移動距離を演算することが考えられる。

20

## 【 0 0 0 6 】

車両内にいる乗員が移動したことを検知するために当該乗員の移動距離を演算する場合は、移動する前の乗員（移動していない乗員）を撮像した画像が、移動距離の演算の起点画像である第 1 フレーム画像となる。この場合、第 1 フレーム画像における対象人物像（当該乗員の像）の重心位置を移動距離演算の起点位置とすることができる。

30

## 【 0 0 0 7 】

ここで、車両内の乗員が、移動したとまでは言えないが、一時的に大きく姿勢を変化させる場合が考えられる。乗員が姿勢を大きく変化させると、第 1 フレーム画像における対象人物像の重心位置も大きく変化することになる。そして、一時的に大きく姿勢を変化させた乗員を撮像した画像を第 1 フレーム画像としてしまうと、移動距離演算の起点位置が大きく姿勢を変化させた乗員の重心位置となってしまう、当該起点位置が適切な位置にならない場合がある。このような不適切な起点位置に基づいて当該乗員の移動距離を演算すると、演算された移動距離が不正確となり得る。

## 【 0 0 0 8 】

本明細書で開示される車両乗員の移動距離測定装置の目的は、車室内を撮像した時系列のフレーム画像群のそれぞれから検出された対象人物像に対応する乗員の重心位置に基づいて当該乗員の移動距離を演算する際に、当該乗員が閾値時間以上安定した姿勢を保っていた場合における当該乗員の重心位置に基づく位置を移動距離演算の起点位置とすることにある。

40

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

本明細書で開示される車両乗員の移動距離測定装置は、撮影範囲を固定して車両の車室内を撮像する撮像装置が取得した時系列のフレーム画像群のそれぞれから、移動距離の演算対象となる乗員に対応する対象人物像を検出し、前記対象人物像に基づいて前記乗員の

50

重心位置を検出する重心位置検出部と、前記フレーム画像群のうちの1つのフレーム画像である仮基準画像から検出された前記重心位置を中心とした安定領域を設定する安定領域設定部と、時系列において前記仮基準画像に後続する複数のフレーム画像である後続画像から検出された前記重心位置に基づいて、閾値時間以上、前記重心位置が前記安定領域内にあると判定した場合に、前記安定領域内の所定位置を起点位置として設定する起点位置設定部と、前記起点位置と、時系列において前記複数の後続画像に後続するフレーム画像である測定対象画像から検出された前記重心位置との間の距離に基づいて、前記対象人物像に対応する乗員の移動距離を演算する移動距離演算部と、を備えることを特徴とする。

【0010】

かかる構成において、閾値時間以上、乗員の重心位置が安定領域内にあるということは、当該乗員が、仮基準画像の撮影時刻から閾値時間以上、大きな姿勢変化をせずに安定した姿勢を保っていたことを意味する。したがって、かかる構成によれば、当該乗員が閾値時間以上安定した姿勢を保っていた場合における当該乗員の重心位置に基づく位置を、当該乗員の移動距離演算の起点位置とすることができる。

10

【0011】

前記閾値時間内に前記重心位置が前記安定領域外に位置した場合、前記安定領域設定部は、前記重心位置が前記安定領域外となった前記後続画像を前記仮基準画像として、前記安定領域を再設定するとよい。

【0012】

かかる構成によれば、閾値時間内に重心位置が安定領域外に位置した場合、すなわち、仮基準画像の撮影時刻から閾値時間未満の間に当該乗員が大きな姿勢変化をした場合は、起点位置を設定せずに、再設定された安定領域に基づいて適切な起点位置の設定を試みることができる。

20

【0013】

前記重心位置検出部は、前記対象人物像の外接矩形の中心を前記重心位置とするとよい。

【0014】

かかる構成によれば、簡易的な処理により、対象人物像に対応する乗員の重心位置を検出することができる。

【0015】

前記車両は、自動運転可能な車両であり、前記移動距離測定装置は、前記移動距離演算部が演算した前記移動距離が閾値距離以上である場合、前記車両の自動運転による発進を不可とするための発進不可信号を出力する信号出力部と、をさらに備えるとよい。

30

【0016】

かかる構成によれば、乗員が移動している場合に、車両が自動運転により発進してしまうことを防止することができる。

【0017】

前記移動距離演算部が演算した前記移動距離が閾値距離以上である場合、前記車両の乗員に対する通知を出力する制御を行う通知制御部と、をさらに備えるとよい。

【0018】

かかる構成によれば、移動している乗員が居る場合に、当該乗員又は他の乗員に対して通知を出力することができる。

40

【0019】

また、本明細書で開示される車両乗員の移動距離測定プログラムは、コンピュータを、撮影範囲を固定して車両の車室内を撮像する撮像装置が取得した時系列のフレーム画像群のそれぞれから、移動距離の演算対象となる乗員に対応する対象人物像を検出し、前記対象人物像に基づいて前記乗員の重心位置を検出する重心位置検出部と、前記フレーム画像群のうちの1つのフレーム画像である仮基準画像から検出された前記重心位置を中心とした安定領域を設定する安定領域設定部と、時系列において前記仮基準画像に後続する複数のフレーム画像である後続画像から検出された前記重心位置に基づいて、閾値時間以上、前記重心位置が前記安定領域内にあると判定した場合に、前記安定領域内の所定位置を起

50

点位置として設定する起点位置設定部と、前記起点位置と、時系列において前記複数の後続画像に後続するフレーム画像である測定対象画像から検出された前記重心位置との間の距離に基づいて、前記対象人物像に対応する乗員の移動距離を演算する移動距離演算部と、として機能させることを特徴とする。

【0020】

また、本明細書で開示される車両乗員の移動距離測定方法は、撮影範囲を固定して車両の車室内を撮像する撮像装置が取得したフレーム画像である仮基準画像から、移動距離の演算対象となる乗員に対応する対象人物像を検出し、前記対象人物像に基づいて前記乗員の重心位置を検出し、当該重心位置を中心とした安定領域を設定する安定領域設定ステップと、時系列において前記仮基準画像に後続する複数のフレーム画像である複数の後続画像それぞれから前記対象人物像を検出し、前記対象人物像に基づいて前記乗員の重心位置を検出し、前記複数の後続画像から検出した前記重心位置に基づいて、閾値時間以上、前記重心位置が前記安定領域内にあるか否かを判定する重心位置判定ステップと、閾値時間以上、前記重心位置が前記安定領域内にあると判定された場合に、前記安定領域内の所定位置を起点位置として設定する起点位置設定ステップと、時系列において前記複数の後続画像に後続するフレーム画像である測定対象画像から前記対象人物像を検出し、前記対象人物像に基づいて前記乗員の重心位置を検出し、前記起点位置と、前記測定対象画像から検出した前記重心位置との間の距離に基づいて、前記対象人物像に対応する乗員の移動距離を演算する移動距離演算ステップと、を含むことを特徴とする。

10

【発明の効果】

20

【0021】

本明細書で開示される車両乗員の移動距離測定装置によれば、車室内を撮像した時系列のフレーム画像群のそれぞれから検出された対象人物像に対応する乗員の重心位置に基づいて当該乗員の移動距離を演算する際に、当該乗員が閾値時間以上安定した姿勢を保っていた場合における当該乗員の重心位置に基づく位置を移動距離演算の起点位置とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本実施形態に係る車両乗員の移動距離測定システムの構成概略図である。

【図2】本実施形態に係る車両乗員の移動距離測定装置の構成概略図である。

30

【図3】仮基準画像の例を示す図である。

【図4】後続画像の第1の例を示す図である。

【図5】後続画像の第2の例を示す図である。

【図6】測定対象画像の例を示す図である。

【図7】本実施形態に係る車両乗員の移動距離測定装置の処理の流れ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】

【0023】

図1は、本実施形態に係る車両乗員の移動距離測定システム10の構成概略図である。移動距離測定システム10は、車両Aの乗員の移動距離を測定するためのシステムである。本実施形態では、車両Aは、複数の乗客が乗り合うバスである。特に、車両Aは、自動運転が可能な車両となっている。自動運転とは、運転制御の大部分を車両Aに搭載された自動運転用コンピュータが行う運転である。車両Aのオペレータが車両Aに搭乗していてもよく、自動運転において、運転制御の一部を当該オペレータの手によって行うようにしてもよい。なお、本明細書において、乗員とは、車両Aの乗客及びオペレータの少なくとも一方を含む概念である。

40

【0024】

移動距離測定システム10は、撮像装置12、表示装置14、音声出力装置16、及び移動距離測定装置18を含んで構成される。

【0025】

50

撮像装置 1 2 は、例えばデジタルカメラで構成される。すなわち、撮像装置 1 2 は、レンズ、及び、レンズが受けた被写体からの光を電気信号に変換する C C D イメージセンサなどを含んで構成される。C C D イメージセンサは、2次元に配列された C C D 素子群から構成され、各 C C D 素子は、撮像装置 1 2 で取得されるフレーム画像の各画素に対応するものである。

【 0 0 2 6 】

撮像装置 1 2 は、車両 A の車室内に設けられ、撮影範囲を固定して車両 A の車室内を撮像し、時系列のフレーム画像群を取得する。本実施形態では、撮像装置 1 2 は車両 A の車室内の天井付近に設けられ、その撮影範囲は、車室内の略全体となっている。

【 0 0 2 7 】

本実施形態では、撮像装置 1 2 はビデオカメラであり動画を撮影するものである。例えば当該動画のフレームレートが 3 0 F P S (Frames Per Second) であれば、当該動画は、1秒間当たり 3 0 枚のフレーム画像で構成されるものとなる。なお、撮像装置 1 2 は、車両 A の車室内を撮像して時系列のフレーム画像群が取得できれば、必ずしもビデオカメラである必要はない。例えば、撮像装置 1 2 はスチルカメラであり、スチルカメラにより間欠的に取得された静止画像群をフレーム画像群として取得するようにしてもよい。撮像装置 1 2 により取得されたフレーム画像は、取得順(時系列順)に、順次、移動距離測定装置 1 8 に送信される。

【 0 0 2 8 】

表示装置 1 4 は、例えば、デジタルサイネージ又はインジケータなどから構成される。表示装置 1 4 は、車両 A の車室内に設けられる。詳しくは後述するが、表示装置 1 4 は、移動距離測定装置 1 8 からの指示に応じて、車両 A の乗員に対する通知を行うために用いられる。

【 0 0 2 9 】

音声出力装置 1 6 は、例えば、スピーカなどから構成される。音声出力装置 1 6 は、車両 A の車室内に設けられる。音声出力装置 1 6 は、表示装置 1 4 同様、移動距離測定装置 1 8 からの指示に応じて、車両 A の乗員に対する通知を行うために用いられる。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、移動距離測定装置 1 8 の構成概略図である。本実施形態では、移動距離測定装置 1 8 は、車両 A に搭載されている。

【 0 0 3 1 】

データ入出力インターフェース 3 0 は、例えば種々のコネクタなどを含んで構成される。データ入出力インターフェース 3 0 を介して、移動距離測定装置 1 8 は、撮像装置 1 2、表示装置 1 4、及び音声出力装置 1 6 などと、データの送受信が可能なように接続される。例えば、データ入出力インターフェース 3 0 は、撮像装置 1 2 から、順次フレーム画像を取得する。また、データ入出力インターフェース 3 0 は、表示装置 1 4 又は音声出力装置 1 6 に対する指示信号を送信する。

【 0 0 3 2 】

メモリ 3 2 は、例えば、e M M C (embedded Multi Media Card)、R O M (Read Only Memory) あるいは R A M (Random Access Memory) などを含んで構成される。メモリ 3 2 には、移動距離測定装置 1 8 の各部を動作させるための移動距離測定プログラムが記憶されている。なお、移動距離測定プログラムは、例えば、U S B (Universal Serial Bus) メモリ又は C D - R O M などのコンピュータ読み取り可能な非一時的な記憶媒体に格納することができる。移動距離測定装置 1 8 は、移動距離測定プログラムが記憶された記憶媒体を読み取ることで、移動距離測定プログラムを実行することができる。

【 0 0 3 3 】

また、図 2 に示す通り、メモリ 3 2 には、撮像装置 1 2 から受信した時系列のフレーム画像群 3 4 が記憶される。本明細書においては、各フレーム画像の利用目的に応じて、フレーム画像群 3 4 のうちの 1 つのフレーム画像を仮基準画像 3 4 a と呼び、仮基準画像 3 4 a に後続する複数のフレーム画像を後続画像 3 4 b と呼び、複数の後続画像 3 4 b にさ

10

20

30

40

50

らに後続するフレーム画像を測定対象画像 3 4 c と呼ぶ。

【 0 0 3 4 】

プロセッサ 3 6 は、例えば E C U ( Electronic Control Unit ) や C P U ( Central Processing Unit ) などを含んで構成される。プロセッサ 3 6 としては、1 つの処理装置によるものではなく、物理的に離れた位置に存在する複数の処理装置の協働により構成されるものであってもよい。プロセッサ 3 6 は、メモリ 3 2 又は記憶媒体に記憶された移動距離測定プログラムに従って、重心位置検出部 3 8、安定領域設定部 4 0、起点位置設定部 4 2、移動距離演算部 4 4、信号出力部 4 6、及び、通知制御部 4 8 としての機能を発揮する。

【 0 0 3 5 】

重心位置検出部 3 8 は、仮基準画像 3 4 a、複数の後続画像 3 4 b、及び測定対象画像 3 4 c を含むフレーム画像群 3 4 のそれぞれから、移動距離の演算対象となる乗員に対する対象人物像を検出する。各フレーム画像からの対象人物像の検出は、既知の方法を採用することができる。例えば、撮像装置 1 2 により、予め人物像が写っていない背景画像を取得しておき、重心位置検出部 3 8 は、各フレーム画像と背景画像との差分を取って差分像を得る。そして、当該差分像の大きさや形状などに基づいて、当該差分像を人物像と判定する。その上で、重心位置検出部 3 8 は、人物像から検出された特徴量の比較などによって、各フレームから検出された人物像に対応する乗員の同一性を識別する。これにより、各フレーム画像から同一の乗員に対応する対象人物像を検出することができる。

【 0 0 3 6 】

次いで、重心位置検出部 3 8 は、各フレーム画像において、検出した対象人物像に基づいて、当該対象人物像に対応する乗員の重心位置を検出する。ここでは、仮基準画像 3 4 a に対する処理を例として、対象人物像の重心位置の検出処理を説明する。図 3 は、仮基準画像 3 4 a の例を示す図である。上述の処理により、仮基準画像 3 4 a から対象人物像 P が検出されているとする。本実施形態では、重心位置検出部 3 8 は、まず、対象人物像 P の外接矩形 6 0 を設定する。そして、外接矩形 6 0 の中心（外接矩形 6 0 の対角線の交点）を対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 とする。すなわち、本実施形態では、重心位置検出部 3 8 は、フレーム画像上の点（座標）を対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 として検出する。以下、仮基準画像 3 4 a から検出された重心位置 6 2 を重心位置 6 2 a と呼ぶ。

【 0 0 3 7 】

なお、重心位置検出部 3 8 は、例えば対象人物像 P の形状に基づく方法などのその他の方法でも対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 を検出することが可能であるが、上記のような簡易的な方法で当該乗員の重心位置 6 2 を検出することで、重心位置 6 2 を検出するための演算量を低減することができる。特に、詳しくは後述するが、本実施形態では、撮像装置 1 2 から順次送られてくるフレーム画像から検出した対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 を順次検出し、これによりリアルタイムに当該乗員の移動を検出するため、重心位置 6 2 を簡易的な方法で検出することが好適である。

【 0 0 3 8 】

重心位置検出部 3 8 は、撮像装置 1 2 から順次フレーム画像が送られてくる度に、受信したフレーム画像から対象人物像 P 及び対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 を検出する処理を実行する。

【 0 0 3 9 】

安定領域設定部 4 0 は、仮基準画像 3 4 a から検出された重心位置 6 2 a を中心とした安定領域 6 4 を設定する。本実施形態では、図 3 に示すように、安定領域設定部 4 0 は、画像の座標上の領域であり、重心位置 6 2 a の座標を中心とした半径 r 画素分の円形領域を安定領域 6 4 として設定する。

【 0 0 4 0 】

後述のように、安定領域 6 4 は、対象人物像 P に対応する乗員が大きく姿勢を変化させたか否かを判定するための領域である。具体的には、仮基準画像 3 4 a に後続する後続画

10

20

30

40

50

像 3 4 b において、対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 が安定領域 6 4 の外に出た場合、当該乗員が大きく姿勢を変化させた、と判定される。したがって、安定領域 6 4 の大きさ（すなわち半径  $r$ ）は、対象人物像 P に対応する乗員の多少の姿勢変化は許容しつつ、当該乗員の移動距離の演算結果が不正確となる程度に当該乗員が大きく姿勢を変化させたことを検出可能なように、適宜、移動距離測定システム 1 0 の管理者などによって定められる。なお、対象人物像 P に対応する乗員が撮像装置 1 2 に近い程、仮基準画像 3 4 a において対象人物像 P が大きく映るため、安定領域設定部 4 0 は、仮基準画像 3 4 a における対象人物像 P の大きさに応じて半径  $r$  を設定する（具体的には対象人物像 P が大きい程半径  $r$  を大きく設定する）ようにしてもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

起点位置設定部 4 2 は、時系列において仮基準画像 3 4 a に後続する複数の後続画像 3 4 b から重心位置検出部 3 8 が検出した重心位置 6 2 に基づいて、移動距離測定システム 1 0 の管理者などによって予め定められた閾値時間以上、対象人物像 P の重心位置 6 2 が安定領域 6 4 内にあるか否かを判定する。図 4 は、後続画像 3 4 b の第 1 の例を示す図である。以後、後続画像 3 4 b から検出された重心位置 6 2 を重心位置 6 2 b と呼ぶ。

#### 【 0 0 4 2 】

本実施形態では、起点位置設定部 4 2 は、複数の後続画像 3 4 b について、時系列順に、重心位置 6 2 b の座標が安定領域 6 4 内の座標であるか否かを判定していく。そして、起点位置設定部 4 2 は、閾値時間内に取得された複数の後続画像 3 4 b（例えば撮像装置 1 2 が撮影した動画のフレームレートが 3 0 F P S であり、閾値時間が 1 秒である場合、3 0 枚の後続画像 3 4 b）から検出された重心位置 6 2 b が、全て、図 4 に示すように安定領域 6 4 内にあれば、閾値時間以上、対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 が安定領域 6 4 内にある、と判定する。これは、仮基準画像 3 4 a の撮影時刻から閾値時間の間、対象人物像 P に対応する乗員が、大きな姿勢変化をせずに安定した姿勢を保っていたことを意味する。

#### 【 0 0 4 3 】

起点位置設定部 4 2 は、閾値時間以上、対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 が安定領域 6 4 内にあると判定した場合、安定領域 6 4 内の所定位置を、当該乗員の移動距離の起点となる起点位置 6 6 として設定する。ここで、所定位置（すなわち起点位置 6 6）は、安定領域 6 4 内であればどこでもよい。例えば、本実施形態では、閾値時間内に取得された複数の後続画像 3 4 b のうち、時系列順で最後の後続画像 3 4 b から検出された重心位置 6 2 を起点位置 6 6 としている。また、例えば、複数の後続画像 3 4 b から検出された複数の重心位置 6 2 の中心位置、あるいは、安定領域 6 4 の中心位置（すなわち仮基準画像 3 4 a から検出された重心位置 6 2 a）起点位置 6 6 としてもよい。

#### 【 0 0 4 4 】

図 5 は、後続画像 3 4 b の第 2 の例を示す図である。図 5 に示すように、閾値時間内に取得された複数の後続画像 3 4 b のいずれかから検出された重心位置 6 2 b が安定領域 6 4 の外に出た場合、すなわち、閾値時間内に重心位置 6 2 b が安定領域 6 4 外に位置した場合、これは、対象人物像 P に対応する乗員が、閾値時間の間に大きく姿勢を変化させたことを意味する。したがって、この場合、起点位置設定部 4 2 は、当該安定領域 6 4 内には起点位置 6 6 を設定しない。

#### 【 0 0 4 5 】

この場合、安定領域設定部 4 0 は、重心位置 6 2 b が安定領域 6 4 外となった後続画像 3 4 b を仮基準画像 3 4 a に置き代えて、新たな仮基準画像 3 4 a において安定領域 6 4 を再設定する。その後、起点位置設定部 4 2 は、時系列において新たな仮基準画像 3 4 a に後続する複数の後続画像 3 4 b に対して上述の処理を繰り返す。

#### 【 0 0 4 6 】

移動距離演算部 4 4 は、起点位置設定部 4 2 が設定した起点位置 6 6 と、時系列において複数の後続画像 3 4 b に後続する測定対象画像 3 4 c から検出された重心位置 6 2 との間の距離に基づいて、対象人物像 P に対応する乗員の移動距離を演算する。図 6 は、測定

10

20

30

40

50

対象画像 3 4 c の例を示す図である。以後、測定対象画像 3 4 c から検出された重心位置 6 2 を重心位置 6 2 c と呼ぶ。

【 0 0 4 7 】

当然ながら、画像上の座標における起点位置 6 6 と重心位置 6 2 c との間の距離は、実空間における対象人物像 P に対応する乗員の移動距離とは異なる。したがって、移動距離演算部 4 4 は、撮像装置 1 2 から起点位置 6 6 までの距離、撮像装置 1 2 から重心位置 6 2 c までの距離、及び、撮像装置 1 2 の各 CCD 素子が受ける光（すなわちフレーム画像の各画素に対応する光）の入射方向と撮像装置 1 2 のレンズのカメラ光軸とが成す角度などに基づいて、画像上の座標における起点位置 6 6 と重心位置 6 2 c との間の距離に補正係数をかけることで、実空間上における、対象人物像 P に対応する乗員の移動距離を演算する。また、撮像装置 1 2 の撮影範囲内にある、移動しない固定物（例えば椅子や棒すりなど）上の複数の特定位置を予め定め、特定位置間の実空間における距離を予めメモリ 3 2 に記憶しておいた上で、移動距離演算部 4 4 は、当該特定位置間の距離も参考にして、実空間上における対象人物像 P に対応する乗員の移動距離を演算するようにしてもよい。

10

【 0 0 4 8 】

ここで、撮像装置 1 2 から起点位置 6 6 までの距離、撮像装置 1 2 から重心位置 6 2 c までの距離は、以下のような処理によって得ることができる。例えば、“<https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/rdc/rd/topics/19/1910-03.html>” に記載されているように、学習済みの距離計測用学習器に各フレーム画像を入力することで、フレーム画像の各画素（座標）について、撮像装置 1 2 から当該画素が示す被写体までの距離が示された距離画像を得ることができる。したがって、移動距離演算部 4 4 は、当該距離計測用学習器に後続画像 3 4 b（又は仮基準画像 3 4 a）を入力することで、撮像装置 1 2 から起点位置 6 6 までの距離を得ることができ、当該距離計測用学習器に測定対象画像 3 4 c を入力することで、撮像装置 1 2 から重心位置 6 2 c までの距離を得ることができる。

20

【 0 0 4 9 】

移動距離演算部 4 4 は、撮像装置 1 2 から測定対象画像 3 4 c を受信する度に、当該測定対象画像 3 4 c に基づいて、実空間上における対象人物像 P に対応する乗員の移動距離を演算する。そして、移動距離演算部 4 4 は、演算した対象人物像 P に対応する乗員の移動距離が、移動距離測定システム 1 0 の管理者などによって定められた閾値距離以上である場合、当該乗員が移動した、と判定する。なお、当該閾値距離は、乗員の単なる姿勢の変化により生じる重心位置 6 2 の移動距離よりも大きな値に設定される。

30

【 0 0 5 0 】

信号出力部 4 6 は、対象人物像 P に対応する乗員が移動したと移動距離演算部 4 4 が判定した場合、車両 A の自動運転による発進を不可とするための発進不可信号を自動運転用コンピュータに出力する。これにより、自動運転用コンピュータは、自動運転により車両 A を発進させることができなくなり、乗員が移動している場合に車両 A が自動運転により発進してしまうことが防止される。この後、自動運転用コンピュータは、例えば、車両 A に搭乗したオペレータの操作により発進不可状態が解除された後に、自動運転を再開することができる。

40

【 0 0 5 1 】

通知制御部 4 8 は、対象人物像 P に対応する乗員が移動したと移動距離演算部 4 4 が判定した場合、車両 A の乗員に対する通知を出力する制御を行う。

【 0 0 5 2 】

具体的には、通知制御部 4 8 は、表示装置 1 4 に通知表示を行わせるための通知指示信号を送信する。例えば表示装置 1 4 がデジタルサイネージである場合には、通知制御部 4 8 は、乗客に対する通知として、「移動しないでください」という文字列やイラストなどを含む画面をデジタルサイネージに表示させる。また、表示装置 1 4 がインジケータである場合には、通知制御部 4 8 は、インジケータを点灯あるいは点滅させて、オペレータに対して乗客が移動していることを通知する。

50

## 【 0 0 5 3 】

また、通知制御部 4 8 は、音声出力装置 1 6 に音声通知を行わせるための通知指示信号を送信する。例えば、通知制御部 4 8 は、乗客に対する通知として「移動しないでください」という音声を音声出力装置 1 6 に出力させる。また、通知制御部 4 8 は、オペレータに対する通知として、「乗客が移動しています」という音声を音声出力装置 1 6 に出力させてもよい。

## 【 0 0 5 4 】

本実施形態に係る移動距離測定システム 1 0 の概要は以上の通りである。以下、図 7 に示すフローチャートに従って、移動距離測定装置 1 8 の処理の流れを説明する。

## 【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 0 において、移動距離測定装置 1 8 は、撮像装置 1 2 から仮基準画像 3 4 a を受信する。そして、重心位置検出部 3 8 は、仮基準画像 3 4 a から、移動距離の演算対象となる乗員に対する対象人物像 P を検出し、検出した対象人物像 P に基づいて当該乗員の重心位置 6 2 a を検出する。

## 【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 2 において、安定領域設定部 4 0 は、ステップ S 1 0 で検出した重心位置 6 2 a を中心とした安定領域 6 4 を設定する。ステップ S 1 0 及びステップ S 1 2 が、安定領域設定ステップに相当する。

## 【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 4 において、移動距離測定装置 1 8 は、撮像装置 1 2 から後続画像 3 4 b を受信する。そして、重心位置検出部 3 8 は、当該後続画像 3 4 b から、対象人物像 P を検出し、対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 b を検出する。

## 【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 6 において、起点位置設定部 4 2 は、ステップ S 1 4 で検出した重心位置 6 2 b の座標が、ステップ S 1 2 で設定した安定領域 6 4 内にあるか否かを判定する。重心位置 6 2 b が安定領域 6 4 の外にある場合はステップ S 1 8 に進む。

## 【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 8 において、安定領域設定部 4 0 は、当該後続画像 3 4 b を仮基準画像 3 4 a に置き代える。その上で、再度のステップ S 1 2 にて、安定領域設定部 4 0 は、新たな仮基準画像 3 4 a において安定領域 6 4 を設定する。

## 【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 6 で重心位置 6 2 b が安定領域 6 4 内にある場合はステップ S 2 0 に進み、ステップ S 2 0 において、起点位置設定部 4 2 は、仮基準画像 3 4 a の取得時刻から閾値時間内に取得された全ての後続画像 3 4 b について、重心位置 6 2 b が安定領域 6 4 内にあるか否かを判定する処理を終えたか否かを判定する。閾値時間内に取得された後続画像 3 4 b についての当該処理が終わっていない場合は、ステップ S 1 4 に戻る。再度のステップ S 1 4 において、移動距離測定装置 1 8 は、撮像装置 1 2 から時系列において次の後続画像 3 4 b を受信し、重心位置検出部 3 8 は、当該後続画像 3 4 b から、対象人物像 P を検出し、対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 b を検出する。閾値時間内に取得された全ての後続画像 3 4 b についての当該処理が終わった場合は、ステップ S 2 2 に進む。ステップ S 1 4、S 1 6、及び S 2 0 が、重心位置判定ステップに相当する。

## 【 0 0 6 1 】

ステップ S 2 2 において、起点位置設定部 4 2 は、ステップ S 1 2 で設定された安定領域 6 4 内の所定位置を起点位置 6 6 として設定する。ステップ S 2 2 が、起点位置設定ステップに相当する。

## 【 0 0 6 2 】

ステップ S 2 4 において、移動距離測定装置 1 8 は、撮像装置 1 2 から測定対象画像 3 4 c を受信する。そして、重心位置検出部 3 8 は、当該測定対象画像 3 4 c から、対象人物像 P を検出し、対象人物像 P に対応する乗員の重心位置 6 2 c を検出する。

## 【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

ステップ S 2 6 において、移動距離演算部 4 4 は、起点位置 6 6 と重心位置 6 2 c との間の距離に基づいて、対象人物像 P に対応する乗員の実空間における移動距離を演算する。ステップ S 2 6 が、移動距離演算ステップに相当する。そして、移動距離演算部 4 4 が演算した乗員の移動距離が閾値距離以上であれば、信号出力部 4 6 は、車両 A の自動運転による発進を不可とするための発進不可信号を自動運転用コンピュータに出力する。また、移動距離演算部 4 4 が演算した乗員の移動距離が閾値距離以上であれば、通知制御部 4 8 は、車両 A の乗員に対する通知を表示装置 1 4 又は音声出力装置 1 6 から出力させる制御を行う。

【 0 0 6 4 】

以上、本発明に係る実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

10

【 0 0 6 5 】

例えば、本実施形態では、移動距離測定装置 1 8 が車両 A 内に設けられていたが、移動距離測定装置 1 8 は、例えば車両 A の外部に設置されたコンピュータ（例えばサーバコンピュータ）であってもよい。この場合、撮像装置 1 2 が取得したフレーム画像は、通信回線を介して順次移動距離測定装置 1 8 に送信され、移動距離測定装置 1 8 は、通信回線を介して受信したフレーム画像群に基づいて、上述の処理により、車両 A の乗員の移動距離を演算する。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 6 】

1 0 移動距離測定システム、1 2 撮像装置、1 4 表示装置、1 6 音声出力装置、1 8 移動距離測定装置、3 0 データ入出力インターフェース、3 2 メモリ、3 4 フレーム画像群、3 4 a 仮基準画像、3 4 b 後続画像、3 4 c 測定対象画像、3 6 プロセッサ、3 8 重心位置検出部、4 0 安定領域設定部、4 2 起点位置設定部、4 4 移動距離演算部、4 6 信号出力部、4 8 通知制御部。

20

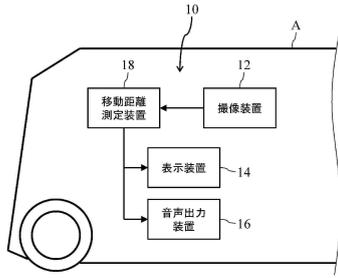
30

40

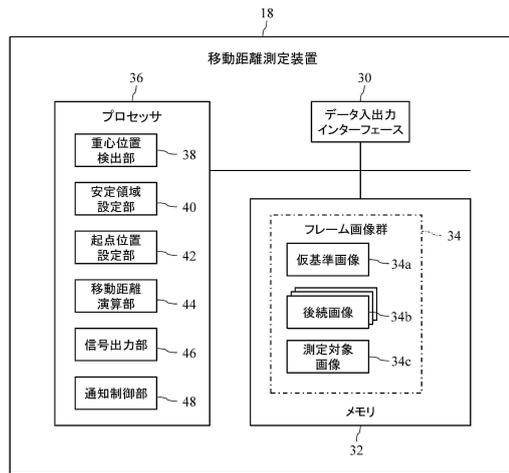
50

【図面】

【図 1】

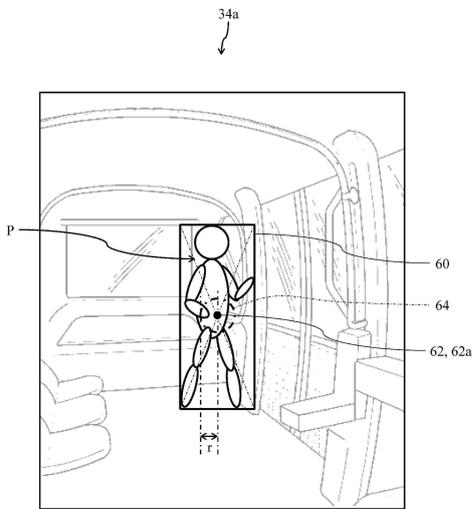


【図 2】

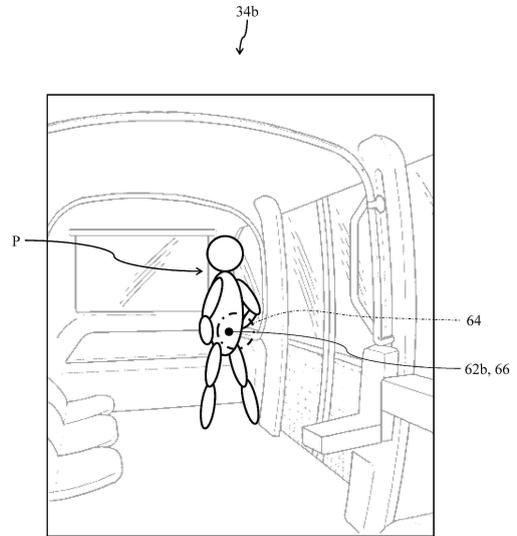


10

【図 3】



【図 4】



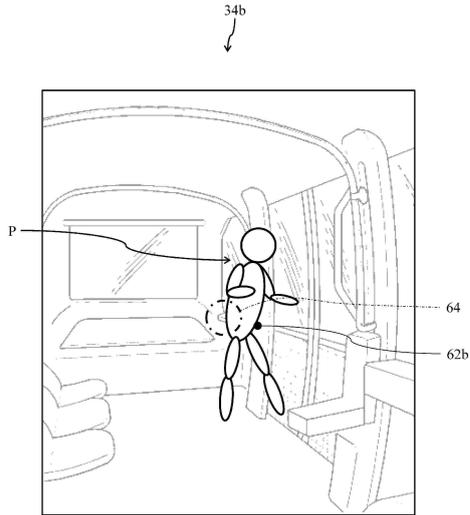
20

30

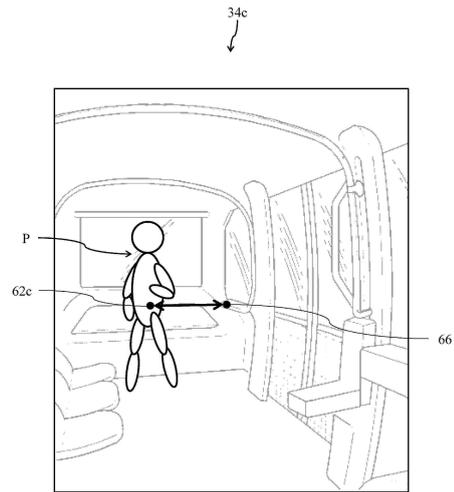
40

50

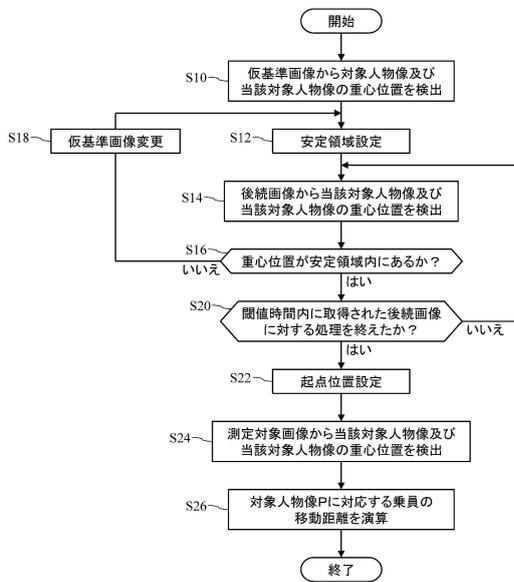
【図5】



【図6】



【図7】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I  
G 0 6 T 7/66

(56)参考文献

特開 2 0 1 3 - 0 8 4 1 0 8 ( J P , A )

特開 2 0 1 6 - 2 0 3 9 1 0 ( J P , A )

木野口 稜, 横山 想一郎, 山下 倫央, 川村 秀憲, 深層学習を用いた車内モニタリングによる状態認識, 電子情報通信学会技術研究報告, 日本, 電子情報通信学会, 2020年03月01日, Vol. 119, No. 469, AI2019-58 (2020-03), pp. 25-30

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 6 T 7 / 0 0 - 7 / 9 0

G 0 8 G 1 / 1 2 7

G 0 8 B 2 1 / 0 2