

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6607601号  
(P6607601)

(45) 発行日 令和1年11月20日(2019.11.20)

(24) 登録日 令和1年11月1日(2019.11.1)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>GO 1 B</b>	<b>11/24</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 B</b>	<b>11/24</b>	<b>K</b>
<b>GO 1 B</b>	<b>11/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 B</b>	<b>11/02</b>	<b>H</b>
<b>GO 8 B</b>	<b>21/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 8 B</b>	<b>21/02</b>	

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-205726 (P2015-205726)	(73) 特許権者	304020177 国立大学法人山口大学
(22) 出願日	平成27年10月19日(2015.10.19)		山口県山口市吉田1677-1
(65) 公開番号	特開2017-78597 (P2017-78597A)	(74) 代理人	110001601 特許業務法人英和特許事務所
(43) 公開日	平成29年4月27日(2017.4.27)	(72) 発明者	中島 翔太 山口県宇部市常盤台2-16-1 国立大 学法人山口大学工学部内
審査請求日	平成30年7月18日(2018.7.18)	(72) 発明者	田中 幹也 山口県宇部市常盤台2-16-1 国立大 学法人山口大学工学部内
		審査官	園田 正久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 転倒状態検知システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象者又は対象物が移動する床面を含む監視対象空間と対向する位置に設置されたラインセンサと、該ラインセンサの前記監視対象空間側に所定距離をおいて設置されスリット又は棒状レンズを有するスリット板とを備える一次元輝度分布検知装置を用いて、対象者又は対象物の転倒状態を検知する転倒状態検知システムであって、

前記ラインセンサの長手方向に延びる直線を含み前記監視対象空間側に延びるラインセンサ延長平面と前記スリット若しくは前記棒状レンズ及び前記ラインセンサ延長平面と前記床面は直交しており、

前記ラインセンサが有する複数の受光素子によって検知された光強度信号に基づいて、輝度分布の縦幅を演算する縦幅演算手段と、

前記輝度分布の縦幅間における輝度の平均値を演算する横幅演算手段と、

前記輝度分布の縦幅と前記輝度の平均値との比率を演算する比率演算手段と、

該比率の大きさに基づいて対象者又は対象物が転倒状態にあるか否かを判定する転倒状態判定手段を備える

ことを特徴とする転倒状態検知システム。

【請求項2】

前記光強度信号に基づいて、対象者若しくは対象物と前記床面との境界部領域のうち前記スリット板を延長したスリット板延長平面に最も近い近接境界部領域の光強度を検知した受光素子を判別する境界受光素子判別手段と、

10

20

前記近接境界部領域の光強度を検知した受光素子の位置に基づいて、前記近接境界部領域と前記スリット板延長平面との距離を演算する奥行き距離演算手段と、

該奥行き距離演算手段で演算した距離と前記輝度分布の縦幅に基づいて、前記対象者若しくは対象物の上下方向の大きさを演算する大きさ演算手段を備える

ことを特徴とする請求項 1 に記載の転倒状態検知システム。

【請求項 3】

前記奥行き距離演算手段で演算した距離と前記輝度の平均値に基づいて、前記対象者若しくは対象物の水平方向の幅を演算する幅演算手段を備える

ことを特徴とする請求項 2 に記載の転倒状態検知システム。

【請求項 4】

対象者又は対象物が移動する床面を含む監視対象空間に対向する位置に設置されたラインセンサと、該ラインセンサの前記監視対象空間側に所定距離をおいて設置されスリット又は棒状レンズを有するスリット板とを備える一次元輝度分布検知装置を用いて、対象者又は対象物の転倒状態を検知する転倒状態検知方法であって、

前記ラインセンサの長手方向に延びる直線を含み前記監視対象空間側に延びるラインセンサ延長平面と前記スリット若しくは前記棒状レンズを直交させるとともに、前記ラインセンサ延長平面と前記床面を直交させ、

前記ラインセンサが有する複数の受光素子によって検知された光強度信号に基づいて、輝度分布の縦幅を演算し、

該輝度分布の縦幅間における輝度の平均値を演算し、

前記輝度分布の縦幅と前記輝度の平均値との比率を演算し、

該比率の大きさに基づいて対象者又は対象物が転倒状態にあるか否かを判定する

ことを特徴とする転倒状態検知方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、二次元画像を用いずに監視対象空間内における監視対象となる人（以下「対象者」という。）やペット等（以下「対象物」という。）の有無、位置又は動作状態を把握することができる監視装置において、監視用の一次元輝度分布検知装置から対象者又は対象物（以下「対象者等」という。）が転倒状態にあるか否かを検知するための転倒状態検知システム及び方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

監視対象空間内における対象者等の有無、位置又は動作状態を把握するには、通常のカメラを用いた二次元画像が使用されているが、プライバシー保護の面から居宅などでの使用が制限されている。

そこで、特許文献 1（特許第 3816404 号公報）では、複数の距離センサを壁又は天井にマトリクス状に配置し、各距離センサの監視エリア内における人物の存在や存在する人物の位置情報に基づいて、人物の存在、姿勢、位置、移動状態を判断する監視システムが提案されている（特に段落 0074～0075 及び段落 0081 を参照）。

【0003】

また、本発明者らは、特許文献 2（特開 2015 - 163868 号公報）に開示されているとおり、対象者等の有無、位置又は動作状態の監視ができるラインセンサとロッドレンズ又はスリットを備えた輝度分布センサを提案し、対象者等が転倒状態にあるか否かについては、対象者等の重心位置の高さに基づく判定を試みた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 3816404 号公報

【特許文献 2】特開 2015 - 163868 号公報

10

20

30

40

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかし、特許文献1に記載されている監視システムは、人物の姿勢、位置、移動状態を判断するためには、複数の距離センサをマトリクス状に配置する必要があるため、装置自体のコスト及び装置の設置に要するコストが大きいという問題があった。

また、特許文献2に記載した輝度分布センサは小さい設置コストで、対象者等の有無、位置又は動作状態の監視ができるものの、監視対象空間内における対象者等の水平方向についての動きを監視することを主目的としており、重心位置の高さに基づく判定では対象者等が転倒状態にあるか否かを正確に検知できない場合のあることが分かった。

10

さらに、対象者等の大きさを把握することができなかつたため、センサの設置環境によっては、全く大きさの異なる荷物やペットを監視すべき対象者等として誤検知する可能性があった。

## 【0006】

この発明は、特許文献2記載の輝度分布センサ（一次元輝度分布検知装置）を用いて対象者等が転倒状態にあるか否かを正確に検知可能とする転倒状態検知システム及び方法を提供することを第一の課題としてなされたものである。

また、距離センサ等を追加することなく一次元輝度分布検知装置と対象者等との距離（以下「奥行き距離」という。）を検知し、対象者等の上下方向の大きさや左右方向の幅を演算可能とすることを第二の課題としてなされたものである。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

請求項1に係る発明は、対象者又は対象物が移動する床面を含む監視対象空間と対向する位置に設置されたラインセンサと、該ラインセンサの前記監視対象空間側に所定距離において設置されスリット又は棒状レンズを有するスリット板とを備える一次元輝度分布検知装置を用いて、対象者又は対象物の転倒状態を検知する転倒状態検知システムであって、前記ラインセンサの長手方向に延びる直線を含み前記監視対象空間側に延びるラインセンサ延長平面と前記スリット若しくは前記棒状レンズ及び前記ラインセンサ延長平面と前記床面は直交しており、前記ラインセンサが有する複数の受光素子によって検知された光強度信号に基づいて、輝度分布の縦幅を演算する縦幅演算手段と、前記輝度分布の縦幅間における輝度の平均値を演算する横幅演算手段と、前記輝度分布の縦幅と前記輝度の平均値との比率を演算する比率演算手段と、該比率の大きさに基づいて対象者又は対象物の転倒状態にあるか否かを判定する転倒状態判定手段を備えることを特徴とする。

30

## 【0008】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載の転倒状態検知システムにおいて、前記光強度信号に基づいて、対象者若しくは対象物と前記床面との境界部領域のうち前記スリット板を延長したスリット板延長平面に最も近い近接境界部領域の光強度を検知した受光素子を判別する境界受光素子判別手段と、前記近接境界部領域の光強度を検知した受光素子の位置に基づいて、前記近接境界部領域と前記スリット板延長平面との距離を演算する奥行き距離演算手段と、該奥行き距離演算手段で演算した距離と前記輝度分布の縦幅に基づいて、前記対象者若しくは対象物の上下方向の大きさを演算する大きさ演算手段を備えることを特徴とする。

40

## 【0009】

請求項3に係る発明は、請求項2に記載の転倒状態検知システムにおいて、前記奥行き距離演算手段で演算した距離と前記輝度の平均値に基づいて、前記対象者若しくは対象物の水平方向の幅を演算する幅演算手段を備えることを特徴とする。

## 【0010】

請求項4に係る発明は、対象者又は対象物が移動する床面を含む監視対象空間に対向する位置に設置されたラインセンサと、該ラインセンサの前記監視対象空間側に所定距離において設置されスリット又は棒状レンズを有するスリット板とを備える一次元輝度分布検

50

知装置を用いて、対象者又は対象物の転倒状態を検知する転倒状態検知方法であって、前記ラインセンサの長手方向に延びる直線を含み前記監視対象空間側に延びるラインセンサ延長平面と前記スリット若しくは前記棒状レンズを直交させるとともに、前記ラインセンサ延長平面と前記床面を直交させ、前記ラインセンサが有する複数の受光素子によって検知された光強度信号に基づいて、輝度分布の縦幅を演算し、該輝度分布の縦幅間における輝度の平均値を演算し、前記輝度分布の縦幅と前記輝度の平均値との比率を演算し、該比率の大きさに基づいて対象者又は対象物が転倒状態にあるか否かを判定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

請求項1に係る発明の転倒状態検知システム又は請求項4に係る発明の転倒状態検知方法によれば、対象者等が移動する床面を含む監視対象空間に対向する位置に設置されたラインセンサと、ラインセンサの監視対象空間側に所定距離をおいて設置されスリット又は棒状レンズを有するスリット板とを備える一次元輝度分布検知装置であって、ラインセンサの長手方向に延びる直線を含み監視対象空間側に延びるラインセンサ延長平面をスリット若しくは棒状レンズと直交させ、かつ、ラインセンサ延長平面と床面を直交させ、ラインセンサが有する複数の受光素子によって検知された光強度信号に基づいて、輝度分布の縦幅を演算し、該輝度分布の縦幅間における輝度の平均値を演算し、前記輝度分布の縦幅と前記輝度の平均値との比率を演算し、該比率の大きさに基づいて対象者等が転倒状態にあるか否かを判定するので、対象者等の転倒状態を正確に検知することができる。

【0012】

請求項2に係る発明の転倒状態検知システムによれば、請求項1に係る発明の効果に加え、対象者等の上下方向の大きさ（通常は高さ）も検知することができる。

そのため、距離センサ等を追加することなく一次元輝度分布検知装置1台だけで、高さや大きさの異なる荷物やペットを監視すべき対象者若しくは対象物として誤検知してしまうことが防止可能となる。

【0013】

請求項3に係る発明の転倒状態検知システムによれば、請求項2に係る発明の効果に加え、対象者等の水平方向の幅も検知することができる。

そのため、対象者等の形状の概略（例えば、太っているか痩せているか）も判断可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】ラインセンサ1とスリット2と監視対象空間3からラインセンサ1に入射する光の関係を示す図。

【図2】実施例1の一次元輝度分布検知装置及び監視対象空間3の垂直断面図。

【図3】ラインセンサ1の各受光素子で発生する電荷量に対応するADU値のグラフ。

【図4】一次元輝度分布検知装置の前方1m、2m、3m、4m、5mの各地点に人を立たせた時のADU値のグラフ及び測定値を示す図。

【図5】実施例1における転倒検知手法を示す図（対象者等が近い場合）。

【図6】実施例1における転倒検知手法を示す図（対象者等が遠い場合）。

【図7】実施例1に係る転倒状態検知システムの全体構成を示す図。

【図8】実施例2の一次元輝度分布検知装置及び監視対象空間3の垂直断面図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の実施形態を説明する前に、スリットを用いた一次元輝度分布検知装置によって三次元的な広がりのある空間における対象者等の有無や位置を監視する原理及びその装置構成について説明する。

【0016】

図1は、スリットを用いた一次元輝度分布検知装置のラインセンサ1とスリット板2と

10

20

30

40

50

監視対象空間 3 からラインセンサ 1 に入射する光の関係を示す図である。

ラインセンサ 1 は、長さ 28.5 mm で長手方向に 2068 個の受光素子が並んでおり、ほぼ鉛直に設置される。

スリット板 2 は、幅 40 mm、高さ 25 mm、厚さ 1 mm の平板であり、その中央に水平に長さ 11 mm、幅 1 mm の細長い孔（スリット）が形成され、ラインセンサ 1 の長手方向に延びる直線 4 を含み監視対象空間 3 に向かって延びる延長平面 5 と垂直に交差している。すなわち、スリットは水平方向に配置されている。

また、延長平面 5 とスリット板 2 はスリットの中央で交差している。

【0017】

そして、図 1 に示すように監視対象空間 3 の背面が平面の壁 6 であると仮定した場合、ラインセンサ 1 で輝度を計測できる監視対象空間 3 は、ラインセンサ 1 の上端とスリットの右端を通る直線が壁 6 と交差する点 R1、ラインセンサ 1 の上端とスリットの左端を通る直線が壁 6 と交差する点 L1、ラインセンサ 1 の下端とスリットの右端を通る直線が壁 6 と交差する点 R3、ラインセンサ 1 の下端とスリットの左端を通る直線が壁 6 と交差する点 L3、スリットの右端及びスリットの左端の 6 点で囲まれる空間となる。

10

【0018】

図 2 は、ラインセンサ 1 とスリット板 2 と監視対象空間 3 の垂直断面図であり、監視対象空間 3 は対象者等が移動する水平な床面 7 の全部又は一部を含んでいる。

監視対象空間 3 の壁 6 の高さ Y は、図 2 に示すようにラインセンサ 1 の長さの半分を y、ラインセンサ 1 とスリット板 2 の距離を d、スリット板 2 と壁 6 の距離を D とし、床面 7 の存在とスリット板 2 の厚さを無視した場合、次の式で表される。

20

$$Y = 2y \times D / d$$

同様に監視対象空間 3 の壁 6 の幅 X は、スリットの長さを x とした場合、次の式で表される。

$$X = x \times D / d$$

なお、図 2 は分かり易くするためにラインセンサ 1 及びスリット板 2 を大きく描いてあるが、実際には D 及び Y は d 及び y に比べてはるかに大きい。

【0019】

監視対象空間 3 に対象者等がない場合に、ラインセンサ 1 の上端にある受光素子 S1 に入射する光強度は、図 1 に示すように、R1 から C1 を通って L1 に至る線上の壁で反射される光の強度の和となり、ラインセンサ 1 の中央にある受光素子 S2 に入射する光強度は、同じく図 1 の R2 から C2 を通って L2 に至る線上の壁で反射される光の強度の和となり、ラインセンサ 1 の下端にある受光素子 S3 に入射する光強度は、同じく図 1 の R3 から C3 を通って L3 に至る線上の壁で反射される光の強度の和となる。

30

なお、実際には図 2 に示すように、監視対象空間は対象者等が移動する床面 7 を含んでおり、図 2 には示していないが監視対象空間に天井面が含まれる場合もあるので、壁 6 及び床面 7、場合によってはこれらに加え天井面で反射される光の強度の和となる。

【0020】

図 3 はラインセンサ 1 の各受光素子で発生する電荷量に対応する ADU 値のグラフである。縦軸は受光素子が上側から何番目かを示し、横軸は ADU 値を示している。

40

すなわち、グラフの下側が上側の受光素子で発生する電荷量に対応する ADU 値を示すが、上側の受光素子は監視対象空間 3 の下側からの光を受光するので、グラフの上下と監視対象空間 3 の写真の上下はほぼ一致することとなる。

【0021】

図 3 のグラフにおいて、実線は照度が 286 ルクスの下で監視対象空間が右側の写真に示す監視対象空間から得られた ADU 値のグラフであり、監視対象空間に対象者等が存在していない背景 ADU 値を示している。

また、点線は監視対象空間全体が一様かつ反射される光の強度が最大の場合に得られる ADU 値のグラフである。

このグラフから分かるように、ラインセンサ 1 の上端及び下端付近ではスリットによ

50

て入射光量が減少しADU値が下がるので、図中の矢印に示す範囲内の受光素子を有効画素とし、観測には有効画素におけるADU値だけを用いる。

【0022】

以下、実施例によって本発明の実施形態を説明する。

【実施例1】

【0023】

実施例1は、図2のように一次元輝度分布検知装置のラインセンサ1及びスリット板2を床面7に対して垂直に配置し、スリット中心を床面7から高さHの箇所にセットして対象者等の奥行き距離を演算するようにした転倒状態検知システムである。

高さHは通常、対象者等の高さの2分の1からほぼ同じ高さ程度までの間で選択する。(実施例1では対象者等の高さの2分の1としている。)

まず、図2を用いて奥行き距離を演算する原理を説明する。

なお、このシステムは対象者等が床面7に接触した状態で移動することを前提としているので、対象者等と床面7との境界部領域(床面7に接触している箇所)のうち最もスリット板延長平面に近い近接境界部領域とスリット板延長平面との距離を、対象者等の奥行き距離Eとみなしている。

【0024】

図2において、対象者等が監視対象空間3の床面7に立っており、地点8が対象者等の下端(例えば、靴底や足裏)と床面7が接触している箇所のうち最もスリット板延長平面に近い近接境界部領域であると仮定する。

そして、地点8に対応する受光素子がラインセンサ1の上端から距離aだけ下側であり、地点8に対応する受光素子とスリット中心とラインセンサ1の上端がなす角度が $\theta$ であったとすると、地点8とスリット板延長平面との距離である対象者等の奥行き距離Eは次の式(1)又は式(2)により演算することができる。

$$E = H \times d / (y - a) \cdots (1)$$

$$E = H / \tan(\theta) \cdots (2)$$

ただし、Hは床面7からスリット中心までの高さ、 $\theta$ は一次元輝度分布検知装置の視野角の半分であり、 $\tan \theta = y / d$ という関係がある。

ここで、d、y及び $\theta$ は一次元輝度分布検知装置の仕様で決まり、Hは一次元輝度分布検知装置を設置する高さにより確定するので、距離a又は角度 $\theta$ を特定できれば対象者等の奥行き距離Eは簡単に演算することができる。

【0025】

図4は、床面7上で一次元輝度分布検知装置の前方1m、2m、3m、4m、5mの各地点に人を立たせた時のADU値のグラフ及びADU値のグラフにおいて有効画素の下端から有意なADU値が出力される画素(初値画素)までの距離(図2における距離aに相当)を用いて人とスリット板延長平面との距離(図2における奥行き距離Eに相当)を演算した結果(測定値)を示している。

なお、グラフはそれぞれの状態で得られたADU値(実測ADU値)から人等がない状態で得られたADU値(背景ADU値)を引いた値を示している。

そのため、図4の写真に水平線を引いて線上に人が全く引っかけられない箇所においては、実測ADU値と背景ADU値が等しくなるためグラフ値はほぼ0となり、水平線上に人が引かかる箇所においては、通常実測ADU値が背景ADU値より小さくなるためグラフ値はマイナスの値となる。

すなわち、図4のグラフの下側から初めて0でない有意な値が得られた画素(初値画素)は人が立っている床面のうち最も近い点(図2の地点8)に対応するので、初値画素を特定できれば図2におけるa又は $\theta$ を決定できることになる。

【0026】

図4に示された実験結果及び各写真から分かるように、人の立っている箇所が近すぎると足元の床面7が監視対象空間3の範囲からはずれて測定不能となっている(1mにおける測定結果)。

10

20

30

40

50

しかし、一次元輝度分布検知装置から 2 m 以上離れている場合には、若干の測定誤差は出るものの対象者等の大きさを判別するには十分な測定値が得られることが分かる。

また、この実験においては一次元輝度分布検知装置の前方 1 . 2 m が測定可能な最短距離であることも分かる。

さらに、図 4 のグラフの下側から最後に 0 でない有意な値が得られた画素（終値画素）は対象者等の上端に対応しており、初値画素と終値画素から輝度分布の縦幅  $T$  を求め、輝度分布の縦幅  $T$  の間における輝度の平均値  $W$  を求めることができるが、それぞれの地点に人を立たせた時における輝度分布の縦幅  $T$  と輝度の平均値  $W$  との比率  $T / W$  は、いずれの地点においてもほぼ同じになることが分かった（図 4 の場合、約 1 . 3）。

【 0 0 2 7 】

10

図 5 及び図 6 は、それぞれ一次元輝度分布検知装置に近い地点及び遠い地点に対象者等を模擬した物体を立てた場合（「直立」と表記）、後ろ方向に倒した場合（「転倒（後方）」と表記）及び横方向に倒した場合（「転倒（横）」と表記）について、輝度分布の縦幅  $T$ 、輝度の平均値  $W$  及びそれらの比率  $T / W$  を演算した結果を示している。

【 0 0 2 8 】

これらの図から、対象者等が直立している場合には  $T / W$  が大きい値（0 . 8 9 程度）となり、対象者等が後方に倒れている場合には  $T / W$  が中程度の値（0 . 3 5 程度）となり、対象者等が横方向に倒れている場合には  $T / W$  が小さい値（0 . 0 8 程度）となること、及び対象者等の姿勢が同じであれば対象者等が一次元輝度分布検知装置から近くても遠くても、 $T / W$  の値はほぼ変化しないことが分かる。

20

すなわち、輝度分布の縦幅  $T$  と輝度の平均値  $W$  との比率  $T / W$  から、対象者等の姿勢（直立しているか、後方に倒れているか、横方向に倒れているか）を判定することができる。

【 0 0 2 9 】

図 7 は、実施例 1 に係る転倒状態検知システムの全体構成を示す図である。

実施例 1 に係る転倒状態検知システムは、監視対象空間 3 からの光を絞り込むスリットを有するスリット板 2 と、スリットを通過した光の強度を検出するラインセンサ 1 と、ラインセンサ 1 の各受光素子における受光量に応じた光強度信号に基づいて監視対象空間 3 内における対象者等の有無及び位置を判別する位置判別手段と、同光強度信号に基づいて輝度分布の縦幅を演算する縦幅演算手段と、同光強度信号に基づいて輝度分布の縦幅間における輝度の平均値を演算する横幅演算手段と、同光強度信号に基づいて対象者等と床面 7 との境界部領域のうち最もスリット板延長平面に近い近接境界部領域の光強度を検知した受光素子を判別する境界受光素子判別手段と、輝度分布の縦幅と輝度の平均値との比率を演算する比率演算手段と、演算した輝度分布の縦幅と輝度の平均値との比率の大きさに基づいて対象者等が転倒状態にあるか否かを判定する転倒状態判定手段と、近接境界部領域の光強度を検知した受光素子の位置に基づいて対象者等の奥行き距離を演算する奥行き距離演算手段と、演算した輝度分布の縦幅と奥行き距離に基づいて対象者等の上下方向における大きさ（以下単に「対象者等の大きさ」という。）を演算する大きさ演算手段と、演算した輝度の平均値と奥行き距離に基づいて対象者等の水平方向における幅（以下単に「対象者等の幅」という。）を演算する幅演算手段と、位置判別手段、境界受光素子判別手段、比率演算手段、転倒状態判定手段、奥行き距離演算手段、大きさ演算手段及び幅演算手段の判別結果や演算結果に基づく報知情報を作成する報知情報作成手段と、報知情報に基づいて画像情報を送信する表示制御手段 1 3 を備えている。

30

40

そして、位置判別手段、境界受光素子判別手段、比率演算手段、転倒状態判定手段、奥行き距離演算手段、大きさ演算手段、幅演算手段、報知情報作成手段及び表示制御手段 1 3 を合わせて判別演算手段 1 0 という。

【 0 0 3 0 】

輝度分布の縦幅と輝度の平均値との比率の大きさに基づく対象者等が転倒状態にあるか否かの判定は、図 5 及び 6 に示した輝度分布の縦幅  $T$  と輝度の平均値  $W$  との比率  $T / W$  と対象者等の姿勢（直立しているか、後方に倒れているか、横方向に倒れているか）との関

50

係を利用する。

すなわち、 $T/W = 0.5$ であれば対象者等は転倒状態にない（立っているか椅子等に座っている）と判定し、 $T/W < 0.5$ であれば対象者等は転倒状態にある（倒れているか横になっている）と判定する。

【0031】

輝度分布の縦幅 $T$ と奥行き距離 $E$ に基づく対象者等の大きさの演算は、輝度分布の縦幅 $T$ が対象者等の下端から上端までの長さに対応していることを利用する。

すなわち、輝度分布の縦幅 $T$ は図2におけるラインセンサ1の上端から初値画素までの距離 $a$ 、ラインセンサ1の下端から終値画素までの距離 $b$ を用いると $T = 2y - a - b$ となるので、対象者等の下端から上端までの長さ（対象者等の大きさ） $F$ は次の式（3）により演算することができる。

$$F = (2y - a - b) \times E / d \dots (3)$$

ただし、対象者等の上端が監視対象空間3の外にはみだしてしまうと $b = 0$ になってしまい、対象者等の正確な大きさを演算することができなくなる。

そのため、対象者等の下端が監視対象空間3内でスリット板延長平面に最も近づいた状態（図2の点9にきた状態）において、対象者等の上端が監視対象空間3の外にはみださないようにするため、スリットの高さ $H$ を対象者等の高さの2分の1以上とするのが望ましい。

【0032】

輝度の平均値 $W$ と奥行き距離 $E$ に基づく対象者等の幅の演算は、図4のグラフと写真から分かるように、対象者等の水平方向における幅が小さいほど光強度信号の大きさが小さく、幅が大きいほど光強度信号の大きさが大きくなることを利用する。

輝度の平均値 $W$ は対象者等の着用している服の色等によっても変化するが、標準的な服を着ている対象者等について輝度の平均値 $W$ 、奥行き距離 $E$ 及び対象者等の幅との関係を事前に把握しておけば、観測時に得られた輝度の平均値 $W$ と奥行き距離 $E$ に基づいて、標準的な色の服を着ている対象者等と仮定した場合の、その対象者の横幅を推定することが可能である。

なお、図4の1mのグラフにおいて上端の近くに異常に大きいADU値が現れているが、この現象は背景となっている照明装置を人が隠したために発生している。

したがって、このような異常値の出現を抑えるためには、背景内に照明装置等の発光体が入らないようにするか、背景内の発光体が見えなくなるように一次元輝度分布検知装置の向きや設置高さを工夫すると良い。

例えば、図2の場合には対象者等の下端が監視対象空間3内でスリット板延長平面に最も近づいた状態（図2の点9にきた状態）において、対象者等の上端がスリットとスリット板2からもっとも遠い照明装置とを結ぶ線より上に来ないように、スリットの高さ $H$ を調整すると良い。

【0033】

判別演算手段10の具体的な構成は、各受光素子から受信した光強度信号を受光素子毎の時系列データとして記憶する記憶手段12、記憶手段12に記憶された対象者等が存在していない時における受光素子毎の光強度信号値（背景輝度信号値）と一時点における受光素子毎の光強度信号値に基づいて対象者等の有無、位置及び近接境界部領域の判別を行い、近接境界部領域に対応する受光素子の位置と終値画素に対応する受光素子の位置に基づいて輝度分布の縦幅を演算し、輝度分布の縦幅間における輝度の平均値を演算し、輝度分布の縦幅と輝度の平均値との比率を演算し、近接境界部領域に対応する受光素子の位置に基づいて対象者等の奥行き距離を演算し、輝度分布の縦幅及び奥行き距離に基づいて対象者等の大きさを演算し、輝度の平均値及び奥行き距離に基づいて対象者等の幅を演算し、演算した輝度分布の縦幅と輝度の平均値との比率の大きさから対象者等が転倒状態にあるか否かを判別し、それらの判別結果や演算結果に基づく報知情報を作成するCPU11、並びにCPU11からの報知情報に基づいて画像情報を表示手段14に送信する表示制御手段13からなっている。

10

20

30

40

50



そして、判別演算手段 10 は一次元輝度分布検知装置（ラインセンサ 1）とともに設けても良いし、各受光素子から光強度信号を受信できさえすれば、一次元輝度分布検知装置から離れた位置に設けても良い。

【0034】

表示手段 14 は、表示制御手段 13 からの画像情報を受信して、対象者等の有無、位置、奥行き距離、大きさ及び幅並びに対象者等が転倒状態にあるか否かについての情報を表示するものである。

そして、表示手段 14 は判別演算手段 10 とともに設けても良いし、表示制御手段 13 から画像情報を受信できさえすれば、判別演算手段 10 から離れた位置に設けても良い。

表示装置 14 には、対象者等の有無、位置、奥行き距離、大きさ及び幅並びに対象者等が転倒状態にあるか否かのうち、少なくとも一つを表示するが、その表示態様としては、(1)文字や記号による表示、(2)監視対象空間を示すエリア表示を行うとともに、そのエリア表示内に対象者等の有無、位置、奥行き距離、大きさ及び幅並びに対象者等が転倒状態にあるか否かに応じた画像の表示を行うビジュアル表示、(3)光強度信号をグラフ化した表示等がある。

そして、これらの表示態様の中から利用者のニーズに合わせて1つ又は複数の表示を適宜選択して表示させれば良い。

【0035】

また、判別演算手段 10 は記憶手段 12 を有しているので、判別測定装置 10 に対する指示入力手段を追加することにより、過去の指定した時間における対象者等の有無、位置、奥行き距離、大きさ及び幅並びに対象者等が転倒状態にあるか否かについての情報を表示手段 14 に表示させることもできる。

さらに、指定した時間から所定時間ずつ前又は後の時間における対象者等の有無、位置、奥行き距離、大きさ及び幅並びに対象者等が転倒状態にあるか否かを、連続的に表示させることによって、対象者等の動作状態を追跡することができる。

そうした場合、所定時間を長くすれば、長時間にわたる対象者等の動作状態の追跡を短時間で行うことができ、逆に所定時間を短くすれば、特に注視したい時間における対象者等の動作状態の詳細な追跡を行うことができる。

【実施例 2】

【0036】

実施例 2 は、図 8 のように一次元輝度分布検知装置のラインセンサ 1 及びスリット板 2 を監視対象空間 3 側に傾け、スリット板 2 と床面 7 とのなす角度が約 60° となるように配置するとともにスリット中心が対象者等の高さ程度となる箇所にセットして、対象者等の奥行き距離を演算するようにした転倒状態検知システムである。

なお、スリット板 2 と床面 7 とのなす角度は 60° に限られず、スリット中心の高さも対象者等の高さ程度に限られないので、図 8 においては奥行き距離を演算する原理を説明するにあたり、スリット板 2 と床面 7 との交差角度を（ただし、 $0 < \theta < 90^\circ$ ）、スリット中心からスリット板 2 を延長したスリット板延長平面と床面 7 との交差線までの距離を  $L$  としてあり、対象者等の奥行き距離  $E$  は、実施例 1 と同様に近接境界部領域とスリット板延長平面との距離としてある。

【0037】

図 8 において、対象者等が監視対象空間 3 の床面 7 の地点 8 に立っており、地点 8 に対応する受光素子がラインセンサ 1 の上端から  $a$  だけ下側であり、また地点 8 に対応する受光素子とスリット中心と有効画素上端のなす角度が  $\theta$  であったとすると、次の関係が成り立つ。

$$E : d = L : ( d / \tan \theta + y - a )$$

$$E : d = L : \{ d / \tan \theta + d \times \tan \theta \}$$

したがって、対象者等の奥行き距離  $E$  は次の式 (4) 又は式 (5) により演算することができる。

$$E = d \times L \times \tan \theta / \{ d + ( y - a ) \times \tan \theta \} \cdots (4)$$

10

20

30

40

50

$$E = L \times \tan \theta / \{ 1 + \tan(\theta - \alpha) \times \tan \alpha \} \cdots (5)$$

そして、 $d$ 、 $y$  及び  $\theta$  は一次元輝度分布検知装置の仕様で決まり、 $L$  及び  $\alpha$  は一次元輝度分布検知装置を設置する高さと同様に傾きにより確定するので、 $a$  又は  $\theta$  を特定できれば  $E$  は簡単に演算することができる。

#### 【0038】

以上のように、実施例 2 は一次元輝度分布検知装置の配置と対象者等の奥行き距離を演算する式が異なる以外は実施例 1 と同じなので、転倒状態検知システムの全体構成や判別演算手段 10 の具体的な構成及びそれらについての詳しい説明は省略するが、図 8 から分かるように、床面 7 の監視対象空間 3 内におけるスリット板 2 に最も近い点（図 8 の点 9）を図 2 より近づけることができるので、奥行き距離の測定範囲を広げることができる。

また、監視対象空間 3 の上面の傾きが緩くなるため、天井部分に設置された照明装置を監視対象空間 3 内に入りにくくすることができる。

例えば、監視対象空間 3 のスリット板 2 から最も遠い部分が天井に設置されている最も遠い照明装置より先になるようにしておけば、背景内に天井の照明装置が入ってしまうことはなくなる。

#### 【0039】

実施例 1 及び 2 の転倒状態検知システムに関する変形例を列記する。

(1) 実施例 1 及び 2 においては、スリットを用いているが、スリットに代えて棒状レンズ（ロッドレンズ又はシリンドリカルレンズ）を用いても良く、スリット板 2 のスリット部分に棒状レンズを挿入又は装着できるようにしても良い。

(2) 実施例 1 及び 2 の判別演算手段 10 は、受信した光強度信号を受光素子毎の時系列データとして記憶する記憶手段 12 を備え、対象者等の動作状態を追跡することができるようになっているが、現時点における対象者等の有無、位置、奥行き距離、大きさ及び幅並びに対象者等が転倒状態にあるか否かのうちのいずれかを判別又は演算するだけで良ければ、記憶手段 12 や動作状態の判別機能は不要である。

その場合、背景輝度信号値は事前に測定して得られたデータを CPU 11 に記憶して用いることとなる。

また、判別演算手段 10 に記憶手段 12 や動作状態の追跡機能を設けなくても、判別演算手段 10 から対象者等の有無、位置、奥行き距離、大きさ及び幅並びに対象者等が転倒状態にあるか否かについての情報又は各受光素子の光強度信号を所定周期で別の解析装置に送信し、それらの情報を受信した解析装置によって、時系列に情報を蓄積し解析して対象者等の有無、位置、奥行き距離、大きさ及び幅並びに対象者等が転倒状態にあるか否かを判別又は演算することも可能である。

#### 【0040】

(3) 実施例 1 及び 2 の判別演算手段 10 は、対象者等の有無、位置、奥行き距離、大きさ及び幅並びに対象者等が転倒状態にあるか否かを判別又は演算できるようになっているが、対象者等が転倒状態にあるか否かを判別するだけのものとしても良い。

そうした場合、実施例 1 及び 2 の判別演算手段 10 は、ラインセンサ 1 の各受光素子における受光量に応じた光強度信号に基づいて、輝度分布の縦幅を演算する縦幅演算手段と、輝度分布の縦幅間における輝度の平均値を演算する横幅演算手段と、輝度分布の縦幅と輝度の平均値との比率を演算する比率演算手段と、その比率の大きさから対象者等が転倒状態にあるか否かを判別する転倒状態判別手段とを備えていれば良い。

(4) 実施例 1 及び 2 の判別演算手段 10 は、 $T/W = 0.5$  であれば対象者等は転倒状態にない（立っているか椅子等に座っている）と判定し、 $T/W < 0.5$  であれば対象者等は転倒状態にある（倒れているか横になっている）と判定したが、特に同じ対象者等を継続的に観察する場合、各状態の  $T/W$  の値を予め計測又は予測しておくことにより対象者等が転倒状態にあるかないかだけでなく、立っている、椅子等に座っているかがわっている、前方又は後方に倒れているか横になっている、横方向に倒れているか横になっているのうち、いずれの状態であるかを細かく判定することも可能である。

例えば、図 5、6 に示した例では、 $T/W = 0.8$  であれば立っている、 $0.8 > T/W$

10

20

30

40

50

W 0.5であれば座っているかかがんでいる、 $0.5 > T / W$  0.2であれば前方又は後方に倒れているか横になっている、 $T / W < 0.2$ であれば横方向に倒れているか横になっていると判定できる。

【0041】

(5) 実施例1及び2においては、対象者等の有無、位置、動作状態、奥行き距離、大きさ及び幅並びに対象者等が転倒状態にあるか否かを表示手段14で報知しているが、表示手段14に代えて又は追加してスピーカを設け、画像による報知に代え又は追加して音による報知を行うようにしても良い。

(6) 実施例1及び2においては、監視対象空間3の輝度を計測するラインセンサ1を用いたが、RGB値を計測する一次元カラーセンサを用いても良い。

10

そうした場合、ADU値(adu)は取得したRGB値をそれぞれR、G、Bとすると、次の式(6)により求めることができる。

$$adu = 0.30R + 0.59G + 0.11B \dots \dots (6)$$

また、対象者等が近い位置にあるときに取得したRGB値に基づいて対象者等が着用している服の色を判別して、対象者等が誰か又はユニフォームを着ているか否かを判定することも可能である。

さらに、対象者等が立っている場合には、下側の一次元カラーセンサで取得したRGB値に基づいて上半身の服の色を判別し、上側の一次元カラーセンサで取得したRGB値に基づいて下半身の服の色を判別できるので、対象者等の判定精度を高めることができる。

【符号の説明】

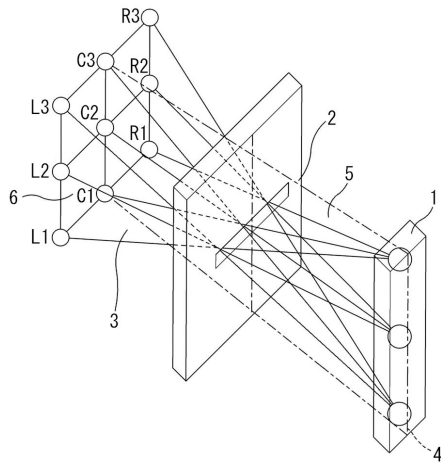
20

【0042】

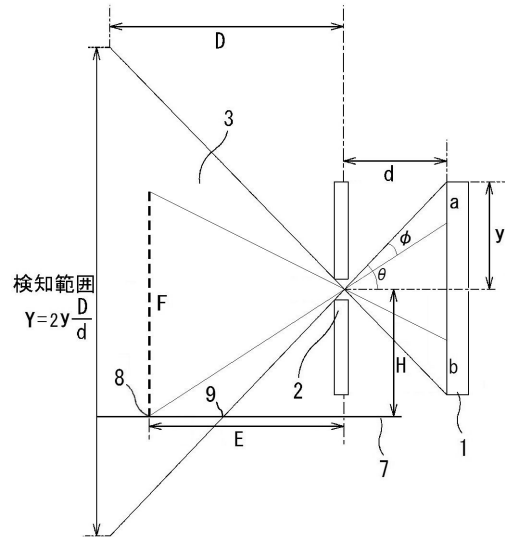
- 1 ラインセンサ                    2 スリット板                    3 監視対象空間
- 4 ラインセンサ1の長手方向に延びる直線
- 5 監視対象空間3に向かって水平に延びる延長平面
- 6 平面の壁                    7 床面                    8 近接境界部領域の地点
- 9 床面7の監視対象空間3内におけるスリット板2に最も近い点
- 10 判別演算手段                    11 CPU                    12 記憶手段
- 13 表示制御手段                    14 表示手段
- a ラインセンサ1の上端から地点8に対応する受光素子までの距離
- b ラインセンサ1の下端から対象者等の上端に対応する受光素子までの距離
- d ラインセンサ1とスリット板2の距離                    D スリット板2と壁6の距離
- E 対象者等の奥行き距離                    F 対象者等の大きさ
- H 床面7からスリット中心までの高さ                    T 輝度分布の縦幅
- W 輝度分布の縦幅間における輝度の平均値                    x スリットの長さ
- X 監視対象空間3の壁6の幅                    y ラインセンサ1の長さ
- Y 監視対象空間3の壁6の高さ                    一次元輝度分布検知装置の視野角の半分
- 地点8に対応する受光素子とスリット中心とラインセンサ1の上端がなす角度
- スリット板2と床面7との交差角度

30

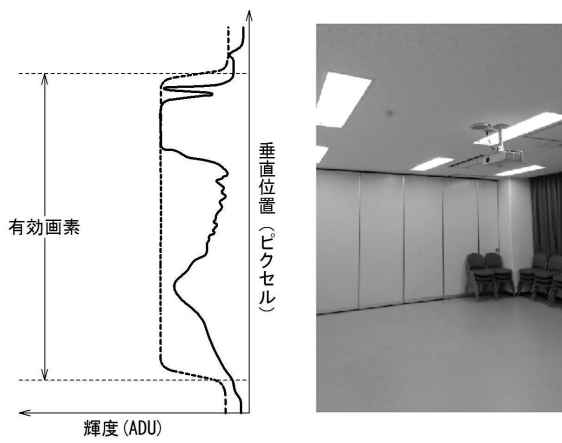
【図1】



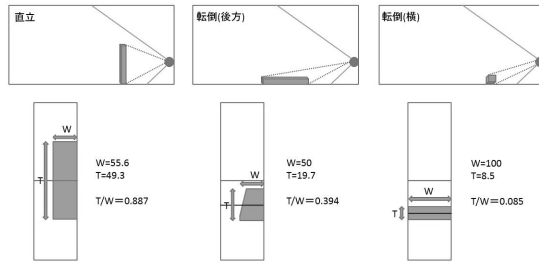
【図2】



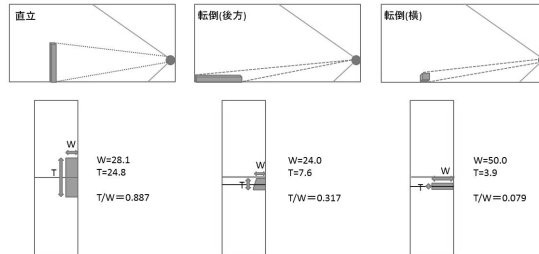
【図3】



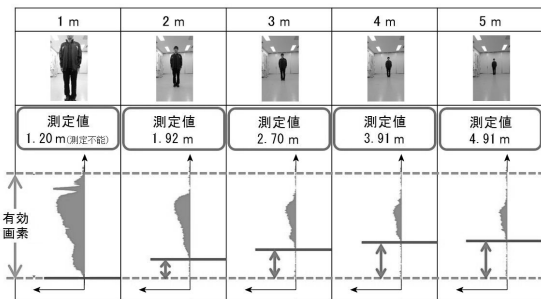
【図5】



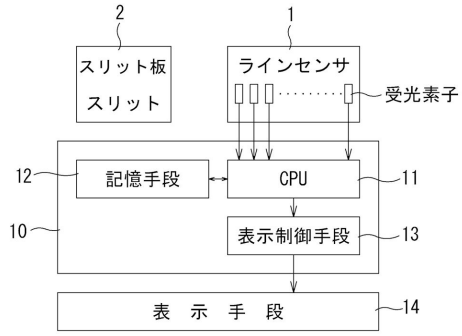
【図6】



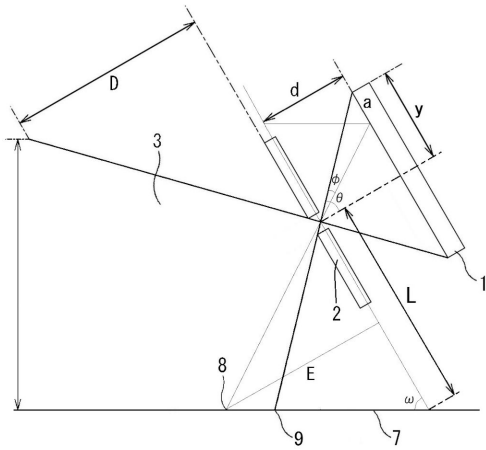
【図4】



【図7】



【図8】



## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-163868(JP,A)  
特開2014-106636(JP,A)  
特開平05-149725(JP,A)  
米国特許出願公開第2006/0291694(US,A1)  
森吉雄大,荒牧真悟,中島翔太,田中幹也,一次元輝度分布センサを用いた離床検知システムの提案,産業応用工学会全国大会2015講演論文集,2015年9月4日,18-19頁  
中島翔太,北園優希,田中幹也,若佐裕治,1次元輝度分布センサによって得られた分布からの人物の直立転倒推定法の一提案,産業応用工学会論文誌,2013年3月,Vol.1,No.1,pp.20-26,ISSN:2187-5146,DOI:10.12792/jjiaae.001.01.003

## (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G01B 11/00 - 11/30  
G08B 21/02 - 21/04