

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6579467号
(P6579467)

(45) 発行日 令和1年9月25日(2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日(2019.9.6)

(51) Int.Cl. F I
GO1C 3/06 (2006.01) GO1C 3/06 I2OS
GO1B 11/02 (2006.01) GO1B 11/02 H

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-199663 (P2015-199663)	(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7日 (2015.10.7)		山口県山口市吉田1677-1
(65) 公開番号	特開2017-72486 (P2017-72486A)	(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13日 (2017.4.13)	(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	八木 智規

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 奥行き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奥行き距離を検知する奥行き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、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、

前記奥行き距離演算手段で演算した距離と前記光強度信号に基づいて、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

ことを特徴とする奥行き検知システム。

【請求項2】

前記奥行き距離演算手段で演算した距離と前記光強度信号に基づいて、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 に記載の奥行き検知システム。

【請求項 3】

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奥行き距離を検知する奥行き検知方法であって、

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、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し、

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し、

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と前記光強度信号に基づいて、前記対象者若しくは対象物の水平方向の幅を演算する

ことを特徴とする奥行き検知方法。

【請求項 4】

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と前記光強度信号に基づいて、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

ことを特徴とする請求項 3 に記載の奥行き検知方法。

【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。）までの距離を検知するための奥行き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 3 8 1 6 4 0 4 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 0 0 7 4 ~ 0 0 7 5 及び段落 0 0 8 1 を参照）。

【0003】

また、本発明者らは、特許文献 2（特開 2 0 1 5 - 1 6 3 8 6 8 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ている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 3 8 1 6 4 0 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 5 - 1 6 3 8 6 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

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、輝度分布センサから対象者等までの距離を検知できず、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。

【 0 0 0 6 】

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）を用いて対象者等の有無、位置、動作状態、距離又は大きさの監視を行うに際して、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。）を検知可能とする奥行き検知システム及び方法を提供することを目的としてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

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奥行き距離を検知する奥行き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、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、前記奥行き距離演算手段で演算した距離と前記光強度信号に基づいて、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。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載の奥行き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光強度信号に基づいて、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。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 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知装置を用いて、対象者又は対象物の奥行き距離を検知する奥行き検知方法であって、

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、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し、

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し、

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と前記光強度信号に基づいて、前記対象者若しくは対象物の水平方向の幅を演算することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 に係る発明は、請求項 3 に記載の奥行き検知方法において、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と前記光強度信号に基づいて、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ことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

請求項 1 に係る発明の奥行き検知システム又は請求項 3 に係る発明の奥行き検知方法によれば、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るスリット又は棒状レンズ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を対象者又は対象物が移動する床面と直交させたものを用いて、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、対象者若しくは対象物と床面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し、その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、近接境界部領域とスリット板延長平面との距離を演算し、近接境界部領域と前記スリット板延長平面との距離と光強度信号に基づいて、対象者若しくは対象物の水平方向の幅を演算することができるので、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、対象者若しくは対象物の奥行き距離及び幅を検知することができる。

そのため、小さい設置コストにより監視対象空間内における対象者又は対象物の有無や位置だけでなく、対象者若しくは対象物の奥行き距離も検知でき、さらには対象者若しくは対象物の形状や状態の概略（例えば、太っているか痩せているか、直立しているか横になっているか）も判断可能となる。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 に係る発明の奥行き検知システム又は請求項 4 に係る発明の奥行き検知方法によれば、請求項 1 又は 3 に係る発明の効果に加え、対象者若しくは対象物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、高さや大きさの異なる荷物やベットの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。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【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 A D U 値のグラフ。

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

【図 5】実施例 1 に係る奥行き検知システムの全体構成を示す図。

【図 6】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。

【図 7】変形例（5）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】

【 0 0 1 5 】

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。

【 0 0 1 6 】

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。

10

20

30

40

50

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 R 1、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 L 1、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 R 3、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 L 3、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。

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

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。

20

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

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 S 1 に入射する光強度は、図 1 に示すように、R 1 から C 1 を通って L 1 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 S 2 に入射する光強度は、同じく図 1 の R 2 から C 2 を通って L 2 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 S 3 に入射する光強度は、同じく図 1 の R 3 から C 3 を通って L 3 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。

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。

40

【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っ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】

50

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奥行き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。

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。

10

【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 θ 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。

20

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

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

ただし、H は床面 7 からスリット中心までの高さ、 θ 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 θ 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 θ 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 1 m、2 m、3 m、4 m、5 m 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。

30

なお、グラフはそれぞれの状態で得られた ADU 値（実測 ADU 値）から人等がい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 θ を決定できることになる。

40

【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（1 m における測定結果）。

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。

50

【 0 0 2 7 】

図 5 は、実施例 1 に係る奥行き検知システムの全体構成を示す図である。

実施例 1 に係る奥行き検知システムは、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、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、奥行き距離及び対象者等が存在する位置の範囲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、奥行き距離及び対象者等が存在する位置における光強度信号の大きさ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、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。

10

そして、位置判別手段、境界受光素子判別手段、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 2 8 】

20

奥行き距離及び対象者等が存在する位置の範囲に基づく対象者等の大きさの演算は、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）が対象者等の上端に対応していることを利用する。

すなわち、終値画素を特定できれば図 2 におけるラインセンサ 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 b を決定でき、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 に対応するラインセンサ 1 の長さは $2y - a - b$ となるので、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。

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

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。

30

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 に来た状態）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。

【 0 0 2 9 】

奥行き距離及び対象者等が存在する位置における光強度信号の大きさ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。

光強度信号の大きさ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、標準的な色の様々な幅の帯を所定の奥行き距離に置いた時の光強度信号の大きさを予め測定し、光強度信号の大きさと幅との関係を事前に把握しておけば、観測時に得られた光強度信号の大きさ及び奥行き距離に基づいて、標準的な色の服を着ている対象者等と仮定した場合の、その対象者の各高さにおける横幅を推定することが可能である。

40

なお、図 4 の 1 m のグラフにおいて上端の近くに異常に大きい A D U 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、背景内の発光体が発光しない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

50

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。

【0030】

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に基づいて対象者等の奥行き距離を演算し、奥行き距離及び対象者等が存在する位置の範囲に基づいて対象者等の大きさを演算し、奥行き距離及び対象者等が存在する位置における光強度信号の大きさに基づいて対象者等の幅を演算し、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

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。

【0031】

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、大きさ及び幅についての情報を表示するものである。

20

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。

【0032】

30

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、所定時間を長くとれば、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とれば、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】

40

【0033】

実施例2は、図6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奥行き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6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、 $0 < < 90^\circ$ ）、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

50

ット板延長平面との距離としてある。

【 0 0 3 4 】

図 6 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 θ 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。

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

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

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

【 0 0 3 5 】

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、奥行き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 6 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 6 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。

【 0 0 3 6 】

実施例 1 及び 2 の奥行き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、大きさ及び幅を判別又は演算することも可能である。

(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、大きさ及び幅を判別又は演算できるようになっているが、対象者等の奥行き距離を演算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、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、境界受光素子判別手段が判別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だけを備えていれば良い

10

20

30

40

50

。
(4) 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-

【0037】

(5) 実施例2においては、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とみなしたが、が小さい場合には実際の奥行き距離と測定値の誤差が大きくなるため、図7に示すように、近接境界部領域とスリットの長手方向に延びる線を含み床面7に垂直に交差する平面との距離を対象者等の奥行き距離Kとみなしても良い。

そうした場合、(K + L x cos) : d / sin = L : (d / tan + y - a)
及び K / tan (- +) = L x sin の関係が成り立つので、対象者等の奥行き距離Kは次の式(6)又は式(7)により演算することができる。

K = d x L / { d x cos + (y - a) x sin } - L x cos . . . (6)

K = L x sin x tan (- +) (7)

この場合においても、d、y及びは一次元輝度分布検知装置の仕様で決まり、L及びは一次元輝度分布検知装置を設置する高さで傾きにより確定するので、a又はを特定できればKは簡単に演算することができる。

また、= 45°とした図7から分かるように、< (実施例1及び2では47°)とすることで対象者等がスリットの真下にいても近接境界部領域を特定可能となる。

さらに、= 90° - (実施例1及び2においては43°)とすれば監視対象空間3の上面は水平となるので、スリット板2を対象者等の高さから天井の高さの間に設置することで、対象者等が監視対象空間3のどこに動いても、対象者等が視野から外れず、天井に設置されている照明装置が視野に入ることがなくなる。

(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。

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(8)により求めることができる。

adu = 0.30R + 0.59G + 0.11B (8)

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。

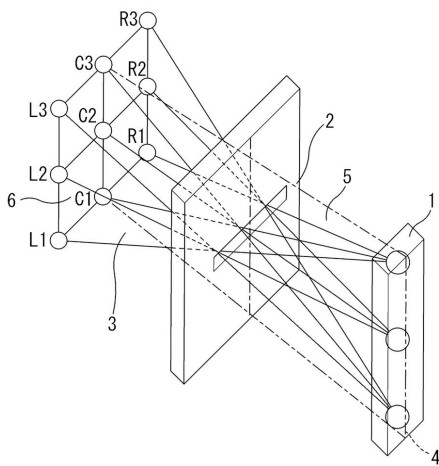
【符号の説明】

【0038】

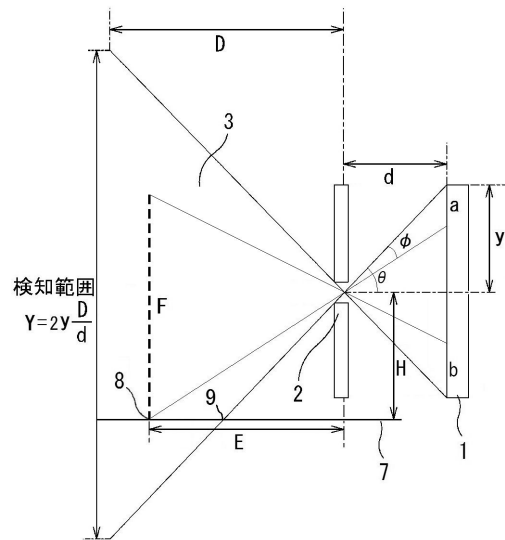
- 1 ラインセンサ 2 スリット板 3 監視対象空間
4 ラインセンサ1の長手方向に延びる直線
5 監視対象空間3に向かって水平に延びる延長平面
6 平面の壁 7 床面 8 近接境界部領域の地点
9 床面7の監視対象空間3内におけるスリット板2に最も近い点
10 判別演算手段 11 CPU 12 記憶手段
13 表示制御手段 14 表示手段
a ラインセンサ1の上端から地点8に対応する受光素子までの距離
b ラインセンサ1の下端から対象者等の上端に対応する受光素子までの距離
d ラインセンサ1とスリット板2の距離 D スリット板2と壁6の距離
E 対象者等の奥行き距離 F 対象者等の大きさ
H 床面7からスリット中心までの高さ K 対象者等の奥行き距離
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

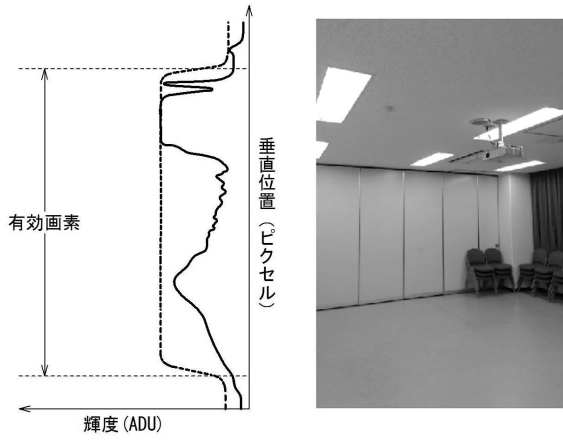
【図 1】



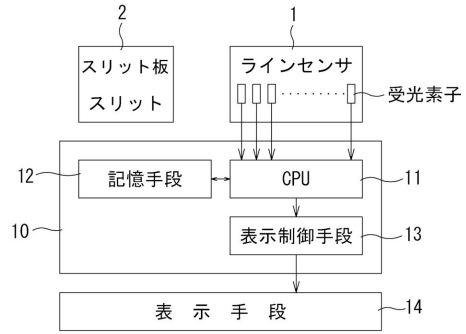
【図 2】



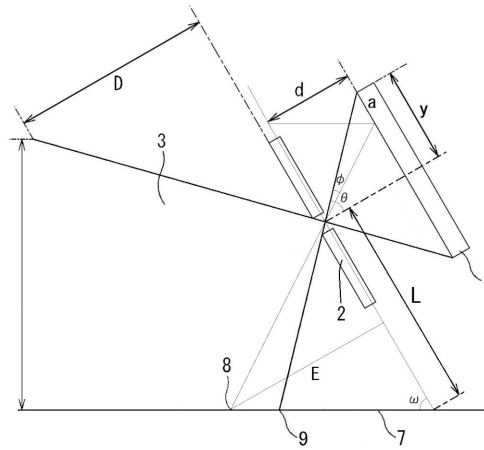
【図3】



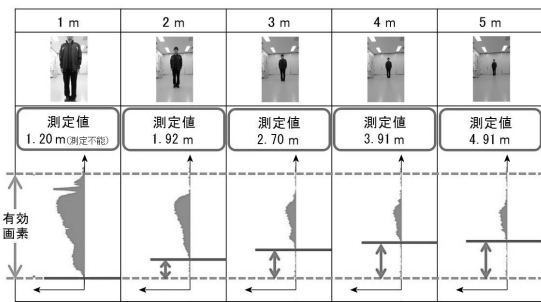
【図5】



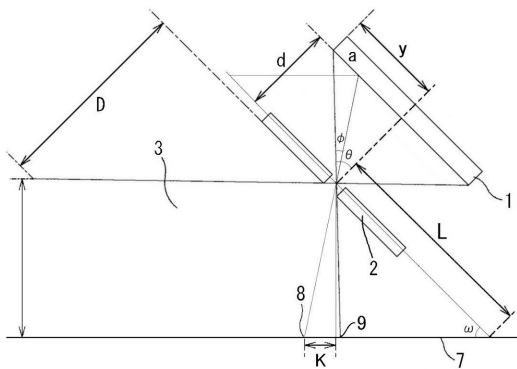
【図6】



【図4】



【図7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-266848(JP,A)
特開2015-163868(JP,A)
米国特許出願公開第2013/242087(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 3/00 - 3/32
G01B 11/00 - 11/30
G06T 7/00 - 7/90
G08B 19/00 - 21/24
G08G 13/00 - 15/02