

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4953313号
(P4953313)

(45) 発行日 平成24年6月13日(2012.6.13)

(24) 登録日 平成24年3月23日(2012.3.23)

| | | | |
|--------------|-----------|------------|-----|
| (51) Int.Cl. | | F I | |
| GO1S 17/87 | (2006.01) | GO1S 17/87 | |
| GO1C 3/06 | (2006.01) | GO1C 3/06 | 140 |
| GO5D 1/02 | (2006.01) | GO5D 1/02 | K |

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-234425 (P2007-234425)
 (22) 出願日 平成19年9月10日(2007.9.10)
 (65) 公開番号 特開2009-68852 (P2009-68852A)
 (43) 公開日 平成21年4月2日(2009.4.2)
 審査請求日 平成22年3月4日(2010.3.4)

(73) 特許権者 305027401
 公立大学法人首都大学東京
 東京都新宿区西新宿二丁目8番1号
 (74) 代理人 100137752
 弁理士 亀井 岳行
 (72) 発明者 山口 亨
 東京都日野市旭が丘六丁目6番地 公立大
 学法人 首都大学東京 日野キャンパス内
 (72) 発明者 中里 潤
 東京都日野市旭が丘六丁目6番地 公立大
 学法人 首都大学東京 日野キャンパス内
 審査官 大和田 有軌

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 環境認識システム、自律型移動体および環境認識プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

予め設定された測距領域に対して距離を計測することで、前記測距領域に存在する物体を検出する測距装置と、

前記測距装置が測距する測距領域と重複し且つ前記測距領域よりも広い撮像領域に対して、色情報を含む画像を撮像する撮像装置と、

前記測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域において、物体が存在しない物体非存在空間領域を特定する測距領域空間特定手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と、重複する撮像領域の色情報である空間色情報を取得する空間色情報取得手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報と一致する色情報の領域を物体が存在しない物体非存在空間であると判別する空間判別手段と

を備えたことを特徴とする環境認識システム。

【請求項2】

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報と、前記空間色情報の領域に隣接する領域の色情報とが一致する場合に、前記隣接する領域を前記物体非存在空間であると判別する前記空間判別手段、

を備えたことを特徴とする請求項1に記載の環境認識システム。

【請求項3】

10

20

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と、重複する撮像領域の色情報の平均値を前記空間色情報として取得する前記空間色情報取得手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報との差が予め設定された閾値より小さい色情報が存在する場合に、前記色情報を前記空間色情報と一致する色情報であるとみなし、前記色情報の領域を前記物体非存在空間であると判別する前記空間判別手段と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の環境認識システム。

【請求項 4】

予め設定された測距領域に対して距離を計測することで、前記測距領域に存在する物体を検出する測距装置と、

前記測距装置が測距する測距領域と重複し且つ前記測距領域よりも広い撮像領域に対して、色情報を含む画像を撮像する撮像装置と、

前記測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域において、物体が存在する物体存在空間領域を特定する測距領域空間特定手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体存在空間領域と、重複する撮像領域の色情報である空間色情報を取得する空間色情報取得手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報と一致する色情報の領域を物体が存在する物体存在空間であると判別する空間判別手段と、

を備えたことを特徴とする環境認識システム。

【請求項 5】

前記測距領域内でレーザー光を走査し、物体で反射されたレーザー光を検出することで、前記測距領域に存在する物体までの距離を計測するレーザーレンジファインダにより構成された前記測距装置と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の環境認識システム。

【請求項 6】

移動体の前方に予め設定された測距領域に対して距離を計測することで、前記測距領域に存在する物体を検出する測距装置と、

前記測距装置が測距する測距領域と重複し且つ前記測距領域よりも広い前方の撮像領域に対して、色情報を含む画像を撮像する撮像装置と、

前記測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域において、物体が存在しない物体非存在空間領域を特定する測距領域空間特定手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と、重複する撮像領域の色情報である空間色情報を取得する空間色情報取得手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報と一致する色情報の領域を物体が存在しない物体非存在空間であると判別する空間判別手段と、

前記物体非存在空間が移動可能な領域であると判別して、前記物体を避ける移動経路を設定する経路設定手段と、

設定された前記移動経路に沿って前記移動体を移動させる移動制御手段と、

を備えたことを特徴とする自律型移動体。

【請求項 7】

コンピュータを

予め設定された測距領域に対して距離を計測することで前記測距領域に存在する物体を検出する測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域において、物体が存在しない物体非存在空間領域を特定する測距領域空間特定手段、

前記測距装置が測距する測距領域と重複し且つ前記測距領域よりも広い撮像領域に対して色情報を含む画像を撮像する撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と、重複する撮像領域の色情報である空間色情報を取得する空間色情報取得手段、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報と一致する色情報の領域を物体が存在しない物体非存在空間であると判別する空間判別手段、

10

20

30

40

50

として機能させるための環境認識プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、障害物等の物体が存在する環境下において、移動可能な経路等を認識する自律型移動体、環境認識システムおよび環境認識プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ロボット等の知的移動体の有用性は、生産業の自動化・無人化のみならず、一般家庭の生活支援等にまで広がっており、研究・開発等が盛んに行われている。ロボットが生活支援等を行うためには、前記ロボットが自律して行動できる必要があり、前記ロボットが自律して行動するためには、前記ロボットが周囲の環境を認識する必要がある。例えば、前記ロボットが行動可能な範囲、いわゆる、オープンスペースを常に取得し続ける必要がある。

【0003】

前記ロボットが周囲の環境を認識するために、2次元の測域センサとしてのレーザレンジファインダ(LRF: Laser Range Finder)は、特に有用である。前記レーザレンジファインダは、レーザ光が命中した点をカメラで計測することにより、障害物や移動体までの距離を正確且つ高速に計測できるため、例えば、前記ロボットが前記障害物を回避したり、前記移動体を追従したりする目的に利用できる。また、前記レーザレンジファインダは、レーザを計測できる範囲が比較的狭いため、遠くの障害物も対象とするために、その他のセンサと組み合わせて使用する技術が知られている。

レーザレンジファインダとその他のセンサを組み合わせることにより、周囲の環境を認識する技術として、例えば、以下の従来技術(J01)が公知である。

【0004】

(J01)特許文献1(特開2000-329852号公報)記載の技術

特許文献1には、2台の電子式のカメラ(1,2)で撮像した画像をステレオ画像処理して得られた先行車両等の障害物までの距離の計測値と、レーザレンジファインダ(7)により得られた前記障害物までの距離の計測値とを計測し、2つの距離の計測値に基づいて、前記障害物を認識する自動車の障害物認識装置についての技術が記載されている。

【0005】

【特許文献1】特開2000-329852号公報(「0025」、「0068」~「0079」図1~図11)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

(従来技術の問題点)

前記従来技術(J01)は、ステレオ画像処理で障害物までの距離を測定するために、高価なカメラ1,2が精度良く配置されている必要があった。また、前記ステレオ画像解析は、前記距離を測定するための演算量が大きくなるという問題もあった。したがって、前記従来技術(J01)は、費用や演算量等のコストが増大するという問題がある。特に、自律行動型のロボット等の知的移動体には適用し難いという問題もあった。

【0007】

本発明は、前述の事情に鑑み、次の記載内容(O01)を技術的課題とする。

(O01)周囲の環境を高速且つ精度良く認識すると共に、コストを低減すること。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記技術的課題を解決するために、請求項1記載の発明の環境認識システムは、予め設定された測距領域に対して距離を計測することで、前記測距領域に存在する物体を検出する測距装置と、

10

20

30

40

50

前記測距装置が測距する測距領域と重複し且つ前記測距領域よりも広い撮像領域に対して、色情報を含む画像を撮像する撮像装置と、

前記測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域において、物体が存在しない物体非存在空間領域を特定する測距領域空間特定手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と、重複する撮像領域の色情報である空間色情報を取得する空間色情報取得手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報と一致する色情報の領域を物体が存在しない物体非存在空間であると判別する空間判別手段と、

を備えたことを特徴とする。

10

【0009】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の環境認識システムにおいて、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報と、前記空間色情報の領域に隣接する領域の色情報とが一致する場合に、前記隣接する領域を前記物体非存在空間であると判別する前記空間判別手段、

を備えたことを特徴とする。

【0010】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の環境認識システムにおいて、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と、重複する撮像領域の色情報の平均値を前記空間色情報として取得する前記空間色情報取得手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報との差が予め設定された閾値より小さい色情報が存在する場合に、前記色情報を前記空間色情報と一致する色情報であるとみなし、前記色情報の領域を前記物体非存在空間であると判別する前記空間判別手段と、

を備えたことを特徴とする。

20

【0011】

前記技術的課題を解決するために、請求項4に記載の発明の環境認識システムは、

予め設定された測距領域に対して距離を計測することで、前記測距領域に存在する物体を検出する測距装置と、

前記測距装置が測距する測距領域と重複し且つ前記測距領域よりも広い撮像領域に対して、色情報を含む画像を撮像する撮像装置と、

前記測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域において、物体が存在する物体存在空間領域を特定する測距領域空間特定手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体存在空間領域と、重複する撮像領域の色情報である空間色情報を取得する空間色情報取得手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報と一致する色情報の領域を物体が存在する物体存在空間であると判別する空間判別手段と、

を備えたことを特徴とする。

30

【0012】

請求項5に記載の発明は、請求項1ないし4のいずれかに記載の環境認識システムにおいて、

前記測距領域内でレーザー光を走査し、物体で反射されたレーザー光を検出することで、前記測距領域に存在する物体までの距離を計測するレーザーレンジファインダにより構成された前記測距装置と、

を備えたことを特徴とする。

40

【0013】

前記技術的課題を解決するために、請求項6に記載の発明の自律型移動体は、

移動体の前方に予め設定された測距領域に対して距離を計測することで、前記測距領域に存在する物体を検出する測距装置と、

前記測距装置が測距する測距領域と重複し且つ前記測距領域よりも広い前方の撮像領域

50

に対して、色情報を含む画像を撮像する撮像装置と、

前記測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域において、物体が存在しない物体非存在空間領域を特定する測距領域空間特定手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と、重複する撮像領域の色情報である空間色情報を取得する空間色情報取得手段と、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報と一致する色情報の領域を物体が存在しない物体非存在空間であると判別する空間判別手段と

、
前記物体非存在空間が移動可能な領域であると判別して、前記物体を避ける移動経路を設定する経路設定手段と、

設定された前記移動経路に沿って前記移動体を移動させる移動制御手段と、
を備えたことを特徴とする。

【0014】

前記技術的課題を解決するために、請求項7記載の発明の環境認識プログラムは、
コンピュータを、

予め設定された測距領域に対して距離を計測することで前記測距領域に存在する物体を検出する測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域において、物体が存在しない物体非存在空間領域を特定する測距領域空間特定手段、

前記測距装置が測距する測距領域と重複し且つ前記測距領域よりも広い撮像領域に対して色情報を含む画像を撮像する撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と、重複する撮像領域の色情報である空間色情報を取得する空間色情報取得手段、

前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記撮像領域において、前記空間色情報と一致する色情報の領域を物体が存在しない物体非存在空間であると判別する空間判別手段、
として機能させる。

【発明の効果】

【0015】

請求項1に記載の発明によれば、前記測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域における物体非存在空間領域が特定されると共に、前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と重複する撮像領域の空間色情報が取得され、前記空間色情報と一致する色情報の領域が前記撮像領域の物体非存在空間であると判別される。この結果、前記物体非存在空間について、前記測距領域における物体非存在空間領域から前記撮像領域内にまで拡張することができ、物体の存在しないオープンスペースを精度良く且つ広い範囲で認識することができる。また、前記撮像装置を2台以上使用してステレオ画像解析を行う前記従来技術(J01)に比べ、前記撮像装置の費用や演算量等のコストを低減できる。

【0016】

請求項2の記載の発明によれば、本発明の構成を有しない場合に比べ、前記空間色情報の領域に隣接しない領域については前記物体非存在空間であるか否かが判別されないため、前記物体非存在空間を判別するための演算量を低減できると共に、例えば、物体により囲まれた物体非存在空間のような閉鎖空間について判別を行わず、オープンスペースに隣接する領域のみに対して前記物体非存在空間であるか否かが判別されるため、オープンスペースを精度良く認識することができる。

請求項3の記載の発明によれば、本発明の構成を有しない場合に比べ、前記空間色情報である前記色情報の平均値との差が予め設定された閾値より小さい色情報の領域が前記物体非存在空間であると判別されるため、例えば、同じ物体であって光の加減(物陰等)により色情報に少し差がある場合等についても、連続した物体非存在空間であると判別できる。

【0017】

請求項4の記載の発明によれば、前記測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域における物体存在空間領域が特定されると共に、前記撮像装置で撮像した画像に基づい

10

20

30

40

50

て、前記物体存在空間領域と重複する撮像領域の空間色情報が取得され、前記空間色情報と一致する色情報の領域が前記撮像領域の物体存在空間であると判別される。この結果、前記物体存在空間について、前記測距領域における物体存在空間領域から前記撮像領域内にまで拡張することができ、前記物体を精度良く且つ広い範囲で認識することができる。また、前記撮像装置を2台以上使用してステレオ画像解析を行う前記従来技術(J01)に比べ、前記撮像装置の費用や演算量等のコストを低減できる。

請求項5の記載の発明によれば、測距装置として市販のレーザレンジファインダを使用できる。

【0018】

請求項6の記載の発明によれば、前記測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域における物体非存在空間領域が特定されると共に、前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と重複する撮像領域の空間色情報が取得され、前記空間色情報と一致する色情報の領域が前記撮像領域の物体非存在空間であると判別される。この結果、前記物体非存在空間について、前記測距領域における物体非存在空間領域から前記撮像領域内にまで拡張することができ、物体の存在しないオープンスペースを精度良く且つ広い範囲で認識することができ、広い視野で認識されたオープンスペースに基づいて、前記移動体が前記物体を避ける移動経路をより適切に設定できる。また、前記撮像装置を2台以上使用してステレオ画像解析を行う前記従来技術(J01)に比べ、前記撮像装置の費用や演算量等のコストを低減できる。

【0019】

請求項7の記載の発明によれば、前記測距装置による計測結果に基づいて、前記測距領域における物体非存在空間領域が特定されると共に、前記撮像装置で撮像した画像に基づいて、前記物体非存在空間領域と重複する撮像領域の空間色情報が取得され、前記空間色情報と一致する色情報の領域が前記撮像領域の物体非存在空間であると判別される。この結果、前記物体非存在空間について、前記測距領域における物体非存在空間領域から前記撮像領域内にまで拡張することができ、物体の存在しないオープンスペースを精度良く且つ広い範囲で認識することができる。また、前記撮像装置を2台以上使用してステレオ画像解析を行う前記従来技術(J01)に比べ、前記撮像装置の費用や演算量等のコストを低減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

次に図面を参照しながら、本発明の実施の形態の具体例(実施例)を説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【実施例1】

【0021】

図1は本発明の実施例1の自律型移動体の全体説明図である。

図1において、実施例1の自律型移動体AMは、移動体本体Mを有する。前記移動体本体Mには、左右の2輪がそれぞれ独立で駆動する前輪Maと、前記前輪Maの補助輪としての後輪Mbとを有する。前記前輪Maは、前記移動体本体Mに内蔵された駆動部M1により駆動される。前記駆動部M1は、前記移動体本体Mに設けられた制御部Cにより駆動が制御される。

また、前記前輪Maは、前記制御部Cにより、前記左右の2輪に回転差を与えるように前記駆動部M1の駆動が制御されることにより左右方向に操舵される。

また、前記自律型移動体AMには、前記自律型移動体AMの前方に予め設定された測距領域AR0に対して距離を計測することで前記測距領域AR0に存在する障害物等の物体を検出する測距装置の一例としてのレーザレンジファインダLRFが支持されている。前記レーザレンジファインダLRFは、前記測距領域AR0内でレーザ光を走査し、反射されたレーザ光を検出することで、前記測距領域AR0に存在する前記物体までの距離を計測する。なお、実施例1では、前記レーザレンジファインダLRFによって測距可能な前記測距領域AR0が、前記自律型移動体AM前方の半径2m程度の領域となるように予め

10

20

30

40

50

設定されている。

【0022】

また、前記自律型移動体AMには、前記レーザレンジファインダLRFが測距する測距領域AR0と重複し且つ前記測距領域AR0よりも広い前方の撮像領域AR1に対して、色情報を含む撮像領域AR1の画像1（後述する図3A参照）を撮像する撮像装置の一例としてのカメラCAが支持されている。なお、実施例1では、前記カメラCAは、市販されている安価なWebカメラが使用されているが、これに限定されず、市販のデジタルカメラやデジタルビデオカメラ等を使用することも可能である。

前記制御部C、前記レーザレンジファインダLRF、前記カメラCAにより実施例1の環境認識システムSが構成されている。

10

【0023】

（実施例1の制御部Cの説明）

図2は本発明の実施例1の自律型移動体の制御部が備えている各機能をブロック図（機能ブロック図）で示した図である。

前記制御部Cは、いわゆるコンピュータ装置により構成されており、必要な処理を行うためのプログラムおよびデータ等が記憶されたROM（リードオンリーメモリ）、必要なデータを一時的に記憶するためのRAM（ランダムアクセスメモリ）、前記ROMに記憶されたプログラムに応じた処理を行うCPU（中央演算処理装置）、ならびにクロック発振器等を有するマイクロコンピュータにより構成されており、前記ROMに記憶されたプログラムを実行することにより種々の機能を実現することができる。

20

前記構成の制御部Cは、前記ROMに記憶されたプログラムを実行することにより種々の機能を実現することができる。実施例1の前記制御部CのROMには、環境認識プログラムAP1が記憶されている。

【0024】

（環境認識プログラムAP1）

環境認識プログラムAP1は、下記の機能手段（プログラムモジュール）を有する。

C1：測距領域測距手段

測距領域測距手段C1は、レーザレンジファインダLRFにより、測距領域AR0に存在する障害物等の物体までの距離を計測する（測距する）。

【0025】

図3は本発明の実施例1の環境認識プログラムで取得される画像の説明図であり、図3Aはカメラにより撮像された撮像領域の画像の説明図、図3Bはレーザレンジファインダの計測結果に基づいて作成されたマスク画像の説明図、図3Cは撮像領域の画像とマスク画像とを照合した状態の説明図である。

30

C2：撮像領域撮像手段

撮像領域撮像手段C2は、カメラCAにより、色情報を含む撮像領域AR1の撮像領域画像1（図3A参照）を撮像する。図3Aに示す、実施例1の前記撮像領域画像1の一例には、障害物1aが撮像されている。

【0026】

C3：測距領域空間特定手段

測距領域空間特定手段C3は、マスク画像生成手段C3Aを有し、前記測距領域測距手段C1による計測結果に基づいて、前記測距領域AR0において、物体が存在しない物体非存在空間領域（2a）を特定する。

40

C3A：マスク画像生成手段

マスク画像生成手段C3Aは、前記測距領域測距手段C1で測距された測距領域AR0の計測結果に基づいて、前記撮像領域画像1に対応する測距領域画像の一例としてのマスク画像2（図3B参照）を生成する。図3Bにおいて、実施例1の前記マスク画像生成手段C3Aは、前記レーザレンジファインダLRFによる前記測距領域AR0の計測結果から、前記撮像領域画像1の内の障害物1aが存在しないと判別された前記物体非存在空間領域2aを白色とし、それ以外の領域、すなわち、前記障害物1aが存在すると判別され

50

た物体存在空間領域 2 b と、測距領域 A R 0 を超える領域である測距不可領域 2 c とによって構成される非対象領域 2 d (2 b + 2 c) を黒色とする 2 値画像である前記マスク画像 2 を生成する。

【 0 0 2 7 】

C 4 : 空間色情報取得手段

空間色情報取得手段 C 4 は、マスク画像照合手段 C 4 A と、色情報平均値演算手段 C 4 B とを有し、撮像領域撮像手段 C 2 で撮像された前記撮像領域画像 1 に基づいて、前記撮像領域 A R 1 と、前記物体非存在空間領域 2 a とが重複する領域である重複領域の一例としてのマスク部 1 b (図 3 C 参照) の色情報である空間色情報を取得する。

C 4 A : マスク画像照合手段

マスク画像照合手段 C 4 A は、前記撮像領域画像 1 と、前記マスク画像 2 とを照合することにより、前記撮像領域画像 1 内で、前記物体非存在空間領域 2 a に対応する前記マスク部 1 b を検出する。

C 4 B : 色情報平均値演算手段

色情報平均値演算手段 C 4 B は、前記マスク部 1 b の色情報の平均値を演算する。

なお、実施例 1 の前記空間色情報取得手段 C 4 では、前記マスク部 1 b の色情報の平均値が前記空間色情報であるとみなされる。

【 0 0 2 8 】

C 5 : 空間判別手段

空間判別手段 C 5 は、撮像領域撮像手段 C 2 で撮像された前記撮像領域画像 1 に基づいて、前記撮像領域 A R 1 において、前記空間色情報と一致する色情報の領域を、物体が存在しない物体非存在空間 1 d (図 3 C 参照) であると判別する。なお、実施例 1 の前記空間判別手段 C 5 は、まず、前記マスク部 1 b の色情報の平均値 (空間色情報) と、前記非対象領域 2 d に対応する非マスク部 1 c (図 3 C 参照) 内で前記マスク部 1 b (物体非存在空間 1 d の初期値) に隣接する画素 (隣接する領域) の色情報との差が、予め設定された閾値より小さい場合、前記マスク部 1 b に隣接する非マスク部 1 c の画素を前記物体非存在空間 1 d とみなすことにより、前記非マスク部 1 c 内に前記物体非存在空間 1 d を拡張する。

【 0 0 2 9 】

また、拡張された前記物体非存在空間 1 d の色情報 (空間色情報) と、前記物体非存在空間 1 d に隣接する非マスク部 1 c の画素の色情報との差が前記閾値より小さい場合に前記物体非存在空間 1 d を拡張する処理を繰り返す。そして、前記物体非存在空間 1 d に隣接する全ての画素で前記物体非存在空間 1 d が拡張できなくなると、前記物体非存在空間 1 d の拡張処理を終了し、拡張された前記物体非存在空間 1 d が判別される (特定される) 。なお、図 3 C に示す、実施例 1 の前記物体非存在空間 1 d の一例は、障害物 1 a 以外の全ての領域、より具体的には床面となる。

【 0 0 3 0 】

C 6 : 経路設定手段

経路設定手段 C 6 は、前記物体非存在空間 1 d が移動可能な領域であると判別して、前記物体非存在空間 1 d のみを通過して前記障害物 1 a を避ける移動経路を設定する経路設定処理を実行する。

C 7 : 移動制御手段

移動制御手段 C 7 は、設定された前記移動経路に沿って前記移動体本体 M を移動させる移動制御処理を実行する。実施例 1 の前記移動制御手段 C 7 は、前記駆動部 M 1 を制御して前記移動体本体 M の前輪 M a の駆動を制御し、且つ、前記前輪 M a の左右の 2 輪に回転差を与えることで左右方向への操舵を制御することにより、前記移動制御処理を実行する。

【 0 0 3 1 】

(実施例 1 のフローチャートの説明)

次に、実施例 1 の制御部 C の環境認識プログラム A P 1 の処理の流れをフローチャート

10

20

30

40

50

を使用して説明する。なお、前記移動制御手段 C 7 に対応する前記移動制御処理については、前記移動体本体 M の前輪 M a の駆動及び操舵（移動方向の調整）を制御することにより、経路設定処理（後述する図 4 のフローチャート参照）により設定された移動経路に沿って前記移動体本体 M を移動させるだけであるため、フローチャートによる詳細な説明を省略する。

（実施例 1 の経路設定処理のフローチャートの説明）

図 4 は本発明の実施例 1 の環境認識プログラムの経路設定処理のフローチャートである

。図 4 のフローチャートの各 S T（ステップ）の処理は、前記制御部 C の R O M 等に記憶されたプログラムに従って行われる。また、この処理は前記制御部 C の他の各種処理（例えば、移動制御処理）と並行してマルチタスクで実行される。

【 0 0 3 2 】

図 4 に示すフローチャートは前記自律型移動体 A M が電源オンした後、前記環境認識プログラム A P 1 が起動した場合に開始される。

図 4 の S T 1 において、次の（ 1 ）,（ 2 ）の処理を実行し、S T 2 に移る。

（ 1 ）レーザレンジファインダ L R F により測距領域 A R 0 を測距する。

（ 2 ）カメラ C A により撮像領域 A R 1 の撮像領域画像 1（図 3 A 参照）を撮像する。

S T 2 において、レーザレンジファインダ L R F による測距領域 A R 0 の計測結果と、カメラ C A による撮像領域 A R 1 の撮像領域画像 1 とに基づいてマスク画像 2（図 3 B 参照）を生成する。そして、S T 3 に移る。

S T 3 において、撮像領域画像 1 と、マスク画像 2 とを照合して、撮像領域画像 1 のマスク部 1 b（図 3 C 参照）を検出し、前記マスク部 1 b の色情報の平均値を演算する。そして、S T 4 に移る。

【 0 0 3 3 】

S T 4 において、マスク部 1 b の色情報の平均値（空間色情報）と隣接する非マスク部 1 c の画素の色情報との差が予め設定された閾値より小さいか否かを判別する。イエス（ Y ）の場合は S T 5 に移り、ノー（ N ）の場合は S T 6 に移る。

S T 5 において、隣接する非マスク部 1 c の画素を物体非存在空間 1 d（図 3 C 参照）とすることにより、非マスク部 1 c 内に物体非存在空間 1 c を拡張する。そして、S T 6 に移る。

S T 6 において、物体非存在空間 1 d と隣接する全ての画素で物体非存在空間 1 d を拡張できないことを確認済であるか否かを判別する。イエス（ Y ）の場合は S T 7 に移り、ノー（ N ）の場合は S T 4 に戻る。

S T 7 において、物体非存在空間 1 d が移動可能な領域であると判別して、物体非存在空間 1 d のみを通り障害物 1 a を避ける移動経路を設定する。そして、S T 1 に戻る。

【 0 0 3 4 】

（実施例 1 の作用）

前記構成を備えた実施例 1 の自律型移動体 A M では、前記撮像領域 A R 1 において、前記マスク部 1 b の色情報の平均値である前記空間色情報と一致する色情報の領域が、前記物体非存在空間 1 d であると判別される（図 3 C、図 4 の S T 4 ~ S T 6 参照）。したがって、狭い測距領域 A R 0 のレーザレンジファインダ L R F と、広い撮像領域 A R 1 のカメラ C A の情報を組み合わせることにより、精度の高いレーザレンジファインダ L R F で測定された前記測距領域 A R 0 の物体非存在空間 1 d を、前記撮像領域 A R 1 内に拡張することができる。

【 0 0 3 5 】

また、実施例 1 の自律型移動体 A M では、前記物体非存在空間 1 d の空間色情報（マスク部 1 b の色情報の平均値）と、前記物体非存在空間 1 d に隣接する非マスク部 1 c の画素の色情報との差が前記閾値より小さい場合に前記物体非存在空間 1 d を拡張する処理を、前記物体非存在空間 1 d に隣接する全ての画素で前記物体非存在空間 1 d が拡張できな

10

20

30

40

50

くなるまで繰り返す(図4のST4~ST6参照)。したがって、実施例1の自律型移動体AMでは、前記物体非存在空間1dに隣接しない領域については前記物体非存在空間1dであるか否かが判別されないため、前記物体非存在空間1dを判別するための演算量を低減できると共に、例えば、物体により囲まれた物体非存在空間のような閉鎖空間について判別を行わず、オープンスペースに隣接する領域のみに対して前記物体非存在空間であるか否かが判別されるため、オープンスペース、すなわち、前記物体非存在空間1dを精度良く認識することができる。また、前記空間色情報(マスク部1bの色情報の平均値)との差が予め設定された閾値より小さい色情報の領域が前記物体非存在空間1dであると判別されるため、例えば、同じ物体であって光の加減(物陰等)により色情報に少し差がある場合等についても、連続した物体非存在空間であると判別できる。

10

さらに、実施例1の自律型移動体AMでは、前記物体非存在空間1dが移動可能な領域であると判別して、前記物体非存在空間1dのみを通過して前記障害物1aを避ける移動経路が設定できる(図4のST7参照)。

【0036】

(実験例)

ここで、実施例1の前記自律型移動体AMが、前記経路設定処理(図4のST1~ST7参照)を実行することにより、周囲の環境を認識する精度がどのように変化したかを調べるために、次の実験例1および比較例1を準備した。

(実験例1)

実験例1の自律型移動体AMは、実施例1の前記自律型移動体AMと同等の構成で作製されたシミュレータであり、実施例1の前記経路設定処理および前記移動制御処理が実行される。したがって、実験例1の自律型移動体AMでは、前記撮像領域画像1における物体非存在空間1dが、前記物体非存在空間領域2aに対応するマスク部1bから前記非マスク部1cにまで拡張されて判別される(図3C参照)。すなわち、移動可能な領域が、前記レーザレンジファインダLRFにより特定された前記測距領域AR0の物体非存在空間領域2a(図3B参照)から前記撮像領域AR1内にまで拡張されて判別される。

20

【0037】

(比較例1)

比較例1の自律型移動体AMは、実験例1の自律型移動体AMに比べ、前記カメラCAを有しておらず、比較例1の経路設定処理は、実験例1の経路設定処理に比べ、前記撮像領域画像1における物体非存在空間1dが、前記物体非存在空間領域2aに対応する前記マスク部1bのみであると判別され、前記非マスク部1cにまで拡張されて判別されない。すなわち、比較例1の自律型移動体AMでは、移動可能な領域が、前記レーザレンジファインダLRFにより特定された前記測距領域AR0の物体非存在空間領域2aのみであると判別される。

30

【0038】

(実験条件)

図5は実験例の実験条件および実験結果の説明図であり、図5Aは実験例の実験条件を示す図であり、図5Bは実験例の実験結果を示す図であり、実験例1の自律型移動体が行った経路を実線で示し、比較例1の自律型移動体が行った経路を破線で示した図である。

40

図5Aに示すように、前記実験例では、実験例1および比較例1の自律型移動体AM、AMの周回コース3を設けて、走行した経路および1周分の走行時間を測定するシミュレーション実験を行った。

ここで、前記周回コース3は、前記自律型移動体AM、AMが走行する床面3aと、前記床面3aとの境界であり、前記床面3aの周囲を囲む外側縁石3bおよび内側縁石3cと、前記外側縁石3b側に設けられた障害物3dとを有する。なお、前記床面3aは、前記縁石3b、3cおよび前記障害物3dに対して、色情報が異なるように予め設定されている。

【0039】

50

(実験結果)

図5Bに示すように、実験例1の自律型移動体AMが走行した経路(図5Bの実線参照)は、比較例1の自律型移動体AMが走行した経路(図5Bの破線参照)に比べ、前記外側縁石3bおよび前記障害物3dから離れており、短くなっていることがわかる。また、実験例1の自律型移動体AMの走行時間は、26.38秒であり、比較例1の自律型移動体AMの走行時間は、33.26秒であった。すなわち、実験例1の自律型移動体AMの走行時間は、比較例1の自律型移動体AMの走行時間に比べ、約26%改善したことがわかる。

【0040】

したがって、実施例1の自律型移動体AMは、前記レーザレンジファインダLRFによる測距領域AR0の狭さを、前記カメラCAによる撮像領域AR1の広さによって補完でき、前記カメラCAの障害物等の物体を認識する精度の低さを、前記レーザレンジファインダLRFによる前記物体を認識する精度の高さによって補完できる。したがって、障害物や移動可能な空間について、正確且つ広い範囲を認識することができ、前記自律型移動体AMの視野を広くすることができる。よって、広い視野に基づいて、移動経路をより適切に設定できる。

この結果、実施例1の自律型移動体AMは、比較例1の自律型移動体AMのように前記カメラCAによってレーザレンジファインダLRFの情報を補完しない場合に比べ、前記物体非存在空間1dを精度良く且つ広範囲において判別できるため、周囲の環境を精度良く認識でき、移動経路をより適切に設定することができる。

【0041】

さらに、実施例1の前記カメラCAは、色情報を含む前記撮像領域画像1を撮像するだけであるため、市販されている安価なWebカメラを使用することも可能である。したがって、実施例1の自律型移動体AMは、前記従来技術(J01)を適用した場合、すなわち、高額な2台のカメラを用いてステレオ画像解析し、自律型移動体AM前方の障害物1aまでの距離を演算した演算結果に基づいて前記物体非存在空間1cを検出する場合に比べ、周囲の環境を認識するための前記カメラCAの費用や演算量等のコストを低減することができる。

【0042】

(変更例)

以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内で、種々の変更を行うことが可能である。本発明の変更例(H01)~(H04)を下記に例示する。

(H01)本発明の実施例では、前記経路設定処理(図4のST1~ST7参照)は、前記レーザレンジファインダLRFにより前記測距領域AR0における前記物体非存在空間領域2aを特定し、前記物体非存在空間1dを前記測距領域AR0から前記撮像領域AR1内にまで拡張し、前記物体非存在空間1dが移動可能な領域であると判別するが、これに限定されず、前記レーザレンジファインダLRFにより前記測距領域AR0における前記物体存在空間領域2bを特定し、前記物体存在空間領域2bの色情報(空間色情報)と一致する色情報の領域を物体が存在する物体存在空間であると判別し、前記物体存在空間(障害物1a)を避ける移動経路を設定することも可能である。また、前記物体非存在空間1dの代わりに前記物体存在空間を判別する場合、障害物1aとしての前記物体存在空間を避ける移動経路を設定する構成に限定されず、例えば、移動体としての前記物体存在空間を追従する移動経路を設定する構成にすることも可能である。

【0043】

(H02)本発明の実施例では、予め設定された測距領域に対して距離を計測することで、前記測距領域に存在する物体を検出する測距装置として、前記レーザレンジファインダLRFを使用するが、これに限定されず、例えば、スキャニングレーザレーダやミリ波レーダ等(特許文献1参照)のその他の装置を使用することも可能である。

(H03)本発明の実施例では、前記物体非存在空間1dの色情報(空間色情報)と、前記

10

20

30

40

50

物体非存在空間 1 d に隣接する非マスク部 1 c の画素の色情報とを比較して前記物体非存在空間 1 d を拡張する処理を繰り返しているが（図 4 の S T 4 ~ S T 6 参照）、これに限定されず、例えば、前記物体非存在空間 1 d に隣接していない非マスク部 1 c の画素から比較して前記物体非存在空間 1 d を拡張することも可能である。

（H04）本発明の実施例では、前記環境認識システム S を有する前記移動体本体 M を、いわゆる、ロボット車によって構成したが、これに限定されず、例えば、二足歩行のロボット等により構成することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図 1】図 1 は本発明の実施例 1 の自律型移動体の全体説明図である。

10

【図 2】図 2 は本発明の実施例 1 の自律型移動体の制御部が備えている各機能をブロック図（機能ブロック図）で示した図である。

【図 3】図 3 は本発明の実施例 1 の環境認識プログラムで取得される画像の説明図であり、図 3 A はカメラにより撮像された撮像領域の画像の説明図、図 3 B はレーザレンジファインダの計測結果に基づいて作成されたマスク画像の説明図、図 3 C は撮像領域の画像とマスク画像とを照合した状態の説明図である。

【図 4】図 4 は本発明の実施例 1 の環境認識プログラムの経路設定処理のフローチャートである。

【図 5】図 5 は実験例の実験条件および実験結果の説明図であり、図 5 A は実験例の実験条件を示す図であり、図 5 B は実験例の実験結果を示す図であり、実験例 1 の自律型移動体が走行した経路を実線で示し、比較例 1 の自律型移動体が走行した経路を破線で示した図である。

20

【符号の説明】

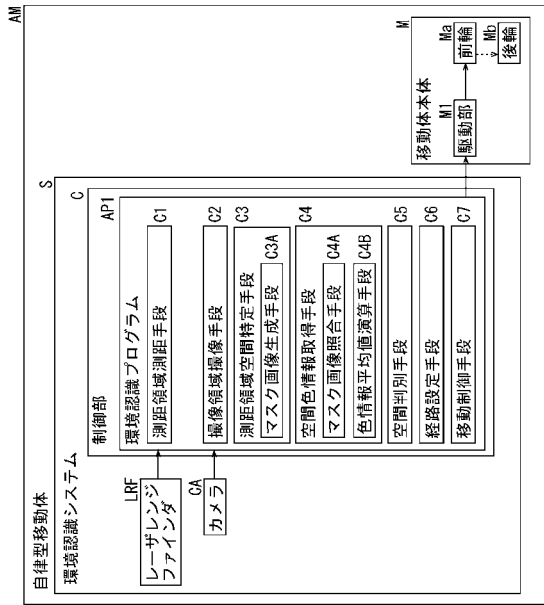
【0045】

- 1 ... 画像、
- 1 a ... 物体、
- 1 d ... 物体非存在空間、
- 2 a ... 物体非存在空間領域、
- 2 b ... 物体存在空間領域、
- A M ... 自律型移動体、
- A P 1 ... 環境認識プログラム、
- A R 0 ... 測距領域、
- A R 1 ... 撮像領域、
- C ... コンピュータ、
- C 3 ... 測距領域空間特定手段、
- C 4 ... 空間色情報取得手段、
- C 5 ... 空間判別手段、
- C 6 ... 経路設定手段、
- C 7 ... 移動制御手段、
- C A ... 撮像装置、
- L R F ... 測距装置、レーザレンジファインダ、
- M ... 移動体、
- S ... 環境認識システム。

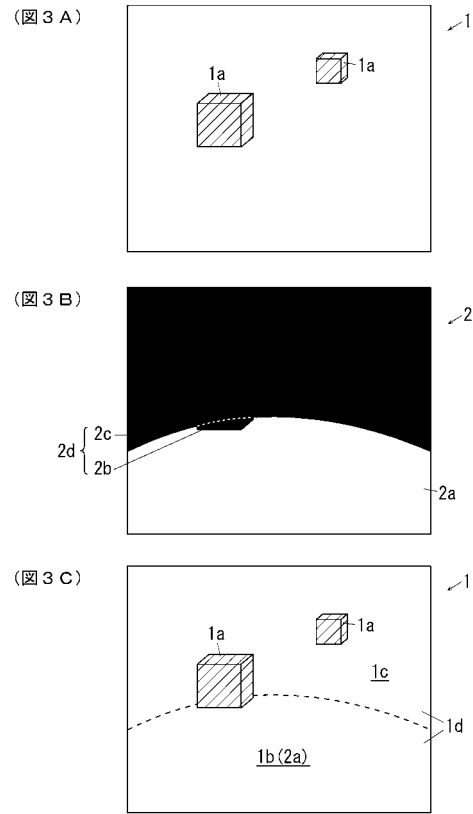
30

40

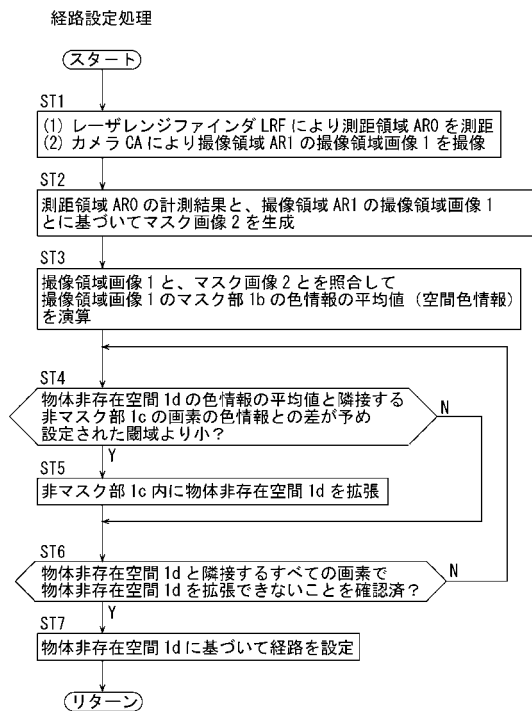
【 図 2 】



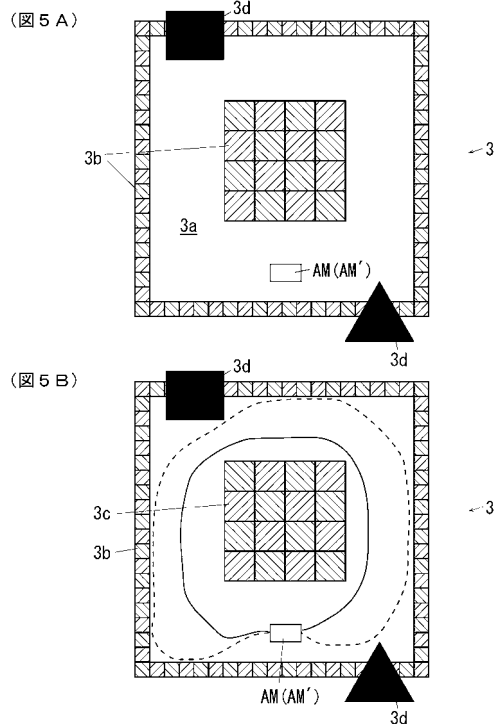
【 図 3 】



【 図 4 】



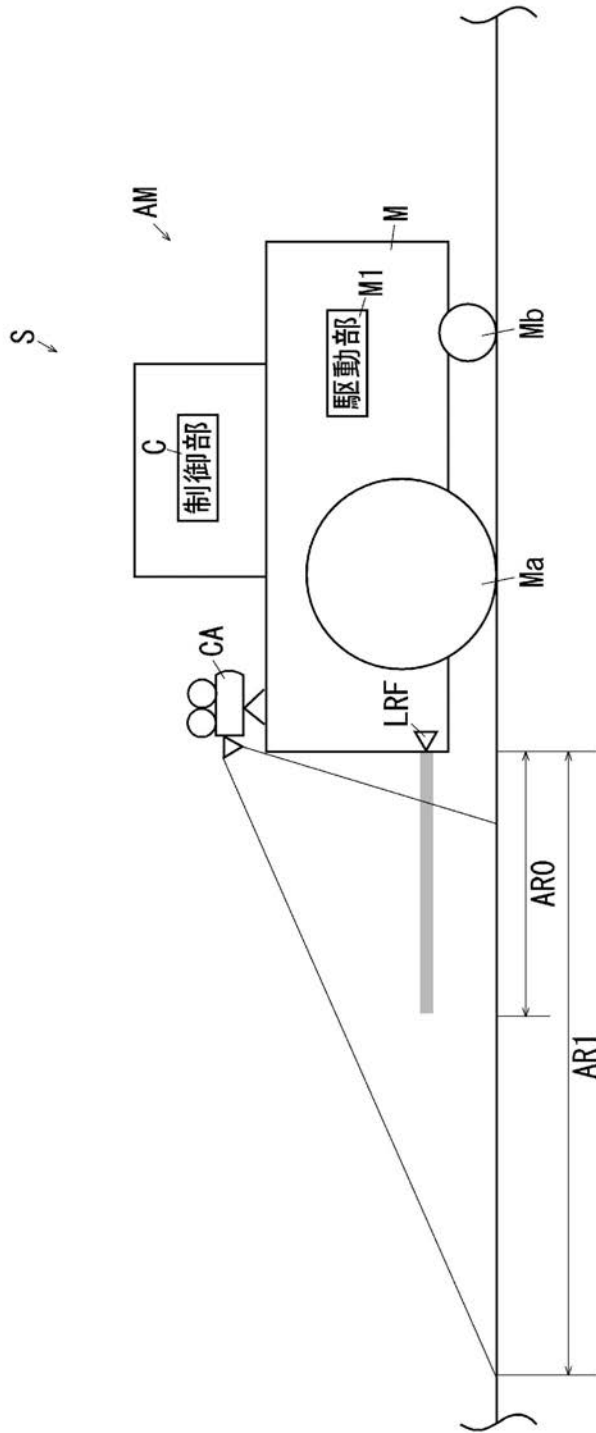
【 図 5 】



| | 走行時間 |
|-----------------|---------|
| 実験例 1 (LRF&カメラ) | 26.38 秒 |
| 比較例 1 (LRFのみ) | 33.26 秒 |

→ 26% の改善

【図1】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-072987(JP,A)
特開2006-260105(JP,A)
特開2004-280451(JP,A)
特開2003-269937(JP,A)
特開2003-028959(JP,A)
特開2002-259969(JP,A)
特開2002-132343(JP,A)
特開2001-099930(JP,A)
特開平09-264954(JP,A)
特開平07-096806(JP,A)
特開平05-046242(JP,A)
特開昭63-071604(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | | | |
|------|-------|---|-------|
| G01S | 7/00 | - | 7/64 |
| G01S | 13/00 | - | 17/95 |
| G01C | 3/00 | - | 3/32 |
| G01B | 11/00 | - | 11/30 |
| G05D | 1/00 | - | 1/12 |