

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7372970号
(P7372970)

(45)発行日 令和5年11月1日(2023.11.1)

(24)登録日 令和5年10月24日(2023.10.24)

(51)国際特許分類

F I

G O 1 S 17/89 (2020.01)

G O 1 S 7/4863(2020.01)

G O 1 S 17/32 (2020.01)

G O 1 S 17/89

G O 1 S 7/4863

G O 1 S 17/32

請求項の数 20 (全35頁)

(21)出願番号	特願2021-530357(P2021-530357)	(73)特許権者	520133916
(86)(22)出願日	令和1年7月5日(2019.7.5)		ヌヴォンテクノロジージャパン株式会
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/026866		社
(87)国際公開番号	WO2021/005659		京都府長岡京市神足焼町1番地
(87)国際公開日	令和3年1月14日(2021.1.14)	(74)代理人	110002527
審査請求日	令和4年5月30日(2022.5.30)		弁理士法人北斗特許事務所
		(72)発明者	奥山 哲郎
			京都府長岡京市神足焼町1番地 ヌヴォ
			ンテクノロジージャパン株式会社内
		(72)発明者	河合 良直
			京都府長岡京市神足焼町1番地 ヌヴォ
			ンテクノロジージャパン株式会社内
		審査官	藤田 都志行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理システム、センサシステム、情報処理方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

可視光に感度を持つ第1画素、及び赤外光に感度を持つ第2画素を有するイメージセンサに用いられ、

前記第1画素の画素値に関する第1輝度情報を前記第1画素から取得する第1取得部と、
前記第2画素の画素値に関する第2輝度情報を前記第2画素から取得する第2取得部と、
前記イメージセンサから前記赤外光を反射した物体までの距離に関する距離情報を前記第2画素から取得する第3取得部と、

前記第1輝度情報及び前記第2輝度情報からなる群から選択される1以上の情報を用いる前記物体の二次元検知結果と、少なくとも前記距離情報を用いる前記物体の三次元検知結果との合成を行うフュージョン部と、を備える、

情報処理システム。

【請求項2】

前記フュージョン部は、前記二次元検知結果を用いて前記三次元検知結果を補正させることで、前記二次元検知結果と前記三次元検知結果とを合成する、

請求項1に記載の情報処理システム。

【請求項3】

前記フュージョン部は、前記イメージセンサを含むセンサシステムに帰還信号を出力し、
前記イメージセンサは、前記帰還信号により、露光時間及びフレームレートからなる群から選択される1以上のパラメータが変化した電気信号を出力する、

請求項 1 又は 2 に記載の情報処理システム。

【請求項 4】

前記フュージョン部の出力を用いて、前記物体に関する物標情報を出力するトラッキング部を更に備える、

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 5】

前記物標情報は、前記物体の位置の情報、移動方向の情報、移動速度の情報及び種別の情報からなる群から選択される 1 以上の情報を含む、

請求項 4 に記載の情報処理システム。

【請求項 6】

前記第 1 輝度情報は、前記第 1 画素に入力された光の強度を表す明暗情報である、

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 7】

前記距離情報に基づいて前記物体の検知を行う三次元物体検知部を更に備える、

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 8】

前記三次元物体検知部は、前記距離情報に加えて、前記第 1 輝度情報及び前記第 2 輝度情報からなる群から選択される 1 以上の情報に基づいて、前記物体の検知を行う、

請求項 7 に記載の情報処理システム。

【請求項 9】

前記三次元物体検知部は、前記距離情報に加えて、前記第 2 輝度情報のタイミングに合わせて補正された前記第 1 輝度情報に基づいて、前記物体の検知を行う、

請求項 7 に記載の情報処理システム。

【請求項 10】

前記第 1 輝度情報及び前記第 2 輝度情報からなる群から選択される 1 以上の情報に基づいて前記物体の検知を行う二次元物体検知部を更に備える、

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 11】

前記距離情報は、T o F 方式により得られる情報である、

請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 12】

前記距離情報と、前記第 1 輝度情報及び前記第 2 輝度情報からなる群から選択される 1 以上の情報とを用いて、前記距離情報の補正を行うノイズ処理部を更に備える、

請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 13】

前記物体と前記物体の周囲に位置する周辺領域とを分離する分離部を更に備える、

請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 14】

前記距離情報に基づいて前記物体の検知を行う三次元物体検知部を更に備え、

前記三次元物体検知部は、前記距離情報から前記周辺領域を除去した情報に基づいて前記物体の検知を行う、

請求項 13 に記載の情報処理システム。

【請求項 15】

前記第 1 輝度情報と前記第 2 輝度情報との時間差を補正する機能を有する、

請求項 1 ～ 14 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 16】

前記第 1 輝度情報と前記第 2 輝度情報と前記距離情報とに基づいて行われた、前記イメージセンサの画角内の監視領域の状況に関する情報処理結果を出力する出力部を更に備える、

請求項 1 ～ 15 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

10

20

30

40

50

【請求項 17】

前記情報処理結果は、
前記監視領域における前記物体の有無に関する情報、
前記監視領域に存在する前記物体の前記監視領域内での位置に関する情報、及び、
前記物体の属性に関する情報からなる群から選択される1以上の情報を含む、
請求項16に記載の情報処理システム。

【請求項 18】

請求項1～17のいずれか1項に記載の情報処理システムと、
前記イメージセンサと、を備える、
センサシステム。

10

【請求項 19】

可視光に感度を持つ第1画素、及び赤外光に感度を持つ第2画素を有するイメージセンサから入力される情報を処理する方法であって、
前記第1画素の画素値に関する第1輝度情報を前記第1画素から取得する第1取得処理と、
前記第2画素の画素値に関する第2輝度情報を前記第2画素から取得する第2取得処理と、
前記イメージセンサから前記赤外光を反射した物体までの距離に関する距離情報を前記第2画素から取得する第3取得処理と、
前記第1輝度情報及び前記第2輝度情報からなる群から選択される1以上の情報を用いる前記物体の二次元検知結果と、少なくとも前記距離情報を用いる前記物体の三次元検知結果との合成を行うフュージョン処理と、を有する、
情報処理方法。

20

【請求項 20】

請求項19に記載の情報処理方法を、1以上のプロセッサに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に情報処理システム、センサシステム、情報処理方法及びプログラムに関し、より詳細には、イメージセンサに用いられる情報処理システム、センサシステム、情報処理方法及びプログラムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、計測システムにおいて、画像対応付け方法を利用することが記載されている。

【0003】

画像対応付け方法では、レーザースキャナによって計測対象の三次元点群データを得ると共に、計測対象を撮影して二次元カラー画像を取得する。次に、二次元カラー画像上において任意に3点以上を選択し、当該選択した各点に、三次元点群データに基づく三次元位置情報を与える。そして、選択点の三次元位置情報に基づいて、計測対象の撮影時におけるカメラとレーザースキャナとの相対的な位置関係を算出する。そして、算出した相対的な位置関係と、選択した点における三次元位置情報とに基づいて、点群データの各点のデータにカラー画像の画像データを対応させる。計測システムは、このような処理を経て、色情報を付加した三次元点群データを得ることができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2005-77385号公報

【発明の概要】

50

【0005】

しかし、上述したように、カメラの画像（輝度情報）とレーザースキャナのデータ（距離情報）とを対応付ける方法では、これらの情報の間に、時間的及び空間的なずれが生じやすく、これらの情報に基づく情報処理の精度の向上を図りにくい。

【0006】

本開示は上記事由に鑑みてなされており、情報処理の精度の向上を図りやすい、情報処理システム、センサシステム、情報処理方法及びプログラムを提供することを目的とする。

【0007】

本開示の一態様に係る情報処理システムは、第1画素及び第2画素を有するイメージセンサに用いられ、第1取得部と、第2取得部と、第3取得部と、フュージョン部と、を備える。前記第1画素は、可視光に感度を持つ。前記第2画素は、赤外光に感度を持つ。前記第1取得部は、第1輝度情報を前記第1画素から取得する。前記第1輝度情報は、前記第1画素の画素値に関する情報である。前記第2取得部は、第2輝度情報を前記第2画素から取得する。前記第2輝度情報は、前記第2画素の画素値に関する情報である。前記第3取得部は、距離情報を前記第2画素から取得する。前記距離情報は、前記イメージセンサから前記赤外光を反射した物体までの距離に関する情報である。前記フュージョン部は、前記第1輝度情報及び前記第2輝度情報からなる群から選択される1以上の情報を用いる前記物体の二次元検知結果と、少なくとも前記距離情報を用いる前記物体の三次元検知結果との合成を行う。

【0008】

本開示の一態様に係るセンサシステムは、前記情報処理システムと、前記イメージセンサと、を備える。

【0009】

本開示の一態様に係る情報処理方法は、第1画素及び第2画素を有するイメージセンサから入力される情報を処理する方法であって、第1取得処理と、第2取得処理と、第3取得処理と、フュージョン処理と、を有する。前記第1画素は、可視光に感度を持つ。前記第2画素は、赤外光に感度を持つ。前記第1取得処理は、第1輝度情報を前記第1画素から取得する処理である。前記第1輝度情報は、前記第1画素の画素値に関する情報である。前記第2取得処理は、第2輝度情報を前記第2画素から取得する処理である。前記第2輝度情報は、前記第2画素の画素値に関する情報である。前記第3取得処理は、距離情報を前記第2画素から取得する処理である。前記距離情報は、前記イメージセンサから前記赤外光を反射した物体までの距離に関する情報である。前記フュージョン処理は、前記第1輝度情報及び前記第2輝度情報からなる群から選択される1以上の情報を用いる前記物体の二次元検知結果と、少なくとも前記距離情報を用いる前記物体の三次元検知結果との合成を行う処理である。

【0010】

本開示の一態様に係るプログラムは、前記情報処理方法を、1以上のプロセッサに実行させるためのプログラムである。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1Aは、実施形態1に係る情報処理システム及びセンサシステムの構成を示す概略ブロック図である。図1Bは、同上の情報処理システムに用いるイメージセンサの構成を示す模式図である。

【図2】図2は、同上の情報処理システムの構成を示す概略ブロック図である。

【図3】図3は、同上の情報処理システムの動作例を示すフローチャートである。

【図4】図4は、同上の情報処理システムの駐車スペース検知モードにおける動作の概要を示す説明図である。

【図5】図5は、同上の情報処理システムの駐車スペース検知モードにおける情報処理結果を模式的に表す説明図である。

【図6】図6は、同上の情報処理システムの物体検知モードにおける動作の概要を示す説

明図である。

【図 7】図 7 は、同上の情報処理システムの物体検知モードにおける情報処理結果を模式的に表す説明図である。

【図 8】図 8 A は、同上の情報処理システムが用いられる状況を示す説明図である。図 8 B は、同上の情報処理システムのフュージョン処理により、三次元物体検知処理の検知結果を補正する様子を模式的に示す説明図である。

【図 9】図 9 は、実施形態 1 の第 3 変形例に係る情報処理システムの構成を示す概略ブロック図である。

【図 10】図 10 は、実施形態 1 の第 4 変形例に係る情報処理システムの構成を示す概略ブロック図である。

【図 11】図 11 は、実施形態 1 の第 5 変形例に係る情報処理システムの構成を示す概略ブロック図である。

【図 12】図 12 A ～図 12 E は、実施形態 1 の変形例に係るイメージセンサの構成を示す模式図である。

【図 13】図 13 は、実施形態 2 に係る情報処理システムの構成を示す概略ブロック図である。

【図 14】図 14 は、実施形態 2 の変形例に係る情報処理システムの構成を示す概略ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

（実施形態 1）

（1）概要

まず、本実施形態に係る情報処理システム 1 の概要について、図 1 A、図 1 B 及び図 2 を参照して説明する。

【0013】

情報処理システム 1 は、図 1 A に示すように、イメージセンサ 3 に用いられるシステムである。イメージセンサ 3 は、複数の画素を有し、これら複数の画素が配置された受光面に、光学系を通して対象物からの光を結像させ、その光による明暗を電荷の量に光電変換し、これを読み出すことで電気信号として出力する素子である。本実施形態では一例として、イメージセンサ 3 は、半導体素子を用いた固体撮像素子である。

【0014】

イメージセンサ 3 は、図 1 B に示すように、第 1 画素 3 1 及び第 2 画素 3 2 を有している。第 1 画素 3 1 は可視光に感度を持つ。第 2 画素 3 2 は赤外光に感度を持つ。本実施形態に係る情報処理システム 1 は、このようなイメージセンサ 3 から取得する情報について、種々の処理を実行する。これにより、情報処理システム 1 では、イメージセンサ 3 の画角内の監視領域 A 1（図 4 参照）の状況に関する情報処理結果を得ることが可能である。本開示でいう「情報処理結果」は、情報処理システム 1 で得られる情報処理の結果であって、一例として、監視領域 A 1 における物体 O b 1（図 4 参照）の有無に関する情報等である。

【0015】

本実施形態に係る情報処理システム 1 は、図 2 に示すように、第 1 取得部 1 1 と、第 2 取得部 1 2 と、第 3 取得部 1 3 と、を備えている。第 1 取得部 1 1 は、第 1 輝度情報 D 1 を第 1 画素 3 1 から取得する。第 1 輝度情報 D 1 は、第 1 画素 3 1 の画素値に関する情報である。第 2 取得部 1 2 は、第 2 輝度情報 D 2 を第 2 画素 3 2 から取得する。第 2 輝度情報 D 2 は、第 2 画素 3 2 の画素値に関する情報である。第 3 取得部 1 3 は、距離情報 D 3 を第 2 画素 3 2 から取得する。距離情報 D 3 は、イメージセンサ 3 から赤外光を反射した物体 O b 1（図 4 参照）までの距離に関する情報である。

【0016】

上記構成によれば、情報処理システム 1 では、1 つのイメージセンサ 3 に設けられた 2 種類の画素（第 1 画素 3 1 及び第 2 画素 3 2）から、3 種類の情報（第 1 輝度情報 D 1、

10

20

30

40

50

第2輝度情報D2及び距離情報D3)を取得することが可能である。そして、第1輝度情報D1、第2輝度情報D2及び距離情報D3は、互いに異なる情報でありながらも、1つのイメージセンサ3から得られていることで互いに相関を有する。特に、第2輝度情報D2及び距離情報D3は、いずれも第2画素32から取得されるので、第2輝度情報D2及び距離情報D3の間には強い相関がある。そのため、情報処理システム1では、これら3種類の情報から、例えば、イメージセンサ3の画角内の監視領域A1の状況に関する様々な情報を比較的精度よく求めることが可能である。結果的に、情報処理システム1での情報処理の精度の向上を図ることが可能である。

【0017】

(2) 構成

次に、本実施形態に係る情報処理システム1及びセンサシステム10の構成について、図1A、図1B及び図2を参照してより詳細に説明する。

【0018】

(2.1) 前提

本実施形態では一例として、情報処理システム1及びセンサシステム10が、自動車等の移動体に搭載される場合を想定する。ここでは特に、移動体は、人が運転する自動車であることとする。情報処理システム1及びセンサシステム10は、例えば、移動体の先進運転支援システム(ADAS: Advanced Driver Assistance System)、自動運転技術及びドライバモニタリング技術等に利用される。先進運転支援システム又は自動運転技術においては、情報処理システム1にて、例えば、移動体の周辺の監視領域A1を認識することで、移動体の周辺の物体Ob1の存在を検知することが可能である。この場合において検知可能となる移動体の周辺の物体Ob1の一例として、人(歩行者、立ち止まっている人、座っている人及び自転車に乗っている人等を含む)及び小動物等の生物、並びに、別の移動体、壁、ガードレール及び信号機等の構造物等がある。

【0019】

そのため、本実施形態では基本的に、情報処理システム1は、移動体の周辺の監視領域A1の状況に関する情報を、情報処理結果として求める。一例として、情報処理結果は、移動体の周辺の監視領域A1における物体Ob1の有無に関する情報、監視領域A1に存在する物体Ob1の監視領域A1内での位置に関する情報、及び物体Ob1の属性に関する情報からなる群から選択される1以上の情報を含む。

【0020】

本開示でいう「可視光」は、人の目で見える波長の電磁波、つまり可視光線を意味する。可視光の波長の下限は略360nm以上400nm以下の範囲である。可視光の波長の上限は略760nm以上830nm以下の範囲である。イメージセンサ3の第1画素31は、このような波長域にある光(可視光)について感度を持つ。本実施形態では一例として、このような可視光の略全波長域において、第1画素31が感度を持つことと仮定する。

【0021】

本開示でいう「赤外光」は、可視光の赤色よりも波長が長く、電波よりも波長が短い電磁波、つまり赤外線を意味する。そのため、赤外光の波長の下限は略760nm以上830nm以下の範囲である。赤外光の波長の上限は略2.5μm(近赤外)以上4.0μm(中赤外)以下の範囲である。イメージセンサ3の第2画素32は、このような波長域にある光(赤外光)について感度を持つ。本実施形態では一例として、第2画素32は、後述する発光部4の出力光の中心波長付近に感度を持つことと仮定する。

【0022】

また、本開示でいう「画像」は、動画(動画像)及び静止画(静止画像)を含む。さらに、「動画」は、コマ撮り等により得られる複数の静止画にて構成される画像を含む。本実施形態では一例として、画像は静止画である。

【0023】

(2.2) 全体構成

本実施形態に係る情報処理システム1は、図1Aに示すように、制御システム2に接続

10

20

30

40

50

されている。制御システム 2 は、情報処理システム 1 からの出力信号を受けて動作するシステムである。情報処理システム 1 からの出力信号には、少なくとも情報処理システム 1 で得られる情報処理の結果、つまり情報処理結果が含まれている。

【0024】

制御システム 2 は、情報処理システム 1 からの出力信号を受けて動作するシステムである。情報処理システム 1 からの出力信号には、上述のように情報処理結果が含まれているため、制御システム 2 は、情報処理結果に従って動作可能である。制御システム 2 は、一例として、情報処理システム 1 からの情報処理結果に従って、移動体の運転を支援するための情報を表示装置に表示させる等、適宜、移動体の運転者に対して情報の提示を行う。さらに、制御システム 2 は、情報処理システム 1 からの情報処理結果に従って、移動体の操舵又は制動等を制御することで、移動体の運転（操縦）を支援してもよい。

10

【0025】

情報処理システム 1 は、イメージセンサ 3、更には発光部 4 及び信号処理部 5 と共に、センサシステム 10 を構成する。言い換えれば、本実施形態に係るセンサシステム 10 は、情報処理システム 1 と、イメージセンサ 3 と、を備えている。本実施形態では特に、センサシステム 10 は、情報処理システム 1 及びイメージセンサ 3 に加えて、発光部 4 及び信号処理部 5 を更に備えている。一例として、センサシステム 10 を構成する情報処理システム 1、イメージセンサ 3、発光部 4 及び信号処理部 5 は、いずれも移動体に搭載されている。さらに、センサシステム 10 に接続される制御システム 2 についても、一例として、移動体に搭載されている。

20

【0026】

本実施形態では、制御システム 2 は、センサシステム 10 の構成要素には含まれないこととするが、制御システム 2 は、センサシステム 10 の構成要素に含まれてもよい。また、本実施形態では、発光部 4 及び信号処理部 5 は、センサシステム 10 の構成要素に含まれているが、センサシステム 10 は、発光部 4 及び信号処理部 5 の少なくとも一方を構成要素に含まなくてもよい。

【0027】

ここで、図 1 A に示すように、情報処理システム 1 には、イメージセンサ 3 及び発光部 4 が、信号処理部 5 を介して接続されている。具体的には、イメージセンサ 3 及び発光部 4 は、いずれも信号処理部 5 に接続されており、信号処理部 5 が情報処理システム 1 に接続されている。信号処理部 5 は、イメージセンサ 3 から電気信号を読み出し、読み出した電気信号に対してフィルタリング等の種々の信号処理を行う。また、信号処理部 5 は、発光部 4 を制御する機能を有し、任意のタイミングで発光部 4 を発光させる。

30

【0028】

本実施形態では、信号処理部 5 は、イメージセンサ 3 から読み出した電気信号に基づいて、第 1 輝度情報 D 1、第 2 輝度情報 D 2 及び距離情報 D 3 を生成する。第 1 輝度情報 D 1 は、第 1 画素 3 1 の画素値に関する情報であって、第 1 画素 3 1 から読み出した電気信号より生成される。第 2 輝度情報 D 2 は、第 2 画素 3 2 の画素値に関する情報であって、第 2 画素 3 2 から読み出した電気信号より生成される。距離情報 D 3 は、イメージセンサ 3 から赤外光を反射した物体 O b 1 までの距離に関する情報であって、第 2 画素 3 2 から読み出した電気信号より生成される。

40

【0029】

このように、情報処理システム 1 は、信号処理部 5 を介してイメージセンサ 3 に接続されているのであって、第 1 輝度情報 D 1、第 2 輝度情報 D 2 及び距離情報 D 3 についても、信号処理部 5 を介してイメージセンサ 3 から取得する。要するに、本実施形態では、情報処理システム 1 は、イメージセンサ 3 の第 1 画素 3 1 から直接的に第 1 輝度情報 D 1 を取得するのではなく、信号処理部 5 を介して間接的に、第 1 画素 3 1 から第 1 輝度情報 D 1 を取得する。同様に、情報処理システム 1 は、イメージセンサ 3 の第 2 画素 3 2 から直接的に第 2 輝度情報 D 2 を取得するのではなく、信号処理部 5 を介して間接的に、第 2 画素 3 2 から第 2 輝度情報 D 2 を取得する。同様に、情報処理システム 1 は、イメージセン

50

サ 3 の第 2 画素 3 2 から直接的に距離情報 D 3 を取得するのではなく、信号処理部 5 を介して間接的に、第 2 画素 3 2 から距離情報 D 3 を取得する。

【 0 0 3 0 】

本実施形態では、イメージセンサ 3 は、図 1 B に示すように、複数の第 1 画素 3 1 及び複数の第 2 画素 3 2 を含む複数の画素が、受光面の列方向（縦方向）及び行方向（横方向）の両方に並ぶように二次元配置されている。図 1 B は、複数の第 1 画素 3 1 及び複数の第 2 画素 3 2 の配列を示すための模式図であって、実際には、多数の第 1 画素 3 1 及び多数の第 2 画素 3 2 が、イメージセンサ 3 の受光面上に並んでいてもよい。図 1 B では、16 個の画素（8 つの第 1 画素 3 1 及び 8 つの第 2 画素 3 2）が、受光面の行方向及び列方向にそれぞれ 4 個ずつ並べて配置されている。図 1 B では、可視光に感度を持つ第 1 画素 3 1 に「白色」の意味で「W」の文字を付し、赤外光に感度を持つ第 2 画素 3 2 に「赤外」の意味で「I R」の文字を付している。

10

【 0 0 3 1 】

このように複数の第 1 画素 3 1 は二次元配置されているので、情報処理システム 1 がイメージセンサ 3 から信号処理部 5 を介して取得する第 1 輝度情報 D 1 は、複数の第 1 画素 3 1 の出力の集合である画像（輝度画像）を構成する。同様に、複数の第 2 画素 3 2 は二次元配置されているので、情報処理システム 1 がイメージセンサ 3 から信号処理部 5 を介して取得する第 2 輝度情報 D 2 は、複数の第 2 画素 3 2 の出力の集合である画像（輝度画像）を構成する。さらに、複数の第 2 画素 3 2 は二次元配置されているので、情報処理システム 1 がイメージセンサ 3 から信号処理部 5 を介して取得する距離情報 D 3 は、複数の第 2 画素 3 2 の出力の集合である画像（距離画像）を構成する。

20

【 0 0 3 2 】

本実施形態では一例として、イメージセンサ 3 の受光面の行方向に第 1 画素 3 1 及び第 2 画素 3 2 がそれぞれ複数個ずつ並び、かつ受光面の列方向に第 1 画素 3 1 及び第 2 画素 3 2 が交互に並ぶように配置されている。すなわち、複数の第 1 画素 3 1 は受光面の行方向に並ぶ第 1 画素行を構成し、複数の第 2 画素 3 2 は受光面の行方向に並ぶ第 2 画素行を構成する。そして、これら第 1 画素行及び第 2 画素行は、受光面の列方向に交互に並んでいる。このような配列によれば、複数の第 1 画素 3 1 及び複数の第 2 画素 3 2 は、それぞれ受光面の行方向において、比較的高い分解能を実現できる。

【 0 0 3 3 】

ところで、本実施形態では、上述したように第 1 画素 3 1 は、このような可視光の略全波長域において感度を持つ。そのため、第 1 画素 3 1 は、可視光の波長域であれば、基本的には、いずれの色の光が入力されても、その光の強度に応じた出力を生じる。つまり、第 1 画素 3 1 から出力される第 1 輝度情報 D 1 は、第 1 画素 3 1 に入力された光の強度を表す明暗情報である。

30

【 0 0 3 4 】

本実施形態では一例として、イメージセンサ 3 における第 1 画素 3 1 の個数（画素数）と第 2 画素 3 2 の個数（画素数）とは同数であることと仮定する。ただし、この例に限らず、イメージセンサ 3 における第 1 画素 3 1 の個数（画素数）と第 2 画素 3 2 の個数（画素数）とは異なってもよい。

40

【 0 0 3 5 】

本実施形態では一例として、第 1 画素 3 1 の前面には、赤外光を遮蔽する赤外カットフィルタが配置されている。ただし、赤外カットフィルタは必須の構成ではなく、適宜省略可能である。

【 0 0 3 6 】

発光部 4 は、イメージセンサ 3 と共に監視領域 A 1 に向けて配置されている。発光部 4 は、少なくとも監視領域 A 1 に向けて光を出力する。発光部 4 は、少なくともイメージセンサ 3 の第 2 画素 3 2 が感度を持つ波長域の光、つまり赤外光を出力する。発光部 4 には、例えば、発光ダイオード（LED：Light Emitting Diode）又はレーザダイオード等の、比較的応答速度が速く高速変調（高速点滅）が可能な素子が用いられる。

50

【0037】

このような発光部4が、イメージセンサ3と組み合わせて用いられることにより、ToF (Time-of-Flight) 方式により、監視領域A1に存在する物体Ob1までの距離に関する情報(距離情報D3)が得られる。すなわち、発光部4が発光してから、発光部4の出力光が物体Ob1で反射されてイメージセンサ3の第2画素32で受光されるまでの時間は、イメージセンサ3から物体Ob1までの距離に応じて変化する。このことを利用して、光(ここでは赤外光)の飛行時間を計測することで、光を反射した物体Ob1までの距離を測定することが可能である。

【0038】

以下に、距離情報D3を求めるための具体的な処理について、一例を挙げて簡単に説明する。本実施形態では、投光(発光)から受光までの時間を計測するために、信号処理部5は、発光部4から強度を変調した光(以下、「強度変調光」ともいう)を監視領域A1に出力させる。その上で、信号処理部5は、イメージセンサ3による受光時点の強度変化の位相と、発光部4からの投光時点の強度変化の位相との位相差を用いて時間を計測する。強度変調光における強度変化の周波数が一定であれば、位相差は、比較的簡単な演算で、物体Ob1までの距離に換算される。

【0039】

すなわち、強度が変化する強度変調光を発光部4から監視領域A1に投光し、イメージセンサ3の1つの第2画素32が受光する光の強度が変化しているとする。同位相の時間差は物体Ob1までの距離を反映しているから、光速を c [m/s]として、時間差 Δt [s]を用いると、物体Ob1までの距離 L は以下の式1で表される。

【0040】

$$L = c \cdot \Delta t / 2 \quad (\text{式1})$$

また、光の強度を変調する変調信号の周波数を f [Hz]とし、位相差を ϕ [rad]とすれば、時間差 Δt は以下の式2で表される。

【0041】

$$\Delta t = \phi / 2\pi f \quad (\text{式2})$$

よって、位相差 ϕ を求めることにより、物体Ob1までの距離 L が求まることになる。

【0042】

そして、位相差 ϕ を求めるには、イメージセンサ3の第2画素32ごとに、変調信号の複数の異なる位相について受光強度を求めればよい。実際には、イメージセンサ3の第2画素32ごとに、所定の位相幅(時間幅)を有する各位相区間の受光光量を検出し、この受光光量に相当する受光出力を位相差 ϕ の演算に用いる。一例として、位相区間を90度間隔とすれば、変調信号の1周期について位相間隔が等しい4つの位相区間が周期的に得られる。この場合に、位相区間ごとの受光光量を $C0 \sim C3$ とすれば、位相差 ϕ は、以下の式3で表される。

【0043】

$$\phi = \tan^{-1} \{ (C0 - C2) / (C1 - C3) \} \quad (\text{式3})$$

受光光量 $C0 \sim C3$ を変調信号のいずれの位相に対応させるかによって、位相差 ϕ の符号は変化するが、位相差 ϕ は絶対値を用いればよい。

【0044】

このように、発光部4から強度変調光を投光し、イメージセンサ3において特定の位相区間ごとの受光光量を検出する必要があるから、信号処理部5が設けられる。信号処理部5は、上述したような強度変調光が投光されるように発光部4に変調信号を与えて発光部4を駆動する。イメージセンサ3からは4つの位相区間ごとの受光光量 $C0 \sim C3$ に対応した受光出力が得られ、イメージセンサ3の受光出力(電気信号)が信号処理部5に入力される。信号処理部5は、受光出力を用いて物体Ob1までの距離を求める演算を行う。このとき、信号処理部5は、変調信号に同期した基準信号に基づいて生成した読出信号をイメージセンサ3に与えて、受光出力を読み出す。

【0045】

10

20

30

40

50

(2.3) 情報処理システムの構成

次に、本実施形態に係る情報処理システム1の構成について、図2を参照して説明する。

【0046】

本実施形態では、情報処理システム1は、第1取得部11、第2取得部12及び第3取得部13に加えて、種々の機能を備えている。すなわち、情報処理システム1は、図2に示すように、ノイズ処理部14、座標変換部15、分離部16、三次元物体検知部17、フュージョン部18及びトラッキング部19を更に備えている。また、情報処理システム1は、二次元物体検知部20、第1合成部21、第2合成部22、白線候補領域検出部23、白線候補領域鳥瞰変換部24、フリースペース検知部25及び駐車枠検出部26及び出力部27を更に備えている。

10

【0047】

図2等においては、例えば、「3D物体検知部」のように、「三次元」を「3D」、「二次元」を「2D」と表記している。また、フュージョン部18について、本実施形態では、三次元物体検知部17の検知結果と、二次元物体検知部20の検知結果とを合成していることから、「2D-3Dフュージョン部」と表記している。さらに、第1輝度情報D1については「明暗輝度」と表記し、第2輝度情報D2は「IR輝度」と表記している。

【0048】

本実施形態では一例として、情報処理システム1は、1以上のプロセッサ及び1以上のメモリを有するコンピュータシステム（サーバ、クラウドコンピューティングを含む）を主構成とする。プロセッサは、メモリに記録されているプログラムを実行することにより、情報処理システム1の機能を実現する。プログラムは、予めメモリに記録されていてもよいし、メモリカードのような非一時的記録媒体に記録されて提供されたり、電気通信回線を通して提供されたりしてもよい。言い換えれば、上記プログラムは、1以上のプロセッサを、情報処理システム1として機能させるためのプログラムである。

20

【0049】

また、情報処理システム1には、オドメトリ情報D4（図中「Odometry」と表記）と、コンフィデンス情報D5（図中「Conf」と表記）と、が更に入力される。つまり、情報処理システム1に対しては、入力データとして、第1輝度情報D1、第2輝度情報D2、距離情報D3、オドメトリ情報D4及びコンフィデンス情報D5の計5種類のデータ（情報）が入力される。オドメトリ情報D4は、例えば、移動体の傾き角度、移動体の進行方向、移動体の移動速度、移動体にかかる加速度、アクセルペダルの踏込量（アクセル開度）、ブレーキペダルの踏込量又は舵角等、移動体に搭載されたセンサにて検出可能な情報を含む。さらに、オドメトリ情報D4は、GPS（Global Positioning System）等を用いて検出可能な移動体の現在位置に基づく情報であって、例えば、現在位置における道路の車線数、白線／黄線の区別、車道幅、歩道の有無、勾配又はカーブの曲率等を含む。

30

【0050】

コンフィデンス情報D5は、データの信頼性に関する情報である。一例として、コンフィデンス情報D5は、距離情報D3について、干渉又はマルチパス等の影響を受けた疑似距離情報に該当するか否かを判断するために用いられる。同様に、コンフィデンス情報D5は、第1輝度情報D1又は第2輝度情報D2について、疑似輝度情報に該当するか否かを判断するために用いられる。

40

【0051】

第1取得部11は、信号処理部5に接続されている。つまり、第1取得部11は、信号処理部5を介してイメージセンサ3の第1画素31に接続されている。第1取得部11は、上述したように、第1画素31の画素値に関する第1輝度情報D1を第1画素31から取得する。本実施形態では、第1取得部11は、信号処理部5を介して間接的に、第1輝度情報D1を第1画素31から取得する。

【0052】

第2取得部12は、信号処理部5に接続されている。つまり、第2取得部12は、信号処理部5を介してイメージセンサ3の第2画素32に接続されている。第2取得部12は

50

、上述したように、第2画素32の画素値に関する第2輝度情報D2を第2画素32から取得する。本実施形態では、第2取得部12は、信号処理部5を介して間接的に、第2輝度情報D2を第2画素32から取得する。

【0053】

第3取得部13は、信号処理部5に接続されている。つまり、第3取得部13は、信号処理部5を介してイメージセンサ3の第2画素32に接続されている。第3取得部13は、上述したように、イメージセンサ3から赤外光を反射した物体Ob1までの距離に関する距離情報D3を第2画素32から取得する。本実施形態では、第3取得部13は、信号処理部5を介して間接的に、距離情報D3を第2画素32から取得する。

【0054】

ノイズ処理部14は、距離情報D3と、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報と、を用いて、距離情報D3の補正を行う。第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報は、第1輝度情報D1と、第2輝度情報D2と、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2を合成した輝度情報（以下、「合成画像」ともいう）と、のいずれかである。ノイズ処理部14は、第3取得部13に接続されている。本実施形態では、ノイズ処理部14は、第1合成部21を介して第2取得部12に接続されている。つまり、ノイズ処理部14には、第1輝度情報D1又は第2輝度情報D2が直接的に入力されるのではなく、第1合成部21を介して間接的に入力される。距離情報D3は、それ単体では比較的S/N比が低く、ノイズの比率が大きいため、ノイズ処理部14にて、距離情報D3のノイズを低減する。ノイズ処理部14の動作について詳しくは「(3)動作」の欄で説明する。

【0055】

座標変換部15は、ノイズ処理部14の後段に設けられている。座標変換部15は、（ノイズが低減された）距離情報D3について、X、Y、Zの直交座標系に座標変換処理を行う。具体的には、座標変換部15は、距離情報D3に基づいて、X、Y、Zの座標値を持つポイントクラウド（点群データ）を生成する。

【0056】

分離部16は、物体Ob1と、物体Ob1の周囲に位置する周辺領域と、を分離する。本開示でいう「周辺領域」は、例えば、物体Ob1の有無を検知する際に、検知対象から除外する路面、地面、床面等である。言い換えれば、分離部16は、物体Ob1を含む路面等以外の領域と、路面等の周辺領域と、を分離する。分離部16は、座標変換部15から入力される座標変換後の距離情報D3（ポイントクラウド）について、物体Ob1と、周辺領域と、を分離する。本実施形態では、分離部16は、座標変換部15から入力される座標変換後の距離情報D3から、まず周辺領域に相当する成分を抽出する。そして、分離部16は、抽出した周辺領域を座標変換後の距離情報D3から除去することにより、距離情報D3のうちの物体Ob1に相当する成分を、後段の三次元物体検知部17に出力する。ここで、周辺領域は、距離情報D3における物体Ob1以外の全ての領域であって、物体Ob1の近傍の領域だけでなく、物体Ob1の遠方の領域も含む。さらに、本実施形態では、分離部16は、分離した周辺領域に関する情報を、路面情報D12として出力部27に出力する。また、分離部16には、オドメトリ情報D4も入力されている。分離部16の動作について詳しくは「(3)動作」の欄で説明する。

【0057】

三次元物体検知部17は、距離情報D3に基づいて物体Ob1の検知を行う。本実施形態では、三次元物体検知部17には、周辺領域が除去された状態の距離情報D3が分離部16より入力される。三次元物体検知部17は、分離部16より入力された距離情報D3を用いて、監視領域A1内の物体Ob1を検知し、物体Ob1が存在すると判定した場合、物体Ob1に相当する距離情報D3（ポイントクラウド）を「物標」として出力する。

【0058】

本実施形態では、三次元物体検知部17は、距離情報D3に加えて、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報に基づいて、物体Ob1の

10

20

30

40

50

検知を行う。つまり、三次元物体検知部 17 の前段には、ノイズ処理部 14 があり、ノイズ処理部 14 では、上述したように第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報を間接的に用いて、距離情報 D 3 の補正が行われている。したがって、三次元物体検知部 17 は、距離情報 D 3 だけでなく、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報をも間接的に用いて、物体 O b 1 の検知を行うことになる。

【0059】

言い換えれば、三次元物体検知部 17 は、距離情報 D 3 に加えて、第 2 輝度情報 D 2 のタイミングに合わせて補正された第 1 輝度情報 D 1 に基づいて、物体 O b 1 の検知を行ってもよい。この場合、三次元物体検知部 17 は、第 2 輝度情報 D 2 を直接的に用いるのではなく、第 2 輝度情報 D 2 のタイミングに合うように補正された第 1 輝度情報 D 1 を用いて、物体 O b 1 の検知を行うことになる。三次元物体検知部 17 の動作について詳しくは「(3) 動作」の欄で説明する。

【0060】

フュージョン部 18 は、二次元物体検知部 20 の検知結果と三次元物体検知部 17 の検知結果との合成を行う。本実施形態では、フュージョン部 18 の前段には、三次元物体検知部 17 及び二次元物体検知部 20 が配置されており、フュージョン部 18 には、三次元物体検知部 17 の検知結果及び二次元物体検知部 20 の検知結果が入力される。ここで、三次元物体検知部 17 の検知結果は、少なくとも距離情報 D 3 に基づく物体 O b 1 の検知結果、つまり物体 O b 1 の三次元検知結果に相当する。二次元物体検知部 20 の検知結果は、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報に基づく物体 O b 1 の検知結果、つまり物体 O b 1 の二次元検知結果に相当する。つまり、フュージョン部 18 は、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報と距離情報 D 3 とを直接的に合成するのではなく、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報と、距離情報 D 3 との各々に基づく物体 O b 1 の検知結果を合成する。これにより、フュージョン部 18 は、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報と、距離情報 D 3 と、を間接的に合成する。

【0061】

このように、本実施形態では、フュージョン部 18 の前段で物体 O b 1 の検知が行われ、フュージョン部 18 は、物体 O b 1 の検知結果に基づいて、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報と、距離情報 D 3 との合成を行う。ここでいう「物体 O b 1 の検知結果」は、三次元物体検知部 17 及び二次元物体検知部 20 の両方の検知結果を意味する。より詳細には、フュージョン部 18 は、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報に基づく物体 O b 1 の検知結果を用いて、距離情報 D 3 に基づく物体 O b 1 の検知結果を変化させる。言い換えれば、フュージョン部 18 は、二次元物体検知部 20 の検知結果（二次元検知結果）を用いて、三次元物体検知部 17 の検知結果（三次元検知結果）を補正する。これにより、フュージョン部 18 は、二次元検知結果と三次元検知結果とを合成する。

【0062】

すなわち、フュージョン部 18 は、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報と距離情報 D 3 との合成により、三次元物体検知部 17 の検知結果を補正し、補正後の三次元物体検知部 17 の検知結果をトラッキング部 19 に出力する。フュージョン部 18 の動作について詳しくは「(3) 動作」の欄で説明する。

【0063】

また、フュージョン部 18 は、イメージセンサ 3 を含むセンサシステム 10 に帰還信号 S i 1 を出力する。ここで、イメージセンサ 3 は、帰還信号 S i 1 により、露光時間及びフレームレートからなる群から選択される 1 以上のパラメータが変化した電気信号を出力する。すなわち、フュージョン部 18 が出力する帰還信号 S i 1 は、図 1 A 及び図 2 に示すように、センサシステム 10 へ帰還されている。帰還信号 S i 1 には、フュージョン部

18の出力である補正後の三次元物体検知部17の検知結果が含まれている。イメージセンサ3は、この帰還信号S i 1に応じて露光時間及び／又はフレームレートを変更した、電気信号を出力する。

【0064】

トラッキング部19は、監視領域A1内に存在する物体Ob1の追跡を行う。トラッキング部19は、フュージョン部18から入力された補正後の三次元物体検知部17の検知結果（物標）について、例えば、イメージセンサ3の出力の複数フレーム間で比較することにより物体Ob1の追跡を行う。これにより、トラッキング部19では、物体Ob1が監視領域A1内を移動する場合であっても、移動前の物体Ob1と移動後の物体Ob1を同一の物体と認識可能である。トラッキング部19の追跡結果は、物標情報D11として出力部27に出力される。また、トラッキング部19には、オドメトリ情報D4も入力されている。

10

【0065】

二次元物体検知部20は、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報に基づいて物体Ob1の検知を行う。本実施形態では、二次元物体検知部20は、第1合成部21を介して第1取得部11に接続されている。また、第1合成部21には、第2取得部12も接続されているため、二次元物体検知部20は、第1合成部21を介して第2取得部12にも接続されることになる。つまり、二次元物体検知部20には、第1輝度情報D1又は第2輝度情報D2が直接的に入力されるのではなく、第1合成部21を介して間接的に入力される。第1合成部21の出力には第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報が反映されているので、二次元物体検知部20は、第1輝度情報D1又は第2輝度情報D2を間接的に用いて、物体Ob1の検知を行うことになる。二次元物体検知部20は、第1合成部21より入力された第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報を用いて、監視領域A1内の物体Ob1を検知し、物体Ob1が存在すると判定した場合、物体Ob1に対応するマーカM1（図7参照）を付した第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報を出力する。

20

【0066】

本実施形態では、二次元物体検知部20は、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報に基づいて、物体Ob1の検知を行う。つまり、二次元物体検知部20の前段には、第1合成部21があり、第1合成部21では、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2の合成が行われている。したがって、二次元物体検知部20は、第1輝度情報D1又は第2輝度情報D2だけでなく、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2を合成した合成画像を間接的に用いて、物体Ob1の検知を行うことができる。二次元物体検知部20の動作について詳しくは「(3)動作」の欄で説明する。

30

【0067】

第1合成部21は、第1取得部11及び第2取得部12に接続されている。第1合成部21は、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2の合成を行う。本実施形態では第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2はいずれも画像であるので、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2を合成することで合成画像が生成される。本開示でいう「合成」は、重み付け合成を含んでおり、例えば、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2の重み係数が「1:0」であれば、合成画像としては第1合成部21から第1輝度情報D1がそのまま出力される。一方、例えば、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2の重み係数が「0:1」であれば、合成画像としては第1合成部21から第2輝度情報D2がそのまま出力される。言い換えれば、第1合成部21は、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2を択一的に出力する選択器としての機能を含んでいる。第1合成部21にて合成された第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2は、ノイズ処理部14及び二次元物体検知部20に入力される。そのため、第1合成部21の出力がノイズ処理部14及び二次元物体検知部20の動作に適した合成画像となるように、第1合成部21は適宜、制御されることが好ましい。さらに、第1合成部21から入力される合成画像は、例えば、日中／夜間、又は天候（雨、霧

40

50

）等の監視領域 A 1 の状況に応じて、適宜、重み係数を変えて合成されることが好ましい。

【0068】

第2合成部22は、第1取得部11及び第2取得部12に接続されている。第2合成部22は、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2の合成を行う。第2合成部22についても、第1合成部21と同様、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2を択一的に出力する選択器としての機能を含んでいる。第2合成部22にて合成された第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2は、白線候補領域検出部23に入力される。そのため、第2合成部22の出力が白線候補領域検出部23の動作に適した合成画像となるように、第2合成部22は適宜、制御されることが好ましい。さらに、第2合成部22から入力される合成画像は、例えば、日中／夜間、又は天候（雨、霧）等の監視領域 A 1 の状況に応じて、適宜、重み係数を変えて合成されることが好ましい。

10

【0069】

本実施形態では、第1合成部21の出力は2次元物体検知部20に入力され、第2合成部22の出力は白線候補領域検出部23に入力される。このように、第1合成部21及び第2合成部22の出力に対応する検知対象が異なるため、第1合成部21と第2合成部22とでは、合成時の重み係数が異なることが好ましい。

【0070】

ここにおいて、第1合成部21及び第2合成部22は、いずれも第1輝度情報D1と第2輝度情報D2とを合成する「合成部」として機能する。この合成部（第1合成部21及び第2合成部22）は、第1画素31と第2画素32の位置に関する情報を補正するように、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2を合成する機能を有している。合成部（第1合成部21及び第2合成部22）は、入力される参照情報D6によって、第1輝度情報D1と第2輝度情報D2を合成する重み係数を変化させる。つまり、参照情報D6は、日中／夜間、又は天候（雨、霧）等の監視領域 A 1 の状況に関する情報であって、一例として、物体Ob1の周囲の照度及び／又は湿度に関する情報を含んでいる。

20

【0071】

白線候補領域検出部23は、路面61（図4参照）に引かれた白線62（図4参照）の候補となる領域を検出する。白線候補領域検出部23は、第2合成部22から入力される第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2の合成画像に基づいて、白線62の候補領域を検出する。また、白線候補領域検出部23には、コンフィデンス情報D5も入力されている。白線62の検知は、一例として、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2の合成画像について、フィルタを用いたエッジ抽出等を行うことで、画素値（明るさ）が急に変化する部位を検知することで実現される。ここで、白線候補領域検出部23の検出対象となる白線62は、白色の線に限らず、例えば、黄線（黄色の線）、絵又は図柄等であってもよい。

30

【0072】

白線候補領域鳥瞰変換部24は、白線候補領域検出部23の後段に設けられている。白線候補領域鳥瞰変換部24は、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2の合成画像について、少なくとも白線候補領域検出部23で検出された白線62の候補領域及びその周辺を真上から見た鳥瞰画像となるように、座標変換を行う。

【0073】

フリースペース検知部25は、距離情報D3に基づいて監視領域 A 1 内のフリースペース、つまり空いている空間を検知する。本実施形態では、フリースペース検知部25には、物体Ob1と、物体Ob1の周囲に位置する周辺領域と、に分離された距離情報D3が、分離部16より入力される。フリースペース検知部25は、分離部16より入力された距離情報D3を用いて、監視領域 A 1 内のフリースペースを検知する。フリースペース検知部25の検知結果は、フリースペース情報D13（図中「フリースペース」と表記）として出力部27に出力される。また、フリースペース検知部25には、オドメトリ情報D4も入力されている。

40

【0074】

駐車枠検出部26は、監視領域 A 1 内の空き駐車枠、つまり他車両が駐車されておらず

50

空いている駐車枠を検知する。一般的に、商業施設、病院、公園、スタジアム、ホール又は交通機関等の駐車場においては、複数の駐車枠が設けられており、駐車場の利用者は、空き駐車枠を探して、空き駐車枠に自車両（移動体）を駐車する。駐車枠検出部 26 によれば、このようなケースにおいて、自動的に空き駐車枠の探索が可能となる。本実施形態では、駐車枠検出部 26 には、フリースペース検知部 25 の検知結果及び白線候補領域鳥瞰変換部 24 の出力（座標変換後の白線 62 の候補領域）が入力される。駐車枠検出部 26 は、フリースペース検知部 25 の検知結果と白線候補領域鳥瞰変換部 24 の出力（座標変換後の白線 62 の候補領域）とのペアリングを行い、空き駐車枠の判定を行う。例えば、駐車枠検出部 26 は、監視領域 A1 内において移動体を駐車可能なサイズの駐車枠のうち、位置的にフリースペースと重複する駐車枠を、空き駐車枠と判定する。駐車枠検出部 26 の検出結果は、空き駐車枠情報 D14（図中「空き駐車枠」と表記）として出力部 27 に出力される。

10

【0075】

出力部 27 は、第 1 輝度情報 D1 と第 2 輝度情報 D2 と距離情報 D3 とに基づいて行われた、イメージセンサ 3 の画角内の監視領域 A1 の状況に関する情報処理結果を出力する。すなわち、本実施形態に係る情報処理システム 1 は、イメージセンサ 3 から取得した第 1 輝度情報 D1、第 2 輝度情報 D2 及び距離情報 D3 に基づいて、監視領域 A1 の状況に関する種々の情報処理を実行し、その結果を出力部 27 にて出力する。本実施形態では一例として、出力部 27 は、トラッキング部 19、分離部 16、フリースペース検知部 25 及び駐車枠検出部 26 からそれぞれ取得する、物標情報 D11、路面情報 D12、フリースペース情報 D13 及び空き駐車枠情報 D14 を出力する。出力部 27 は、これらの情報を制御システム 2 に出力する。

20

【0076】

本実施形態では、情報処理結果は、移動体の周辺の監視領域 A1 における物体 Ob1 の有無に関する情報と、監視領域 A1 に存在する物体 Ob1 の監視領域 A1 内での位置に関する情報と、物体 Ob1 の属性に関する情報と、の少なくとも 1 つを含む。具体的には、物標情報 D11 が、移動体の周辺の監視領域 A1 における物体 Ob1 の有無に関する情報と、監視領域 A1 に存在する物体 Ob1 の監視領域 A1 内での位置に関する情報と、物体 Ob1 の属性に関する情報と、を全て含む。本開示でいう「属性」は、例えば、物体 Ob1 の種別、つまり、人か否か、移動体（人、自動車若しくは自転車等）か固定物か、又は街路樹、信号機、ガードレール等の区別を含む。また、物体 Ob1 の「属性」には、物体 Ob1 の大きさ、色又は動き（変化）等も含む。さらに、物体 Ob1 が人であれば、その性別、身長、体型又は年齢層等、物体 Ob1 が移動体であれば、その移動方向又は移動速度等も、物体 Ob1 の「属性」を含む。

30

【0077】

ここで、出力部 27 が出力する情報は、その出力先の要求に応じて適宜変化する。例えば、クラウド（クラウドコンピューティング）等に対して、複数台の移動体から、出力部 27 の出力が集約される場合には、出力部 27 は、メタ化されたメタ情報を出力してもよい。

【0078】

（3）動作

次に、本実施形態に係る情報処理システム 1 の動作について、図 3～図 8B を参照して説明する。

【0079】

（3.1）全体動作

本実施形態に係る情報処理システム 1 は、少なくとも駐車スペース検知モード及び物体検知モードを含む複数の動作モードを有している。これら複数の動作モードは、それぞれ個別に有効／無効の切替えが可能であって、例えば、駐車スペース検知モードが有効、それ以外の動作モードが全て無効であれば、情報処理システム 1 は、駐車スペース検知モードでのみ動作する。駐車スペース検知モードは、空き駐車枠を検知する動作モードであっ

40

50

て、この動作モードでは、上述した空き駐車枠情報 D 1 4 が出力部 2 7 から出力される。物体検知モードは、監視領域 A 1 内の物体 O b 1 を検知する動作モードであって、この動作モードでは、上述した物標情報 D 1 1 が出力部 2 7 から出力される。

【0080】

図 3 は、本実施形態に係る情報処理システム 1 の動作例を示すフローチャートである。

【0081】

すなわち、情報処理システム 1 は、図 3 に示すように、第 1 輝度情報 D 1 を取得する第 1 取得処理 (S 1)、第 2 輝度情報 D 2 を取得する第 2 取得処理 (S 2)、及び距離情報 D 3 を取得する第 3 取得処理 (S 3) を実行する。情報処理システム 1 は、第 1 取得部 1 1、第 2 取得部 1 2 及び第 3 取得部 1 3 にて、随時、第 1 取得処理、第 2 取得処理及び第 3 取得処理 (S 1 ~ S 3) を実行する。

10

【0082】

次に、情報処理システム 1 は、ノイズ処理部 1 4 にて、距離情報 D 3 と、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報とを用いて、距離情報 D 3 の補正を行うことで、距離情報 D 3 のノイズを低減するノイズ除去処理を実行する (S 4)。ノイズ除去処理について詳しくは「(3. 2) ノイズ除去処理」の欄で説明する。

【0083】

次に、情報処理システム 1 は、分離部 1 6 にて、座標変換後の距離情報 D 3 について、物体 O b 1 と、物体 O b 1 の周囲に位置する周辺領域と、を分離する分離処理を実行する (S 5)。分離処理について詳しくは「(3. 3) 分離処理」の欄で説明する。

20

【0084】

次に、情報処理システム 1 は、物体検知モードが有効か否かを判断する (S 6)。物体検知モードが有効であれば (S 6 : Y e s)、情報処理システム 1 は、物体 O b 1 を検知するための一連の処理 (S 7 ~ S 1 1) を実行する。すなわち、情報処理システム 1 は、三次元物体検知部 1 7 にて物体 O b 1 の検知を行う三次元物体検知処理を実行し (S 7)、二次元物体検知部 2 0 にて物体 O b 1 の検知を行う二次元物体検知処理を実行する (S 8)。三次元物体検知処理について詳しくは「(3. 4) 三次元物体検知処理」の欄で説明し、二次元物体検知処理について詳しくは「(3. 5) 二次元物体検知処理」の欄で説明する。

【0085】

次に、情報処理システム 1 は、フュージョン部 1 8 にて、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 からなる群から選択される 1 以上の情報と距離情報 D 3 との合成により、二次元物体検知部 2 0 の検知結果を用いて、三次元物体検知部 1 7 の検知結果を補正するフュージョン処理を実行する (S 9)。フュージョン処理について詳しくは「(3. 6) フュージョン処理」の欄で説明する。

30

【0086】

次に、情報処理システム 1 は、フュージョン処理の結果から、物体 O b 1 の有無を判断する (S 1 0)。物体 O b 1 が存在すれば (S 1 0 : Y e s)、情報処理システム 1 は、出力部 2 7 にて物標情報 D 1 1 を出力し (S 1 1)、駐車スペース検知モードが有効か否かを判断する (S 1 2)。物体 O b 1 が存在しなければ (S 1 0 : N o)、情報処理システム 1 は、物標情報 D 1 1 を出力せずに、処理 S 1 2 に移行する。

40

【0087】

駐車スペース検知モードが有効であれば (S 1 2 : Y e s)、情報処理システム 1 は、空き駐車枠を検知するための一連の処理 (S 1 3 ~ S 1 6) を実行する。すなわち、情報処理システム 1 は、白線候補領域検出部 2 3 にて白線 6 2 (の候補領域) を検出し (S 1 3)、フリースペース検知部 2 5 にてフリースペースを検知する (S 1 4)。これらの結果から、情報処理システム 1 は、駐車枠検出部 2 6 にて、監視領域 A 1 内の空き駐車枠の有無を判断する (S 1 5)。

【0088】

空き駐車枠があれば (S 1 5 : Y e s)、情報処理システム 1 は、出力部 2 7 にて空き

50

駐車枠情報 D 1 4 を出力し (S 1 6)、一連の処理を終了する。空き駐車枠がなければ (S 1 5 : No)、情報処理システム 1 は、空き駐車枠情報 D 1 4 を出力せずに、一連の処理を終了する。

【0089】

また、物体検知モードが無効であれば (S 6 : No)、情報処理システム 1 は、物体 O b 1 を検知するための一連の処理 (S 7 ~ S 1 1) をスキップして、処理 S 1 2 に移行する。駐車スペース検知モードが無効であれば (S 1 2 : No)、情報処理システム 1 は、空き駐車枠を検知するための一連の処理 (S 1 3 ~ S 1 6) をスキップして、処理を終了する。

【0090】

情報処理システム 1 は、上述したような一連の処理 S 1 ~ S 1 6 を繰り返し実行する。図 3 のフローチャートは、情報処理システム 1 の全体動作の一例に過ぎず、処理を適宜省略又は追加してもよいし、処理の順番が適宜変更されていてもよい。例えば、処理 S 1 ~ S 3 の順番が変更され、第 2 輝度情報 D 2 及び距離情報 D 3 を取得した後 (S 2, S 3)、第 1 輝度情報 D 1 を取得してもよい (S 1)。

【0091】

次に、駐車スペース検知モードにおける情報処理システム 1 の動作について説明する。

【0092】

図 4 及び図 5 は、駐車スペース検知モードにおける情報処理システム 1 の動作の概要を示す説明図である。図 4 は、監視領域 A 1 をイメージセンサ 3 で撮影し、イメージセンサ 3 の出力から得られる第 1 輝度情報 D 1、第 2 輝度情報 D 2 及び距離情報 D 3 が、情報処理システム 1 に入力される様子を模式的に表している。図 5 は、駐車スペース検知モードにおける情報処理システム 1 での情報処理結果、つまり空き駐車枠情報 D 1 4 を模式的に表している。

【0093】

図 4 の例では、移動体が駐車場に駐車しようとしているシーンを想定しており、監視領域 A 1 内には、それぞれ白線 6 2 にて区切られた複数の駐車枠が存在する。複数の駐車枠は、他車両 (物体 O b 1) が駐車されている駐車枠と、他車両 (物体 O b 1) が駐車されていない駐車枠 (空き駐車枠) と、を含んでいる。

【0094】

このようなシーンにおいて、情報処理システム 1 は、図 4 に示すような、第 1 輝度情報 D 1、第 2 輝度情報 D 2 及び距離情報 D 3 をイメージセンサ 3 から (信号処理部 5 を介して) 取得する。第 1 輝度情報 D 1 は、複数の第 1 画素 3 1 に入力された光の強度を表す明暗情報であるので、見かけ上、実空間の監視領域 A 1 を比較的忠実に再現した画像となる。第 2 輝度情報 D 2 は、発光部 4 から出力され複数の第 2 画素 3 2 に入力された赤外光の強度を表す明暗情報であるので、赤外光に対する反射率が比較的低い物体 O b 1 については十分に再現されず、かつ、第 1 輝度情報 D 1 に比較してコントラストが低い画像となる。距離情報 D 3 は、発光部 4 から出力され複数の第 2 画素 3 2 に入力された赤外光の飛行距離、つまりイメージセンサ 3 から物体 O b 1 までの距離を表す距離画像であるので、赤外光に対する反射率が比較的低い物体 O b 1 については十分に再現されない。

【0095】

情報処理システム 1 は、これら第 1 輝度情報 D 1、第 2 輝度情報 D 2 及び距離情報 D 3 を用いて、上述したように、空き駐車枠を検知するための一連の処理 (S 1 3 ~ S 1 6) を実行する。

【0096】

その結果、図 5 に示すように、他車両 (物体 O b 1) が駐車されていない駐車枠が、空き駐車枠として検知され、空き駐車枠情報 D 1 4 が生成される。空き駐車枠情報 D 1 4 は、少なくとも監視領域 A 1 内での空き駐車枠の位置に関する情報を含んでいる。一例として、情報処理システム 1 から空き駐車枠情報 D 1 4 が入力された制御システム 2 は、図 5 に示すように、監視領域 A 1 の画像に空き駐車枠情報 D 1 4 を重畳させた画像を、移動体

10

20

30

40

50

の表示装置に表示させてもよい。この場合、表示装置に表示される画像には、空き駐車枠情報 D 1 4 が空き駐車枠を指し示すことを表す吹き出し（図 5 では「Free Space」と表記）が付されることが好ましい。

【0097】

ここで、一對の白線 6 2 に囲まれた駐車枠内には、輪留め 6 3（図 4 参照）が設置されている。本実施形態に係る情報処理システム 1 は、輪留め 6 3 については、物体 O b 1 として認識する。つまり、本実施形態では、空き駐車枠を検知するための一連の処理（S 1 3～S 1 6）の前処理である分離処理（S 5）にて、座標変換後の距離情報 D 3 について、物体 O b 1 と、周辺領域と、が分離されている。そのため、駐車枠が空いていれば、白線 6 2 及び輪留め 6 3 で囲われる路面 6 1 の領域が空き駐車枠として検知されることになる。

10

【0098】

次に、物体検知モードにおける情報処理システム 1 の動作について説明する。

【0099】

図 6 及び図 7 は、物体検知モードにおける情報処理システム 1 の動作の概要を示す説明図である。図 6 は、監視領域 A 1 の様子を模式的に表している。図 7 は、物体検知モードにおける情報処理システム 1 での情報処理結果、つまり物標情報 D 1 1 を模式的に表している。

【0100】

図 6 の例では、移動体が交差点で停車しているシーンを想定しており、監視領域 A 1 内には、車道 6 1 1 及び歩道 6 1 2 を含む路面 6 1、横断歩道 6 4 等、さらに、横断歩道 6 4 を渡る複数の人（物体 O b 1）、及び街路樹（物体 O b 1）等が存在する。ここで、歩道 6 1 2 は、車道 6 1 1 に比べて高くなっている。

20

【0101】

このようなシーンにおいて、情報処理システム 1 は、第 1 輝度情報 D 1、第 2 輝度情報 D 2 及び距離情報 D 3 をイメージセンサ 3 から（信号処理部 5 を介して）取得する。情報処理システム 1 は、これら第 1 輝度情報 D 1、第 2 輝度情報 D 2 及び距離情報 D 3 を用いて、上述したように、物体 O b 1 を検知するための一連の処理（S 7～S 1 1）を実行する。

【0102】

その結果、図 7 に示すように、路面 6 1 上に存在する複数の人（歩行者）、及び街路樹が、それぞれ物体 O b 1 として検知され、物標情報 D 1 1 が生成される。物標情報 D 1 1 は、少なくとも監視領域 A 1 内での物体 O b 1 の位置に関する情報を含んでいる。図 7 の例では、物標情報 D 1 1 は、物体 O b 1 を囲む枠状のマーカ M 1、及びマーカ M 1 内の物体 O b 1 の画像を含んでいる。一例として、情報処理システム 1 から物標情報 D 1 1 が入力された制御システム 2 は、図 7 に示すように、監視領域 A 1 の画像に物標情報 D 1 1 を重畳させた画像を、移動体の表示装置に表示させてもよい。この場合、表示装置に表示される画像には、物標情報 D 1 1 が示す物体 O b 1 の属性を表す吹き出し（図 7 では「Human」、「Tree」と表記）が付されることが好ましい。

30

【0103】

ここで、本実施形態では、物体 O b 1 を検知するための一連の処理（S 7～S 1 1）の前処理である分離処理（S 5）にて、座標変換後の距離情報 D 3 について、物体 O b 1 と、周辺領域と、が分離されている。本実施形態に係る情報処理システム 1 は、車道 6 1 1 に比べて高くなっている歩道 6 1 2 との間の段差について、物体 O b 1 として認識することができる。そのため、路面 6 1 上の段差（車道 6 1 1 と歩道 6 1 2 との間の段差）を検知し、車道 6 1 1 のみを路面として分離することも可能である。

40

【0104】

（3. 2）ノイズ除去処理

以下、ノイズ処理部 1 4 によるノイズ除去処理（図 3 の「S 4」）について、もう少し詳しく説明する。

50

【0105】

ノイズ除去処理においては、ノイズ処理部14は、第1合成部21から入力される第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報を用いて、距離情報D3のノイズを低減するように、距離情報D3の補正を行う。より詳細には、第2輝度情報D2、又は第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2の合成画像と、距離情報D3とを用いる場合は、いずれも第2画素32の出力から得られる情報を用いるので、第2輝度情報D2と距離情報D3との間に時間的を考慮せずに距離情報D3のノイズ除去が可能である。

【0106】

一方、第1輝度情報D1及び距離情報D3を用いる場合は、情報が出力される画素がそれぞれ第1画素31及び第2画素32であるために、時間的なずれが生じることがある。この場合、所定のオフセット値に基づいて、第1輝度情報D1と距離情報D3との時間差を補正したうえで、距離情報D3のノイズ除去を行う。よって、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報を用いることで、距離情報D3についてノイズを低減するような補正が可能である。

【0107】

本実施形態では、ノイズ処理部14は、SN比が比較的低い距離情報D3のノイズを除去するフィルタを決定するために、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報のフィルタ情報を用いる。具体的には、ノイズ処理部14は、第1合成部21から入力される合成画像について、例えば、フィルタを用いたエッジ抽出等を行うことで、画素値（明るさ）が急に変化する部位を検知し、物体Ob1の候補となる領域を抽出する。ノイズ処理部14は、このような合成画像から抽出された領域を基準として、距離情報D3に適用するフィルタを決定する。一例として、ノイズ処理部14は、合成画像から人が存在すると推定される領域については、距離のばらつきが1.0[m]の範囲にあるポイントを採用し、この範囲外のポイントはエラー値とするようなフィルタリングを行う。

【0108】

その結果、距離情報D3のみからエラー値の範囲を決定してフィルタリングを行う場合に比べて、フィルタの精度が向上しやすくなり、距離情報D3のノイズを効率的に除去することが可能である。

【0109】

(3.3) 分離処理

以下、分離部16による分離処理（図3の「S5」）について、もう少し詳しく説明する。

【0110】

分離処理においては、分離部16は、座標変換部15から入力される座標変換後の距離情報D3（ポイントクラウド）について、物体Ob1と、物体Ob1の周囲に位置する周辺領域と、を分離する。具体的には、分離部16は、まずポイントの絶対的な高さ（Z座標の位置）に基づいて、所定高さ以下にあるポイントを、周辺領域である路面61と判断する。そして、分離部16は、所定高さより高く、かつ所定範囲内にある複数のポイントをグループ化するクラスタリングを行い、同一グループ内の複数のポイントが含まれる「面」及びその「法線」を求める。ここで、法線の鉛直方向（Z軸）に対する傾きが所定値以下であって、かつ、その面積が所定値以上であれば、分離部16は、求めた「面」を路面61と判断する。

【0111】

また、分離部16は、周辺領域と判断した距離情報D3についても、鉛直方向（Z軸）に対する法線の傾きにより、路面61の傾斜及び凹凸等を求めることが可能である。これにより、分離部16は、路面61の傾斜及び凹凸等を含めて、周辺領域に関する情報を、路面情報D12として出力可能となる。つまり、路面情報D12は、周辺領域に含まれる路面61の傾き及び／又は凹凸等に関する情報を含んでいる。

【0112】

(3.4) 三次元物体検知処理

以下、三次元物体検知部17による三次元物体検知処理（図3の「S7」）について、もう少し詳しく説明する。

【0113】

三次元物体検知処理においては、三次元物体検知部17は、分離部16から入力される距離情報D3に基づいて物体Ob1の検知を行う。本実施形態では、三次元物体検知部17は、周辺領域が除去された状態の距離情報D3（ポイントクラウド）について、物体Ob1か否かの判断を行う。具体的には、三次元物体検知部17は、例えば、ポイントクラウドにおけるポイントの密度に基づいて、物体Ob1か否かの判断を行う。つまり、ポイントクラウドにおけるポイントの密度が閾値以上であれば、三次元物体検知部17は、これらのポイントに対応する位置に物体Ob1が存在すると判断する。一方、ポイントクラウドにおけるポイントの密度が閾値未満であれば、三次元物体検知部17は、これらのポイントに対応する位置に物体Ob1が存在しないと判断する。

10

【0114】

また、三次元物体検知部17は、例えば、所定範囲内にある複数のポイントをグループ化するクラスタリングを行い、同一グループ内の複数のポイントが含まれる「面」の大きさ（つまり面積）に基づいて、物体Ob1か否かの判断を行ってもよい。この場合、面積が閾値以上であれば、三次元物体検知部17は、これらのポイントに対応する位置に物体Ob1が存在すると判断する。一方、面積が閾値未満であれば、三次元物体検知部17は、これらのポイントに対応する位置に物体Ob1が存在しないと判断する。

20

【0115】

そして、本実施形態では、上述したように、三次元物体検知処理の前段のノイズ除去処理において、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報を用いて距離情報D3の補正が行われている。そのため、三次元物体検知処理では、距離情報D3だけでなく、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報をも間接的に用いて、物体Ob1の検知が行われることになる。

【0116】

三次元物体検知処理では、物体Ob1の有無に加えて、物体Ob1の監視領域A1内での位置に関する情報、及び物体Ob1の属性に関する情報についても、判断される。つまり、物体Ob1が存在する場合には、その位置及び属性についても、三次元物体検知処理にて判断される。本実施形態では一例として、三次元物体検知処理で判断される物体Ob1の属性は、物体Ob1の大きさのみである。

30

【0117】

(3.5) 二次元物体検知処理

以下、二次元物体検知部20による二次元物体検知処理（図3の「S8」）について、もう少し詳しく説明する。

【0118】

二次元物体検知処理においては、二次元物体検知部20は、第1合成部21から入力される第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報に基づいて物体Ob1の検知を行う。基本的には、二次元物体検知部20は、種々の物体Ob1のテンプレートを輝度画像上で動かしながら、テンプレートと比較される部分画像のテンプレートとの類似度に基づいて、物体Ob1か否かの判断を行う。つまり、部分画像とテンプレートとの一致度が閾値以上であれば、二次元物体検知部20は、この部分画像に対応する位置に物体Ob1が存在すると判断する。一方、部分画像とテンプレートとの一致度が閾値未満であれば、二次元物体検知部20は、この部分画像に対応する位置に物体Ob1が存在しないと判断する。

40

【0119】

また、二次元物体検知部20は、例えば、HOG（Histograms of Oriented Gradients）特徴量、又は畳み込みニューラルネットワーク（CNN：Convolutional Neural N

50

etwork)等を用いて、第1輝度情報D1及び第2輝度情報D2からなる群から選択される1以上の情報に基づく物体Ob1の検知を行ってもよい。

【0120】

二次元物体検知処理では、物体Ob1の有無に加えて、物体Ob1の監視領域A1内での位置に関する情報、及び物体Ob1の属性に関する情報についても、判断される。つまり、物体Ob1が存在する場合には、その位置及び属性についても、二次元物体検知処理にて判断される。本実施形態では一例として、二次元物体検知処理で判断される物体Ob1の属性は、物体Ob1の大きさと種別とを含む。

【0121】

このように、二次元物体検知処理では、三次元物体検知処理とは異なる手段で、物体Ob1の検知が行われる。

【0122】

(3.6) フュージョン処理

以下、フュージョン部18によるフュージョン処理(図3の「S9」)について、もう少し詳しく説明する。

【0123】

フュージョン処理においては、フュージョン部18は、二次元物体検知部20の検知結果と三次元物体検知部17の検知結果との合成を行う。すなわち、三次元物体検知処理の検知結果は、少なくとも距離情報D3に基づいて行われる物体Ob1の検知結果であって、二次元物体検知処理の検知結果は、少なくとも第1輝度情報D1又は第2輝度情報D2に基づいて行われる物体Ob1の検知結果である。

【0124】

三次元物体検知処理は、発光部4から出力された赤外光が、物体Ob1で反射されて第2画素32に入力されることで生じる距離情報D3に基づいて物体Ob1を検知するので、赤外光に対する反射率が比較的低い物体Ob1については検知できない可能性がある。一方、二次元物体検知処理は、距離情報D3を用いていないので、イメージセンサ3から物体Ob1までの距離を反映した三次元的な物体Ob1の検知はできない。フュージョン処理では、これら三次元物体検知処理及び二次元物体検知処理の両方の検知結果を合成することで、各々の欠点を補った物体Ob1の検知結果を得ることが可能である。つまり、赤外光に対する反射率が比較的低い物体Ob1であっても、イメージセンサ3から物体Ob1までの距離を反映した三次元的な物体Ob1の検知を可能とする。

【0125】

具体的には、フュージョン部18は、二次元物体検知処理の検知結果(第1輝度情報D1又は第2輝度情報D2に基づく物体Ob1の検知結果)を用いて、三次元物体検知処理の検知結果(距離情報D3に基づく物体Ob1の検知結果)を補正する。例えば、赤外光に対する反射率が低い部位を含んだ物体Ob1については、三次元物体検知処理の検知結果(ポイントクラウド)においては、物体Ob1の一部に相当するポイントが欠損する可能性がある。そこで、フュージョン処理では、この欠損したポイントを補完するように、二次元物体検知処理の検知結果にて、三次元物体検知処理の検知結果を補正(補完)する。

【0126】

図8A及び図8Bは、フュージョン処理により、三次元物体検知処理の検知結果を補正(補完)する様子を模式的に示す説明図である。図8A及び図8Bの例では、監視領域A1内には、路面61及び人(物体Ob1)が存在するシーンを想定する。さらに、人(物体Ob1)が着用している上着の赤外光に対する反射率が比較的低いことと仮定する。

【0127】

この場合、図8Aのような監視領域A1をイメージセンサ3で撮影すると、図8Bに示すように、三次元物体検知処理の検知結果(ポイントクラウド)においては、人(物体Ob1)の上半身(胴体)に相当するポイントが欠損する可能性がある。図8Bでは、欠損している人(物体Ob1)の上半身(胴体)を想像線(2点鎖線)で表記している。この場合、二次元物体検知処理の検知結果における、物体Ob1を囲む枠状のマーカM1を、

10

20

30

40

50

三次元物体検知処理の検知結果に重畳させることで、図 8 B に示すようなデータが得られる。そして、フュージョン処理では、以下の流れで、三次元物体検知処理の検知結果の補正（補完）を行う。

【0128】

すなわち、フュージョン部 18 は、まずマーカ M 1 で囲まれている領域に存在する複数のポイントから、物体 O b 1 までの距離の代表値（平均値、中央値又は最頻値等）を求める。さらに、フュージョン部 18 は、求めた距離の代表値と、マーカ M 1 の下端の位置とが一致するように、マーカ M 1 の位置を調整する。例えば、求めた距離の代表値が 5.0 [m] である場合、路面 6 1 上のマーカ M 1 の下端の位置（人の足元に相当）が 5.0 [m] の位置となるように、フュージョン部 18 は、マーカ M 1 の位置を調整する。そして、フュージョン部 18 は、三次元物体検知処理の検知結果（ポイントクラウド）のうち、マーカ M 1 で囲まれている領域に存在するポイントが、物体 O b 1 に相当する物標情報 D 1 1 であると判断する。このとき、フュージョン部 18 は、欠損しているポイント、つまり人（物体 O b 1）の上半身（胴体）に相当するポイントを補完してもよい。

【0129】

上記のように、フュージョン処理では、二次元物体検知処理の検知結果を用いて、三次元物体検知処理の検知結果（物体 O b 1 に相当する距離情報 D 3）を補正することが可能である。これにより、三次元物体検知処理に比較して精度の向上した、物体 O b 1 の検知結果（物標情報 D 1 1）が得られることになる。

【0130】

さらに、本実施形態においては、三次元物体検知処理では、物体 O b 1 の属性として、物体 O b 1 の大きさのみを含むのに対して、二次元物体検知処理では、物体 O b 1 の属性として、物体 O b 1 の大きさと種別とを含む。そのため、フュージョン処理で得られる補正後の検知結果においては、物体 O b 1 の属性として、物体 O b 1 の大きさだけでなく種別も含むことが好ましい。

【0131】

（４）変形例

実施形態 1 は、本開示の様々な実施形態の一つに過ぎない。実施形態 1 は、本開示の目的を達成できれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。本開示において説明する各図は、模式的な図であり、各図中の各構成要素の大きさ及び厚さそれぞれの比が、必ずしも実際の寸法比を反映しているとは限らない。また、実施形態 1 に係る情報処理システム 1 と同様の機能は、情報処理方法、プログラム又はプログラムを記録した非一時的記録媒体等で具現化されてもよい。一態様に係る情報処理方法は、イメージセンサ 3 から入力される情報を処理する方法であって、第 1 取得処理（図 3 の「S 1」に相当）と、第 2 取得処理（図 3 の「S 2」に相当）と、第 3 取得処理（図 3 の「S 3」に相当）と、を有する。イメージセンサ 3 は、可視光に感度を持つ第 1 画素 3 1、及び赤外光に感度を持つ第 2 画素 3 2 を有する。第 1 取得処理は、第 1 画素 3 1 の画素値に関する第 1 輝度情報 D 1 を第 1 画素 3 1 から取得する処理である。第 2 取得処理は、第 2 画素 3 2 の画素値に関する第 2 輝度情報 D 2 を第 2 画素 3 2 から取得する処理である。第 3 取得処理は、イメージセンサ 3 から赤外光を反射した物体 O b 1 までの距離に関する距離情報 D 3 を第 2 画素 3 2 から取得する処理である。一態様に係るプログラムは、上記の情報処理方法を、1 以上のプロセッサに実行させるためのプログラムである。

【0132】

（４．１）第 1 変形例

実施形態 1 の第 1 変形例として、フュージョン部 18 は、第 1 輝度情報 D 1 に基づく物体 O b 1 の検知結果を用いて、距離情報 D 3 に基づく物体 O b 1 の検知結果を変化させる構成に限らない。例えば、フュージョン部 18 は、距離情報に基づく物体 O b 1 の検知結果を用いて、第 1 輝度情報 D 1 に基づく物体 O b 1 の検知結果を変化させてもよい。言い換えれば、フュージョン部 18 は、三次元物体検知部 1 7 の検知結果（距離情報 D 3 に基づく物体 O b 1 の検知結果）を用いて、二次元物体検知部 2 0 の検知結果（第 1 輝度情報

D 1に基づく物体O b 1の検知結果)を補正する。

【0133】

さらに、この場合において、フュージョン部18は、第1輝度情報D 1に基づく物体O b 1の検知結果を「変化」させればよく、その具体的な態様は、補正(補完を含む)に限らない。例えば、フュージョン部18は、信号処理部5に働きかけて、大元となる第1輝度情報D 1に変化を加えることで、第1輝度情報D 1に基づく物体O b 1の検知結果を「変化」させてもよい。一例として、フュージョン部18は、イメージセンサ3の露光時間又はフレームレートを調整することでイメージセンサ3(第1画素31)から得られる第1輝度情報D 1を変化させてもよい。これにより、例えば、黒つぶれ又は白とび等によって、第1輝度情報D 1から物体O b 1の検知が困難な場合に、第1輝度情報D 1自体を、物体O b 1を検知しやすい状態に変化させることができ、結果的に、第1輝度情報D 1に基づく物体O b 1の検知結果が変化する。

10

【0134】

(4.2)第2変形例

実施形態1の第2変形例に係る情報処理システム1は、第1輝度情報D 1と第2輝度情報D 2との時間差を補正する機能を有している。

【0135】

すなわち、第1輝度情報D 1及び第2輝度情報D 2は、それぞれ第1画素31及び第2画素32の出力から得られる情報であるので、第1輝度情報D 1と第2輝度情報D 2との間に時間的なずれが生じ得る。そこで、第1輝度情報D 1と第2輝度情報D 2との間の時間的なずれを小さくするように、第1輝度情報D 1と第2輝度情報D 2との時間差を補正することが好ましい。

20

【0136】

一例として、第1輝度情報D 1と第2輝度情報D 2との時間差を補正する機能は、第1合成部21及び第2合成部22の各々に設けられるか、又は各々の前段に設けられる。ここで、第2輝度情報D 2は距離情報D 3と時間的に完全に同期した情報であるので、第2輝度情報D 2のタイミングに合わせるように、第1輝度情報D 1を補正することが好ましい。この場合、第2輝度情報D 2のタイミングはずれないので、第2輝度情報D 2と距離情報D 3との関係性は維持される。

【0137】

このように、第1輝度情報D 1と第2輝度情報D 2との時間差を補正することで、第1輝度情報D 1及び第2輝度情報D 2の両方を用いる処理、例えば、第1合成部21及び第2合成部22での処理の精度が向上する。

30

【0138】

(4.3)第3変形例

実施形態1の第3変形例に係る情報処理システム1Aは、図9に示すように、ノイズ処理部14に第2輝度情報D 2が直接的に入力されている点で、実施形態1に係る情報処理システム1と相違する。

【0139】

すなわち、本変形例では、ノイズ処理部14は、第1合成部21に代えて第2取得部12に接続される。つまり、ノイズ処理部14は、第2取得部12及び第3取得部13に接続されている。これにより、実施形態1に係る情報処理システム1では、ノイズ処理部14には、第2輝度情報D 2が直接的でなく、第1合成部21を介して間接的に入力されるのに対して、本変形例では、ノイズ処理部14に第2輝度情報D 2が直接的に入力される。本変形例においても、ノイズ処理部14は、距離情報D 3と第2輝度情報D 2とを用いて、距離情報D 3の補正を行う。

40

【0140】

(4.4)第4変形例

実施形態1の第4変形例に係る情報処理システム1Dは、図10に示すように、第1合成部21及び第2合成部22に代えて合成部200を備えている点で、実施形態1に係る

50

情報処理システム 1 と相違する。

【0141】

すなわち、本変形例では、合成部 200 は、第 1 合成部 21 及び第 2 合成部 22 の 2 つの機能を兼ねている。言い換えれば、第 1 合成部 21 及び第 2 合成部 22 が一体化されて、合成部 200 を構成している。本変形例によれば、情報処理システム 1D での処理を簡単にすることができる。

【0142】

(4.5) 第 5 変形例

実施形態 1 の第 5 変形例に係る情報処理システム 1E は、図 11 に示すように、第 2 合成部 22、白線候補領域検出部 23 及び白線候補領域鳥瞰変換部 24 が省略されている点で、実施形態 1 に係る情報処理システム 1 と相違する。

【0143】

すなわち、本変形例では、駐車枠検出部 26 による、空き駐車枠の検出が行われない。そのため、出力部 27 には、空き駐車枠情報 D14 は出力されない。本変形例によれば、情報処理システム 1E での処理を簡単にすることができる。

【0144】

(4.6) その他の変形例

以下、実施形態 1 の第 1 ～第 5 変形例以外の変形例を列挙する。以下に説明する変形例、第 1 ～第 5 変形例は、適宜組み合わせで適用可能である。

【0145】

本開示における情報処理システム 1 は、コンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムは、ハードウェアとしてのプロセッサ及びメモリを主構成とする。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムをプロセッサが実行することによって、本開示における情報処理システム 1 としての機能が実現される。プログラムは、コンピュータシステムのメモリに予め記録されてもよく、電気通信回線を通じて提供されてもよく、コンピュータシステムで読み取り可能なメモリカード、光学ディスク、ハードディスクドライブ等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。コンピュータシステムのプロセッサは、半導体集積回路 (IC) 又は大規模集積回路 (LSI) を含む 1 ないし複数の電子回路で構成される。ここでいう IC 又は LSI 等の集積回路は、集積の度合いによって呼び方が異なっており、システム LSI、VLSI (Very Large Scale Integration)、又は ULSI (Ultra Large Scale Integration) と呼ばれる集積回路を含む。さらに、LSI の製造後にプログラムされる、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、又は LSI 内部の接合関係の再構成若しくは LSI 内部の回路区画の再構成が可能な論理デバイスについても、プロセッサとして採用することができる。複数の電子回路は、1 つのチップに集約されていてもよいし、複数のチップに分散して設けられていてもよい。複数のチップは、1 つの装置に集約されていてもよいし、複数の装置に分散して設けられていてもよい。ここでいうコンピュータシステムは、1 以上のプロセッサ及び 1 以上のメモリを有するマイクロコントローラを含む。したがって、マイクロコントローラについても、半導体集積回路又は大規模集積回路を含む 1 ないし複数の電子回路で構成される。

【0146】

また、情報処理システム 1 の少なくとも一部の機能が、1 つの筐体内に集約されていることは情報処理システム 1 に必須の構成ではなく、情報処理システム 1 の構成要素は、複数の筐体に分散して設けられていてもよい。例えば、情報処理システム 1 のうちの第 1 取得部 11、第 2 取得部 12 及び第 3 取得部 13 が、出力部 27 とは別の筐体に設けられていてもよい。さらに、情報処理システム 1 の少なくとも一部の機能がクラウド (クラウドコンピューティング) 等によって実現されてもよい。

【0147】

反対に、実施形態 1 において、複数の装置に分散されている複数の機能の少なくとも一部が、1 つの筐体内に集約されていてもよい。例えば、情報処理システム 1 と信号処理部 5 とに分散されている機能が、1 つの筐体内に集約されていてもよい。

【0148】

また、出力部27での各種情報の出力の態様は、制御システム2への出力に限らない。例えば、出力部27は、物標情報D11等の各種情報を、情報端末への送信、表示、音（音声を含む）出力、非一時的記録媒体への記録（書き込み）及び印刷（プリントアウト）等により、出力してもよい。

【0149】

また、情報処理システム1及びセンサシステム10が搭載される移動体は、自動車（四輪車）に限らず、例えば、二輪車、電車、電動カート、建設機械、ドローン、航空機又は船舶等であってもよい。

【0150】

また、情報処理システム1及びセンサシステム10は、移動体に用いられる構成に限らず、例えば、測量用途、防犯用途又は防災用途等で、屋内又は屋外の定位置に設置されていてもよい。

【0151】

また、イメージセンサ3における、複数の第1画素31及び複数の第2画素32の配列は図1Bに示す例に限らない。例えば、受光面の列方向（縦方向）に第1画素31及び第2画素32がそれぞれ複数個ずつ並び、かつ受光面の行方向（横方向）に第1画素31及び第2画素32が交互に並ぶように配置されていてもよい。図12Aに示すイメージセンサ3Aのように、受光面の列方向において交互に並ぶ複数の第1画素31の行と、複数の第2画素32の行とが、行方向において互いにずれて配置されていてもよい。図12Bに示すイメージセンサ3Bのように、受光面の行方向に並ぶ複数の第1画素31と、行方向に並ぶ複数の第2画素32とが、受光面の列方向において、第1画素31、第1画素31、第2画素32、第1画素31の順で並ぶように配置されていてもよい。図12Cに示すイメージセンサ3Cのように、受光面の行方向に並ぶ複数の第1画素31と、行方向に並ぶ複数の第2画素32とが、受光面の列方向において、第2画素32、第2画素32、第1画素31、第2画素32の順で並ぶように配置されていてもよい。あるいは、図12Dに示すイメージセンサ3Dのように、受光面の行方向及び列方向の両方において、第1画素31及び第2画素32が交互に並ぶように、複数の第1画素31及び複数の第2画素32がそれぞれ千鳥状に配置されていてもよい。また、図12Eに示すイメージセンサ3Eのように、第1画素がカラー画像を形成するためのR、G、Bの3色の画素を含んでいてもよい。つまり、イメージセンサ3Eでは、第1画素は、赤色光に感度を持つR画素33、緑色光に感度を持つG画素34、及び青色光に感度を持つB画素35を含んでいる。さらに、イメージセンサ3は、複数の第1画素31及び複数の第2画素32が二次元配置された構成に限らず、例えば、ラインセンサのように、第1画素31及び第2画素32が一列に並ぶ構成であってもよい。

【0152】

また、距離情報D3の求め方は、強度変調光を用いる方法に限らず、例えば、単純に発光部4が発光してから、イメージセンサ3の第2画素32が光（赤外光）を受光するまでの時間から、距離情報D3が求められてもよい。

【0153】

また、二次元物体検知部20又は三次元物体検知部17が物体Ob1の検知に用いる情報は、第1輝度情報D1、第2輝度情報D2又は距離情報D3に限らない。例えば、これらの情報と共に、オドメトリ情報D4等が適宜用いられてもよい。

【0154】

また、情報処理システム1は、少なくとも駐車スペース検知モード及び物体検知モードを含む複数の動作モードを有することは一例に過ぎず、例えば、駐車スペース検知モード又は物体検知モードのいずれか一方のみを有していてもよい。あるいは、情報処理システム1は、駐車スペース検知モード又は物体検知モード以外の動作モードを有していてもよい。

【0155】

また、イメージセンサ 3 と信号処理部 5 との間、信号処理部 5 と情報処理システム 1 との間、及び情報処理システム 1 と制御システム 2 との間の少なくとも 1 つは、直接的に接続されていなくてもよく、通信可能であればよい。本開示でいう「通信可能」とは、有線通信又は無線通信の適宜の通信方式により、直接的、又はネットワーク若しくは中継器等を介して間接的に、信号を授受できることを意味する。

【0156】

(実施形態 2)

本実施形態に係る情報処理システム 1 B は、図 1 3 に示すように、第 1 合成部 2 1 (図 2 参照) が省略されている点で、実施形態 1 に係る情報処理システム 1 と相違する。以下、実施形態 1 と同様の構成については、共通の符号を付して適宜説明を省略する。

【0157】

本実施形態では、第 1 合成部 2 1 が省略されているため、実施形態 1 の第 3 変形例に係る情報処理システム 1 A (図 9 参照) と同様に、ノイズ処理部 1 4 に第 2 輝度情報 D 2 が直接的に inputs される。つまり、本実施形態では、ノイズ処理部 1 4 は、第 2 取得部 1 2 及び第 3 取得部 1 3 に接続されている。本実施形態においても、ノイズ処理部 1 4 は、距離情報 D 3 と第 2 輝度情報 D 2 とを用いて、距離情報 D 3 の補正を行う。

【0158】

さらに、本実施形態では、二次元物体検知部 2 0 は、第 1 取得部 1 1 に接続されている。そのため、二次元物体検知部 2 0 には、第 1 輝度情報 D 1 が直接的に inputs され、二次元物体検知部 2 0 は、第 1 輝度情報 D 1 を直接的に用いて、物体 O b 1 の検知を行うことになる。二次元物体検知部 2 0 は、第 1 輝度情報 D 1 及び第 2 輝度情報 D 2 のうち第 1 輝度情報 D 1 のみを用いて、監視領域 A 1 内の物体 O b 1 を検知する。二次元物体検知部 2 0 の検知結果は、三次元物体検知部 1 7 の検知結果と共に、フュージョン部 1 8 に inputs される。

【0159】

図 1 4 は、実施形態 2 の変形例に係る情報処理システム 1 C を示している。情報処理システム 1 C は、フュージョン部 1 8 が省略されている点で、実施形態 2 に係る情報処理システム 1 B と相違する。本変形例においては、二次元物体検知部 2 0 の検知結果、及び三次元物体検知部 1 7 の検知結果は、トラッキング部 1 9 に直接的に inputs される。そのため、トラッキング部 1 9 では、二次元物体検知部 2 0 の検知結果、又は三次元物体検知部 1 7 の検知結果のいずれか一方に基づいて、監視領域 A 1 内に存在する物体 O b 1 の追跡を行う。

【0160】

実施形態 2 で説明した種々の構成(変形例を含む)は、実施形態 1 で説明した種々の構成(変形例を含む)と適宜組み合わせ採用可能である。

【0161】

(まとめ)

以上説明したように、第 1 の態様に係る情報処理システム(1, 1 A ~ 1 C)は、第 1 画素(3 1)及び第 2 画素(3 2)を有するイメージセンサ(3, 3 A ~ 3 E)に用いられ、第 1 取得部(1 1)と、第 2 取得部(1 2)と、第 3 取得部(1 3)と、を備える。第 1 画素(3 1)は、可視光に感度を持つ。第 2 画素(3 2)は、赤外光に感度を持つ。第 1 取得部(1 1)は、第 1 輝度情報(D 1)を第 1 画素(3 1)から取得する。第 1 輝度情報(D 1)は、第 1 画素(3 1)の画素値に関する情報である。第 2 取得部(1 2)は、第 2 輝度情報(D 2)を第 2 画素(3 2)から取得する。第 2 輝度情報(D 2)は、第 2 画素(3 2)の画素値に関する情報である。第 3 取得部(1 3)は、距離情報(D 3)を第 2 画素(3 2)から取得する。距離情報(D 3)は、イメージセンサ(3, 3 A ~ 3 E)から赤外光を反射した物体(O b 1)までの距離に関する情報である。

【0162】

この態様によれば、1 つのイメージセンサ(3, 3 A ~ 3 E)に設けられた 2 種類の画素(第 1 画素(3 1)及び第 2 画素(3 2))から、3 種類の情報(第 1 輝度情報(D 1

10

20

30

40

50

）、第2輝度情報（D2）及び距離情報（D3））を取得することが可能である。そして、第1輝度情報（D1）、第2輝度情報（D2）及び距離情報（D3）は、互いに異なる情報でありながらも、1つのイメージセンサ（3, 3A～3E）から得られていることで互いに相関を有する。特に、第2輝度情報（D2）及び距離情報（D3）は、いずれも第2画素（32）から取得されるので、第2輝度情報（D2）及び距離情報（D3）の間には強い相関がある。そのため、情報処理システム（1, 1A～1C）では、これら3種類の情報から、例えば、イメージセンサ（3, 3A～3E）の画角内の監視領域（A1）の状況に関する様々な情報を比較的精度よく求めることが可能である。結果的に、情報処理システム（1, 1A～1C）での情報処理の精度の向上を図ることが可能である。

【0163】

第2の態様に係る情報処理システム（1, 1A～1C）では、第1の態様において、第1輝度情報（D1）は、第1画素（31）に入力された光の強度を表す明暗情報である。

【0164】

この態様によれば、カラー画像を用いなくとも、情報処理システム（1, 1A～1C）での情報処理の精度の向上を図ることが可能である。

【0165】

第3の態様に係る情報処理システム（1, 1A～1C）は、第1又は2の態様において、三次元物体検知部（17）を更に備える。三次元物体検知部（17）は、距離情報（D3）に基づいて物体（Ob1）の検知を行う。

【0166】

この態様によれば、距離情報（D3）に基づいて物体（Ob1）を三次元的に検知することができる。

【0167】

第4の態様に係る情報処理システム（1, 1A～1C）では、第3の態様において、三次元物体検知部（17）は、距離情報（D3）に加えて、第1輝度情報（D1）及び第2輝度情報（D2）からなる群から選択される1以上の情報に基づいて、物体（Ob1）の検知を行う。

【0168】

この態様によれば、物体（Ob1）を三次元的に検知しながらも、距離情報（D3）のみに基づく場合に比べて、検知精度の向上を図ることができる。

【0169】

第5の態様に係る情報処理システム（1, 1A～1C）では、第3の態様において、三次元物体検知部（17）は、距離情報（D3）に加えて、第2輝度情報（D2）のタイミングに合わせて補正された第1輝度情報（D1）に基づいて、物体（Ob1）の検知を行う。

【0170】

この態様によれば、物体（Ob1）を三次元的に検知しながらも、距離情報（D3）のみに基づく場合に比べて、検知精度の向上を図ることができる。

【0171】

第6の態様に係る情報処理システム（1, 1A～1C）は、第1～5のいずれかの態様において、二次元物体検知部（20）を更に備える。二次元物体検知部（20）は、第1輝度情報（D1）及び第2輝度情報（D2）からなる群から選択される1以上の情報に基づいて物体（Ob1）の検知を行う。

【0172】

この態様によれば、第1輝度情報（D1）に基づいて物体（Ob1）を二次元的に検知することができる。

【0173】

第7の態様に係る情報処理システム（1, 1A～1C）では、第1～6のいずれかの態様において、距離情報（D3）は、ToF方式により得られる情報である。

【0174】

10

20

30

40

50

この態様によれば、距離情報（D3）を比較的簡単な構成で得ることができる。

【0175】

第8の態様に係る情報処理システム（1，1A～1C）は、第1～7のいずれかの態様において、ノイズ処理部（14）を更に備える。ノイズ処理部（14）は、距離情報（D3）と、第1輝度情報（D1）及び第2輝度情報（D2）からなる群から選択される1以上の情報とを用いて、距離情報（D3）の補正を行う。

【0176】

この態様によれば、距離情報（D3）及び第2輝度情報（D2）を用いて、距離情報（D3）が補正されるので、距離情報（D3）のノイズの低減を図ることができる。

【0177】

第9の態様に係る情報処理システム（1，1A～1C）は、第1～8のいずれかの態様において、フュージョン部（18）を更に備える。フュージョン部（18）は、第1輝度情報（D1）及び第2輝度情報（D2）からなる群から選択される1以上の情報を用いる物体（Ob1）の二次元検知結果と、少なくとも距離情報（D3）を用いる物体（Ob1）の三次元検知結果との合成を行う。

【0178】

この態様によれば、第1輝度情報（D1）及び第2輝度情報（D2）からなる群から選択される1以上の情報と、距離情報（D3）との両方に基づく、物体（Ob1）の検知等が可能になる。

【0179】

第10の態様に係る情報処理システム（1，1A～1C）では、第9の態様において、フュージョン部（18）は、二次元検知結果を用いて三次元検知結果を補正させることで、二次元検知結果と三次元検知結果とを合成する。

【0180】

この態様によれば、二次元検知結果を用いて補正された三次元検知結果を、フュージョン部（18）にて得ることができる。

【0181】

第11の態様に係る情報処理システム（1，1A～1C）では、第9又は10の態様において、フュージョン部（18）は、イメージセンサ（3，3A～3E）を含むセンサシステム（10）に帰還信号（Si1）を出力する。イメージセンサ（3，3A～3E）は、帰還信号（Si1）により、露光時間及びフレームレートからなる群から選択される1以上のパラメータが変化した電気信号を出力する。

【0182】

この態様によれば、帰還信号（Si1）を用いてイメージセンサ（3，3A～3E）のパラメータを変化させることができる。

【0183】

第12の態様に係る情報処理システム（1，1A～1C）では、第9～11のいずれかの態様において、フュージョン部（18）の出力を用いて、物体（Ob1）に関する物標情報（D11）を出力するトラッキング部（19）を更に備える。

【0184】

この態様によれば、物体（Ob1）に関する物標情報（D11）を得ることができる。

【0185】

第13の態様に係る情報処理システム（1，1A～1C）では、第12の態様において、物標情報（D11）は、物体（Ob1）の位置の情報、移動方向の情報、移動速度の情報及び種別の情報からなる群から選択される1以上の情報を含む。

【0186】

この態様によれば、物体（Ob1）の位置の情報、移動方向の情報、移動速度の情報及び種別の情報からなる群から選択される1以上の情報を、物標情報（D11）として得ることができる。

【0187】

10

20

30

40

50

第14の態様に係る情報処理システム(1, 1A~1C)は、第1~13のいずれかの態様において、分離部(16)を更に備える。分離部(16)は、物体(O b 1)と物体(O b 1)の周囲に位置する周辺領域とを分離する。

【0188】

この態様によれば、周辺領域を除去した物体(O b 1)の情報、及び周辺領域の情報を個別に取り扱うことができる。

【0189】

第15の態様に係る情報処理システム(1, 1A~1C)では、第14の態様において、三次元物体検知部(17)を更に備える。三次元物体検知部(17)は、距離情報(D 3)に基づいて物体(O b 1)の検知を行う。三次元物体検知部(17)は、距離情報(D 3)から周辺領域を除去した情報に基づいて物体(O b 1)の検知を行う。

【0190】

この態様によれば、周辺領域を除去した距離情報(D 3)を用いることで、三次元物体検知部(17)での物体(O b 1)の検知精度の向上を図ることができる。

【0191】

第16の態様に係る情報処理システム(1, 1A~1C)は、第1~15のいずれかの態様において、第1輝度情報(D 1)と第2輝度情報(D 2)との時間差を補正する機能を有する。

【0192】

この態様によれば、情報処理システム(1, 1A~1C)での情報処理の精度の更なる向上を図ることが可能である。

【0193】

第17の態様に係る情報処理システム(1, 1A~1C)は、第1~16のいずれかの態様において、出力部(27)を更に備える。出力部(27)は、第1輝度情報(D 1)と第2輝度情報(D 2)と距離情報(D 3)とに基づいて行われた、イメージセンサ(3, 3A~3E)の画角内の監視領域(A 1)の状況に関する情報処理結果を出力する。

【0194】

この態様によれば、イメージセンサ(3, 3A~3E)の画角内の監視領域(A 1)の状況に関する情報処理結果を、情報処理システム(1, 1A~1C)以外のシステムで利用可能となる。

【0195】

第18の態様に係る情報処理システム(1, 1A~1C)では、第17の態様において、情報処理結果は、下記3種類の情報からなる群から選択される1以上の情報を含む。3種類の情報は、監視領域(A 1)における物体(O b 1)の有無に関する情報、監視領域(A 1)に存在する物体(O b 1)の監視領域(A 1)内での位置に関する情報、及び、物体(O b 1)の属性に関する情報である。

【0196】

この態様によれば、監視領域(A 1)における物体(O b 1)に関する情報を、情報処理システム(1, 1A~1C)以外のシステムで利用可能となる。

【0197】

第19の態様に係るセンサシステム(10)は、第1~18のいずれかの態様に係る情報処理システム(1, 1A~1C)と、イメージセンサ(3, 3A~3E)と、を備える。

【0198】

この態様によれば、1つのイメージセンサ(3, 3A~3E)に設けられた2種類の画素(第1画素(31)及び第2画素(32))から、3種類の情報(第1輝度情報(D 1)、第2輝度情報(D 2)及び距離情報(D 3))を取得することが可能である。そして、第1輝度情報(D 1)、第2輝度情報(D 2)及び距離情報(D 3)は、互いに異なる情報でありながらも、1つのイメージセンサ(3, 3A~3E)から得られていることで互いに相関を有する。特に、第2輝度情報(D 2)及び距離情報(D 3)は、いずれも第2画素(32)から取得されるので、第2輝度情報(D 2)及び距離情報(D 3)の間に

10

20

30

40

50

は強い相関がある。そのため、情報処理システム（１，１Ａ～１Ｃ）では、これら３種類の情報から、例えば、イメージセンサ（３，３Ａ～３Ｅ）の画角内の監視領域（Ａ１）の状況に関する様々な情報を比較的精度よく求めることが可能である。結果的に、情報処理システム（１，１Ａ～１Ｃ）での情報処理の精度の向上を図ることが可能である。

【０１９９】

第２０の態様に係る情報処理方法は、第１画素（３１）及び第２画素（３２）を有するイメージセンサ（３，３Ａ～３Ｅ）から入力される情報を処理する方法であって、第１取得処理と、第２取得処理と、第３取得処理と、を有する。第１画素（３１）は、可視光に感度を持つ。第２画素（３２）は、赤外光に感度を持つ。第１取得処理は、第１輝度情報（Ｄ１）を第１画素（３１）から取得する処理である。第１輝度情報（Ｄ１）は、第１画素（３１）の画素値に関する情報である。第２取得処理は、第２輝度情報（Ｄ２）を第２画素（３２）から取得する処理である。第２輝度情報（Ｄ２）は、第２画素（３２）の画素値に関する情報である。第３取得処理は、距離情報（Ｄ３）を第２画素（３２）から取得する処理である。距離情報（Ｄ３）は、イメージセンサ（３，３Ａ～３Ｅ）から赤外光を反射した物体（Ｏｂ１）までの距離に関する情報である。

【０２００】

この態様によれば、１つのイメージセンサ（３，３Ａ～３Ｅ）に設けられた２種類の画素（第１画素（３１）及び第２画素（３２））から、３種類の情報（第１輝度情報（Ｄ１）、第２輝度情報（Ｄ２）及び距離情報（Ｄ３））を取得することが可能である。そして、第１輝度情報（Ｄ１）、第２輝度情報（Ｄ２）及び距離情報（Ｄ３）は、互いに異なる情報でありながらも、１つのイメージセンサ（３，３Ａ～３Ｅ）から得られていることで互いに相関を有する。特に、第２輝度情報（Ｄ２）及び距離情報（Ｄ３）は、いずれも第２画素（３２）から取得されるので、第２輝度情報（Ｄ２）及び距離情報（Ｄ３）の間には強い相関がある。そのため、これら３種類の情報から、例えば、イメージセンサ（３，３Ａ～３Ｅ）の画角内の監視領域（Ａ１）の状況に関する様々な情報を比較的精度よく求めることが可能である。結果的に、情報処理の精度の向上を図ることが可能である。

【０２０１】

第２１の態様に係るプログラムは、第２０の態様に係る情報処理方法を、１以上のプロセッサに実行させるためのプログラムである。

【０２０２】

この態様によれば、１つのイメージセンサ（３，３Ａ～３Ｅ）に設けられた２種類の画素（第１画素（３１）及び第２画素（３２））から、３種類の情報（第１輝度情報（Ｄ１）、第２輝度情報（Ｄ２）及び距離情報（Ｄ３））を取得することが可能である。そして、第１輝度情報（Ｄ１）、第２輝度情報（Ｄ２）及び距離情報（Ｄ３）は、互いに異なる情報でありながらも、１つのイメージセンサ（３，３Ａ～３Ｅ）から得られていることで互いに相関を有する。特に、第２輝度情報（Ｄ２）及び距離情報（Ｄ３）は、いずれも第２画素（３２）から取得されるので、第２輝度情報（Ｄ２）及び距離情報（Ｄ３）の間には強い相関がある。そのため、情報処理システム（１，１Ａ～１Ｃ）では、これら３種類の情報から、例えば、イメージセンサ（３，３Ａ～３Ｅ）の画角内の監視領域（Ａ１）の状況に関する様々な情報を比較的精度よく求めることが可能である。結果的に、情報処理の精度の向上を図ることが可能である。

【０２０３】

上記態様に限らず、実施形態１及び実施形態２に係る情報処理システム（１，１Ａ～１Ｃ）の種々の構成（変形例を含む）は、情報処理方法又はプログラムにて具現化可能である。

【０２０４】

第２～１８の態様に係る構成については、情報処理システム（１，１Ａ～１Ｃ）に必須の構成ではなく、適宜省略可能である。

【符号の説明】

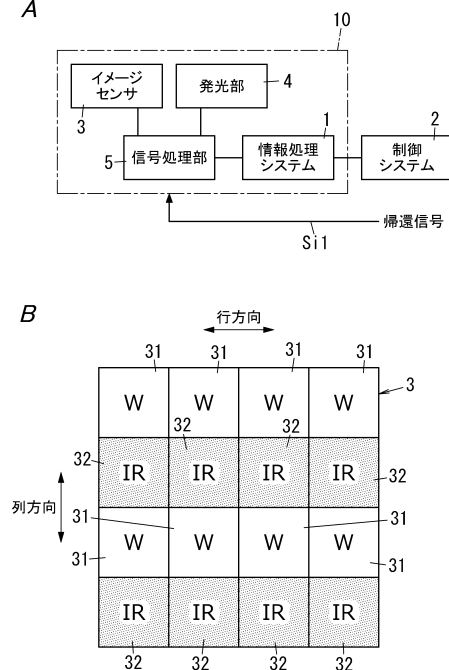
【０２０５】

- 1, 1 A ~ 1 C 情報処理システム
3, 3 A ~ 3 E イメージセンサ
1 0 センサシステム
1 1 第 1 取得部
1 2 第 2 取得部
1 3 第 3 取得部
1 4 ノイズ処理部
1 6 分離部
1 7 三次元物体検知部
1 8 フュージョン部
1 9 トラッキング部
2 0 二次元物体検知部
2 7 出力部
3 1 第 1 画素
3 2 第 2 画素
A 1 監視領域
D 1 第 1 輝度情報
D 2 第 2 輝度情報
D 3 距離情報
D 1 1 物標情報
O b 1 物体
S i 1 帰還信号

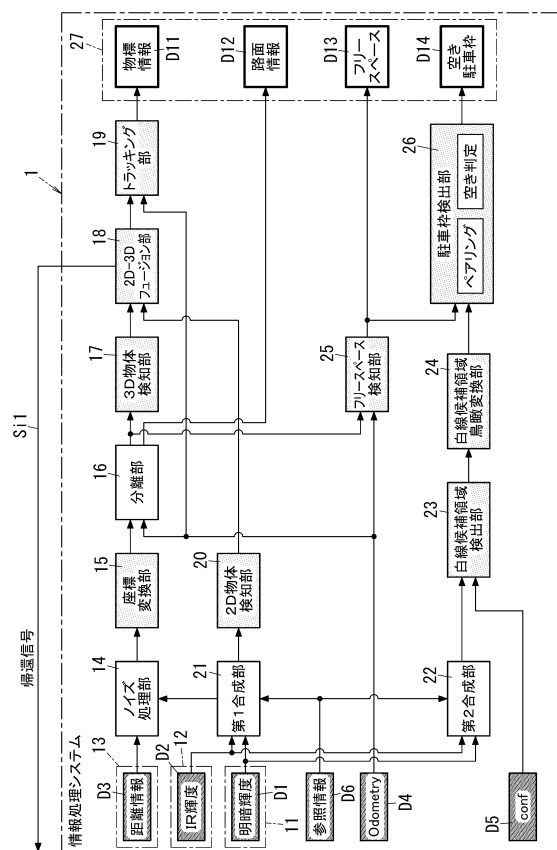
【図面】

【図 1】

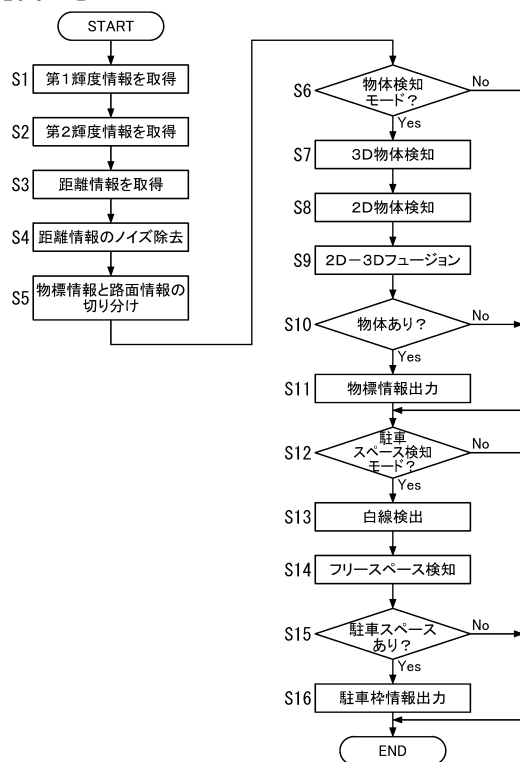
A



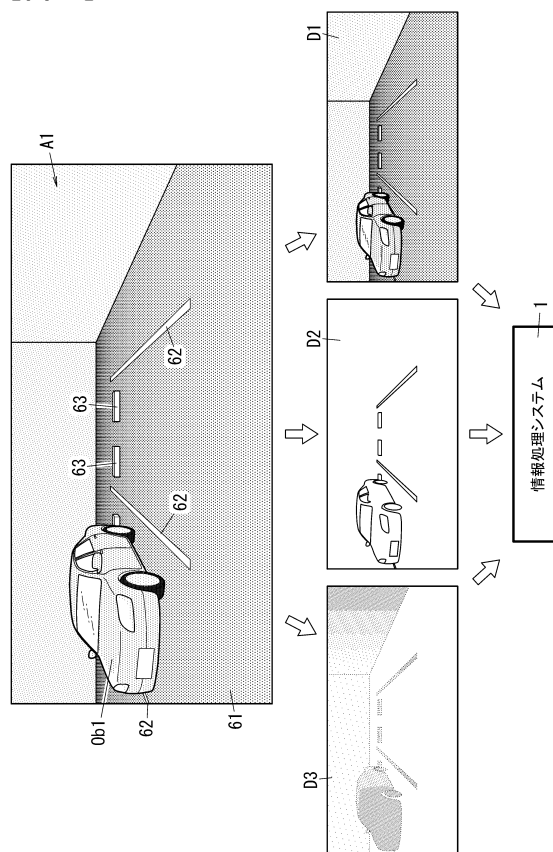
【図 2】



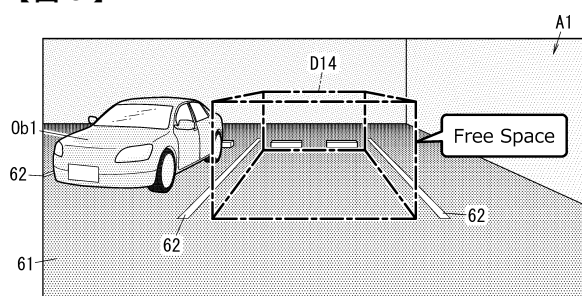
【圖 3】



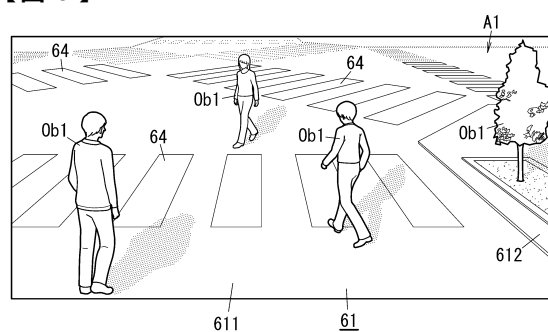
【図 4】



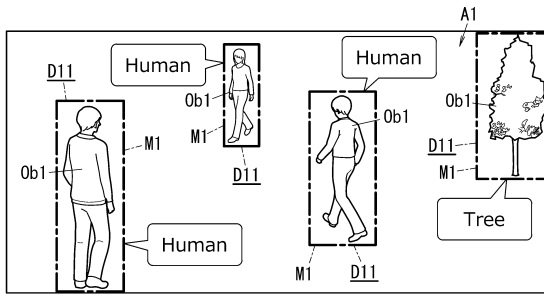
【図 5】



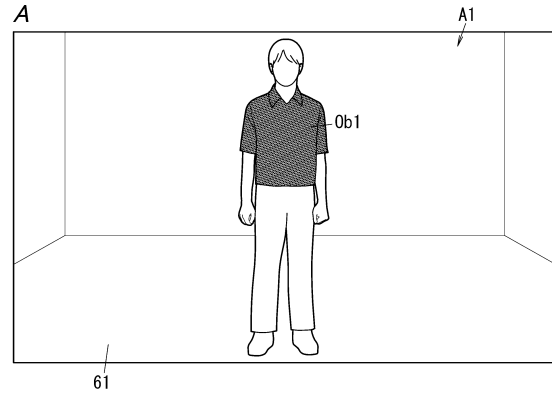
【図 6】



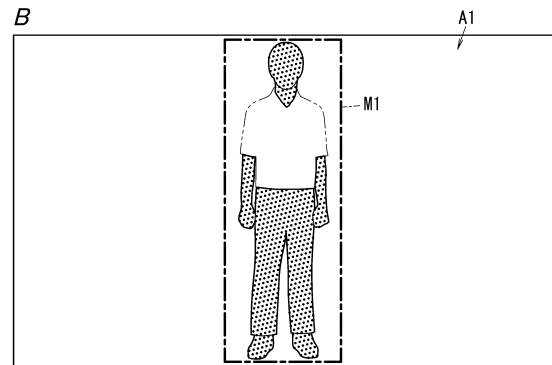
【図 7】



【図 8】

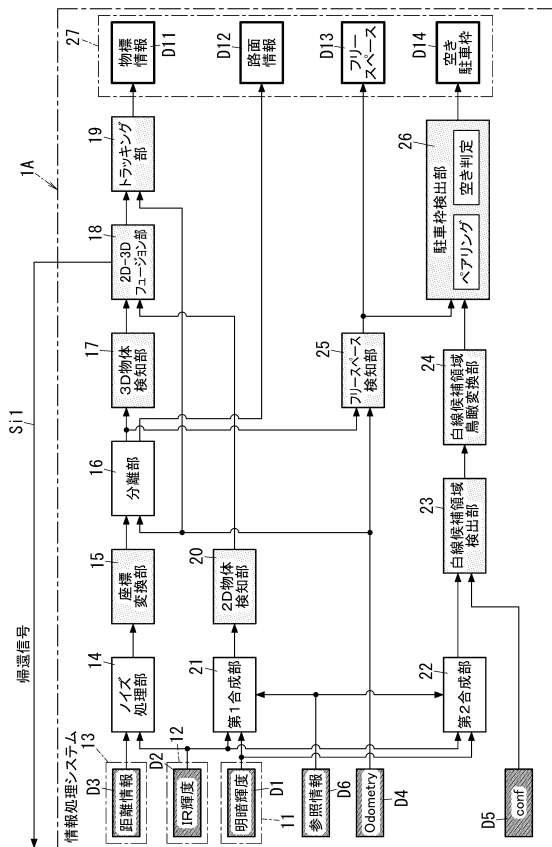


10

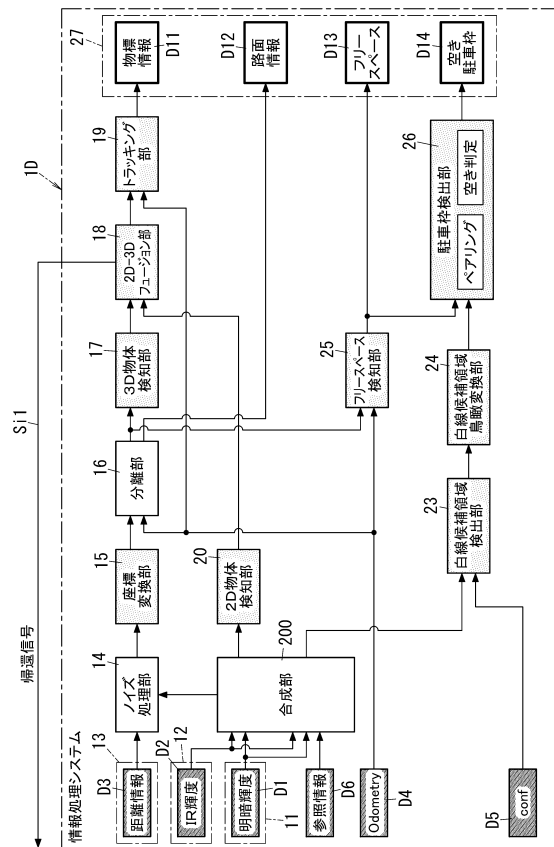


20

【図 9】



【図 10】

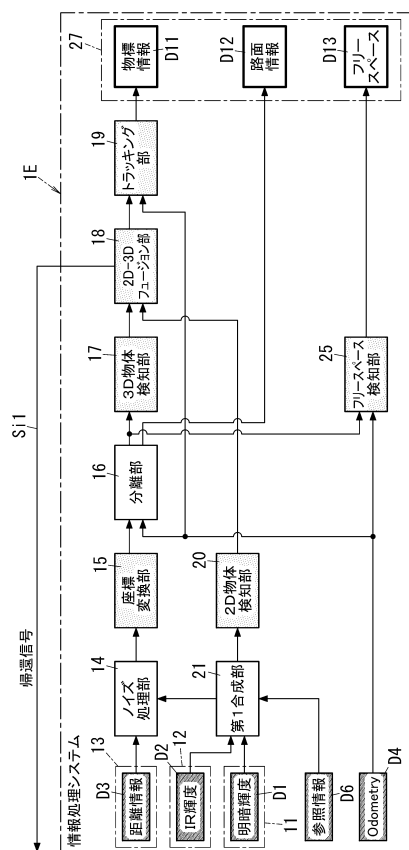


30

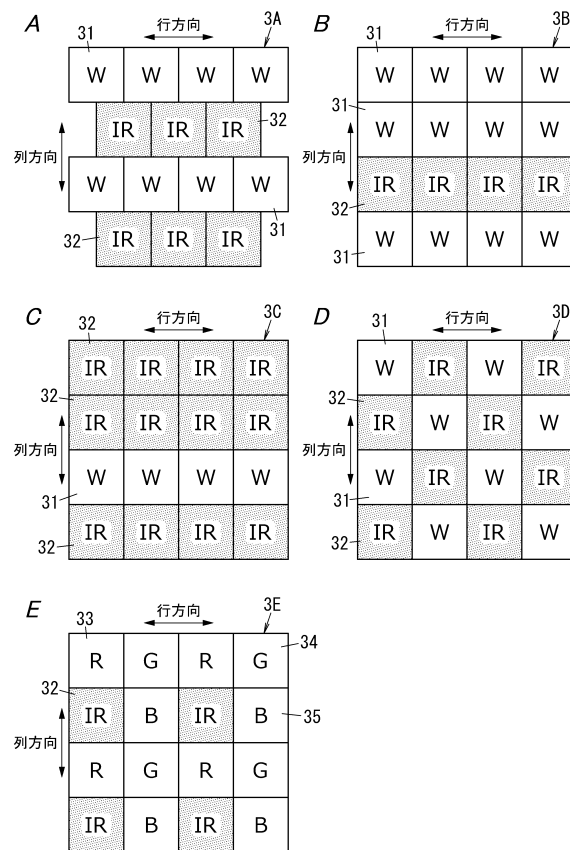
40

50

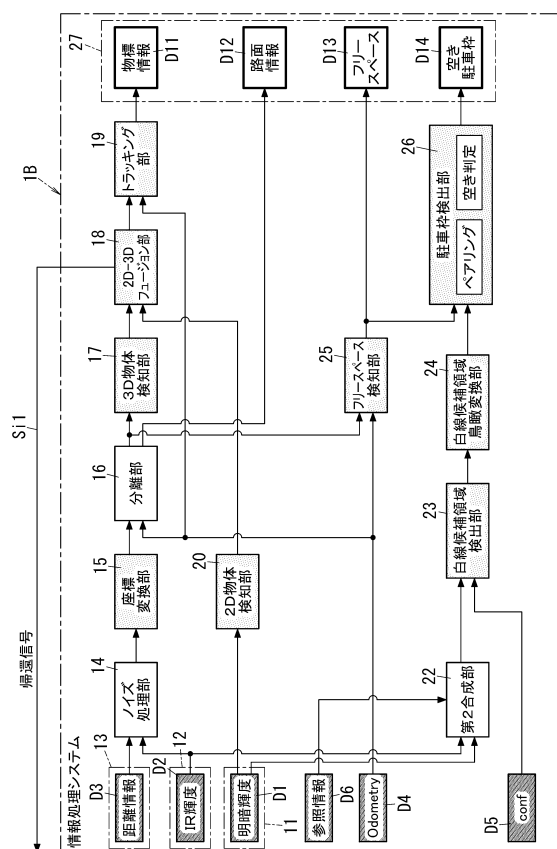
【図 1 1】



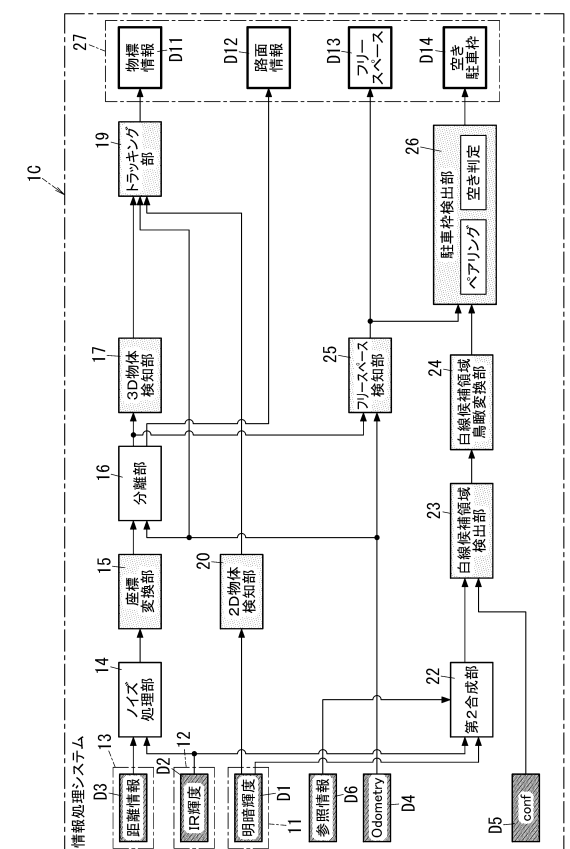
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2018/101049 (WO, A1)
国際公開第2013/035612 (WO, A1)
特開2015-087267 (JP, A)
特開2018-036102 (JP, A)
特開2016-156913 (JP, A)
特開2011-128024 (JP, A)
特開2013-207415 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0098192 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01S 7/48-7/51
G01S 17/00-17/95
G01C 3/06
H04N 25/705