

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5959264号
(P5959264)

(45) 発行日 平成28年8月2日(2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日(2016.7.1)

(51) Int.Cl.

F I

HO4N 7/18 (2006.01)

GO6T 1/00 (2006.01)

GO6T 3/00 (2006.01)

HO4N 7/18 J

GO6T 1/00 330Z

GO6T 3/00 735

請求項の数 12 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-75962 (P2012-75962)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成24年3月29日 (2012.3.29)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2013-207637 (P2013-207637A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成25年10月7日 (2013.10.7)	(74) 代理人	100083840
審査請求日	平成27年2月3日 (2015.2.3)		弁理士 前田 実
		(74) 代理人	100116964
			弁理士 山形 洋一
		(74) 代理人	100135921
			弁理士 篠原 昌彦
		(72) 発明者	橋本 充夫
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	藤田 偉雄
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び方法、並びにコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両の近辺の対象物を撮像する複数のカメラと、
前記カメラで撮像した対象物までの距離情報を生成する距離情報生成部と、
前記距離情報生成部で生成した距離情報を基に前記自車両から前記対象物までの距離に
応じた立体面を有する空間モデルの形状を決定するモデル形状決定部と、
前記モデル形状決定部で決定された形状を有する空間モデルに対して前記複数のカメラ
による撮像で得た複数の画像を投影し、さらに投影した画像をスクリーン座標系に変換す
ることで、スクリーン座標系の画像を生成する投影変換部と、
前記投影変換部によって生成されたスクリーン座標系の画像の一部又は全部を抽出して
合成画像を生成する画像合成部と、
前記画像合成部で生成された合成画像を、画像表示部に表示させる情報伝達部と
を備え、
前記モデル形状決定部は、前記距離情報生成部で生成した距離情報を基に、前記自車両
の進行方向にあり、かつ前記自車両に最も近い対象物、又はその部分の距離情報のみを反
映して前記空間モデルの形状を決定する
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記モデル形状決定部は、前記自車両に最も近い対象物又はその部分として、該対象物
又はその部分の前記自車両に最も近い端部から所定の距離範囲までの部分についての距離

情報を反映して前記空間モデルの形状の決定を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

自車両の近辺の対象物を撮像する複数のカメラと、

前記カメラで撮像した対象物までの距離情報を生成する距離情報生成部と、

前記距離情報生成部で生成した距離情報を基に前記自車両から前記対象物までの距離に応じた立体面を有する空間モデルの形状を決定するモデル形状決定部と、

前記モデル形状決定部で決定された形状を有する空間モデルに対して前記複数のカメラによる撮像で得た複数の画像を投影し、さらに投影した画像をスクリーン座標系に変換することで、スクリーン座標系の画像を生成する投影変換部と、

前記投影変換部によって生成されたスクリーン座標系の画像の一部又は全部を抽出して合成画像を生成する画像合成部と、

前記画像合成部で生成された合成画像を、画像表示部に表示させる情報伝達部とを備え、

前記モデル形状決定部は、前記距離情報生成部で生成した距離情報を基に、前記自車両の進行方向にあり、かつ前記自車両に最も近い対象物又はその部分、及び画像上で当該最も近い対象物又はその部分の周囲に位置する部分についての距離情報のみを反映して前記空間モデルの形状を決定する

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

前記モデル形状決定部は、前記空間モデルのうち、前記対象物又はその部分までの距離情報を反映して決定する部分以外の部分については、予め定められた形状とすることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記予め定められた形状が椀型であることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記モデル形状決定部は、前記予め定められた形状のサイズを、前記対象物又はその部分までの距離情報を反映して決定する部分とそれにつながる部分との間に段差が生じないように決定することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記画像合成部は、前記合成画像において、前記自車両に最も近い対象物又はその部分に対応する画像部分とその周囲の画像部分との境界部分をぼかすための処理を行う請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記複数のカメラの各々は、前記複数のカメラのうちの少なくとも他の一つのカメラと撮像範囲が部分的に重なる

ことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記複数のカメラで撮像する画像毎の輝度レベルを整合させる輝度調整部と、

当該輝度調整部からの制御信号をもとに前記複数のカメラの各々で撮像する画像の輝度レベルを制御するカメラパラメータ設定部をさらに有する

ことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

自車両の近辺の対象物を複数のカメラで撮像するステップと、

前記カメラで撮像した対象物までの距離情報を生成する距離情報生成ステップと、

前記距離情報生成ステップで生成した距離情報を基に前記自車両から前記対象物までの距離に応じた立体面を有する空間モデルの形状を決定するモデル形状決定ステップと、

前記モデル形状決定ステップで決定された形状を有する空間モデルに対して前記複数のカメラによる撮像で得た複数の画像を投影し、さらに投影した画像をスクリーン座標系に

10

20

30

40

50

変換することで、スクリーン座標系の画像を生成する投影変換ステップと、

前記投影変換ステップによって生成されたスクリーン座標系の画像の一部又は全部を抽出して合成画像を生成する画像合成ステップと、

前記画像合成ステップで生成された合成画像を、画像表示部に表示させる情報伝達ステップと

を備え、

前記モデル形状決定ステップは、前記距離情報生成ステップで生成した距離情報を基に、前記自車両の進行方向にあり、かつ前記自車両に最も近い対象物、又はその部分の距離情報のみを反映して前記空間モデルの形状を決定する

ことを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項 1 1】

自車両の近辺の対象物を複数のカメラで撮像するステップと、

前記カメラで撮像した対象物までの距離情報を生成する距離情報生成ステップと、

前記距離情報生成ステップで生成した距離情報を基に前記自車両から前記対象物までの距離に応じた立体面を有する空間モデルの形状を決定するモデル形状決定ステップと、

前記モデル形状決定ステップで決定された形状を有する空間モデルに対して前記複数のカメラによる撮像で得た複数の画像を投影し、さらに投影した画像をスクリーン座標系に変換することで、スクリーン座標系の画像を生成する投影変換ステップと、

前記投影変換ステップによって生成されたスクリーン座標系の画像の一部又は全部を抽出して合成画像を生成する画像合成ステップと、

20

前記画像合成ステップで生成された合成画像を、画像表示部に表示させる情報伝達ステップと

を備え、

前記モデル形状決定ステップは、前記距離情報生成ステップで生成した距離情報を基に、前記自車両の進行方向にあり、かつ前記自車両に最も近い対象物又はその部分、及び画像上で当該最も近い対象物又はその部分の周囲に位置する部分についての距離情報のみを反映して前記空間モデルの形状を決定する

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 又は 1 1 の画像処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、画像処理装置及び方法に関し、特に複数台のカメラによる撮影で得た画像を合成して任意の視点からの画像を生成する技術に関する。このような画像処理は、例えば車両の運転の際の安全確認の補助として利用可能なものである。本発明はまた、上記の画像処理方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

40

運転者が駐車時に車両の上方から地面の白線を俯瞰したり、車両の後方や側方の見えにくい対象物の確認をしやすくするために、車載カメラからの画像に処理を施して表示する画像処理装置がある。

【0 0 0 3】

例えば、特許文献 1 に記載された画像処理装置では、複数のカメラでの撮像により得た画像を空間モデルに投影し、投影された画像を任意の視点から見た画像に変換して、表示部に表示させることにより、運転者が車両周辺の状況をより容易に確認できるようにしている。画像を投影する空間モデルとしては、曲面と平面から成る円柱型、あるいは椀型といった立体面形状のものをを用い、これにより、従来の路面に対応する平面への投影では表示ができなかった周辺画像をも表示することを可能としている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開第2000/64175号(10頁、図1)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述した従来の画像処理装置では、カメラ画像を投影する空間モデルとして曲面と平面から成る円柱型、あるいは椀型といった予め定められた形状のものをを用いているため、壁部(底部から立ち上がった面)に投影される画像部分を見ても、撮像されている対象物までの距離が把握しにくいという問題があった。

10

【0006】

本発明は、上記従来技術の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、車両周辺の対象物までの距離を把握しやすい画像の生成を可能にすることである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の態様に係る撮像装置は、

自車両の近辺の対象物を撮像する複数のカメラと、

前記カメラで撮像した対象物までの距離情報を生成する距離情報生成部と、

前記距離情報生成部で生成した距離情報を基に前記自車両から前記対象物までの距離に応じた立体面を有する空間モデルの形状を決定するモデル形状決定部と、

20

前記モデル形状決定部で決定された形状を有する空間モデルに対して前記複数のカメラによる撮像で得た複数の画像を投影し、さらに投影した画像をスクリーン座標系に変換することで、スクリーン座標系の画像を生成する投影変換部と、

前記投影変換部によって生成されたスクリーン座標系の画像の一部又は全部を抽出して合成画像を生成する画像合成部と、

前記画像合成部で生成された合成画像を、画像表示部に表示させる情報伝達部とを備え、

前記モデル形状決定部は、前記距離情報生成部で生成した距離情報を基に、前記自車両の進行方向にあり、かつ前記自車両に最も近い対象物、又はその部分の距離情報のみを反映して前記空間モデルの形状を決定することを特徴とする。

30

本発明の第2の態様に係る撮像装置は、

自車両の近辺の対象物を撮像する複数のカメラと、

前記カメラで撮像した対象物までの距離情報を生成する距離情報生成部と、

前記距離情報生成部で生成した距離情報を基に前記自車両から前記対象物までの距離に応じた立体面を有する空間モデルの形状を決定するモデル形状決定部と、

前記モデル形状決定部で決定された形状を有する空間モデルに対して前記複数のカメラによる撮像で得た複数の画像を投影し、さらに投影した画像をスクリーン座標系に変換することで、スクリーン座標系の画像を生成する投影変換部と、

前記投影変換部によって生成されたスクリーン座標系の画像の一部又は全部を抽出して合成画像を生成する画像合成部と、

40

前記画像合成部で生成された合成画像を、画像表示部に表示させる情報伝達部とを備え、

前記モデル形状決定部は、前記距離情報生成部で生成した距離情報を基に、前記自車両の進行方向にあり、かつ前記自車両に最も近い対象物又はその部分、及び画像上で当該最も近い対象物又はその部分の周囲に位置する部分についての距離情報のみを反映して前記空間モデルの形状を決定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、車両周辺の対象物までの距離を把握しやすい画像を生成することが可

50

能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の実施の形態に係る画像処理装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図 2】図 1 のカメラの構成を概略的に示すブロック図である。

【図 3】従来の椀型の空間モデルの垂直断面図である。

【図 4】従来の椀型の空間モデルの上面図である。

【図 5】図 4 の空間モデルの一部をなす領域と、それより遠い位置にある対象物の水平断面図である。

10

【図 6】図 4 の空間モデルの一部をなす領域と、それより近い位置にある対象物の水平断面図である。

【図 7】図 4 の空間モデルの一部をなす領域と、対象物の垂直断面図である。

【図 8】テクスチャ座標系の画像の一例を示す図である。

【図 9】スクリーン座標系の画像の一例を示す図である。

【図 10】ワールド座標系と撮像視点座標系と仮想視点座標系の関係を示す図である。

【図 11】撮像視点座標系からワールド座標系への変換、及びワールド座標系から仮想視点座標系への変換を示す図である。

【図 12】本発明により形成された空間モデルの一例の一部をなす領域を示す水平断面図である。

20

【図 13】(a) ~ (c) は、自車両の前方にある他の車両、及び該他の車両までの距離に応じて形成される空間モデルの異なる例の垂直断面を示す図である。

【図 14】本発明による空間モデルの一例を用いて形成した合成画像の一例を示す図である。

【図 15】従来の空間モデルを用いて形成した合成画像の一例を示す図である。

【図 16】本発明による空間モデルの他の例を用いて形成した合成画像の一例を示す図である。

【図 17】本発明による空間モデルのさらに他の例を示す斜視図である。

【図 18】図 17 の空間モデルを用いて形成した合成画像の一例を示す図である。

【図 19】ステレオカメラを用いて対象物までの距離を測定する方法を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

図 1 は、本発明の実施の形態に係る画像処理装置 100 の構成を概略的に示す。図示の画像処理装置 100 は、車両に搭載されるものであり、第 1 乃至第 4 のカメラ 1a ~ 1d (各々を区別する必要がないときは、単に符号「1」で表す)と、第 1 乃至第 4 のセンシング部 2a ~ 2d (各々を区別する必要がないときは、単に符号「2」で表す)と、距離情報算出部 3 と、モデル形状決定部 4 と、カメラ制御部 5 と、投影変換部 6 と、画像合成部 7 と、情報伝達部 8 とを備える。画像処理装置 100 には、画像表示部 80、スピーカ 82、自車両状態検出部 90、及び操作部 92 が接続されている。

【 0 0 1 1 】

40

カメラ 1a ~ 1d は、自車両の周辺の画像を撮像する。

本実施の形態においては、図 4 に示すように、第 1 のカメラ 1a が自車両前方、第 2 のカメラ 1b が自車両後方、第 3 のカメラ 1c が自車両の左側方、第 4 のカメラ 1d が自車両の右側方に設置され、それぞれ、自車両の前方、後方、左側方、右側方を撮像する。カメラ 1a で撮像された画像の画像情報 (第 1 の画像情報)、第 2 のカメラ 1b で撮像された第 2 の画像の情報 (第 2 の画像情報)、第 3 のカメラ 1c で撮像された第 3 の画像の情報 (第 3 の画像情報)、及び第 4 のカメラ 1d で撮像された第 4 の画像の情報 (第 4 の画像情報) は、データバス 9 を経由して、カメラ制御部 5 及び投影変換部 6 に供給される。

【 0 0 1 2 】

図 2 は、カメラ 1 の構成を概略的に示すブロック図である。カメラ 1 は、光学系 11 と

50

、撮像素子 1 2 と、A D 変換器 1 3 と、センサ駆動回路 1 4 とを備える。

光学系 1 1 は、例えば、広角レンズ、例えば 1 8 0 度以上の画角を有する魚眼レンズで構成されており、レンズは 1 枚から成るものであっても良く、複数枚を組み合わせたものであっても良い。

撮像素子 1 2 は、光学系 1 1 から得られる光をアナログの電気信号に変換する。撮像素子 1 2 は、例えば、C M O S (C o m p l e m e n t a r y M e t a l O x i d e S e m i c o n d u c t o r) 型及び C C D (C h a r g e C o u p l e d D e v i c e) 型の何れであってもよい。A D 変換器 1 3 は、撮像素子 1 2 から得られるアナログの電気信号を、デジタルの画像情報に変換する。センサ駆動回路 1 4 は、撮像素子 1 2 の動作を制御する。

10

【 0 0 1 3 】

図 1 に戻り、センシング部 2 は、自車両の周辺にある対象物を検知し、該対象物についての情報を取得するセンシングデバイスで構成される。センシング部 2 は、例えば、超音波を各方向に向けて発射し、対象物からの反射波が受信されるまでの時間を測定することにより距離を計測するソナーセンサで構成される。超音波を発射する方向を所定角度ずつ変更する（走査する）ことで、自車両を中心として所定の範囲（走査範囲）内のそれぞれの方向における対象物までの距離を求めるための情報を得ることができる。

【 0 0 1 4 】

第 1 のセンシング部 2 a は第 1 のカメラ 1 a で撮像される対象物までの距離測定のために用いられ、同様に、第 2 のセンシング部 2 b は第 2 のカメラ 1 b で撮像される対象物までの距離測定、第 3 のセンシング部 2 c は第 3 のカメラ 1 c で撮像される対象物までの距離測定、第 4 のセンシング部 2 d は第 4 のカメラ 1 d で撮像される対象物までの距離測定のために用いられる。

20

【 0 0 1 5 】

距離情報算出部 3 は、第 1 乃至第 4 のセンシング部 2 a ~ 2 d での超音波の放射及び反射波の受信に基づいて、それぞれのセンシング部から対象物までの距離を算出する。距離算出のため、第 1 乃至第 4 のセンシング部 2 a ~ 2 d の各々で、各角度において超音波を発射するタイミングの制御及び反射波が帰ってくるまでの時間の測定を行い、さらに、測定した時間から対象物までの距離を算出する。

【 0 0 1 6 】

距離情報算出部 3 はさらに、上記のようにして測定された距離（それぞれにセンシング部 2 a ~ 2 d から対象物までの距離）に基づいて、自車両の特定の位置から、対象物（対象物の各部分）までの距離を算出する。

30

対象物までの距離を算出することで、カメラ 1 で撮像した対象物の全体について距離情報（奥行情報）を得ることができる。このようにして算出される距離は、仮想視点から見える対象物の 3 次元形状を知るために利用される。

【 0 0 1 7 】

上記した自車両の「特定の位置」は、すべてのセンシング部 2 a ~ 2 d に対して共通に定められる位置、例えば、自車両の中心であっても良く、代わりにそれぞれのセンシング部 2 a ~ 2 d に対してそれぞれ別個に定められた位置であっても良い。例えば、自車両の前方に設けたセンシング部 2 a については、自車両の前端を「特定の位置」として、該前端からの距離を算出し、自車両の後方に設けたセンシング部 2 b については、自車両の後端を「特定の位置」として、該後端からの距離を算出することとしても良い。また、それぞれのセンシング部について対応するカメラの位置を「特定の位置」として、該カメラからの距離を算出しても良い。さらにまた、上記した「特定の位置」からの距離を計算せずに、それぞれのセンシング部 2 a ~ 2 d からの距離をそのまま自車両からの距離として用いても良い。

40

【 0 0 1 8 】

センシング部 2 と距離情報算出部 3 とで、カメラ 1 a ~ 1 d で撮像した対象物までの距離、即ち自車両から対象物の各部分までの距離を表す情報を生成する距離情報生成部 1 0

50

が構成される。

【 0 0 1 9 】

センシング部 2 はアクティブ方式により距離測定を行うセンシングデバイスであればよく、例えば対象物の 2 次元距離情報を取得可能に構成されたミリ波、レーザ、赤外線等を用いたレーダであってもよい。

【 0 0 2 0 】

自車両状態検出部 9 0 は、自車両の状態、例えば、進行方向、速度を検出し、自車両の進行方向、速度を表す情報をモデル形状決定部 4 へ出力する。操作部 9 2 は、ユーザによる操作入力のために用いられる。

【 0 0 2 1 】

モデル形状決定部 4 は、距離情報生成部 1 0 で生成した距離情報を基に、カメラ 1 a ~ 1 d で撮像した複数の画像を投影する立体面形状を決定し、決定された立体面形状を有する空間モデルを生成する。この空間モデルは、実空間に対応する仮想空間に仮想的に形成されるものである。モデル形状決定部 4 は、例えば、自車両状態検出部 9 0 から得られる自車両の状態の検出結果を参照し、自車両の進行方向にあり、かつ自車両に最も近い対象物又はその部分までの距離情報のみを反映して上記の立体面形状を決定する。この際、操作部 9 2 によるユーザからの操作入力に応じて空間モデルの形状を調整するようにしても良い。

【 0 0 2 2 】

従来の例では、空間モデルを予め定められた形状、例えば円柱型や椀型に形成している。椀型の場合、任意の視点位置から自車両周辺を見た合成画像を生成する際に、路面より上にある対象物がすべて同じ空間モデルの壁部に投影されるため、対象物が押しつぶされたように映る。

【 0 0 2 3 】

そのため、ユーザ（例えば運転者）は対象物の凹凸を画像で認識できず、例えば後方へ自車両を進行して駐車をする際、自車両に向けて突出する部分を有する対象物があったとしても、該突出部分が認識しにくいいため、該突出部分に衝突する危険性がある。

【 0 0 2 4 】

これに対し、本発明では、距離情報生成部 1 0 で生成した距離情報を基に対象物までの距離を考慮に入れた 3 次元の空間モデルを生成し、これに画像を投影することとしており、その結果、ユーザが対象物の凹凸を画像で認識しやすくなるため、衝突を未然に防止することができ、安全性が高まる。

【 0 0 2 5 】

カメラ制御部 5 は、輝度調整部 5 a と、カメラパラメータ設定部 5 b とを有する。

輝度調整部 5 a は、第 1 乃至第 4 のカメラ 1 a ~ 1 d で撮像された第 1 乃至第 4 の画像の輝度を互いに整合させる。即ち、第 1 乃至第 4 の画像の各々を、例えば後述の図 1 9 に示すように、少なくとも一つの他の画像と共通の領域を含むように形成し、これら領域の画素値の平均レベルが同じになるように、カメラパラメータ設定部 5 b を制御する。

【 0 0 2 6 】

カメラパラメータ設定部 5 b は、カメラ 1 a ~ 1 d で用いる撮像素子 1 2 の駆動信号を制御することにより、カメラ 1 a ~ 1 d の各々で撮像する画像の画面輝度レベルを増減させる。

輝度調整部 5 a 及びカメラパラメータ設定部 5 b により複数の画像間の輝度レベル段差が生じないようにすることができ、ユーザによる視認性が高まる。

【 0 0 2 7 】

投影変換部 6 は、任意の視点からの画像の生成のために、投影変換及び座標変換を行う。即ち、カメラ 1 a ~ 1 d による撮像で得た複数の画像を、モデル形状決定部 4 で決定された形状を有する空間モデルに投影し、さらに空間モデル上の画像を、任意の仮想視点から任意の方向を見た画像を表すスクリーン座標系の画像（仮想視点画像）に投影する。このような投影に際し、異なる座標系間で座標変換を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

画像合成部 7 は、投影変換部 6 によって生成されたスクリーン座標系の画像から、一部又は全部を抽出して表示用画像を生成する。

【 0 0 2 9 】

情報伝達部 8 は、画像合成部 7 で生成された画像に基づいて映像信号を生成し、画像表示部 8 0 に供給する。画像表示部 8 0 は、例えばダッシュボード内に設けられたものであり、例えば液晶ディスプレイで構成される。画像表示部 8 0 は、他の用途に用いられているもの、例えばカーナビゲーション用の画像表示部と兼用したもので良い。

情報伝達部 8 はさらに、スピーカ 8 2 に接続されており、自車両状態検出部 9 0 から自車両の状態を示す情報を受け、距離情報生成部 1 0 から距離情報を受け、これらに基いて衝突等の危険が迫っていると判断したときは、音声信号をスピーカ 8 2 に供給して警告音を発生させる。

【 0 0 3 0 】

任意の視点からの画像の生成のため、本発明では、予め定められた形状の空間モデルではなく、距離情報生成部 1 0 で生成した距離情報を元にモデル形状決定部 4 で生成した形状の空間モデル、即ち自車両から対象物の各部までの距離に対応した形状を有する空間モデルを用いるが、この空間モデルは、予め定められた形状の空間モデルに対して変形を加えたものであるため、以下では、予め定められた形状の空間モデルを用いる場合の説明をしながら、その変形としての空間モデルを用いた場合の違いを説明する。

【 0 0 3 1 】

空間モデルは、図 4 に示すように、車両の下方の路面にほぼ一致する底部と、底部から立ち上がる壁部とを有するように形成する。

【 0 0 3 2 】

空間モデルを地面の高さの水平面状の部分のみで構成すれば、地面上の白線を正確に再現できるが、この場合は自車両の周囲にある他の車両や木、建築物といった高さを持った対象物が大きく歪んで表示されてしまう。そのため、従来の例では、自車両及びその周辺では地面に対応した平面状であり、自車両から一定の水平距離でなだらかに壁状に立ち上がる椀型モデルが多く用いられている。椀型であると、対象物が立体物である場合に、壁面の立ち上がり角度が大きいほど実際の対象物の形状として認識しやすくなる。

【 0 0 3 3 】

図 3 は椀型の空間モデル 2 0 の垂直断面を示し、図 4 は該空間モデル 2 0 を上方から見た図である。空間モデル 2 0 のうちの水平な、円形の部分 2 1 をモデルの底部、それ以外の部分をモデルの壁部と称する。椀型の空間モデル 2 0 はその底部の中心に自車両 1 1 0 が配置されるように形成される。壁部は、前方部分 3 1、後方部分 3 2、左側方部分 3 3、及び右側方部分 3 4 を有する。前方部分 3 1 は、カメラ 1 a で撮像した前方撮像画像を貼り付けるための領域を構成し、後方部分 3 2 は、カメラ 1 b で撮像した後方撮像画像を貼り付けるための領域を構成し、左側方部分 3 3 は、カメラ 1 c で撮像した左側方撮像画像を貼り付けるための領域を構成し、右側方部分 3 4 は、カメラ 1 d で撮像した右側方撮像画像を貼り付けるための領域を構成する。

【 0 0 3 4 】

撮像画像の空間モデルへの貼り付けは、実空間において対象物の画像をカメラで撮像することにより得られた、撮像面（撮像素子 1 2 の光電変換素子が配列された面）上の画像を、当該実空間に対応する仮想空間に配置された空間モデルへに投影することで行われる。このことを、図 5 ~ 図 7 を参照して説明する。

【 0 0 3 5 】

図 5 及び図 6 は、図 4 の空間モデルの領域 3 1 の、一定の高さ（図 3 に符号 H c で示す）における水平断面を、カメラ 1 a とともに示す。図 5 及び図 6 には対象物 O s の同じ高さ H c における水平断面が示されている。対象物 O s としては説明を簡単にするため、単純な形状のものが示されている。

【 0 0 3 6 】

図5は対象物 O_s が領域31よりも遠い場合を示し、図6は対象物 O_s の被撮像部分が領域31よりも近い場合を示す。いずれの場合にも、実空間における対象物 O_s の撮像画像はカメラ1aの撮像面CPに形成され、撮像面CPに形成された画像が仮想的に空間モデルの領域31に投影される。従って、対象物 O_s の符号 O_{s01} 、 O_{s02} 、 O_{s03} 、 O_{s04} 、 O_{s05} で示す点は、それぞれの点と、カメラ1aのレンズ中心 O_c とを結ぶ直線と領域31との交点 P_{s01} 、 P_{s02} 、 P_{s03} 、 P_{s04} 、 P_{s05} に投影される。

【0037】

図7は、図4の空間モデルの領域31を一定の方位（図4に符号 V_c で示す）における垂直断面を、カメラ1aとともに示す。図5及び図6について述べたのと同様に対象物 O_s の符号 O_{s11} 、 O_{s12} で示す点は、それぞれの点と、カメラ1aのレンズの中心 O_c とを結ぶ直線と領域31との交点 P_{s11} 、 P_{s12} に投影される。

【0038】

以上は、空間モデルが対象物の被撮像面と異なる形状を有する場合、或いは異なる位置に形成された場合を想定している。空間モデルが対象物の被撮像面と同じ形状を有し、同じ位置に形成される場合には、実空間における対象物上のうちの被撮像面上の各点がそのまま仮想的に形成される空間モデルの対応する点となるが、この場合にも、カメラによる撮像により得られた画像が空間モデルに投影される。

【0039】

カメラ1aによる撮像により、対象物 O_s の各点のテクスチャ情報が、上記撮像面上の対応する位置の画素により取得されており、撮像画像が空間モデルへ投影変換される際、撮像面上の各画素から空間モデル上の対応する点へテクスチャ情報が貼り付けられる（マッピングされる）。

【0040】

次に、空間モデル上の各点は、出力画像（仮想視点画像）内の位置を定義するスクリーン座標系 S の位置に対応付けられ、空間モデル上の各点のテクスチャ情報が、スクリーン座標系の対応する位置に貼り付けられ（マッピングされ）、これにより仮想視点画像（スクリーン座標系上の画像）が形成される。上記の対応付けにおいては、一例として図5に示すように、空間モデルと仮想視点の間にスクリーン座標系 S の平面（仮想視点画像面） SP を置き、空間モデルの各点と仮想視点 O_e を結ぶ直線と、仮想視点画像面 SP との交点が、空間モデルの上記各点に対応する位置とされる。

【0041】

以下、上記の投影変換で用いられる座標系について図8乃至図11を参照して説明する。

図8はカメラ1から入力される画像内の位置を定義するためのテクスチャ座標系 T 上の画像の一例を示す。図8には、自車両から前方を見た画像、即ち、カメラ1aで取得した画像が示されているが、他の方向を見た画像、即ち他のカメラ1b～1dで取得した画像についても同様のテクスチャ座標系のデータが生成される。また、撮像画像が空間モデルに投影されると、空間モデルの各点に対応したテクスチャ座標系のデータが形成される。

【0042】

テクスチャ座標系 T は、横方向を x 軸、縦方向を y 軸とし、画像の大きさ（画素数）にかかわらず左下を（0、0）、右上端を（1、1）として、画像の任意の位置をパラメータとしてテクスチャを表す座標系である。

テクスチャ情報は、画像の各部乃至各画素の色（輝度、色相、彩度）を表す情報であり、各部乃至各画素の色を表す情報（テクスチャ値）が、テクスチャ座標系での座標位置に対応付けられている。

テクスチャ値は、テクスチャデータとして、投影変換部6のメモリ6a内の対応するアドレスに格納され、空間モデルへのテクスチャの貼り付けを行う際やスクリーン座標系 S で描画を行なう際に読み出されて利用される。

【0043】

10

20

30

40

50

図 9 はスクリーン座標系 S の画像の一例を示す。図 9 に示される画像は自車両の後方から自車両をも含めて前方を見た画像である。自車両の画像としては予め用意されたイラスト画像或いは実画像が用いられる。図 9 のスクリーン座標系 S は、空間モデルが投影された画像の任意の位置をパラメータとして表す 2 次元座標系であり、横方向を x 軸、縦方向を y 軸とし、左下隅を (0 、 0)、右上隅を (1 、 1) として表す。

【 0 0 4 4 】

図 1 0 は空間モデルを構築する空間内の位置を定義する 3 次元のワールド座標系 W と、カメラ (のレンズ中心) の位置を原点 O_c として 3 次元位置を定義する撮像視点座標系 C と、仮想視点の位置を原点 O_e として 3 次元位置を定義する仮想視点座標系 E を示す。

撮像視点座標系 C の Z_c 軸は、カメラの光軸に一致する。仮想視点座標系 E の Z_e 軸は、仮想視点から空間モデルを見るとき視線の方向に一致する。

【 0 0 4 5 】

以下、撮像画像から空間モデルへの投影変換についてより詳しく説明する。

図 1 1 は、図 1 0 に示される座標系 C、W、E の相互関係を示すとともに、カメラの撮像面 CP 及び仮想視点の画像を形成する面 (仮想視点画像面) SP を示す。

カメラにより、視点 O_c から Z_c 軸の方向を見て撮像することで得られた画像は、撮像面 CP (光電変換素子が配列された面) 上にあるものと考えることができる。撮像面は実際には、視点座標系の原点 (レンズの中心) O_c に対して撮像対象物とは反対の側にあるが、便宜上同じ側に示されている。

一方、任意の (所望の) 仮想視点 O_e から任意の (所望の) 方向 Z_e を見た画像は、仮想視点画像面 SP 上に形成されるものと考えることができる。

撮像面 CP 上の二次元座標は (u , v) で表され、仮想視点画像面 SP 上の座標は (x_s , y_s) で表されている。

【 0 0 4 6 】

撮像面 CP 上の位置 P_c の座標 (u , v) と、原点 O_c とを結ぶ線と、空間モデルを構成する面との交点 P_m の、撮像視点座標系 C の座標 (x_c , y_c , z_c) との間には以下の関係がある。

【 数 1 】

$$x_c = u \cdot z_c / f_c \quad (1a)$$

$$y_c = v \cdot z_c / f_c \quad (1b)$$

式 (1 a)、(1 b)において、 f_c は、原点 O_c から撮像面 CP までの距離 (レンズの焦点距離) である。

式 (1 a)、(1 b)により、撮像面上の各画素の位置と、空間モデル上の各点とが対応付けられ、この対応関係に基づいて、それぞれの画素で得られたテクスチャを、空間モデル上の対応する位置に割り当てることができる。

【 0 0 4 7 】

図 1 0 及び図 1 1 には撮像視点座標系 C が 1 つだけ示されているが、実際には、撮像視点座標系 C はカメラの数だけ存在する。

複数の撮像画像の画素が空間モデルの同じ点に対応付けられる場合には、予め定めた規則に従って、いずれかの撮像画像の画素を優先的に選択して、選択した撮像画像の画素のテクスチャを付与する。

例えば空間モデルの領域毎に優先するカメラを予め決めておくこととしても良い。例えば、空間モデルの前方の領域 3 1 については前方を撮像しているカメラ 1 a の撮像画像を優先させ、空間モデルの後方の領域 3 2 については後方を撮像しているカメラ 1 b の撮像画像を優先させ、空間モデルの左側方の領域 3 3 については左側方を撮像しているカメラ 1 c の撮像画像を優先させ、空間モデルの右側方の領域 3 4 については右側方を撮像しているカメラ 1 d の撮像画像を優先させる。

そのように一つのカメラの画素を選択する代わりに、複数のカメラの画素についてテクスチャを重み付け平均することにより、空間モデル上の対応位置のテクスチャを定めるこ

10

20

30

40

50

としても良い。

【 0 0 4 8 】

空間モデルのうち、いずれのカメラの画素とも対応付けられない部分（位置）には、予め定められたテクスチャ情報、例えば色が黒であることを示す情報を付与する。

【 0 0 4 9 】

空間モデルとしては、一般には、3 角形のポリゴンの集合として構築されたものが用いられる。この場合、各ポリゴンの頂点に対して、第 1 から第 4 までのカメラ 1 a ~ 1 d のいずれによる撮像で得られたテクスチャを割り当てるかを決定し、決定結果に基づいて、各頂点へのテクスチャ情報の割り当てを行う。

【 0 0 5 0 】

空間モデルが予め定められた形状を有するものである場合には、空間モデルの各点の位置を表す情報、或いは各点の位置の算出に必要な情報が予めメモリ 6 a に記憶されている。空間モデルが対象物までの距離に応じて形成されるものであれば、空間モデルが形成される際に、空間モデルの各点の位置を表す情報が算出され、メモリ 6 a に記憶される。

【 0 0 5 1 】

撮像視点座標系 C の座標 (x_c, y_c, z_c) と、ワールド座標系 W の座標 (x_w, y_w, z_w) との間には、下記の式 (2) で表される関係がある。

【 数 2 】

$$\begin{pmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \end{pmatrix} = A_{CW} \begin{pmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} tcx \\ tcy \\ tcz \end{pmatrix} \quad \cdots (2)$$

式 (2) において、 (tcx, tcy, tcz) は、ワールド座標系の原点 O_w に対する撮像視点座標系の原点 O_c の相対位置を表す。

A_{CW} は、撮像視点座標系をワールド座標系の向きに合わせるための 3 行 3 列の回転行列であり、仮想空間内でのカメラ視点の位置姿勢から算出される。

【 0 0 5 2 】

上記の式 (2) を用いて、空間モデルの各点の撮像視点座標系 C の座標をワールド座標系 W の座標に変換することができる。

【 0 0 5 3 】

ワールド座標系 W の座標 (x_w, y_w, z_w) と仮想視点座標系 E の座標 (x_e, y_e, z_e) との間には、下記の式 (3) で表される関係がある。

【 数 3 】

$$\begin{pmatrix} x_e \\ y_e \\ z_e \end{pmatrix} = A_{WE} \begin{pmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} tex \\ tey \\ tez \end{pmatrix} \quad \cdots (3)$$

式 (3) において、 (tex, tey, tez) は、ワールド座標系の原点 O_w に対する仮想視点座標系の原点 O_e の相対位置を表す。

A_{WE} は、ワールド座標系の向きを仮想視点座標系の向きに合わせるための 3 行 3 列の回転行列であり、仮想空間内での仮想視点の位置姿勢から算出される。

【 0 0 5 4 】

上記の式 (3) を用いて、空間モデルの各点のワールド座標系 W の座標を仮想視点座標系 E の座標に変換することができる。

【 0 0 5 5 】

空間モデル上の各位置を表す仮想視点座標系の座標 (x_e, y_e, z_e) からスクリーン座標系の座標 (x_s, y_s) への変換は以下の式 (4) で表される。

10

20

30

40

【数 4】

$$\begin{pmatrix} x_S \\ y_S \end{pmatrix} = A_{ES} \begin{pmatrix} x_E \\ y_E \\ z_E \end{pmatrix} \quad \cdots (4)$$

式(4)で、 A_{ES} は変換行列と呼ばれるものであり、仮想視点の視野角と出力画像(スクリーン座標系の画像)の解像度から算出される。

【0056】

以上のようにして得られたスクリーン座標系Sの画像を構成する画素の各々に対して、空間モデルに対応して形成されたテクスチャ座標系のテクスチャを対応付け、描画を行う。このような処理により、任意の視点から任意の方向を見た画像(スクリーン座標系の画像)が得られる。

10

【0057】

空間モデルがポリゴンの集合で構築されている場合には、ポリゴンの各頂点に対応する、スクリーン座標系S上の位置が求められ、求められた位置に、対応するテクスチャ座標系上の位置(x_T, y_T)の色の情報を複写し、頂点に対応する画素以外の画素については、補間によりテクスチャ値を求めて付与する。

【0058】

上記の例では、テクスチャ情報が、撮像面から空間モデルの対応する点に付与され、空間モデルから仮想視点画像の対応する点に付与されるが、撮像面から空間モデルへの投影変換の際には、空間モデルの各点に、撮像面の対応する位置、従ってテクスチャ座標系の座標を表す情報のみを参照情報として対応付け、空間モデルからスクリーン座標系の画像への投影変換の際に、空間モデルの各点に対応付けられている参照情報を、スクリーン座標系の対応する点に複写し、スクリーン座標系において描画を行う際に、参照情報で指定される、テクスチャ座標系の座標で表される位置からテクスチャ情報を取得してテクスチャを貼り付けることとしても良い。

20

【0059】

このような構成においては、空間モデルがポリゴンの集合で構築されている場合には、各ポリゴンの各頂点に対して、第1から第4までのカメラ1a~1dのいずれによる撮像で得られた画像のどの画素を割り当てるかを決定し、割り当てられた画素を含む画像(或いは該画像を撮像したカメラ)を示す情報、及び当該画像内における割り当てられた画素の位置、即ち対応するテクスチャ座標内の座標を保持させる。そして、スクリーン座標系の画像の形成に当たっては、ポリゴンの各頂点に対応するスクリーン座標系Sの各画素に、対応するテクスチャ座標系上の位置(x_T, y_T)の色の情報を複写し、頂点に対応する画素以外の画素については、補間によりテクスチャ値を求めて付与する。

30

【0060】

この場合、スクリーン座標系Sの各画素に、複数のテクスチャ座標系の座標が対応付けられている場合には、複数のテクスチャ座標系の対応する座標のテクスチャ情報の何れか一つの選択、或いは重み付け平均を行って、貼り付けるテクスチャを決めることになる。

【0061】

40

なお、合成画像(画像表示部80で表示される画像)にカメラのレンズの収差の影響が現れないようにするため、歪みを補正したテクスチャ座標をモデルの頂点に与えることとしても良い。そうすることにより、合成時には歪みを補正するための計算は不要となり、カメラから取得した画像をそのまま適用しさえすればレンズ収差の影響が除去された合成画像を得ることができる。

【0062】

画像合成部7はこのようなスクリーン座標系の画像の一部又は全部を抽出して、必要に応じて拡大、縮小、回転を行い、表示画面内での位置を決め、さらに必要に応じて他の画像を組合せることで表示用の画像を形成する。

【0063】

50

例えば自車両の上方から見下ろした画像を生成する場合には、自車両のイラスト画像を中央に表示し、その周辺（前後左右）に、路面の画像を表示するように、スクリーン座標系の画像を加工する。一方、車両から後方を見た画像を生成する場合には、自車両のイラスト画像を表示せず、カメラで得た撮像画像のみを表示するように、スクリーン座標系の画像を加工する。

【 0 0 6 4 】

図 9 は、以上の処理を行った結果形成される、スクリーン座標系の画像の一例を示すものである。図 9 に示す例では、自車両 1 1 0 の後方から前方を見たときの画像であり、曲線 1 3 1 で囲まれた部分は、空間モデルの領域 3 1 に投影された画像部分に対応し、曲線 1 3 3 で囲まれた部分は、空間モデルの領域 3 3 に投影された画像部分に対応し、曲線 1 3 4 で囲まれた部分は、空間モデルの領域 3 4 に投影された画像部分に対応し、曲線 1 2 1 で囲まれた部分は、空間モデルの底部 2 1 に投影された画像部分に対応する。

10

画像部分 1 3 1 と画像部分 1 3 3 のつなぎ目部分が符号 4 0 a で示され、画像部分 1 3 1 と画像部分 1 3 4 のつなぎ目部分が符号 4 0 b で示されている。

【 0 0 6 5 】

どの視点からどの方向を見た画像をスクリーン座標系の画像として生成するかは、自車両の状態（進行方向、進行速度）によって自動的に切り換えることとしても良く、ユーザが選択可能としても良い。

例えば、駐車のため後進する場合には、自車両から後方を見た画像、或いは自車両の上方から見下ろした画像の表示が望まれることが多い。この場合、自車両状態検出部 9 0 の出力に基づいて後進していることを検出し、後方を見た画像或いは上方から見下ろした画像が自動的に選択されるようにしておき、ユーザが操作部 9 2 の操作で他の画像に切り換えることも可能であるようにしておくことが考えられる。

20

【 0 0 6 6 】

仮想視点の切り換えは、投影変換部 6 における投影変換において、仮想視点座標系の原点を変更することで実現できる。

仮想視点は、予め用意されたもののうちのいずれかを選択するようにしてもよく、一旦予め用意されたもののうちのいずれかを自動的に選択した後に、ユーザが操作部 9 2 を操作することで調整が可能ないようにしても良い。

仮想視点の位置の変更は、上記したワールド座標系 W の原点 O_w に対する仮想視点座標系 E の原点 O_e の相対位置（ t_{ex} , t_{ey} , t_{ez} ）の変更により行われ、仮想視点からの向きの変更は、仮想視点座標系 E の Z_e 軸の方向の変更により行われる。

30

【 0 0 6 7 】

先にも述べたように、本発明では、予め定められた形状の空間モデルの代わりに、自車両からの対象物の各部までの距離に応じた形状の空間モデルに対象物の画像を投影する。

以下、このことを図 1 2 ~ 図 1 5 を参照して説明する。

図 1 2 は、図 5 と同じ位置の水平断面図であり、対象物 O_s とカメラ 1 a が示されている。

【 0 0 6 8 】

但し、図 5 の空間モデルの領域 3 1 は図 1 2 には示されていない。本発明では、空間モデルの領域 3 1 の代わりに、対象物 O_s 1 のうち、カメラ 1 a で撮像された面（実線で示す） O_s 1 s を空間モデルの一部とする。対象物 O_s 1 のうち、他の部分に隠れる部分（点線で示す） O_s 1 h は空間モデルの一部とはならず、隠れる部分の両端を結ぶ線（鎖線で示す） O_s 1 c が空間モデルの一部となる。

40

図示のように別の対象物 O_s 2 が同時に撮像されている場合、その被撮像面 O_s 2 s もまた空間モデルの一部となる。

【 0 0 6 9 】

なお、以上は、カメラ 1 a で撮像される面の全体について、距離センサによる距離測定の結果距離情報が取得できたことを条件としている。カメラ 1 a で撮像された面のうち、距離情報が取得できなかった領域には空間モデルを構成しないこととしても良く、その周

50

囲の部分に基づいて形成された空間モデル部分に基づいて補間により対応する空間モデル部分を形成しても良い。例えば図12に示すように、対象物Os1、Os2の間の領域において、自車両からの距離情報が得られなかった場合、鎖線Oscで示すように、自車両から所定の距離において、対象物Os1、Os2間を接続する面を構成しても良い。

【0070】

図13(a)及び(b)は、図12とは異なる対象物を撮像した場合の、空間モデル生成の例を示す。図13(a)は、カメラ1aで前方の他の車両120を撮像している状態を示す立面図である。この場合も図12を参照して説明したのと同様に、対象物としての車両120の特定の位置、例えばカメラ1aから対象物の各部分までの距離に応じた空間モデル51(図13(b))を形成する。図13(b)には、形成される空間モデル51の垂直断面が示されている。

10

【0071】

図13(a)に示す例では、車両120の荷台120aから飛び出ている荷物50の突出端50bが自車両(カメラ1a)に最も近く、その距離はL50bと算出されている。自車両が車両120の方向に進行している場合、最も気を付けるべきは荷物50の突出部分(自車両に向けて突出した部分)50aであるが、予め定められた椀型の空間モデルに投影した画像では荷物50が突出部分50aを有することは認識しにくい。そのため、画像表示部80に表示される画像を頼りに運転すると荷物50の突出部分50aに衝突してしまうおそれがある。

【0072】

20

本実施の形態では、荷物50の突出部分50a、特にその突出端50bまでの距離が認識しやすいようにするため、予め定められた空間モデルではなく、距離情報生成部10で生成した距離情報を基にモデル形状決定部4で生成した、自車両から対象物の各部までの距離に応じた形状(従って、対象物の被撮像面の形状に応じた形状)の空間モデル51を使用する(図13(b))。この空間モデル51は、荷物50の突出部分50aに対応した突出部分51aを有し、その突出端51bは、荷物の突出端50bに対応した位置に形成される。

【0073】

このような空間モデル51を用いて形成した画像(画像表示部80に表示される画像)の一例を図14に示す。また、比較のため、従来の椀型の空間モデルを用いて形成した画像を図15に示す。これらの図で、画像中の各部は、対応する対象物のそれぞれの部分と同じ符号で示されている。

30

図15では、椀型の空間モデルへの投影の結果、画像に歪みが生じ(押しつぶされた画像となっており)、遠近感が失われているのに対して、図14では、歪みがなく遠近感のある画像が得られている。このため、荷物50の突出部分50aが確認しやすく、荷物50の突出部分50aへの衝突の危険が認識しやすい。

【0074】

以上のように、本実施の形態においては、予め定められた椀型の空間モデルを使わずに、自車両から対象物の各部までの距離に対応した形状の空間モデルを用いるため、任意の視点位置から自車両周辺を見た合成画像を生成する際に、自車両近辺にある対象物が押しつぶされたように映ることがなく、対象物の凹凸、特に手前への突出部分を認識しやすい画像が形成されるため、衝突防止に役立つ。

40

【0075】

なお、上記の実施の形態では、図13(b)を参照して説明したように、距離情報生成部10で生成した距離情報を基に、自車両から対象物の各部までの距離に応じた形状の空間モデルを形成する場合に、空間モデル形成のための計算量が極めて多くなることがある。モデル形状決定部4を構成する演算処理装置の演算能力が高い場合はよいが、演算能力が低い演算処理装置を用いている場合は演算負荷を減らす必要がある。

【0076】

そこで、複数の対象物のうちの、自車両に最も近い対象物、或いは当該対象物のうちの

50

自車両に最も近い部分（対象物部分）、例えば、自車両の進行方向に位置する対象物の自車両に最も近い部分のみについて距離を考慮した形状とし、他の部分（及び他の対象物）については予め定められた形状、例えば椀型の空間モデルを用いることも考えられる。自車両の進行方向についての情報は、自車両状態検出部 90 から得られる。上記の予め定められた形状、例えば椀型の空間モデル形状を表すデータは、予めモデル形状決定部 4 内のメモリ 4a に記憶されており、上記「他の部分」のためのモデルの形状の決定の際に、この記憶データが利用される。このようにすることで、計算量を削減しつつ、衝突回避のための安全性向上を図ることができる。

【0077】

対象物が図 13（a）に示される他の車両である場合に、自車両に最も近い部分のみについて距離を考慮に入れた形状の空間モデルの一例を図 13（c）に示す。図 13（c）は、図 13（b）と同様に、空間モデル 52 の垂直断面を示している。

10

空間モデル 52 のうち、符号 52a で示す部分は、自車両 110 から他の車両 120 の荷物 50 のうちの手前に突出した部分 50a の各部までの距離に対応しており、それ以外の部分は椀型の形状を有する。

【0078】

図示の例では、車両 120 の荷台 120a の後端 120b まで（後端 120b 及びそれよりも前の部分）は突出した部分とはされず、荷物 50 のうちの荷台 120a の後端 120b から後方に突出した部分 50a のみが突出した部分（自車両に最も近い部分）として扱われ、空間モデル 52 には、この部分 50a に対応した形状の部分 52a が形成されている。

20

突出部分 52a の突出端 52b は、自車両から荷物 50 の突出端 50b（自車両に最も近い側の端部）までの距離 L50b に対応した位置に形成される。

空間モデル 52 のうちの部分 52a 以外の部分は、部分 52a に連続した形状となるように、形成される。即ち、底部 52d の半径 21a、壁部 52c の曲率等は、突出部分 52a の位置（自車両からの距離）に基づいて決定される。

【0079】

上記のような空間モデルを用いて形成した表示画像の一例を図 16 に示す。図 16 では、突出部分 50a 以外は図 15 と同様であるが、突出部分 50a のみ、図 14 と同様に、歪みがなく、遠近感のある画像が得られている。このため、荷物 50 の突出部分 50a が確認しやすい。

30

【0080】

また、突出部分 52a の突出量は、荷物の突出部分 50a に一致していなくても良く、例えば予め定めた長さ以下に制限しても良い。

【0081】

さらに、対象物の突出部分とともにその周囲の部分に対応する部分については距離を考慮に入れた形状とし、その他の部分を予め定められた椀型の空間モデルを形成することとしても良い。この場合の空間モデルの全体形状は、図 17 に示すごとくとなり、この場合の表示画像の例は図 18 に示すごとくとなる。

【0082】

40

図 17 では、空間モデルの底部、前方領域、後方領域、左側方領域及び右側方領域に図 4 の同様の部分と同じ符号が付してある。前方領域 31 の一部に対応する位置に、対象物の突出部分が検出された結果、当該一部及びその周辺から成る範囲 36 のみ、自車両から対象物の各部までの距離に対応した形状とされている。上記の範囲 36 に投影された画像が、画像表示部 80 では図 18 において枠 54 で囲んだ部分となる。

【0083】

図 18 において枠 54 の外部は図 15 と同様の画像が形成され、枠 54 の内部には、図 14 と同様の画像が形成されている。このような画像であっても、荷物 50 の突出部分 50a が確認しやすい。

なお、枠 54 の内部と外部との画像の不連続性が目立つのを避けるため、境界部分をぼ

50

かすための画像処理を行なっても良く、逆に枠の内部のみ表示色を変えることで違いを強調して、危険に注意を喚起することとしても良い。

【 0 0 8 4 】

図 1 3 (c) の例では、荷台 1 2 0 a の後端 1 2 0 b までを、対象物のうちの自車両に向けて突出した部分（即ち自車両に最も近い部分）として処理しているが、自車両に最も近い対象物又はその部分のうちの自車両に最も近い端部 5 0 b から所定の範囲、例えば 1 m 前方（遠方）までを自車両に最も近い部分として扱っても良い。

【 0 0 8 5 】

また、どの範囲までを、自車両に向けて突出した部分（自車両に最も近い部分）として処理するかを、予め設定可能としても良く、自車両の状態、例えば進行方向、進行速度に基づいて自動的に切り換えることとしても良く、ユーザが表示画像を見ながら調整可能としても良い。

10

同様に、空間モデルの各部の寸法（底部 5 2 d の半径 2 1 a、壁部 5 2 c の曲率等）もユーザが予め任意に設定可能としても良く、ユーザが表示画像を見ながら調整可能としても良い。

【 0 0 8 6 】

さらにまた、対象物までの距離が所定の閾値よりも近い場合にのみ、空間モデルの形状を対象物の各部までの距離に応じたものとするとしても良い。また、上記の所定の閾値を、自車両の進行方向、進行速度に応じて変化させることとしても良い。さらにまた、所定の方向、例えば後方の領域のみ、空間モデルの形状を対象物の各部までの距離に応じた形状とし、他の方向では、予め定められ形状、例えば楕型の形状としても良い。

20

【 0 0 8 7 】

なお、底部の形状を円形として説明してきたが、楕円でもよく、ユーザが任意の値に決定することが出来る。例えば、楕円の内部に引いた 2 焦点を通る線分を長径、長径の垂直二等分線を楕円の内部に引いた線分を短径と定義し、これらの値をユーザが設定することで空間モデルの底部の形状を決めることができる。

【 0 0 8 8 】

なおまた、上記の「予め定められた形状」は楕型に限定されず、例えば円柱型であっても良く、四角柱型であっても良い。さらに前後左右のうちの選択された方向、例えば一方又は二方のみ壁部を設けた形状（衝立型）であっても良い。さらに、いずれの場合にも、底部は、路面の画像の形成が必要なとき以外は省略しても良い。

30

【 0 0 8 9 】

また、図 9 の点線で囲んだ領域 4 0 はスクリーン座標系における画像の境界部を示しているが、この境界部のずれにより本来見える筈の画像が見えなくなる（死角が発生する）ことがある。死角の発生を防ぐために、画像間の境界部においては隣接する二つの画像を、係数（アルファ値）を使って半透明合成（アルファブレンド）することにより結合してもよい。このように処理することにより画像間の境界が目立ちにくくなるだけでなく、死角をなくすことにより視認性が向上する。

【 0 0 9 0 】

なおまた、上記の説明において、カメラ 1 で撮像した対象物の画像の全体について距離情報を得ることができる旨述べたが、このことは、必ずしも撮像した画像の各画素について個別に距離測定を行うことを意味しない。一般にセンシング部 2 によるセンシングの分解能はカメラ 1 による撮像の分解能よりも低いので、距離情報は、複数の画素ごとに 1 つしか得られない。この場合、複数の画素ごとに得られた距離情報を当該複数の画素に対して共通の距離情報として用いても良く、当該複数の画素のうちの距離情報が得られた角度に最も近い画素についての距離情報として用いて、他の画素については、補間演算により距離情報を求めても良い。

40

【 0 0 9 1 】

また、センシング部 2 として用いるソナーセンサの走査範囲は、カメラ 1 の画角ほど広くないため、カメラ 1 で撮像した画像に映っている対象物すべてに超音波を放射するのは

50

困難である。そのため、例えばセンシング部 2 の各々を複数のソナーセンサで構成し、複数のソナーセンサの角度をずらして配置することでカメラ 1 a の画角すべてを放射範囲とすることも可能である。そのように構成することでカメラ 1 で撮像した対象物が画像内のどこに映っていても距離情報生成部 10 で対象物についての距離情報が得られることになり、衝突防止の観点から有効である。

【0092】

さらにまた、自車両周辺の対象物までの距離測定をセンシング部 2 のみで行わずに、カメラのみを使用した距離測定とセンシング部 2 を使用した距離測定の組合せとしてもよい。

図 19 は説明を容易にするために椀型の空間モデルを使用したときの車両上方からみた図を示している。第 1 乃至第 4 のカメラ 1 a ~ 1 d の各々が 180 度の画角をもつ魚眼レンズを備えている場合、領域 60 内に存在する対象物は第 1 のカメラ 1 a と第 4 のカメラ 1 d の双方で撮像可能であるため、これら 2 台のカメラを使用したパッシブステレオ法により対象物までの距離測定が可能である。同様に、領域 61 についてはカメラ 1 b とカメラ 1 d、領域 62 についてはカメラ 1 b とカメラ 1 c、領域 63 についてはカメラ 1 a とカメラ 1 c を使用した対象物までの距離測定が可能である。さらにカメラを使うため、高分解能の距離測定が可能である。

【0093】

図 19 における領域 60 ~ 63 以外の領域にある対象物についてはセンシング部 2 で得られるデータを基に距離を測定する必要があるが、画角すべてを漏れなくセンシングデバイスの検知対象範囲とする場合に比べ、センシングデバイスの数を削減することができるためコストを低減できる。

【0094】

さらに、センシング部 2 をセンシングデバイスではなく、LED やレーザを光源として対象物にスリット光や 2 次元のパターンを投射する投光器により構成してもよい。その場合はアクティブステレオ方式により、カメラ 1 で撮像した画像から三角測量の原理で距離を得ることができる。

【0095】

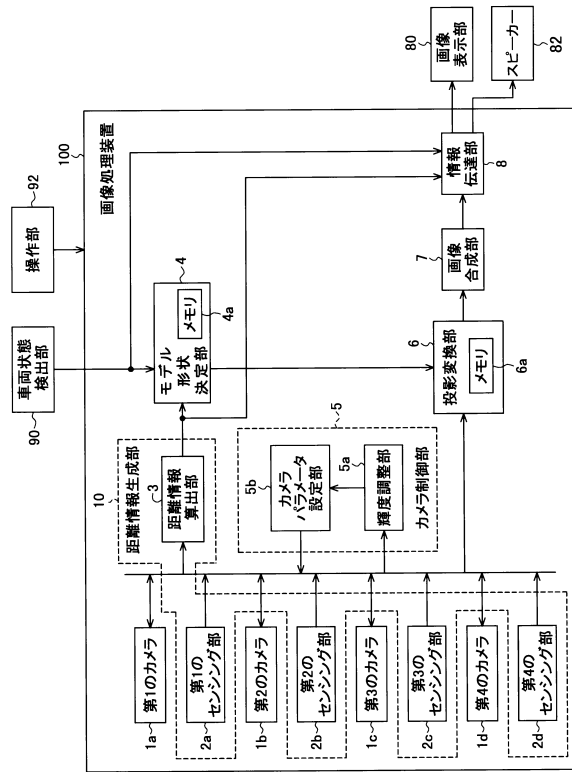
以上本発明を、画像処理装置として説明したが、画像処理装置により実施される画像処理方法も本発明の一部を成し、該画像処理装置の機能をコンピュータに実行させ、或いは上記画像処理方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム、及び該コンピュータをコンピュータにより読み取り可能な形で記憶した記録媒体もまた本発明の一部を成す。

【符号の説明】

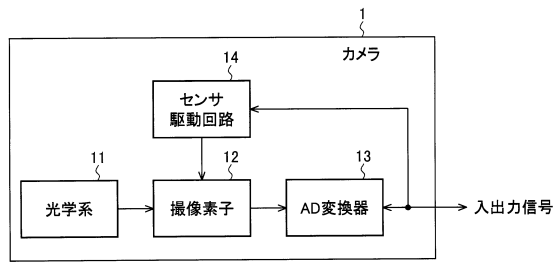
【0096】

1 a ~ 1 d カメラ、 2 a ~ 2 d センシング部、 3 距離情報算出部、 4 モデル形状決定部、 5 カメラ制御部、 5 a 輝度調整部、 5 b カメラパラメータ設定部、 6 投影変換部、 7 画像合成部、 8 情報伝達部、 9 データバス、 11 光学系、 12 撮像素子、 13 AD変換器、 20 空間モデル、 21 空間モデルの底部、 10 距離情報生成部、 31、32、33、34 空間モデルの壁部、 50 荷物、 50 a 突出部分、 50 b 突出部分の突出端、 51、52、53 空間モデル、 51 a、52 a、53 a 空間モデルの突出部分、 51 b、52 b、53 b 突出部分の突出端、 52 c、53 c 空間モデルの壁部、 80 画像表示部、 82 スピーカ、 90 自車両状態検出部、 92 操作部、 100 画像処理装置、 110 自車両、 120 他の車両。

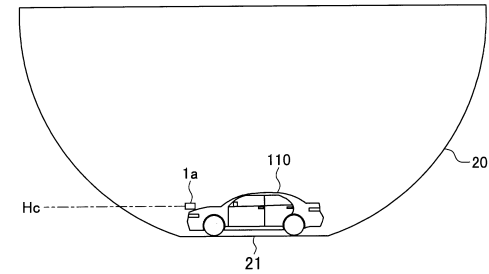
【図 1】



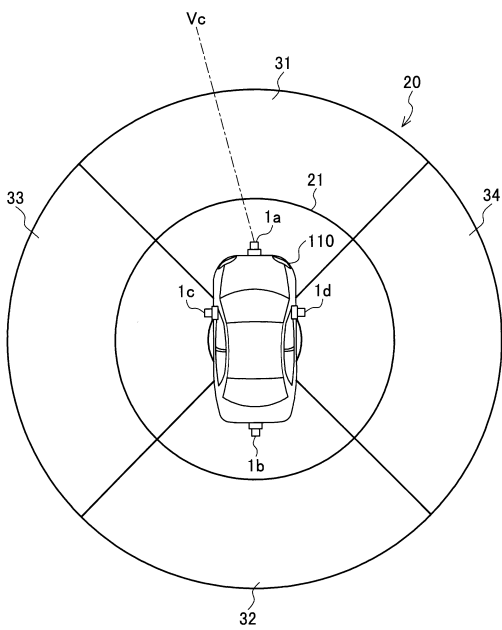
【図 2】



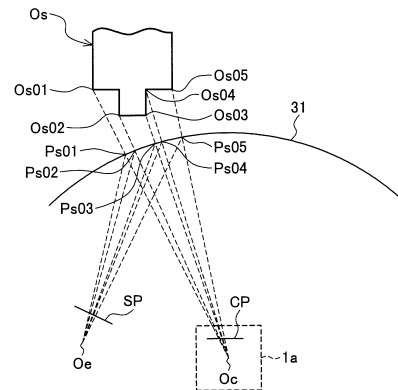
【図 3】



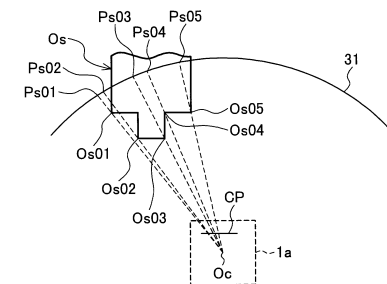
【図 4】



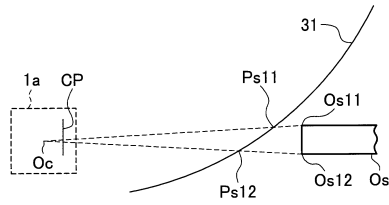
【図 5】



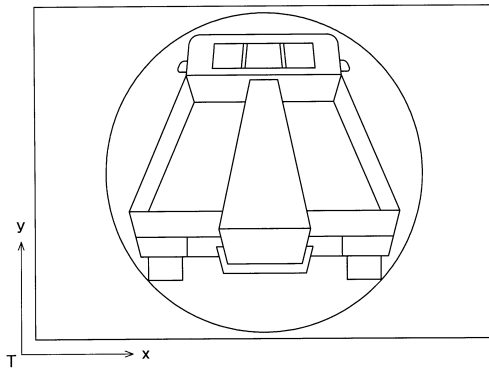
【図 6】



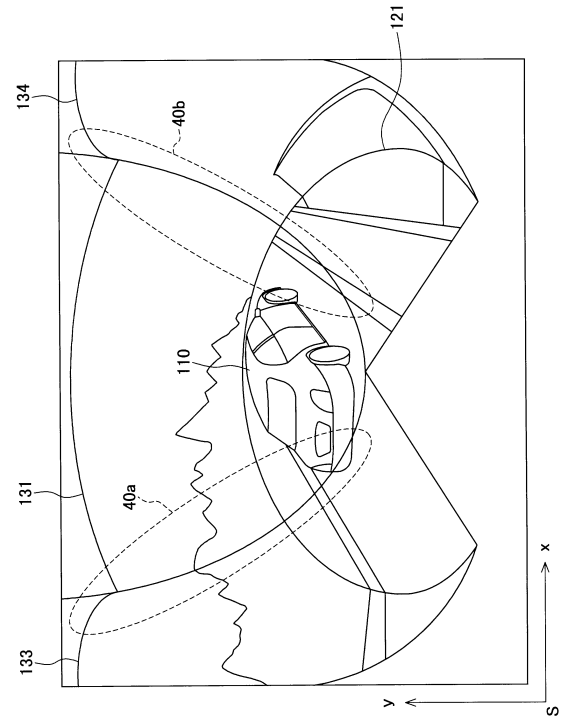
【図 7】



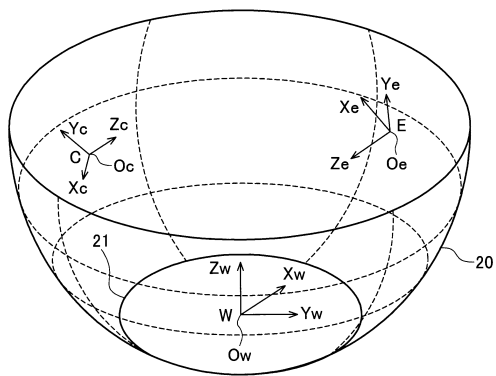
【図 8】



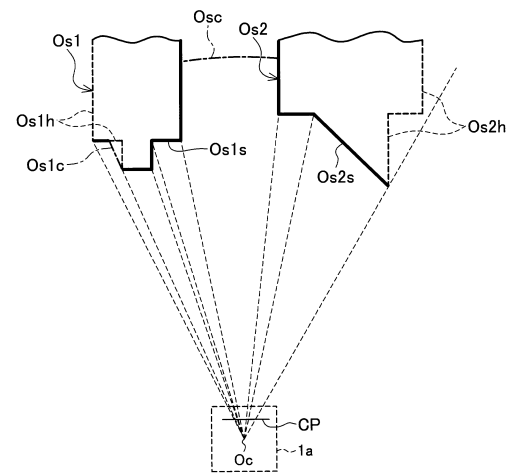
【図 9】



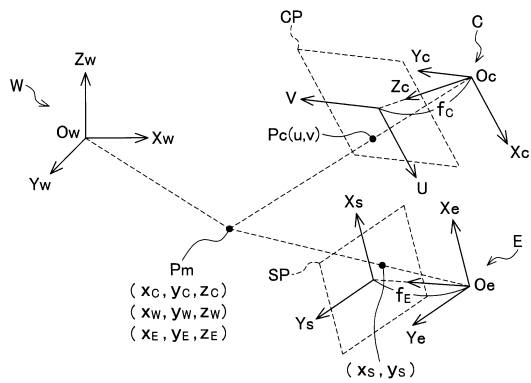
【図 10】



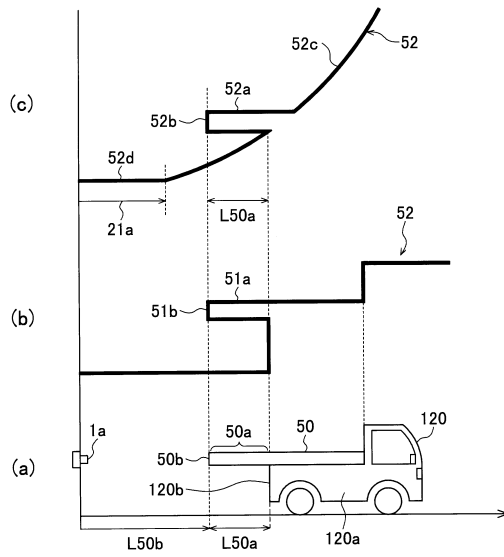
【図 12】



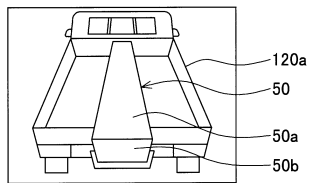
【図 11】



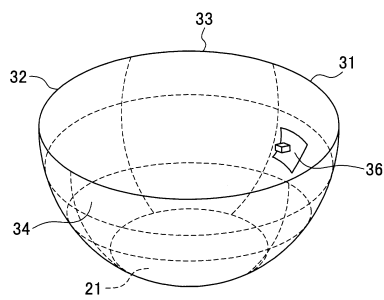
【図 13】



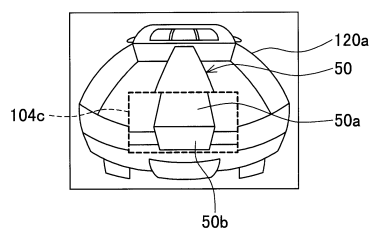
【図 14】



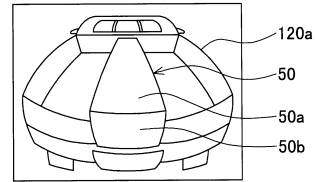
【図 17】



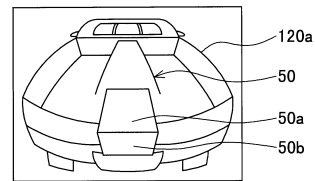
【図 18】



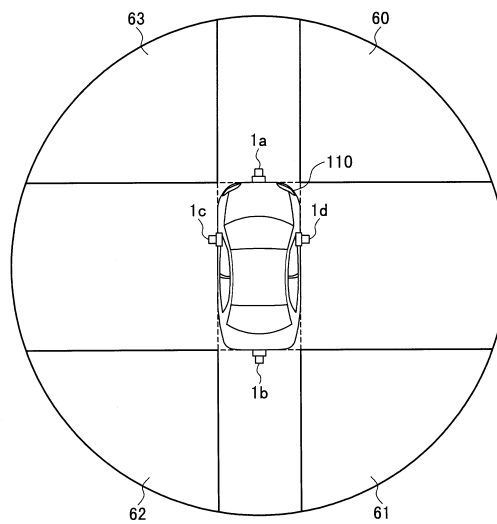
【図 15】



【図 16】



【図 19】



フロントページの続き

- (72)発明者 櫻井 智史
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 井上 悟
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 佐野 潤一

- (56)参考文献 特開2011-221686(JP,A)
特開2009-267923(JP,A)
特開2007-180803(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H04N | 7 / 18 |
| G06T | 1 / 00 |
| G06T | 3 / 00 |