

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7367776号
(P7367776)

(45)発行日 令和5年10月24日(2023.10.24)

(24)登録日 令和5年10月16日(2023.10.16)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 6 T	1/00 (2006.01)	G 0 6 T	1/00 3 3 0 A
G 0 6 T	3/40 (2006.01)	G 0 6 T	3/40 7 2 0
H 0 4 N	7/18 (2006.01)	H 0 4 N	7/18 K
		H 0 4 N	7/18 J

請求項の数 14 (全29頁)

(21)出願番号	特願2021-566773(P2021-566773)	(73)特許権者	514315159 株式会社ソシオネクスト 神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目10番23
(86)(22)出願日	令和1年12月27日(2019.12.27)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/051634	(72)発明者	小此木 克之 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目10番23 株式会社ソシオネクスト内
(87)国際公開番号	WO2021/131078	(72)発明者	加藤 貴幸 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目10番23 株式会社ソシオネクスト内
(87)国際公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)	審査官	片岡 利延
審査請求日	令和4年11月16日(2022.11.16)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、および画像処理プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮影領域の一部が重複する複数の撮影画像を取得する取得部と、
 実空間に対応する仮想空間に仮想的に配置される画像投影面である基準投影面に複数の前記撮影画像を投影した投影画像に含まれる、隣接する前記撮影画像の重複部分に、物体が含まれるか否かを判断する判断部と、
 前記物体を含む前記重複部分に対応する、前記基準投影面における、前記物体を含む重複領域の調整処理を、前記基準投影面における底面の中心領域である基準位置を固定とした状態で実行する調整部と、
 を備え、
 前記調整処理は、
 前記基準投影面における、前記物体を含む前記重複領域の形状を、前記物体より前記基準位置側を通る形状に変形し、
 前記基準投影面における前記物体を含む前記重複領域以外の領域の形状を変形しない、投影面変形処理である、
 画像処理装置。

【請求項2】

前記調整処理が実行された前記画像投影面である調整投影面に、複数の前記撮影画像を投影した前記投影画像を生成する生成部、
 を備える請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記物体は、立体物である、
請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記基準投影面は、予め定められた形状を有する、
請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記調整処理は、
前記基準投影面における、前記物体を含む前記重複領域を、前記物体より前記基準位置側を通る形状に変形する、投影面変形処理である、
請求項 1 ~ 請求項 4 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 6】

前記調整処理は、
前記基準投影面における、前記物体を含む前記重複領域の水平方向の断面形状を、前記物体より前記基準位置側を通る形状に変形する、投影面変形処理である、
請求項 1 ~ 請求項 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記調整処理は、
前記基準投影面における、前記物体を含む前記重複領域の形状を、前記物体を構成する前記基準位置に最も近い検知点または前記検知点と前記基準位置との間を少なくとも通る形状に変形する、投影面変形処理である、
請求項 1 ~ 請求項 6 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 8】

前記調整処理は、
前記基準投影面における、前記物体を含む前記重複領域の鉛直方向に沿った断面形状を、前記物体より前記基準位置側を通り、且つ、鉛直方向に平行な直線、鉛直方向に対して傾斜した直線、二次曲線、および、平方根曲線、の何れかである形状に変形する、投影面変形処理である、
請求項 1 ~ 請求項 7 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記調整処理は、
前記基準投影面における、前記物体を含む前記重複領域内に設定される画像合成領域の位置および範囲を、前記画像合成領域が前記物体と重複しないように調整する画像合成調整処理である、
請求項 1 ~ 請求項 8 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

30

【請求項 10】

前記画像合成調整処理は、
前記重複領域において、隣接する前記撮影画像の合成係数を調整する処理である、
請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記合成係数は前記隣接する撮影画像の透過値である、
請求項 10 に記載の画像処理装置。

40

【請求項 12】

前記画像合成調整処理は、
前記画像合成領域が前記物体と重複しないように、
前記重複領域内の前記画像合成領域以外の領域であって、前記隣接する撮影画像の一方が投影される領域において、前記合成係数を第 1 の値に設定し、
前記重複領域内の前記画像合成領域以外の領域であって、前記隣接する撮影画像の他方が投影される領域において、前記合成係数を前記第 1 の値と異なる第 2 の値に設定し、
前記重複領域内の前記画像合成領域において、前記合成係数を前記第 1 の値と前記第 2

50

の値の中間の値に設定する処理である、

請求項 1_0 または請求項 1_1 に記載の画像処理装置。

【請求項 1_3】

コンピュータによって実行される画像処理方法であって、

撮影領域の一部が重複する複数の撮影画像を取得するステップと、

実空間に対応する仮想空間に仮想的に配置される画像投影面である基準投影面に複数の前記撮影画像を投影した投影画像に含まれる、隣接する前記撮影画像の重複部分に、物体が含まれるか否かを判断するステップと、

前記物体を含む前記重複部分に対応する、前記基準投影面における、前記物体を含む重複領域の調整処理を、前記基準投影面における底面の中心領域である基準位置を固定とした状態で実行するステップと、

を含み、

前記調整処理は、

前記基準投影面における、前記物体を含む前記重複領域の形状を、前記物体より前記基準位置側を通る形状に変形し、

前記基準投影面における前記物体を含む前記重複領域以外の領域の形状を変形しない、投影面変形処理である、

画像処理方法。

【請求項 1_4】

コンピュータに実行させるための画像処理プログラムであって、

撮影領域の一部が重複する複数の撮影画像を取得するステップと、

実空間に対応する仮想空間に仮想的に配置される画像投影面である基準投影面に複数の前記撮影画像を投影した投影画像に含まれる、隣接する前記撮影画像の重複部分に、物体が含まれるか否かを判断するステップと、

前記物体を含む前記重複部分に対応する、前記基準投影面における、前記物体を含む重複領域の調整処理を、前記基準投影面における底面の中心領域である基準位置を固定とした状態で実行するステップと、

を含み、

前記調整処理は、

前記基準投影面における、前記物体を含む前記重複領域の形状を、前記物体より前記基準位置側を通る形状に変形し、

前記基準投影面における前記物体を含む前記重複領域以外の領域の形状を変形しない、投影面変形処理である、

画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法、および画像処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

移動体の周辺の複数の撮影画像を仮想的な投影面に投影することで、投影画像を生成する技術が開示されている。また、移動体周辺の物体までの距離をセンサにより検出し、検出した距離に応じて投影面の形状を変形する技術が開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2013 - 207637 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

しかしながら、投影面に投影された撮影画像の重複部分に物体が存在する場合がある。この場合、投影画像における該物体の投影された領域には、該物体の消失または該物体の像の二重映りなどの現象が発生する場合があった。なお、上記特許文献 1 には、撮像画像の重複部分に物体が存在する場合に関する言及がなく、物体の消失または物体の像の二重映りなどの現象に対する言及もない。

【 0 0 0 5 】

1 つの側面では、本発明は、投影画像における、撮影画像の重複部分に含まれる物体の消失または物体の像の二重映りを抑制することができる、画像処理装置、画像処理方法、および画像処理プログラムを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本願の開示する画像処理装置は、一つの態様において、撮影領域の一部が重複する複数の撮影画像を取得する取得部と、実空間に対応する仮想空間に仮想的に配置される画像投影面である基準投影面に複数の前記撮影画像を投影した投影画像に含まれる、隣接する前記撮影画像の重複部分に、物体が含まれるか否かを判断する判断部と、前記物体を含む前記重複部分に対応する、前記基準投影面における、前記物体を含む重複領域の調整処理を、前記基準投影面における底面の中心領域である基準位置を固定とした状態で実行する調整部と、を備える。前記調整処理は、前記基準投影面における、前記物体を含む前記重複領域の形状を、前記物体より前記基準位置側を通る形状に変形し、前記基準投影面における前記物体を含む前記重複領域以外の領域の形状を変形しない、投影面変形処理である。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本願の開示する画像処理装置の一つの態様によれば、投影画像における、撮影画像の重複部分に含まれる物体の消失または物体の像の二重映りを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】図 1 は、実施形態に係る画像処理システムの全体構成を示す図である。

【図 2】図 2 は、実施形態に係る画像処理装置のハードウェア構成を示す図である。

【図 3】図 3 は、実施形態に係る画像処理装置の機能的構成を示す図である。

30

【図 4】図 4 は、実施形態に係る基準投影面の一例を示す模式図である。

【図 5】図 5 は、従来技術に係る比較投影画像を示す模式図である。

【図 6 A】図 6 A は、実施形態に係る投影面変形処理の説明図である。

【図 6 B】図 6 B は、実施形態に係る投影面変形処理の説明図である。

【図 6 C】図 6 C は、実施形態に係る投影面変形処理の説明図である。

【図 6 D】図 6 D は、実施形態に係る投影面変形処理の説明図である。

【図 6 E】図 6 E は、実施形態に係る投影面変形処理の説明図である。

【図 7 A】図 7 A は、実施形態に係る構成面の投影面変形処理の説明図である。

【図 7 B】図 7 B は、実施形態に係る構成面の投影面変形処理の説明図である。

【図 7 C】図 7 C は、実施形態に係る構成面の投影面変形処理の説明図である。

40

【図 8 A】図 8 A は、実施形態に係る調整投影面の模式図である。

【図 8 B】図 8 B は、実施形態に係る調整投影面の模式図である。

【図 9 A】図 9 A は、実施形態に係る調整投影面の断面形状の模式図である。

【図 9 B】図 9 B は、実施形態に係る調整投影面の断面形状の模式図である。

【図 9 C】図 9 C は、実施形態に係る調整投影面の断面形状の模式図である。

【図 9 D】図 9 D は、実施形態に係る調整投影面の断面形状の模式図である。

【図 10 A】図 10 A は、実施形態に係る重複領域調整処理の説明図である。

【図 10 B】図 10 B は、実施形態に係る重複領域調整処理の説明図である。

【図 11 A】図 11 A は、実施形態に係る合成係数の調整の説明図である。

【図 11 B】図 11 B は、実施形態に係る合成係数の調整の説明図である。

50

【図 1 2】図 1 2 は、実施形態に係る投影画像の模式図である。
【図 1 3 A】図 1 3 A は、従来技術の比較投影画像の模式図である。
【図 1 3 B】図 1 3 B は、従来技術の比較投影画像の模式図である。
【図 1 4】図 1 4 は、実施形態に係る投影画像の模式図である。
【図 1 5 A】図 1 5 A は、従来技術の比較投影画像を示す模式図である。
【図 1 5 B】図 1 5 B は、実施形態に係る投影画像の模式図である。
【図 1 6】図 1 6 は、実施形態に係る画像処理の流れを示すフローチャートである。
【図 1 7】図 1 7 は、実施形態に係る投影面変形処理の流れを示すフローチャートである。
【図 1 8】図 1 8 は、実施形態に係る重複領域調整処理の流れを示すフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照しながら、本願の開示する画像処理装置、画像処理方法、および画像処理プログラムの実施形態を詳細に説明する。なお、以下の実施形態は開示の技術を限定するものではない。そして、各実施形態は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。

【0010】

図 1 は、本実施形態の画像処理システム 1 の全体構成の一例を示す図である。画像処理システム 1 は、画像処理装置 1 0 と、撮影部 1 2 と、検出部 1 4 と、表示部 1 6 と、を備える。画像処理装置 1 0 と、撮影部 1 2 と、検出部 1 4 と、表示部 1 6 とは、データまたは信号を授受可能に接続されている。

20

【0011】

本実施形態では、画像処理装置 1 0、撮影部 1 2、検出部 1 4、および表示部 1 6 は、移動体 2 に搭載された形態を一例として説明する。

【0012】

移動体 2 とは、移動可能な物である。移動体 2 は、例えば、車両、飛行可能な物体（有人飛行機、無人飛行機（例えば、UAV（Unmanned Aerial Vehicle）、ドローン））、ロボット、などである。また、移動体 2 は、例えば、人による運転操作を介して進行する移動体、または、人による運転操作を介さずに自動的に進行（自律進行）可能な移動体である。本実施形態では、移動体 2 が車両である場合を一例として説明する。車両は、例えば、二輪自動車、三輪自動車、四輪自動車などである。本実施形態では、車両が、自律進行可能な四輪自動車である場合を一例として説明する。

30

【0013】

なお、画像処理装置 1 0、撮影部 1 2、検出部 1 4、および表示部 1 6 の全てが、移動体 2 に搭載された形態に限定されない。画像処理装置 1 0 は、静止物に搭載されていてもよい。静止物は、地面に固定された物である。静止物は、移動不可能な物や、地面に対して静止した状態の物である。静止物は、例えば、信号機、駐車車両、道路標識、などである。また、画像処理装置 1 0 は、クラウド上で処理を実行するクラウドサーバに搭載されていてもよい。

【0014】

撮影部 1 2 は、移動体 2 の周辺を撮影し、撮影画像データを取得する。以下では、撮影画像データを、単に、撮影画像と称して説明する。撮影部 1 2 は、例えば、公知のデジタルカメラである。なお、撮影とは、レンズなどの光学系によって結像された被写体の像を、電気信号に変換することを指す。撮影部 1 2 は、撮影画像を、画像処理装置 1 0 へ出力する。

40

【0015】

本実施形態では、移動体 2 に 4 つの撮影部 1 2（撮影部 1 2 A～撮影部 1 2 D）が搭載された形態を一例として説明する。複数の撮影部 1 2（撮影部 1 2 A～撮影部 1 2 D）は、各々の撮影領域 E（撮影領域 E 1～撮影領域 E 4）の被写体を撮影し、撮影画像を取得する。なお、撮影部 1 2 の数は複数であればよく、4 つに限定されない。本実施形態では

50

、画像処理システム 1 が、4つの撮影部 1 2 を備える形態を一例として説明する。

【0016】

これらの複数の撮影部 1 2 は、撮影方向が互いに異なる。具体的には、これらの複数の撮影部 1 2 は、撮影領域 E の一部が重複し、且つ、撮影領域 E の一部が非重複となるように、撮影方向が予め調整されている。このため、例えば、互いに異なる撮影部 1 2 によって撮影される撮影領域 E は、隣接する撮影領域 E が重複する重複領域 D を有する。言い換えると、これらの撮影領域 E の各々の撮影画像は、重複領域 D に対応して、隣接する撮影画像間で重複する重複部分を有することとなる。

【0017】

図 1 には、重複領域 D として、重複領域 D A ~ 重複領域 D D を一例として示した。重複領域 D A は、撮影領域 E 4 と撮影領域 E 1 との重複領域 D である。重複領域 D B は、撮影領域 E 1 と撮影領域 E 2 との重複領域 D である。重複領域 D C は、撮影領域 E 2 と撮影領域 E 3 との重複領域 D である。重複領域 D D は、撮影領域 E 3 と撮影領域 E 4 との重複領域 D である。

10

【0018】

検出部 1 4 は、移動体 2 の周辺の複数の検知点の各々の位置情報を検出する。検知点とは、実空間における、検出部 1 4 によって個別に観測される点の各々を示す。例えば、検出部 1 4 は、検出部 1 4 の周囲に光や電波、音波を照射し、反射点で反射した反射光や反射波を受信する。この反射点が、検知点に相当する。

【0019】

検知点の位置情報とは、実空間における検知点の位置を示す情報である。実空間は、三次元空間である。例えば、検知点の位置情報は、検出部 1 4 から検知点までの距離と、検出部 1 4 を基準とした検知点の方向と、の少なくとも一方を含む情報である。これらの距離および方向は、例えば、検出部 1 4 を基準とする検知点の相対位置を示すベクトルなどで表すことができる。

20

【0020】

検出部 1 4 は、例えば、3D (Three - Dimensional) スキャナ、2D (Two Dimensions) スキャナ、距離センサ (ミリ波レーダ、レーザセンサ)、音波によって物体を探知するソナーセンサ、超音波センサ、などである。レーザセンサは、例えば、三次元 L I D A R (Laser Imaging Detection and Ranging) センサである。また、検出部 1 4 は、単眼カメラで撮影された複数の画像から距離を測定する測距技術 (SfM (Structure from Motion など) を用いた装置や、複数のカメラで撮影された画像に基づいて距離を測定する測距技術 (ステレオカメラなど) を用いた装置であってもよい。

30

【0021】

本実施形態では、移動体 2 に 4 つの検出部 1 4 (検出部 1 4 A ~ 検出部 1 4 D) が搭載された形態を一例として説明する。複数の検出部 1 4 (検出部 1 4 A ~ 検出部 1 4 D) の検出領域は、少なくとも一部が互いに異なる。本実施形態では、複数の検出部 1 4 (検出部 1 4 A ~ 検出部 1 4 D) の検出領域は、複数の撮影部 1 2 (撮影部 1 2 A ~ 撮影部 1 2 D) の各々の撮影領域 E の少なくとも一部を含む。本実施形態では、検出部 1 4 A ~ 検出部 1 4 D は、それぞれ、移動体 2 のフロント部分の両端部と、移動体 2 のリア部分の両端部と、に設けられた形態を一例として説明する。なお、検出部 1 4 は、少なくとも撮影領域 E を含む検出領域の検知点を検出すればよく、検出部 1 4 の数および設置位置は限定されない。

40

【0022】

表示部 1 6 は、各種の情報を表示する。表示部 1 6 は、例えば、公知の LCD (Liquid Crystal Display) または有機 EL (Electro - Luminescence) ディスプレイなどである。

【0023】

次に、画像処理装置 1 0 のハードウェア構成を説明する。図 2 は、画像処理装置 1 0 の

50

ハードウェア構成の一例を示す図である。

【0024】

画像処理装置10は、プロセッサ10Aと、メモリ10Bと、送受信I/F(インターフェース)10Cと、送受信I/F10Dと、表示I/F10Eと、を含む。プロセッサ10A、メモリ10B、送受信I/F10C、送受信I/F10D、および表示I/F10Eは、バス10Fにより相互に接続されており、通常のコンピュータを利用したハードウェア構成である。

【0025】

プロセッサ10Aは例えば、MPU(Micro-Processing Unit)であり、画像処理装置10を制御する演算装置である。プロセッサ10Aは、ハードウェアプロセッサの一例である。メモリ10Bは例えば、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)およびフラッシュメモリ等の半導体メモリ素子である。ROMやフラッシュメモリは例えば、プロセッサ10Aによる各種の処理を実現するプログラム等を記憶する。RAMは例えば、プロセッサ10Aによる各種の処理に必要なデータを記憶する。送受信I/F10Cは、撮影部12に接続し、データを送受信するためのインターフェースである。送受信I/F10Dは、検出部14に接続し、データを送受信するためのインターフェースである。表示I/F10Eは、表示部16に接続し、データを送受信するためのインターフェースである。

【0026】

本実施形態の画像処理装置10で実行される画像処理を実行するためのプログラムは例えば、ROM等に予め組み込んで提供される。なお、本実施形態の画像処理装置10で実行されるプログラムは、画像処理装置10にインストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルで記録媒体に記録されて提供するように構成してもよい。記録媒体は、コンピュータにより読取可能な媒体である。記録媒体は、CD(Compact Disc)-ROM、フレキシブルディスク(FD)、CD-R(Recordable)、DVD(Digital Versatile Disk)、USB(Universal Serial Bus)メモリ、SD(Secure Digital)カード等である。

【0027】

次に、画像処理装置10の機能的構成を説明する。

【0028】

図3は、画像処理装置10の機能的構成の一例を示す図である。なお、図3には、データの入出力関係を明確にするために、画像処理装置10に加えて、撮影部12、検出部14、および表示部16を併せて図示した。

【0029】

本実施形態の画像処理装置10は、撮影部12で得られた撮影画像を、基準投影面を調整した調整投影面に投影することで、投影画像を生成する。

【0030】

基準投影面とは、予め定められた基準の形状を有する投影面である。投影面とは、実空間に対応する仮想空間に仮想的に配置される画像投影面である。

【0031】

図4は、基準投影面40の一例を示す模式図である。基準投影面40の形状は、例えば、碗状、円柱状、などである。図4には、碗状の基準投影面40を一例として示した。

【0032】

碗状とは、円形状の平面である底面400Aと、該底面400Aに連続する側壁面400Bと、からなる形状である。円形状とは、真円形状、円形状、楕円形状、を含む形状である。側壁面400Bは、一端部の開口が底面400Aに連続し、他端部が開口された形状である。また、該側壁面400Bは、底面400A側から該他端部の開口側に向かって、水平断面の直径が大きくなる形状を有する。水平断面とは、底面400Aの鉛直方向に対して直交する水平方向に沿った断面である。

【0033】

10

20

30

40

50

円柱状とは、円形状の底面 4 0 0 A と、該底面 4 0 0 A に連続する側壁面 4 0 0 B と、からなる形状である。また、円柱状の基準投影面 4 0 を構成する側壁面 4 0 0 B は、一端部の開口が底面 4 0 0 A に連続し、他端部が開口された円筒状である。但し、円柱状の基準投影面 4 0 を構成する側壁面 4 0 0 B は、底面 4 0 0 A 側から該他端部の開口側に向かって、水平断面の直径が略一定の形状である。

【 0 0 3 4 】

本実施形態では、基準投影面 4 0 の形状が、椀状である場合を一例として説明する。基準投影面 4 0 は、底面 4 0 0 A を移動体 2 の下方の地面に略一致する面とし、該底面 4 0 0 A の中心領域を移動体 2 の基準位置 S とした仮想空間に仮想的に形成される立体モデルである。

10

【 0 0 3 5 】

底面 4 0 0 A の中心領域の範囲は、例えば、移動体 2 を模式的に示したアイコンの占める範囲である。アイコンは、例えば、移動体 2 のフロント部分の両端部を結ぶ直線と、リア部分の両端部を結ぶ直線と、移動体 2 の全長方向に沿った一对の直線と、からなる矩形形状の記号である。該アイコンの水平断面の中心は、底面 4 0 0 A の中心に一致することが好ましい。基準位置 S とは、基準投影面 4 0 の底面 4 0 0 A に仮想的に配置された、移動体 2 のアイコンの位置である。基準位置 S は、仮想空間における該アイコンの位置および範囲によって規定される。

【 0 0 3 6 】

図 3 に戻り説明を続ける。画像処理装置 1 0 は、複数の撮影部 1 2 で得られた複数の撮影画像を、基準投影面 4 0 に対して調整処理を実行した調整投影面に投影することで、投影画像を生成する。

20

【 0 0 3 7 】

ここで、基準投影面 4 0 に投影された隣接する撮影画像の重複部分に、物体が含まれる場合がある。物体とは、検出部 1 4 によって 1 または複数の検知点の群として検出される物であり、例えば、立体物、平面物、などである。立体物は、三次元形状の物体である。立体物は、例えば、柱などの固定された構造物、自動車や自転車などの移動可能な構造物、人や動物などの生物、などである。平面物は、二次元形状の物体である。平面物は、例えば、地面に形成されたラインなどである。本実施形態では、物体が立体物である場合を一例として説明する。

30

【 0 0 3 8 】

重複部分に物体が含まれる場合、従来の投影画像である比較投影画像における、該物体の投影された領域には、該物体の消失または該物体の像の二重映りなどが発生する場合があった。物体の消失とは、実空間に存在する物体の少なくとも一部の領域が、投影画像において該実空間の物体を投影した領域に存在しないことを意味する。物体の二重映りとは、投影画像において実空間に存在する物体の像が、二重または複数重なった状態で投影された状態を意味する。

【 0 0 3 9 】

図 5 は、従来技術の比較投影画像 6 0 0 の一例を示す模式図である。撮影部 1 2 A の撮影領域 E 1 と撮影部 1 2 B の撮影領域 E 2 との重複領域 D A に、立体物である物体 B が含まれる場合を想定する。図 5 には、物体 B として、物体 B A と物体 B B とを示した。物体 B A は、物体 B B に比べて移動体 2 に近い位置に配置されている場合を想定する。

40

【 0 0 4 0 】

この場合、撮影部 1 2 B による物体 B A の撮影画像を基準投影面 4 0 に投影すると、該物体 B A の像 B A 1 ' は、撮影部 1 2 B に近い側から離れる方向に向かって傾斜して投影される。一方、撮影部 1 2 A による物体 B A の撮影画像を基準投影面 4 0 に投影すると、該物体 B A の像 B A 2 ' は、撮影部 1 2 A に近い側から離れる方向に向かって傾斜して投影される。

【 0 0 4 1 】

同様に、撮影部 1 2 B による物体 B B の撮影画像を基準投影面 4 0 に投影すると、該物

50

体 B B の像 B B 1 ' は、撮影部 1 2 B に近い側から離れる方向に向かって傾斜して投影される。一方、撮影部 1 2 A による物体 B B の撮影画像を基準投影面 4 0 に投影すると、該物体 B B の像 B B 2 ' は、撮影部 1 2 A に近い側から離れる方向に向かって傾斜して投影される。

【 0 0 4 2 】

このように、1つの物体 B を異なる撮影部 1 2 で撮影した撮影画像を基準投影面 4 0 へ投影する場合、該物体 B の像は、互いに異なる方向に傾斜した状態で基準投影面 4 0 へ投影される。

【 0 0 4 3 】

ここで、後述するように、投影画像を生成する場合、例えば、基準投影面 4 0 において、重複領域 D A の内、撮影領域 E 1 に連続する一部の領域（第 1 の領域）については、撮影領域 E 1 の撮影画像のみを投影し、撮影領域 E 2 に連続する一部の領域（第 2 の領域）については、撮影領域 E 2 の撮影画像のみを投影し、第 1 の領域と第 2 の領域の中間領域（第 3 の領域）については、重複領域 D A を構成する 2 つの撮影領域 E 1、E 2 の撮影画像を合成し、合成された画像を投影する処理が行われる。

10

【 0 0 4 4 】

このため、従来技術では、重複領域 D 内の移動体 2 に近い位置に存在する物体 B A については、基準投影面 4 0 上で、撮影領域 E 2 の撮影画像に含まれる像 B A 1 ' が上記第 1 の領域に含まれ、撮影領域 E 1 の撮影画像に含まれる像 B A 2 ' が上記第 2 の領域に含まれることから、基準投影面 4 0 上で、第 1 の領域において物体 B A の像 B A 1 ' が投影されず、第 2 の領域において物体 B A の像 B A 2 ' が投影されない場合があった。その結果、重複領域 D 内の移動体 2 に近い位置に存在する物体 B A は消失してしまう場合があった。

20

【 0 0 4 5 】

また、重複領域 D 内の移動体 2 から遠い位置に存在する物体 B B については、基準投影面 4 0 上で、撮影領域 E 2 の撮影画像に含まれる像 B A 1 ' と撮影領域 E 1 の撮影画像に含まれる像 B A 2 ' がいずれも上記第 3 の領域に含まれることから、基準投影面 4 0 上で、第 3 の領域において物体 B B の像 B B 1 ' と像 B B 2 ' の両方が投影される場合があった。その結果、重複領域 D 内の移動体 2 から遠い位置に存在する物体 B B が二重映りして投影される場合があった。

【 0 0 4 6 】

そこで、本実施形態の画像処理装置 1 0 は、撮影画像の重複部分に物体 B が含まれる場合、基準投影面 4 0 における重複領域 D の調整処理を実行する。以下、画像処理装置 1 0 の詳細を説明する。

30

【 0 0 4 7 】

図 3 に戻り説明を続ける。画像処理装置 1 0 は、取得部 2 0 と、判断部 2 2 と、記憶部 2 4 と、調整部 2 6 と、生成部 2 8 と、表示制御部 3 0 と、を備える。

【 0 0 4 8 】

上記複数の各部の一部または全ては、例えば、プロセッサ 1 0 A などの処理装置にプログラムを実行させること、すなわち、ソフトウェアにより実現してもよい。また、上記複数の各部の一部または全ては、IC (Integrated Circuit) などのハードウェアにより実現してもよいし、ソフトウェアおよびハードウェアを併用して実現してもよい。

40

【 0 0 4 9 】

取得部 2 0 は、複数の撮影画像を撮影部 1 2 から取得する。上述したように、複数の撮影画像は、撮影領域 E の一部が重複する。また、取得部 2 0 は、検知点の位置情報を検出部 1 4 から取得する。複数の検出部 1 4 (検出部 1 4 A ~ 検出部 1 4 D) は、それぞれ、1回のタイミングごとに、複数の検知点の各々の位置情報を検出する。このため、取得部 2 0 は、1回のタイミングごとに、複数の検知点の各々の位置情報と、複数の撮影部 1 2 の各々による撮影画像と、を取得する。

【 0 0 5 0 】

50

取得部 20 は、複数の撮影画像および複数の検知点の各々の位置情報を、判断部 22 へ出力する。判断部 22 は、取得部 20 から複数の撮影画像および複数の検知点の各々の位置情報を受付ける。

【0051】

判断部 22 は、基準投影面 40 に複数の撮影画像を投影した投影画像に含まれる、隣接する撮影画像の重複部分に物体 B が含まれるか否かを判断する。

【0052】

例えば、判断部 22 は、取得部 20 から受付けた複数の撮影画像および複数の検知点の各々の位置情報と、基準投影面情報 24A および重複領域情報 24B と、を用いて、隣接する撮影画像の重複部分に物体 B が含まれるか否かを判断する。検知点の位置情報は、上述したように、検出部 14 から物体 B までの距離および方向の少なくとも一方を示す情報である。

10

【0053】

基準投影面情報 24A は、基準投影面 40 の形状を表す情報である。重複領域情報 24B は、基準投影面 40 における重複領域 D 内に設定される画像合成領域 F の位置および範囲を表す情報である。例えば、複数の撮影部 12 の各々の撮影領域 E は予め設定されている。このため、複数の撮影領域 E の各々の、移動体 2 を基準とした重複領域 D の相対位置および範囲は予め定まり、移動体 2 を基準とした画像合成領域 F の相対位置および範囲は予め定めることができる。

【0054】

このため、基準投影面情報 24A および重複領域情報 24B は、記憶部 24 に予め記憶されている。記憶部 24 は、各種のデータを記憶する。記憶部 24 は、例えば、RAM、ROM、フラッシュメモリ等の半導体メモリ素子、ハードディスク、光ディスク等である。なお、記憶部 24 は、画像処理装置 10 の外部に設けられた記憶装置であってもよい。また、記憶部 24 は、プログラムや各種情報を、LAN (Local Area Network) やインターネットなどを介してダウンロードして記憶または一時記憶した記憶媒体であってもよい。

20

【0055】

判断部 22 は、基準投影面情報 24A によって表される基準投影面 40 に、取得部 20 から受付けた位置情報によって規定される複数の検知点をマッピングする。マッピングする、とは、基準投影面 40 によって規定される仮想空間に、検知点を配置することを意味する。判断部 22 は、該仮想空間における、検知点の位置情報によって規定される方向および距離に対応する位置を公知の方法で特定し、特定した位置に検知点を配置すればよい。

30

【0056】

また、判断部 22 は、重複領域情報 24B を用いて、基準投影面 40 における重複領域 D の位置および範囲を特定する。そして、判断部 22 は、重複領域 D に、物体 B を構成する検知点が存在するか否かを判断する。この判断処理によって、判断部 22 は、投影画像において重複領域 D に物体 B が含まれるか否かを判断する。

【0057】

なお、判断部 22 は、基準投影面 40 にマッピングした複数の検知点の各々の位置情報を用いて、公知の方法により、物体 B を構成する検知点の群を特定すればよい。例えば、判断部 22 は、マッピングされた複数の検知点と、予め定めた物体 B の外形を構成する検知点の群と、のマッチング処理を行うことで、物体 B を構成する検知点の群を特定する。

40

【0058】

そして、判断部 22 は、特定した検知点の群によって構成される物体 B の少なくとも一部の領域が、重複領域 D に重複しているか否かを判別することで、重複領域 D に物体 B が含まれるか否かを判断する。

【0059】

判断部 22 は、重複領域 D に物体 B が含まれるか否かの判断結果を調整部 26 へ出力する。調整部 26 は、判断部 22 から判断結果を受付ける。

50

【 0 0 6 0 】

調整部 2 6 は、判断結果が、重複領域 D に物体 B が含まれることを示す場合、調整処理を実行する。

【 0 0 6 1 】

調整処理とは、基準投影面 4 0 における、物体 B を含む重複領域 D を調整する処理である。言い換えると、調整処理とは、基準投影面 4 0 に含まれる複数の重複領域 D の内、物体 B を含む重複領域 D を調整する処理である。

【 0 0 6 2 】

重複領域 D を調整する、とは、基準投影面 4 0 における重複領域 D の構成面を変形する投影面変形処理、および、基準投影面 4 0 における重複領域 D 内に設定される画像合成領域 F の位置と範囲を調整する画像合成調整処理、の少なくとも一方を意味する。

10

【 0 0 6 3 】

まず、調整部 2 6 が実行する調整処理の一例である、投影面変形処理について説明する。

【 0 0 6 4 】

投影面変形処理は、基準投影面 4 0 における、物体 B を含む重複領域 D の構成面を、該物体 B より基準位置 S 側を通る形状に変形する処理である。基準投影面 4 0 における、物体 B を含む重複領域 D の構成面とは、基準投影面 4 0 の全領域の内、物体 B を含む重複領域 D を構成する面の領域を意味する。

【 0 0 6 5 】

物体 B より基準位置 S 側を通る形状、とは、物体 B を構成する検知点の群の内、基準位置 S に最も近い検知点を少なくとも通る形状、または、該検知点と基準位置 S との間を少なくとも通る形状、であることを意味する。

20

【 0 0 6 6 】

図 6 A ~ 図 6 E は、投影面変形処理の一例の説明図である。

【 0 0 6 7 】

図 6 A は、基準投影面 4 0 を鉛直方向に対して傾斜した方向（図 4 中、矢印 W 方向参照）から視認した図である。調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における重複領域 D の構成面 4 0 A を変形する変形処理を実行する。構成面 4 0 A は、基準投影面 4 0 の一部の構成面であり、物体 B を含む重複領域 D に対応する構成面である。調整部 2 6 が、構成面 4 0 A の変形処理を実行することで、図 6 B ~ 図 6 D に示すように、物体 B より移動体 2 の基準位置 S 側を通る調整構成面 4 2 A を有する調整投影面 4 2 が生成される。

30

【 0 0 6 8 】

図 6 B ~ 図 6 D には、移動体 2 の周囲の複数の重複領域 D（重複領域 D A ~ 重複領域 D D）の内、重複領域 D B に物体 B が存在する場合を一例として示した。図 6 B は、調整投影面 4 2 を鉛直方向に対して傾斜した方向（図 4 中、矢印 W 方向参照）から視認した図である。図 6 C は、調整投影面 4 2 を鉛直方向から視認した平面図である。図 6 D は、調整投影面 4 2 を鉛直方向から視認した平面図の模式図である。

【 0 0 6 9 】

図 6 D に示すように、調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における、物体 B を含む重複領域 D B の構成面 4 0 A を、物体 B より移動体 2 の基準位置 S 側を通る形状に変形し、調整構成面 4 2 A とする。このため、調整投影面 4 2 は、物体 B を含む重複領域 D B の構成面 4 0 A が、調整構成面 4 2 A に変形された投影面となる（図 6 A ~ 図 6 D 参照）。

40

【 0 0 7 0 】

なお、互いに異なる複数の重複領域 D の各々に物体 B が含まれる場合がある。この場合、調整部 2 6 は、該複数の重複領域 D の各々ごとに、投影面変形処理を実行すればよい。

【 0 0 7 1 】

図 6 E には、移動体 2 の周囲の複数の重複領域 D（重複領域 D A ~ 重複領域 D D）の内、重複領域 D A および重複領域 D B の各々に物体 B 1 および物体 B 2 がそれぞれ存在する場合を一例として示した。物体 B 1 および物体 B 2 は、物体 B の一例である。図 6 E は、調整投影面 4 2 を鉛直方向から視認した平面図の模式図である。

50

【 0 0 7 2 】

この場合、調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における、物体 B 1 を含む重複領域 D B の構成面 4 0 A 1 を、物体 B 1 より移動体 2 の基準位置 S 側を通る形状に変形し、調整構成面 4 2 A 1 とする。また、調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における、物体 B 2 を含む重複領域 D A の構成面 4 0 A 2 を、物体 B 2 より移動体 2 の基準位置 S 側を通る形状に変形し、調整構成面 4 2 A 2 とする。構成面 4 0 A 1 および構成面 4 0 A 2 は、基準投影面 4 0 の構成面 4 0 A の一例である。調整構成面 4 2 A 1 および調整構成面 4 2 A 2 は、調整構成面 4 2 A の一例である。

【 0 0 7 3 】

このように、調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における、物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A を変形する、投影面変形処理を実行する。

10

【 0 0 7 4 】

構成面 4 0 A の変形は、仮想空間における、構成面 4 0 A の位置座標を変更することで行えばよい。調整部 2 6 は、例えば、以下の方法で、基準投影面 4 0 の構成面 4 0 A を調整構成面 4 2 A に調整する。

【 0 0 7 5 】

図 7 A ~ 図 7 C は、構成面 4 0 A の変形処理の一例の説明図である。図 7 A ~ 図 7 C はそれぞれ、基準投影面 4 0 を鉛直方向から視認した平面図の模式図である。

【 0 0 7 6 】

図 7 A ~ 図 7 C に示されているように、仮想空間において、基準投影面 4 0 の構成面 4 0 A は、基準点 5 0 から放射上に延在する複数の分割線によって分割された複数の分割領域によって構成されている。

20

【 0 0 7 7 】

基準点 5 0 とは、基準投影面 4 0 における位置座標の基準となる点である。本実施形態では、図 1 に示すように、複数の重複領域 D の各々の移動体 2 (基準位置 S) に最も近い点を、基準点 5 0 (基準点 5 0 A ~ 基準点 5 0 D) として定める。基準点 5 0 A は、撮影領域 E 1 と撮影領域 E 4 との重複領域 D A における位置座標の基準とする基準点 5 0 である。基準点 5 0 B は、撮影領域 E 1 と撮影領域 E 2 との重複領域 D B における位置座標の基準とする基準点 5 0 である。基準点 5 0 C は、撮影領域 E 2 と撮影領域 E 3 との重複領域 D C における位置座標の基準とする基準点 5 0 である。基準点 5 0 D は、撮影領域 E 3 と撮影領域 E 4 との重複領域 D D における位置座標の基準とする基準点 5 0 である。

30

【 0 0 7 8 】

図 7 A に示すように、調整部 2 6 は、重複領域 D A に含まれる物体 B を構成する複数の検知点 P を結ぶ直線と、基準投影面 4 0 の構成面 4 0 A 2 を構成する各分割領域の分割線と、の交点 Q を特定する。図 7 A には、物体 B を構成する複数の検知点 P として、検知点 P 1 および検知点 P 2 を一例として示した。検知点 P 1 および検知点 P 2 は、例えば、物体 B を構成する複数の検知点 P の内、基準位置 S に近い上位から 2 つの検知点 P である。また、交点 Q が複数得られる場合は、複数の交点 Q の中から、いずれか 1 つの交点を選択すればよく、例えば、基準点 5 0 からの距離が最も近い交点を選択すればよい。

【 0 0 7 9 】

図 7 B に示すように、次に、調整部 2 6 は、特定した交点 Q のインデックスを検索する。インデックスとは、基準投影面 4 0 における位置を特定するための情報である。基準投影面 4 0 には、基準投影面 4 0 を複数領域に分割した分割領域ごとに、インデックスが予め付与されている。図 7 B には、括弧内の数値を、インデックスの一例として示した。例えば、調整部 2 6 が、交点 Q のインデックスとして、インデックス “ 1 2 ” を検索したと想定する。

40

【 0 0 8 0 】

図 7 C に示すように、次に、調整部 2 6 は、基準点 5 0 から該インデックスによって特定される位置の交点 Q までの距離 L を算出する。

【 0 0 8 1 】

50

図 7 C に示す形態の場合、調整部 2 6 は、基準点 5 0 A から交点 Q までの距離 L を算出する。ここで、距離 L は、底面 4 0 0 A に対して平行な水平方向の距離である。そして、調整部 2 6 は、重複領域 D A の構成面 4 0 A 2 が該交点 Q、または、該交点 Q と基準点 5 0 A の間を少なくとも通る形状となるように、該距離 L を用いて、該構成面 4 0 A 2 の仮想空間における位置座標を変更する。詳細には、調整部 2 6 は、重複領域 D A の構成面 4 0 A 2 における、基準点 5 0 A との水平方向の距離が該距離 L より大きい領域の位置座標を、基準点 5 0 A との水平方向の距離が該距離 L 以下となるように変更する。すなわち、調整部 2 6 は、重複領域 D A の構成面 4 0 A 2 が、物体 B の位置、または、物体 B より基準位置 S に近い位置を通る面となるように、構成面 4 0 A 2 を変形する。

【 0 0 8 2 】

このため、図 6 B ~ 図 6 E に示すように、基準投影面 4 0 における、物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A が、物体 B より移動体 2 の基準位置 S 側を通る形状に変形された、調整構成面 4 2 A となる。このため、基準投影面 4 0 は、基準投影面 4 0 における重複領域 D の構成面 4 0 A が調整構成面 4 2 A に変形された、調整投影面 4 2 となる。

【 0 0 8 3 】

なお、調整部 2 6 は、調整投影面 4 2 の断面形状を、物体 B より基準位置 S 側を通る N 次曲線状となるように調整することが好ましい。N は、2 以上の整数である。

【 0 0 8 4 】

なお、図 6 B ~ 図 6 E に示すように、調整部 2 6 は、物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A の形状を、該物体 B より基準位置 S 側を通る形状に変形するが、基準投影面 4 0 における該重複領域 D の構成面 4 0 A 以外の領域の構成面の形状は必ずしも変形しなくてよい。

【 0 0 8 5 】

また、調整部 2 6 は、物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A の形状を、該物体 B より基準位置 S 側を通る形状に変形し、さらに、基準投影面 4 0 における該重複領域 D の構成面 4 0 A 以外の領域の構成面の形状を、変形後の構成面 4 0 A である調整構成面 4 2 A の形状に応じて変形してもよい。

【 0 0 8 6 】

図 8 A および図 8 B は、調整投影面 4 2 の一例の模式図である。図 8 A は、調整投影面 4 2 を鉛直方向から視認した平面図の模式図である。図 8 B は、調整投影面 4 2 を鉛直方向に対して傾斜した方向（図 4 中、矢印 W 方向参照）から視認した図である。

【 0 0 8 7 】

例えば、重複領域 D A に物体 B 2 が含まれ、重複領域 D B に物体 B 1 が含まれる場合を想定する。この場合、調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における、物体 B 1 を含む重複領域 D B の構成面 4 0 A 1 を、物体 B 1 より移動体 2 の基準位置 S 側を通る形状に変形し、調整構成面 4 2 A 1 とする。同様に、調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における、物体 B 2 を含む重複領域 D A の構成面 4 0 A 2 を、物体 B 2 より移動体 2 の基準位置 S 側を通る形状に変形し、調整構成面 4 2 A 2 とする。

【 0 0 8 8 】

そして、調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における構成面 4 0 A 1 および構成面 4 0 A 2 以外の領域の構成面 4 0 B を、調整構成面 4 2 A 1 および調整構成面 4 2 A 2 に応じた形状とすることで、調整構成面 4 2 B に変形する。詳細には、調整部 2 6 は、領域 4 0 B の形状を、調整構成面 4 2 A 1 および調整構成面 4 2 A 2 の曲率に対する変化率が所定値以下の範囲で変化する曲率の曲線となるように、変形する。この場合、調整投影面 4 2 は、重複領域 D に含まれる物体 B に応じて基準投影面 4 0 の全体の形状を調整した投影面となる。

【 0 0 8 9 】

このように、調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 の全体の形状を、重複領域 D に含まれる物体 B に応じて調整することで、調整投影面 4 2 を生成してもよい。

【 0 0 9 0 】

10

20

30

40

50

なお、調整投影面 4 2 における調整構成面 4 2 A の鉛直断面の形状は限定されない。鉛直断面とは、底面 4 0 0 A の鉛直方向に沿って切断した断面である。例えば、調整構成面 4 2 A の鉛直断面の形状は、重複領域 D に含まれる物体 B より基準位置 S 側を通り、且つ、鉛直方向に平行な直線、鉛直方向に対して傾斜した直線、二次曲線、平方根曲線、の何れかの形状であればよい。

【 0 0 9 1 】

図 9 A ~ 図 9 D は、調整投影面 4 2 の鉛直方向の断面形状の一例の模式図である。

【 0 0 9 2 】

図 9 A に示すように、調整部 2 6 は、例えば、調整投影面 4 2 における物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A の鉛直断面の形状を、鉛直方向（矢印 Z 方向）に平行な直線形状に調整する。この場合、調整構成面 4 2 A の鉛直方向に沿った断面形状は、鉛直方向に沿った直線状となる。

10

【 0 0 9 3 】

図 9 B に示すように、調整部 2 6 は、例えば、調整投影面 4 2 における物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A の鉛直断面の形状を、鉛直方向（矢印 Z 方向）に対して傾斜した直線形状に調整する。この場合、調整構成面 4 2 A の鉛直断面の形状は、鉛直方向に対して傾斜した直線状となる。

【 0 0 9 4 】

図 9 C に示すように、調整部 2 6 は、例えば、調整投影面 4 2 における物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A の鉛直断面の形状を、二次曲線形状に調整する。この場合、調整構成面 4 2 A の鉛直断面の形状は、二次曲線状となる。

20

【 0 0 9 5 】

図 9 D に示すように、調整部 2 6 は、例えば、調整投影面 4 2 における物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A の鉛直断面の形状を、平方根曲線形状に調整する。この場合、調整構成面 4 2 A の鉛直断面の形状は、平方根曲線状となる。

【 0 0 9 6 】

このように、調整部 2 6 は、物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A を、物体 B より基準位置 S 側を通り、且つ、鉛直方向に平行な直線、鉛直方向に対して傾斜した直線、二次曲線、平方根曲線、の何れかの形状に調整する変形処理を実行してもよい。

【 0 0 9 7 】

次に、調整部 2 6 が実行する調整処理の一例である、画像合成調整処理について説明する。

30

【 0 0 9 8 】

画像合成調整処理は、基準投影面 4 0 における、物体 B を含む重複領域 D 内に設定される画像合成領域 F の位置および範囲を、画像合成領域 F が該物体 B に非重複となるように調整する調整処理である。言い換えると、画像合成調整処理は、隣接する撮影領域 E の各々の撮影画像の一部を合成して投影面に投影するときの、撮影画像を合成して投影する重複領域 D 内の位置と範囲を変更する処理である。

【 0 0 9 9 】

図 1 0 A および図 1 0 B は、画像合成調整処理の一例の説明図である。図 1 0 A は、基準投影面 4 0 を鉛直方向から視認した平面図の模式図である。図 1 0 A には、重複領域情報 2 4 B によって表される重複領域 D 内の画像合成領域 F の位置および範囲を示した。上述したように、重複領域情報 2 4 B は、基準投影面 4 0 における重複領域 D 内に設定される画像合成領域 F の位置および範囲を表す情報である。

40

【 0 1 0 0 】

図 1 0 A には、撮影領域 E 1 と撮影領域 E 4 との重複領域 D 内に設定された画像合成領域 F である画像合成領域 F A に、物体 B が含まれる場合を一例として示した。この場合、調整部 2 6 は、図 1 0 B に示すように、この画像合成領域 F A を、該物体 B を含まない範囲である画像合成領域 F A ' に調整する。そして、調整部 2 6 は、調整後の画像合成領域 F A ' の位置および範囲を示す情報を生成する。

50

【 0 1 0 1 】

調整後の画像合成領域 F A ' の位置および範囲を示す情報は、例えば、隣接する撮影領域 E の各々の撮影画像を合成して投影面へ投影するときの、合成係数を示す情報である。合成係数は、2つの撮影画像のブレンドの割合を表す情報である。合成係数は、例えば、透過値である。透過値は、値と称される場合がある。本実施形態では、合成係数が値である場合を想定して説明する。

【 0 1 0 2 】

ここで、投影画像における画像合成領域 F は、隣接する撮影領域 E の撮影画像をブレンドする割合を調整することで規定される。詳細には、画像合成領域 F は、撮影画像の一部の領域の合成係数を、0より大きく且つ1未満の範囲とすることで実現される。

10

【 0 1 0 3 】

合成係数が“0”である場合、重複領域 D を構成する2つの撮影領域 E の撮影画像の合成は行われず、2つの撮影領域 E の内、一方の撮影領域 E の撮影画像のみを投影することを意味する。同様に、合成係数が“1”である場合、重複領域 D を構成する2つの撮影領域 E の撮影画像の合成は行われず、2つの撮影領域 E の内、他方の撮影領域 E の撮影画像のみを投影することを意味する。これに対して、合成係数が0より大きく且つ1未満の領域は、重複領域 D を構成する2つの撮影領域 E の撮影画像を合成し、合成された画像を投影することを意味する。

【 0 1 0 4 】

図 1 1 A および図 1 1 B は、合成係数の調整の一例の説明図である。

20

【 0 1 0 5 】

図 1 1 A に示すように、例えば、基準投影面 4 0 には、基準投影面 4 0 を複数領域に分割した分割領域ごとに、インデックスが予め付与されている。図 1 1 A には、基準点 5 0 を通る基準線 5 1 からの角度に応じたインデックスを一例として示した。基準線 5 1 は、例えば、移動体 2 のリア部分の両端部をつなぐ直線、フロント部分の両端部をつなぐ直線、および、移動体 2 の全長方向に沿った直線であり、且つ基準点 5 0 を通る直線である。図 1 1 には、一例として、基準点 5 0 A を通る基準線 5 1 A および基準線 5 1 B を、基準線 5 1 として示した。

【 0 1 0 6 】

また、基準投影面 4 0 には、インデックスごとに、合成係数が予め設定されている。このため、重複領域情報 2 4 B は、画像合成領域 F の位置および範囲を示す情報として、0より大きく且つ1未満の範囲の合成係数を付与されたインデックス、および、インデックスの各々に設定された合成係数の値、を含む。

30

【 0 1 0 7 】

例えば、調整部 2 6 が画像合成領域 F A を画像合成領域 F A ' に調整する場合を想定する。この場合、調整部 2 6 は、画像合成領域 F A ' の角度を算出する。例えば、調整部 2 6 は、図 1 1 A に示した角度 1 および角度 2 を、画像合成領域 F A ' の角度として算出する。角度 2 は、画像合成領域 F A ' の範囲を設定する角度である。画像合成領域 F A ' の角度は、画像合成領域 F A ' の占める範囲を、基準点 5 0 A を中心とした角度で表した情報である。角度 1 は、基準線 5 1 B と、重複領域 D A ' と、の成す角度であり、画像合成領域 F A ' の位置を設定する角度である。

40

【 0 1 0 8 】

そして、調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における、画像合成領域 F A ' の角度 1 および角度 2 に応じたインデックスを検索する。例えば、調整部 2 6 は、インデックス“7”～インデックス“13”を画像合成領域 F A ' の角度 1 および角度 2 に応じたインデックスとして検索したと想定する。調整部 2 6 は、検索したインデックス“7”～インデックス“13”に、0より大きく且つ1未満の合成係数を設定する。そして、調整部 2 6 は、画像合成領域 F A ' 以外の重複領域 D A のインデックスに、該インデックスの領域に隣接する撮影領域 E の撮影画像のみを投影するための合成係数を付与する。例えば、調整部 2 6 は、インデックス“1”～インデックス“6”には、撮影領域 E 4 の撮影画像のみを投影することを示

50

す合成係数である“0”を設定する。また、調整部26は、インデックス“14”～インデックス“18”には、撮影領域E1の撮影画像のみを投影することを示す合成係数である“1”を設定する。そして、調整部26は、画像合成領域FA'であるインデックス“7”～“13”に、0から1に向かって線形に増加する合成係数を付与する。

【0109】

このため、図11Bに示すように、調整後の画像合成領域FA'である角度2のインデックスには、0より大きく且つ1未満の合成係数が付与される。また、重複領域DAにおける画像合成領域FA'以外の領域であって、撮影領域E4に連続する領域のインデックスには、合成係数“0.0”が付与された状態となる。また、重複領域DAにおける画像合成領域FA'以外の領域であって、撮影領域E1に連続する領域のインデックスには、合成係数“1.0”が付与された状態となる。

10

【0110】

そして、調整部26は、インデックスの各々に付与された調整後の合成係数を示す合成係数情報を、調整後の画像合成領域FA'の位置および範囲を示す情報として、生成部28へ出力する。

【0111】

なお、調整部26は、調整処理として、基準投影面40の構成面40Aを変形する投影面変形処理、および、重複領域D内に設定される画像合成領域Fの位置および範囲を調整する画像合成調整処理、の少なくとも一方を実行すればよく、投影面変形処理および画像合成調整処理を組み合わせることで実行することが可能である。

20

【0112】

図3に戻り説明を続ける。調整部26は、調整後の基準投影面40である調整投影面42の調整投影面情報、および、合成係数情報、の少なくとも一方を生成部28へ出力する。本実施形態では、調整部26が、調整投影面情報および合成係数情報の双方を、生成部28へ出力する形態を一例として説明する。

【0113】

生成部28は、調整部26から調整投影面情報、および、合成係数情報、の少なくとも一方を受け取り、受け取った情報に基づいて、調整投影面42に、取得部20で取得した複数の撮影画像を投影することで、投影画像を生成する。

【0114】

図12は、投影画像60の一例を示す模式図である。図12は、投影画像60の一例として、投影画像60Aを示した。生成部28は、調整部26から受付けた調整投影面情報によって表される形状の調整投影面42に、取得部20で取得した複数の撮影画像の各々を投影する。調整投影面42は、物体Bを含む重複領域Dの構成面40Aが上記調整処理によって変形された投影面である。

30

【0115】

このため、投影画像60Aは、重複領域Dに含まれる物体Bの像の二重映りおよび消失を抑制した画像となる。

【0116】

図13Aおよび図13Bは、従来技術の比較投影画像600の一例を示す模式図である。なお、図13Aおよび図13Bは、図12に示す投影画像60Aの生成に用いた撮影画像を基準投影面40に投影した例である。

40

【0117】

図13Aに示すように、従来技術では、重複領域Dに存在する物体Bの像が二重映りした比較投影画像600Aとなる場合があった。また、図13Bに示すように、従来技術では、重複領域Dに存在する物体Bが消失した比較投影画像600Bとなる場合があった。

【0118】

一方、本実施形態では、生成部28は、複数の撮影画像を調整投影面42へ投影することで、投影画像60を生成する。このため、図12に示すように、生成部28は、重複領域Dに存在する物体Bの像の二重映りまたは消失の抑制された投影画像60を生成するこ

50

とができる。

【0119】

なお、合成係数情報を受け付けた場合には、生成部28は、合成係数情報によって表されるインデックスの各々に付与された合成係数に応じて、複数の撮影領域Eの各々の撮影画像の透過値を変更した上で、調整投影面42に投影すればよい。

【0120】

図14は、投影画像60の一例を示す模式図である。図14には、投影画像60の一例として、投影画像60Cを示した。投影画像60Cは、合成係数情報によって表される合計係数に応じて透過値を調整した撮影画像を、調整投影面情報によって表される形状の調整投影面42に投影した投影画像60の一例である。言い換えると、投影画像60Cは、調整処理として投影面変形処理および画像合成調整処理を実行することで生成された投影画像60の一例であり、投影面40の形状を変更するとともに、画像合成領域Fの位置および範囲を物体Bに非重複となるように調整した投影画像60の一例である。

10

【0121】

このため、投影画像60Cは、重複領域Dに含まれる物体Bの像の二重映りおよび消失を抑制した画像となる。

【0122】

図15Aは、従来技術の比較投影画像600の一例を示す模式図である。図15Aは、図14に示す投影画像60Cの生成に用いた撮影画像を基準投影面40に投影した例である。図15Bは、図14に示す投影画像60Cの生成に用いた撮影画像を調整投影面42に投影した投影画像60Bの一例を示す模式図である。すなわち、図15Bに示す投影画像60Bは、調整処理として変形処理を実行することで生成された投影画像60の一例である。

20

【0123】

図15Aに示すように、従来技術では、重複領域Dに存在する物体Bが消失した比較投影画像600Cとなる場合があった。一方、調整処理として投影面40の変形処理を実行した場合を想定する。この場合、図15Bに示すように、投影画像60Bは、比較投影画像600Cに比べて、重複領域Dに含まれる物体Bの像の二重映りおよび消失の少なくとも一方(図15Bの場合は、物体Bの消失)が抑制された投影画像となる。そして、調整処理として変形処理および重複領域調整処理を実行した場合を想定する。この場合、図14に示すように、投影画像60Cは、図15Bに示す投影画像60Bに比べて、重複領域Dに含まれる物体Bの像の二重映りおよび消失の他方(図14の場合は、物体Bの像の二重映り)が更に抑制された投影画像となる。

30

【0124】

このため、調整部26は、変形処理および重複領域調整処理の双方を、調整処理として実行することが好ましい。

【0125】

図3に戻り説明を続ける。表示制御部30は、生成部28で生成された投影画像60を表示部16へ表示する制御を行う。このため、表示部16には、実空間に存在する物体Bの像の二重映りおよび消失の少なくとも一方の抑制された投影画像60が表示される。なお、表示制御部30は、投影画像60を仮想視点から視認した画像に変更するなどの各種画像処理を行った上で、表示部16に表示する表示制御を行ってもよい。

40

【0126】

次に、画像処理装置10が実行する画像処理の流れの一例を説明する。

【0127】

図16は、上述した、画像処理装置10が実行する画像処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【0128】

取得部20は、複数の撮影画像を複数の撮影部12から取得する(ステップS100)。また、取得部20は、複数の検知点Pの各々の位置情報を検出部14から取得する(ス

50

テップ S 1 0 2)。

【 0 1 2 9 】

判断部 2 2 は、記憶部 2 4 から基準投影面情報 2 4 A および重複領域情報 2 4 B を読取る (ステップ S 1 0 4)。

【 0 1 3 0 】

判断部 2 2 は、ステップ S 1 0 4 で読取った基準投影面情報 2 4 A によって表される基準投影面 4 0 に、ステップ S 1 0 2 で取得した位置情報によって規定される複数の検知点 P をマッピングする (ステップ S 1 0 6)。

【 0 1 3 1 】

判断部 2 2 は、ステップ S 1 0 4 で読取った重複領域情報 2 4 B と、ステップ S 1 0 6 のマッピング結果を用いて、重複領域 D に物体 B が含まれるか否かを判断する (ステップ S 1 0 8)。重複領域 D に物体 B が含まれると判断した場合 (ステップ S 1 0 8 : Y e s)、ステップ S 1 1 0 へ進む。

10

【 0 1 3 2 】

ステップ S 1 1 0 では、調整部 2 6 が、基準投影面 4 0 の構成面 4 0 A の調整処理を実行する (ステップ S 1 1 0)。ステップ S 1 1 0 の調整処理は、基準投影面 4 0 における、物体 B を含む重複領域 D を調整する処理である。上述したように、調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における重複領域 D の構成面を变形する变形処理、および、基準投影面 4 0 における重複領域 D 内に設定される画像合成領域の位置および範囲を調整する画像合成調整処理、の少なくとも一方を調整処理として実行する。調整処理の流れの詳細は後述する。

20

【 0 1 3 3 】

ステップ S 1 1 0 の処理によって、調整投影面 4 2 が生成され、基準投影面 4 0 の構成面 4 0 A を变形処理した調整投影面 4 2 の調整投影面情報、および、画像合成調整処理によって生成された合成係数情報が生成される。

【 0 1 3 4 】

次に、生成部 2 8 は、ステップ S 1 1 0 で生成された調整投影面 4 2 に、ステップ S 1 0 0 で取得した複数の撮影画像を、ステップ S 1 1 0 で生成された合成係数情報によって示される合成係数で合成して投影する (ステップ S 1 1 2)。ステップ S 1 1 2 の処理によって、生成部 2 8 は、投影画像 6 0 を生成する。そして、後述するステップ S 1 1 6 へ進む。

30

【 0 1 3 5 】

一方、ステップ S 1 0 8 で否定判断すると (ステップ S 1 0 8 : N o)、ステップ S 1 1 4 へ進む。ステップ S 1 1 4 では、生成部 2 8 は、ステップ S 1 0 0 で取得した撮影画像を基準投影面 4 0 へ投影する (ステップ S 1 1 4)。そして、ステップ S 1 1 6 へ進む。

【 0 1 3 6 】

ステップ S 1 1 6 では、表示制御部 3 0 が、ステップ S 1 1 2 で生成された投影画像 6 0 またはステップ S 1 1 6 で生成された投影画像を表示部 1 6 へ表示する表示制御を行う (ステップ S 1 1 6)。

【 0 1 3 7 】

次に、画像処理装置 1 0 は、画像処理を終了するかを判断する (ステップ S 1 1 8)。例えば、画像処理装置 1 0 は、画像処理の終了を示す指示入力を受付けたか否かを判別することで、ステップ S 1 1 8 の処理を実行する。ステップ S 1 1 8 で否定判断すると (ステップ S 1 1 8 : N o)、上記ステップ S 1 0 0 へ戻る。一方、ステップ S 1 1 8 で肯定判断すると (ステップ S 1 1 8 : Y e s)、本ルーチンを終了する。なお、ステップ S 1 1 8 からステップ S 1 0 0 へ戻る際、ステップ S 1 1 0 において生成された調整投影面 4 2 を、新たな基準投影面 4 0 として処理を継続するようにしてもよい。

40

【 0 1 3 8 】

次に、ステップ S 1 1 0 の調整処理である变形処理の流れの一例を説明する。

【 0 1 3 9 】

図 1 7 は、变形処理の流れの一例を示すフローチャートである。

50

【 0 1 4 0 】

調整部 2 6 は、ステップ S 1 0 2 (図 1 6 参照) で位置情報を取得した検知点の内、重複領域 D に含まれる物体 B を構成する検知点 P を結ぶ直線と、基準投影面 4 0 の構成面 4 0 A を構成する各分割領域の分割線と、の交点 Q を特定する (ステップ S 2 0 0) 。

【 0 1 4 1 】

次に、調整部 2 6 は、ステップ S 2 0 0 で特定した交点 Q のインデックスを検索する (ステップ S 2 0 2) 。そして、調整部 2 6 は、基準点 5 0 から該インデックスによって特定される交点 Q までの距離 L を算出する (ステップ S 2 0 4) 。ここで、距離 L は、底面 4 0 0 A に対して平行な水平方向の距離である。

【 0 1 4 2 】

調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A と基準点 5 0 との距離が該距離 L 以下となるように、該構成面 4 0 A の位置座標を変更する (ステップ S 2 0 6) 。ステップ S 2 0 6 の処理によって、基準投影面 4 0 における物体 B を含む重複領域 D の構成面 4 0 A が調整構成面 4 2 A に変形され、調整投影面 4 2 が生成される。そして、本ルーチンを終了する。

【 0 1 4 3 】

次に、ステップ S 1 1 0 の調整処理である画像合成調整処理の流れの一例を説明する。

【 0 1 4 4 】

図 1 8 は、画像合成調整処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【 0 1 4 5 】

調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における物体 B を含む重複領域 D 内に設定される画像合成領域 F を、該物体 B を含まない角度の画像合成領域 F ' に調整し、該画像合成領域 F ' の角度 (角度 1、角度 2) を算出する (ステップ S 3 0 0) 。

【 0 1 4 6 】

次に、調整部 2 6 は、ステップ S 3 0 0 で算出した画像合成領域 F ' の角度に応じたインデックスを検索する (ステップ S 3 0 2) 。

【 0 1 4 7 】

次に、調整部 2 6 は、重複領域 D のインデックスの各々に設定された合成係数を、ステップ S 3 0 2 で検索したインデックスの領域が画像合成領域 F ' となるように調整する (ステップ S 3 0 4) 。ステップ S 3 0 4 の処理によって、基準投影面 4 0 における、調整後の画像合成領域 F ' のインデックスには、0 より大きく且つ 1 未満の合成係数が付与される。また、重複領域 D における調整後の画像合成領域 F ' 以外の領域には、合成係数 “ 0 . 0 ” または “ 1 . 0 ” が付与された状態となる。そして、調整部 2 6 は、インデックスの各々に付与された調整後の合成係数を示す合成係数情報を、調整後の画像合成領域 F ' の位置および範囲を示す情報として、生成部 2 8 へ出力する。そして、本ルーチンを終了する。

【 0 1 4 8 】

以上説明したように、本実施形態の画像処理装置 1 0 は、取得部 2 0 と、判断部 2 2 と、調整部 2 6 と、を備える。取得部 2 0 は、撮影領域 E の一部が重複する複数の撮影画像を取得する。判断部 2 2 は、実空間に対応する仮想空間に仮想的に配置される画像投影面である、予め定められた形状の基準投影面 4 0 において、隣接する撮影画像の重複領域 D に、物体 B が含まれるか否かを判断する。調整部 2 6 は、基準投影面 4 0 における、物体 B を含む重複領域 D の調整処理を実行する。

【 0 1 4 9 】

ここで、従来技術では、重複領域 D に着目した画像処理は行われていなかった。このため、従来技術では、投影面に投影された撮影画像の重複領域 D に物体 B が存在する場合、投影画像における該物体 B の投影された領域に、物体 B の消失または物体 B の像の二重映りなどが発生する場合があった。

【 0 1 5 0 】

一方、本実施形態の画像処理装置 1 0 では、基準投影面 4 0 における、物体 B を含む重複領域 D の調整処理を実行する。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 1 】

このため、本実施形態の画像処理装置 1 0 は、調整部 2 6 による調整後の基準投影面 4 0 である調整投影面 4 2 に撮影画像を投影することで、撮影画像の重複領域 D に含まれる物体 B の消失または物体 B の像の二重映りを抑制することができる。

【 0 1 5 2 】

以上、実施形態について説明したが、本願の開示する画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラムは、上述の実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上述の実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。

10

【 0 1 5 3 】

なお、上記実施形態の画像処理装置 1 0 は、各種の装置やシステムに適用可能である。例えば、上記実施形態の画像処理装置 1 0 は、監視カメラから得られる映像を処理する監視カメラシステム、または、車外の周辺環境の画像を処理する車載カメラシステム、例えば、車載サラウンドビューモニターシステム、駐車支援システム、自動運転システムなどに適用することができる。

【符号の説明】

【 0 1 5 4 】

- 1 0 画像処理装置
- 2 0 取得部
- 2 2 判断部
- 2 6 調整部
- 2 8 生成部

20

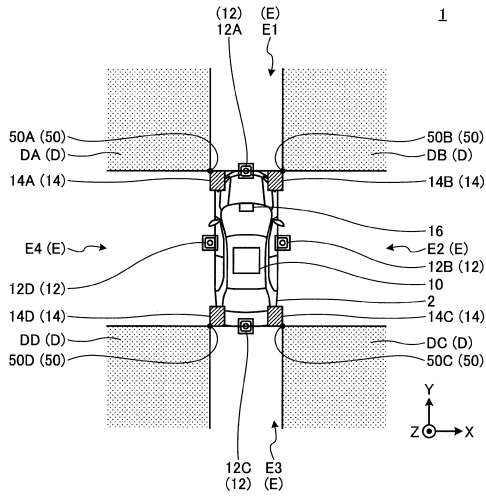
30

40

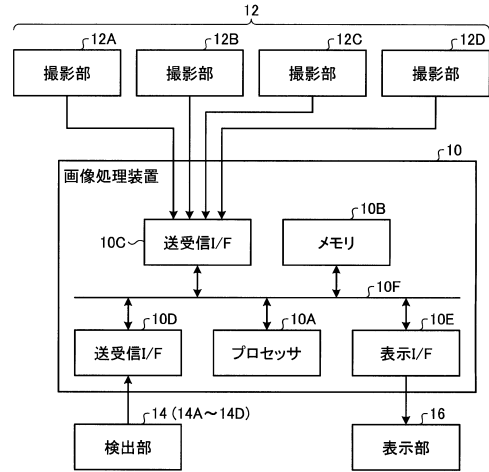
50

【 図面 】

【 図 1 】



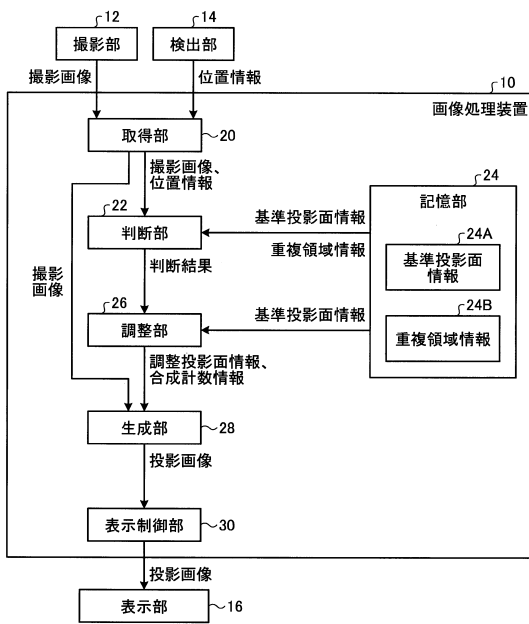
【 図 2 】



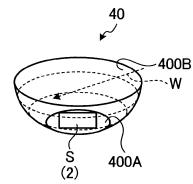
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

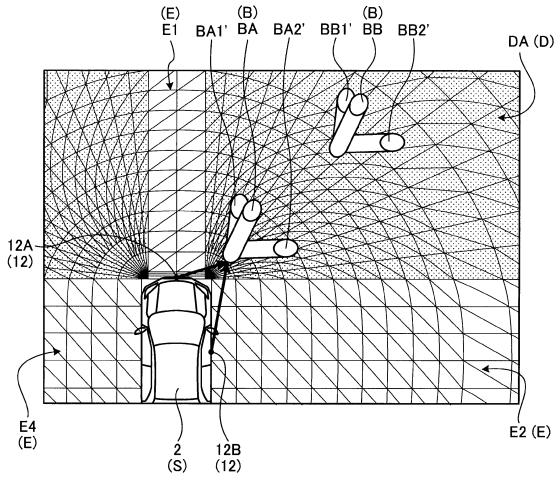


30

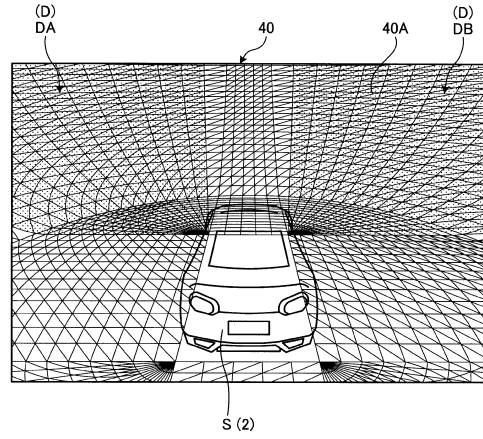
40

50

【 図 5 】



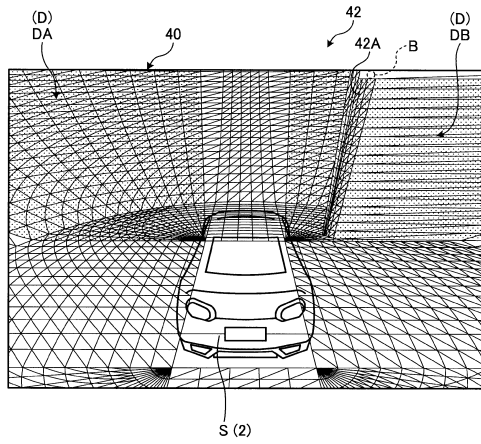
【 図 6 A 】



10

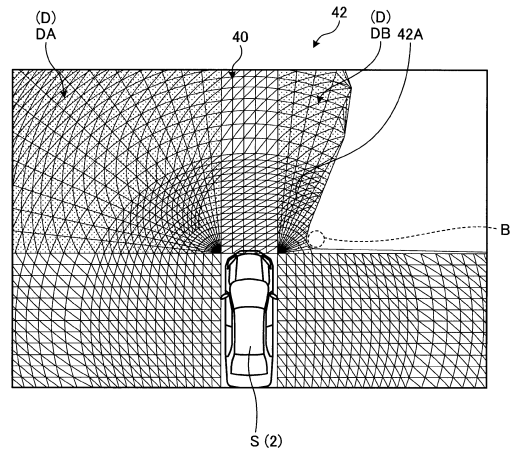
20

【 図 6 B 】



30

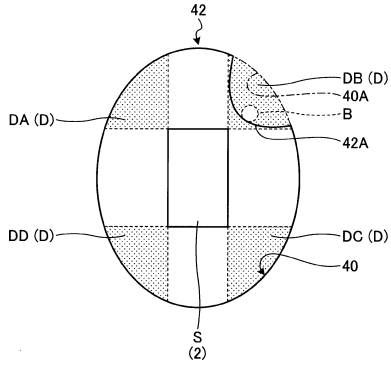
【 図 6 C 】



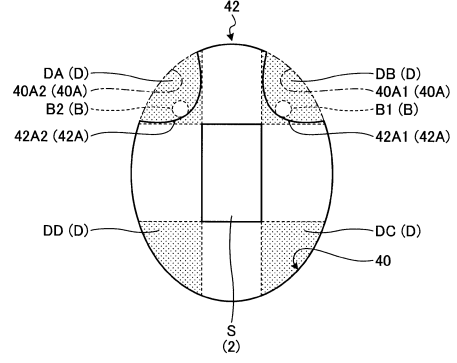
40

50

【 図 6 D 】

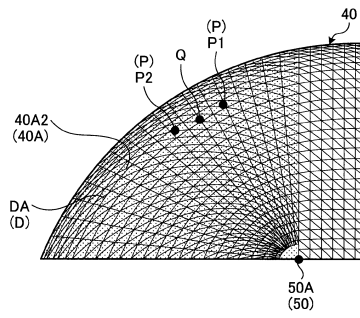


【 図 6 E 】

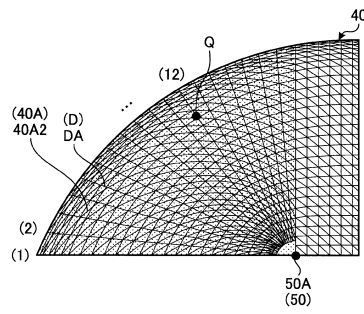


10

【 図 7 A 】



【 図 7 B 】



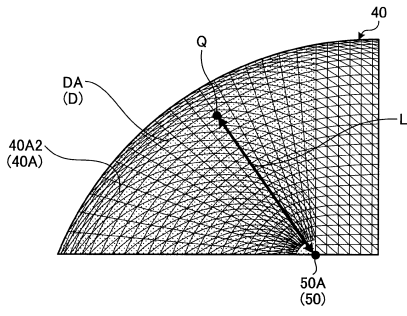
20

30

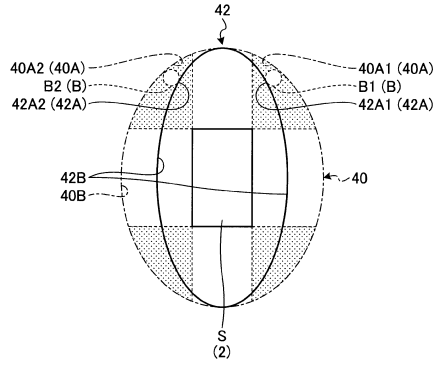
40

50

【 7 C 】



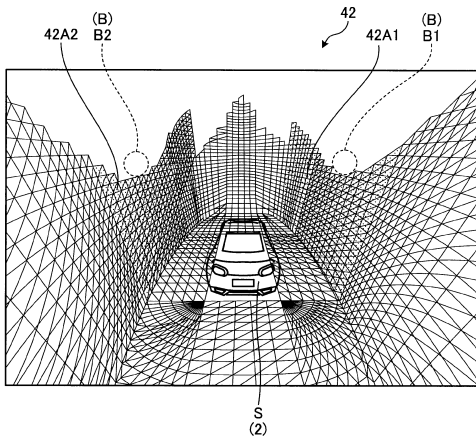
【 8 A 】



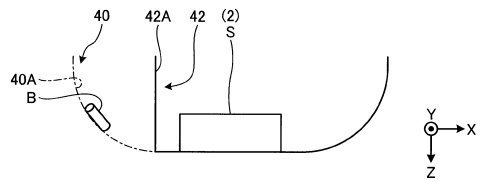
10

20

【 8 B 】



【 9 A 】

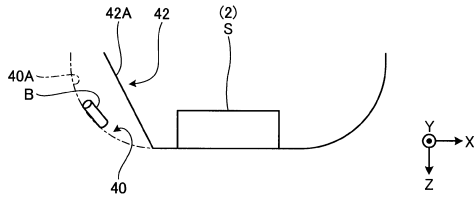


30

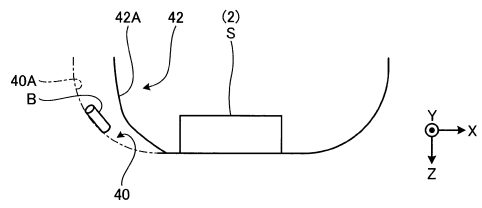
40

50

【 9 B 】

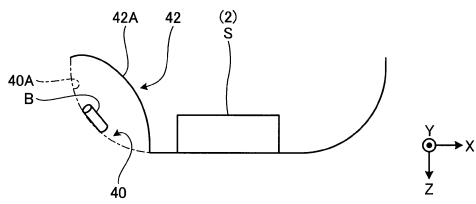


【 9 C 】

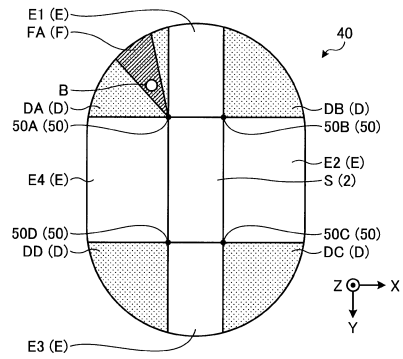


10

【 9 D 】



【 1 0 A 】



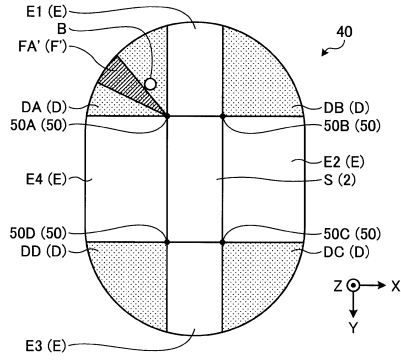
20

30

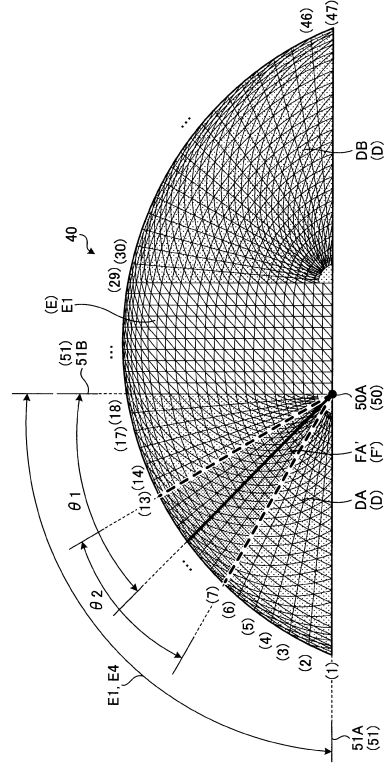
40

50

【図 10 B】



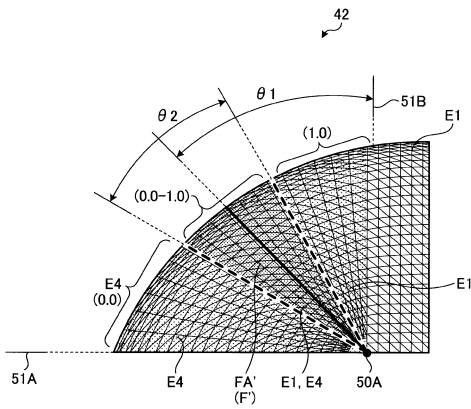
【図 11 A】



10

20

【図 11 B】



【図 12】



30

40

50

【 図 1 3 A 】



【 図 1 3 B 】

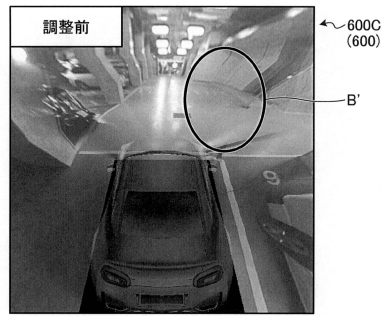


10

【 図 1 4 】



【 図 1 5 A 】



20

30

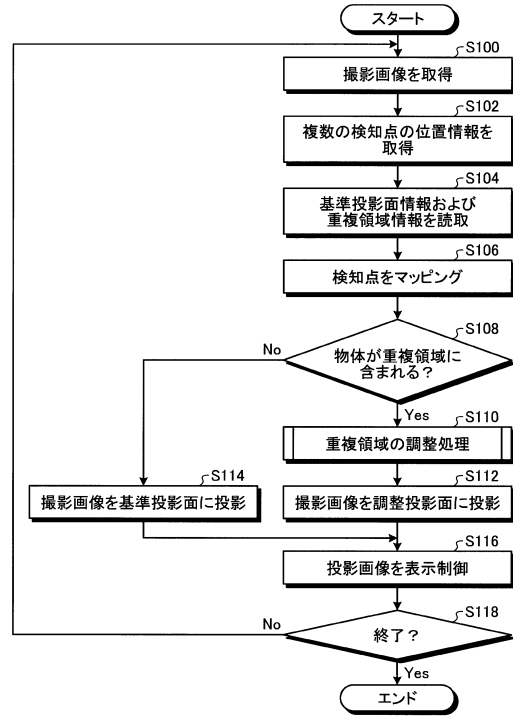
40

50

【 図 1 5 B 】



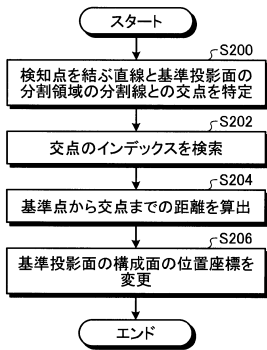
【 図 1 6 】



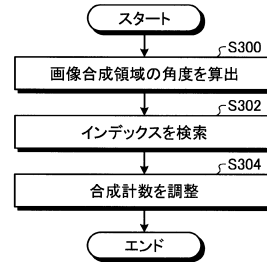
10

20

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2013/175753(WO, A1)

特開2014-041398(JP, A)

特開2017-068826(JP, A)

特開2015-192198(JP, A)

特開2019-185381(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G06T 1/00

G06T 3/40

H04N 7/18