

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5955003号
(P5955003)

(45) 発行日 平成28年7月20日(2016.7.20)

(24) 登録日 平成28年6月24日(2016.6.24)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N	5/74	(2006.01)	H04N	5/74	D
G03B	21/14	(2006.01)	G03B	21/14	Z
G09G	5/00	(2006.01)	G09G	5/00	510V
G09G	5/391	(2006.01)	G09G	5/00	520V
G09G	5/38	(2006.01)	G09G	5/38	A

請求項の数 9 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2012-14145 (P2012-14145)

(22) 出願日

平成24年1月26日(2012.1.26)

(65) 公開番号

特開2013-153392 (P2013-153392A)

(43) 公開日

平成25年8月8日(2013.8.8)

審査請求日

平成27年1月20日(2015.1.20)

(73) 特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 110001243

特許業務法人 谷・阿部特許事務所

(72) 発明者 中田 有一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

審査官 秦野 孝一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の投影手段から複数の画像を同時に投影することで1枚の画像を表示する投影システムにおいて、前記複数の投影手段に接続される画像処理装置であって、

前記複数の投影手段から投影された複数の投影画像を、複数の撮像手段を有する撮像装置を用いて互いに異なる視点位置から撮像することによって得られた、複数の撮像画像を入力する入力手段と、

前記複数の撮像画像における、それぞれが前記複数の投影画像のうちの一つに対応する画像領域である複数の投影領域の中で、対応する投影画像よりも画素数が少ない投影領域が存在する場合に、前記複数の撮像画像を用いて、少なくとも前記対応する投影画像よりも画素数が少ない投影領域の解像度が向上した高解像度画像を生成する生成手段と、

前記複数の投影手段からの投影により表示される1枚の画像において、前記複数の投影手段から投影される各画像に対応する領域を示す領域情報を取得する取得手段と、

前記領域情報が示す各領域において、位置合わせの為の基準点を設定する設定手段と、前記投影領域の中で、前記基準点に対応する点を検出する検出手段と、

前記高解像度画像に基づいて、前記複数の投影手段から投影される画像を変形させるための変形パラメータであって、前記複数の投影手段から投影される各画像が、前記領域情報が示す対応する領域にそれぞれ投影されるように、前記変形パラメータを決定する決定手段と

を有し、

10

20

前記決定手段は、前記検出手段により検出された点と、前記設定手段によって設定された前記基準点とが重なるように前記変形パラメータを決定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記複数の撮像画像は、第一の投影手段から投影された第一の投影画像を複数の異なる視点位置から撮像した第一の撮像画像群と、前記第一の投影手段とは異なる第二の投影手段から投影された第二の投影画像を複数の異なる視点位置から撮像した第二の撮像画像群とを含み、

前記生成手段は、前記第一の撮像画像群を用いて第一の高解像度画像を生成し、前記第二の撮像画像群を用いて第二の高解像度画像を生成し、

10

前記決定手段は、前記第一の高解像度画像を用いて前記第一の投影手段に対応する第一の変形パラメータを決定し、前記第二の高解像度画像を用いて前記第二の投影手段に対応する第二の変形パラメータを決定する

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】

前記設定手段は、前記領域情報が示す各領域の四隅を前記基準点として設定し、

前記検出手段は、前記投影領域についてコーナー検出処理を行うことにより、前記基準点に対応する点を検出する

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 4】

前記生成手段は、前記複数の撮像画像を用いて超解像処理を行うことにより、前記高解像度画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 5】

前記複数の撮像画像は、前記投影領域の画素数が対応する投影画像の画素数よりも大きい複数の望遠画像と、前記複数の望遠画像よりも画角が広い少なくとも一枚の広角画像とを含み、

前記広角画像における投影領域の画素数が対応する投影画像の画素数よりも大きい場合には、前記決定手段は前記広角画像を用いて前記変形パラメータを決定し、

前記広角画像における投影領域の画素数が対応する投影画像の画素数よりも小さい場合には、

30

前記生成手段は、前記複数の望遠画像をステッチ合成することで前記高解像度画像を生成し、前記決定手段は、前記高解像度画像を用いて前記変形パラメータを決定する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置と、該画像処理装置に接続された前記複数の投影手段とを有する投影システム。

【請求項 7】

前記複数の投影手段は、前記決定手段によって決定された前記変形パラメータを用いて変形された画像を投影することで、1枚の画像を表示することを特徴とする請求項 6 に記載の投影システム。

40

【請求項 8】

複数の投影手段から複数の画像を同時に投影することで1枚の画像を表示する投影システムにおいて、前記複数の投影手段に接続される画像処理装置によって実行される画像処理方法であって、

前記複数の投影手段から投影された複数の投影画像を、複数の撮像手段を有する撮像装置を用いて互いに異なる視点位置から撮像することによって得られた、複数の撮像画像を入力する入力工程と、

前記複数の撮像画像における、それぞれが前記複数の投影画像のうちの一つに対応する画像領域である複数の投影領域の中で、対応する投影画像よりも画素数が少ない投影領域

50

が存在する場合に、前記複数の撮像画像を用いて、少なくとも前記対応する投影画像よりも画素数が少ない投影領域の解像度が向上した高解像度画像を生成する生成工程と、

前記複数の投影手段からの投影により表示される1枚の画像において、前記複数の投影手段から投影される各画像に対応する領域を示す領域情報を取得する取得工程と、

前記領域情報が示す各領域において、位置合わせの為の基準点を設定する設定工程と、

前記投影領域の中で、前記基準点に対応する点を検出する検出工程と、

前記高解像度画像に基づいて、前記複数の投影手段から投影される画像を変形させるための変形パラメータであって、前記複数の投影手段から投影される各画像が、前記領域情報が示す対応する領域にそれぞれ投影されるように、前記変形パラメータを決定する決定工程と

10

を含み、

前記決定工程では、前記検出工程で検出された点と、前記設定工程で設定された前記基準点とが重なるように前記変形パラメータを決定する
むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項9】

コンピュータを請求項1乃至5のいずれか一項に記載の画像処理装置として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、複数の画像投影装置により单一画像を投影する画像投影システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、複数のプロジェクタから互いに異なる投影領域に画像を投影し、これらの投影画像をつなぎ合わせることで単一の画像を表示する方法が提案されている（例えば、特許文献1、2）。特許文献1では、投影領域が重複するように配置した複数のプロジェクタから校正用パターンを投影し、それらを基に投影画像に幾何補正等の補正処理を施すことにより、各投影画像を簡便につなぎ合わせている。特許文献2では、重複領域の輝度を空間周波数に応じて補正することにより、重複領域の位置ずれによる解像感の劣化を抑制している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特表2005-500756号公報

【特許文献2】特開2009-260932号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1では、複数のプロジェクタによって構成される表示領域の画面解像度に対してカメラのセンサ画素数が小さい場合に、投影画像間の位置ずれが大きくなり重疊領域の解像感が損なわれるという課題があった。また、特許文献2では、そもそも位置ずれ自体を軽減できず、特に高周波成分を含む画像を表示した際に解像感が損なわれるという課題があった。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る画像処理装置は、複数の投影手段から複数の画像を同時に投影することで1枚の画像を表示する投影システムにおいて、前記複数の投影手段に接続される画像処理装置であって、前記複数の投影手段から投影された複数の投影画像を、複数の撮像手段を有する撮像装置を用いて互いに異なる視点位置から撮像することによって得られた、複数の撮像画像を入力する入力手段と、前記複数の撮像画像における、それぞれが前記複数の

50

投影画像のうちの一つに対応する画像領域である複数の投影領域の中で、対応する投影画像よりも画素数が少ない投影領域が存在する場合に、前記複数の撮像画像を用いて、少なくとも前記対応する投影画像よりも画素数が少ない投影領域の解像度が向上した高解像度画像を生成する生成手段と、前記複数の投影手段からの投影により表示される1枚の画像において、前記複数の投影手段から投影される各画像に対応する領域を示す領域情報を取得する取得手段と、前記領域情報が示す各領域において、位置合わせの為の基準点を設定する設定手段と、前記投影領域の中で、前記基準点に対応する点を検出する検出手段と、前記高解像度画像に基づいて、前記複数の投影手段から投影される画像を変形させるための変形パラメータであって、前記複数の投影手段から投影される各画像が、前記領域情報が示す対応する領域にそれぞれ投影されるように、前記変形パラメータを決定する決定手段とを有し、前記決定手段は、前記検出手段により検出された点と、前記設定手段によつて設定された前記基準点とが重なるように前記変形パラメータを決定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、複数のプロジェクタを用いて单一の画像を表示する際に、投影画像間の位置ずれを抑制しつつ解像感を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施例1に係る画像処理装置のシステム構成の一例を示す図である。

20

【図2】実施例1に係る複数の撮像部を備えた多眼方式による撮像装置の一例を示す図である。

【図3】実施例1において、撮像装置で撮像した画像データを基に、複数のプロジェクタの投影領域をつなぎ合わせた单一の画像を表示する様子を示す図である。

【図4】実施例1に係る画像処理装置の機能構成図である。

【図5】実施例1に係る画像処理装置における画像処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】幾何補正用画像の一例を示す図であり、(a)は無地の白画像、(b)は格子模様の格子画像である。

【図7】撮像画像データの一例を示す図である。

30

【図8】補正係数算出用画像生成処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】各投影領域の画素数を算出する過程を示す図である。

【図10】実施例1における高解像度化処理を説明する図である。

【図11】補正係数算出処理の流れを示すフローチャートである。

【図12】表示領域と表示用画像との対応関係を示す図である。

【図13】高解像度画像と部分画像との対応関係を示す図である。

【図14】画像補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図15】表示用画像と部分画像の対応関係を示す図である

【図16】実施例2に係る複数の撮像部を備えた多眼方式による撮像装置の一例を示す図である。

40

【図17】実施例2において、撮像装置で撮像した画像データを基に、複数のプロジェクタの投影領域をつなぎ合わせた单一の画像を表示する様子を示す図である。

【図18】撮像画像データの一例を示す図である。

【図19】実施例2における高解像度化処理を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

(実施例1)

まず、本実施例に係る画像処理装置のシステム構成例について説明する。

【0009】

図1は、本実施例に係る画像処理装置100のシステム構成の一例を示す図である。同

50

図において、CPU101は、RAM102をワークメモリとして、ROM103及びハードディスクドライブ(HDD)105に格納されたプログラムを実行し、システムバス118を介して後述する各構成を制御する。これにより、後述する様々な処理が実行される。

【0010】

HDDインターフェイス(I/F)104は、HDD105や光ディスクドライブなどの二次記憶装置を接続する、例えばシリアルATA(SATA)等のインターフェイスである。

【0011】

CPU101は、HDDI/F104を介して、HDD105からのデータの読み出し¹⁰、およびHDD105へのデータの書き込みが可能である。さらにCPU101は、HDD105に格納されたデータをRAM102に展開し、同様に、RAM102に展開されたデータをHDD105に保存することが可能である。そしてCPU101は、RAM102に展開したデータをプログラムとみなし、実行することができる。

【0012】

撮像インターフェイス(I/F)106は、複数の撮像部(カメラユニット)を備えた撮像装置107を接続する、例えばUSBやIEEE1394などのシリアルバスインターフェイスである。CPU101は、撮像I/F106を介して撮像装置107を制御し、撮像を行うことが可能である。さらに、CPU101は、撮像I/F106を介して撮像装置107から撮像したデータを読み込むことが可能である。²⁰

【0013】

入力インターフェイス(I/F)108は、キーボードやマウスなどの入力デバイス¹⁰9を接続する、例えばUSBやIEEE1394等のシリアルバスインターフェイスである。CPU101は、入力I/F108を介して入力デバイス109からデータを読み込むことが可能である。

【0014】

出力インターフェイス(I/F)110～113は、画像をスクリーンなどに投影することにより表示する画像投影装置(プロジェクタ)114～117を接続する、例えばDVIやHDMI等の映像出力インターフェイスである。CPU101は、出力I/F110～113を介してプロジェクタ114～117にデータを送り、表示を実行させることができる。³⁰

【0015】

図2は、実施例1に係る、複数の撮像部を備えた多眼方式による撮像装置107の一例を示した図である。撮像装置107には、画像を撮像する9個の撮像部201～209を備えている。9個の撮像部は、正方格子上に均等に配置されている。

【0016】

撮像の指示を受けると、撮像部201～209が被写体の光情報をセンサ(像素子)で受光し、受光した信号がA/D変換されて、複数の画像(デジタルデータ)が同時に取得される。

【0017】

このような多眼方式の撮像装置により、同一の被写体を複数の視点位置から撮像した画像データ(多視点画像データ)を得ることができる。

【0018】

なお、ここでは撮像部の数を9個としたが撮像部の数は9個に限定されない。また、ここでは9個の撮像部が正方格子上に均等に配置される例について説明したが、各撮像部の配置は任意である。例えば、放射状や直線状に配置してもよいし、まったくランダムに配置してもよい。

【0019】

さらに、上述のような複数の撮像部を備えた撮像装置を用いる代わりに、一つの撮像部を有する撮像装置を用いて撮像位置を変えながら複数回撮像することで、多視点画像データ⁵⁰

タを得るようにもよい。

【0020】

本実施例では、図2に示す撮像装置107で同時に撮像した画像データを基に、4個のプロジェクタ114～117の投影領域をつなぎ合わせて後述の表示領域を構成し、単一の画像を表示する場合について説明する。図3は、撮像装置107で同時に撮像した画像データを基に、複数のプロジェクタの投影領域をつなぎ合わせた単一の画像を表示する様子を示す図である。異なる3種類の破線でそれぞれ示された3つの矩形領域301～303は、撮像装置107における複数の撮像部のうちの3つの撮像部についての撮像範囲をそれぞれ示している。すなわち、撮像範囲301は撮像部204に、撮像範囲302は撮像部205に、撮像範囲303は撮像部206にそれぞれ対応している。スクリーン304にはプロジェクタ114～117による4つの投影領域305～308が部分的に重複するように投影されている。そして、斜線で示された領域309は表示領域であり、ここに4つの投影領域305～308がつなぎ合わされて表示される。10

【0021】

この際、一の撮像部(個眼)で撮像した画像上において、投影領域に対応する画素数が各プロジェクタ114～117の画面解像度よりも小さい場合は、複数の撮像部で撮像した画像を基に投影領域をつなぎ合わせるための処理を行う。なお、撮像部201～209は全て同じ画角及びセンサ画素数であり、かつスクリーン304に正対しているものとする。

【0022】

また、プロジェクタの数は4つに限定されるものではなく、例えば6つや9つ等、任意の数で構わないことは言うまでもない。20

【0023】

図4は、本実施例に係る画像処理装置100の機能構成図である。この図4に示される構成は、画像処理アプリケーションソフトウェアとして実現される。すなわち、CPU101がHDD105等に格納された各種ソフトウェア(コンピュータプログラム)を実行することで実現される。

【0024】

画像処理装置100は、校正用パターン画像の画像データ、撮像パラメータ、プロジェクタ情報および表示用画像の画像データを入力デバイス109あるいはHDD105等の記憶装置から取得する。撮像パラメータには、各撮像部201～209の露光時間やISO感度等の撮像条件を含む。そして、プロジェクタ情報には、プロジェクタ114～117の画面解像度の情報を含む。30

【0025】

撮像装置制御部401は、取得された撮像パラメータに含まれる撮像条件に基づき、撮像装置107に対して撮像命令を送る。撮像装置107は受け取った撮像命令に基づき撮像を行うと、撮像された画像データが撮像IF106を介して補正係数算出用画像生成部402に送られる。

【0026】

補正係数算出用画像生成部402は、取得されたプロジェクタ情報に含まれるプロジェクタの画面解像度と撮像装置107から受け取った撮像画像データに基づき、補正係数算出用画像データを生成する。生成された補正係数算出用画像データは補正係数算出部403に送られる。40

【0027】

補正係数算出部403は、受け取った補正係数算出用画像データに基づいて、表示用画像に対して幾何補正を施すために必要な補正係数を算出する。算出された補正係数は画像補正部404に送られる。

【0028】

画像補正部404は、取得された表示用画像データに幾何補正処理を施し、補正画像データを生成する。生成された補正画像データは画像出力部405に送られる。50

【0029】

画像出力部405は、校正用パターン画像データおよび補正画像データを出力I/F110～113を介してプロジェクタ114～117に出力する。

【0030】

図5は、本実施例に係る画像処理装置100における画像処理の流れを示すフローチャートである。実際には、以下に示す手順を記述したコンピュータ実行可能なプログラムをROM103あるいはHDD105からRAM102上に読み込んだ後に、CPU101によって該プログラムを実行することによって当該処理が実行される。

【0031】

ステップ501において、画像処理装置100は、校正用パターン画像としての幾何補正用画像の画像データ、撮像パラメータ、プロジェクタ情報、表示用画像の画像データを取得する。図6は、幾何補正用画像の一例を示す図であり、(a)は無地の白画像、(b)は格子模様の格子画像である。以下では、(a)の白画像を幾何補正用画像に採用した場合を例に説明するものとする。

【0032】

ステップ502において、画像出力部405は、取得した校正用パターン画像の画像データをプロジェクタ114～117に出力する。これを受け各プロジェクタ114～117は、スクリーン304に校正用パターン画像(白画像)を投影する。

【0033】

ステップ503において、撮像装置制御部401は、撮像命令を撮像装置107に与え、撮像装置107から撮像画像(スクリーンに投影された白画像を撮像した画像)のデータを取得する。この際、プロジェクタ114～117の全投影状態と、プロジェクタ毎の個別の投影状態の2種類の撮像画像データを取得する。図7は、本ステップで取得される撮像画像データの一例を示す図である。画像セット0は、白画像が全てのプロジェクタによってスクリーン304に投影された状態を撮像した画像の組である。画像セット1～画像セット4は、白画像が個別のプロジェクタによってスクリーン304に投影された状態を撮像した画像の組である。画像セット1はプロジェクタ114に、画像セット2はプロジェクタ115に、画像セット3はプロジェクタ116に、画像セット4はプロジェクタ117にそれぞれ対応する。そして、いずれの画像セットも、撮像部201～209に対応した計9枚の画像を含んでいる。

【0034】

ステップ504において、補正係数算出用画像生成部402は、ステップ501で取得したプロジェクタ情報及びステップ503で取得した撮像画像データを基に、補正係数算出用画像データを生成する。具体的には、まず、プロジェクタ情報に含まれる各プロジェクタの画面解像度と、撮像画像の各プロジェクタの投影領域における画素数とを比較する。比較の結果、プロジェクタの画面解像度の方が小さい場合は、撮像画像に含まれる画像のうち撮像部205で撮像した画像を補正係数算出用画像とする。逆に、プロジェクタの画面解像度の方が大きい場合は、撮像部201～209で撮像した複数の画像を用いて高解像度処理を行って補正係数算出用画像を生成する。この補正係数算出用画像生成処理の詳細については後述する。

【0035】

ステップ505において、補正係数算出部403は、生成された補正係数算出用画像データを基に、表示用画像への幾何補正処理の際に使用する補正係数を算出する。補正係数算出処理の詳細については後述する。

【0036】

ステップ506において、画像補正部404は、生成された補正係数を用いて表示用画像に対し幾何補正処理を施し、プロジェクタ114～117で投影するための補正画像データを生成する。この補正処理の詳細については後述する。

【0037】

ステップ507において、画像出力部405は、生成された補正画像データをプロジェクタ114～117に介して出力する。

10

20

30

40

50

クタ114～117に出力する。これを受け各プロジェクタ114～117は、スクリーン304に補正画像を投影する。

【0038】

以上の処理により、表示用画像データが、複数のプロジェクタ114～117によって单一の画像として投影される。

【0039】

<補正係数算出用画像生成処理>

図8は、補正係数算出用画像生成処理の流れを示すフローチャートである。

【0040】

ステップ801において、補正係数算出用画像生成部402は、撮像画像のデータを受け取る。 10

【0041】

ステップ802において、補正係数算出用画像生成部402は、プロジェクタ情報より、各プロジェクタ114～117の画面解像度を取得する。画面解像度の情報は、例えば、 1920×1080 など、幅：Wの画素の数と高さ：Hの画素の数で与えられる。

【0042】

ステップ803において、補正係数算出用画像生成部402は、受け取った撮像画像データからプロジェクタ114～117の投影領域をそれぞれ検出し、各投影領域の画素数を算出する。この画素数算出処理では、撮像画像データ内の画像セット1～4に各々含まれる所定の撮像部（ここでは、撮像部205とする。）で撮像された4枚の画像を使用する。なお、これら4枚の画像を、プロジェクタ114～117の順にそれぞれ投影領域検出用画像1～投影領域検出用画像4と便宜的に呼ぶこととする。図9は、各投影領域の画素数を算出する過程を示す図である。最初に、投影領域検出用画像1～4に対して閾値処理による二値化を行う。これにより、投影領域検出用画像1～4の画素値が輝度値に変換される。そして、予め設定しておいた閾値thと、投影領域検出用画像1～4の各画素における輝度値とを比較し、輝度値が閾値th以上の画素を投影領域、輝度値が閾値thより小さい画素をその他の領域とし、それぞれ異なるラベル値を与えた二値画像1～4を生成する。そして、二値画像1～4に含まれる投影領域の画素数をそれぞれカウントする。T1～T4は、カウントされた画素数を表す。 20

【0043】

ステップ804において、補正係数算出用画像生成部402は、ステップ802で取得したプロジェクタ114～117の画面解像度から求められる画素数とステップ803で取得した各投影領域の画素数とを比較する。具体的には、まず、画面解像度のWとHとの積を求め、求められた値をSとする（ $W \times H = S$ ）。そして、得られた値SとT1～T4とを比較する。その結果、画面解像度から求められる画素数Sが、各投影領域の画素数T1～T4のいずれか1つよりも大きい場合はステップ805へ進む。一方、画面解像度から求められる画素数Sが、どのT1～T4よりも小さい場合は、撮像画像データ内の各画像セットに含まれる所定の撮像部で撮像した画像（例えば、撮像部205で撮像した画像）を補正係数算出用画像に決定しステップ806に進む。 30

【0044】

ステップ805において、補正係数算出用画像生成部402は、撮像画像を基に高解像度化処理（本実施例では超解像処理）を行い、補正係数算出用画像を生成する。図10は、本実施例における高解像度化処理の様子を説明する図である。図10に示すように、画像セット0～4に対しそれぞれ超解像処理を施し、高解像度画像0～4を生成する。超解像処理としては、MAP（Maximum A Posterior）法やIBP（Iterative Back Projection）法などの既存の方法が適用可能である。以下、MAP法を用いて画像セット0から高解像度画像0を生成する場合について述べる。MAP法は、二乗誤差に高解像度画像の確率情報を付加した評価関数を最小化するような高解像度画像を推定する方法である。具体的には、下記に示す式（1）に従い高解像度画像に対するある先見情報と画像間の位置ずれを表すパラメータを利用し、事後確率を 40

最大化する最適問題として高解像度画像の推定を行う。

【0045】

【数1】

$$X = \arg \min \left[\alpha \|CX\|^2 + \sum_k \frac{1}{\sigma_k^2} \|Y_k - DBM_k X\|^2 \right] \quad \dots \text{式 (1)}$$

【0046】

ここで、 X は高解像度画像0、 Y_k は画像セット0に含まれる画像データである。 D はあらかじめ設定しておいたダウンサンプリング処理を表す行列である。 B はあらかじめ設定しておいたPSFによる劣化処理を行う行列である。 M は画像データ間の位置ずれを表す行列であり、撮像部205で撮像した画像を基準に他の画像の位置ずれ量を推定することで求める。 C は推定された高解像度画像0に適用される線形フィルタを表す行列であり、例えばラプラシアンフィルタ等が適用できる。 σ_k は画像セット0に含まれる画像データのノイズ量の標準偏差、 α は平滑化度合いを調整するパラメータである。式(1)に示す最小化問題を最急降下法を用いて解くことで、画像セット0に含まれる画像データから高解像度画像0を推定する。このような超解像処理を画像セット0~4にそれぞれ施して生成された高解像度画像0~4が、補正係数算出用画像となる。

【0047】

ステップ806において、補正係数算出用画像生成部402は、生成された補正係数算出用画像データを補正係数算出部403に出力し、本処理を終了する。

【0048】

なお、上記ステップ804においては、プロジェクト114~117の画面解像度から求められる画素数と投影領域の画素数との比較を行った。しかし、例えば、投影領域に外接する矩形を検出し、その幅W'および高さH'を画面解像度のWおよびHと比較するなどの方法でも構わない。

【0049】

また、プロジェクト114~117の画面解像度(画素数)と投影領域の画素数との関係が予め分かっていれば、その情報をHDD105等に記憶しておき、ステップ802~ステップ804のステップを省くようにしてもよい。

【0050】

<補正係数算出処理>

図11は、補正係数算出処理の流れを示すフローチャートである。

【0051】

ステップ1101において、補正係数算出部403は、補正係数算出用画像のデータを受け取る。なお、以下の説明では、補正係数算出用画像データとして高解像度画像0~4の画像データが含まれるものとして説明する。

【0052】

ステップ1102において、補正係数算出部403は、表示用画像を投影する表示領域を決定する。具体的には、受け取った高解像度画像データのうち高解像度画像0をユーザが参照しながら、表示領域となる矩形領域をマウス等で指定する。そして、当該指定された領域が表示領域に設定される。この場合において、設定される表示領域のアスペクト比は表示用画像と同一にする。ここで、図12に示すように表示領域の四隅の画素をそれぞれP00~P03とし、このP00~P03に対応する表示用画像の四隅の画素をそれぞれQ00~Q03とする。

【0053】

ステップ1103において、補正係数算出部403は、表示用画像と高解像度画像0との間の補正係数(幾何変換係数)を、ステップ1102で設定された表示領域の四隅P00~P03および表示用画像の四隅Q00~Q03を用いて算出する。算出される幾何変換係数が、図12において、 a_{00} ~ a_{07} で示されている。以下、幾何変換係数の算出方法について述べる。

10

20

30

40

50

【0054】

表示用画像内の画素を(x 、 y)、高解像度画像0内の画素を(x'' 、 y'')としたとき、 $a_{00} \sim a_{07}$ 、 x 、 y 、 x'' 、 y'' の関係は式(2)で表すことができる。

【0055】

【数2】

$$\begin{aligned} x &= \frac{a_{00}x'' + a_{01}y'' + a_{02}}{a_{06}x'' + a_{07}y'' + 1} \\ y &= \frac{a_{03}x'' + a_{04}y'' + a_{05}}{a_{06}x'' + a_{07}y'' + 1} \end{aligned} \quad \cdots \text{式 (2)}$$

10

【0056】

式(2)を展開し、高解像度画像0の四隅の画素 $P_{00} \sim P_{03}$ の座標と、 $P_{00} \sim P_{03}$ に対応する表示用画像の四隅の画素 $Q_{00} \sim Q_{03}$ の座標を用いることで、式(3)の連立方程式を導くことができる。

【0057】

【数3】

$$\left[\begin{array}{c|ccccc|cc} x_0 & x_0'' & y_0'' & 1 & 0 & 0 & -x_0x_0'' & -x_0y_0'' \\ x_1 & x_1'' & y_1'' & 1 & 0 & 0 & -x_1x_1'' & -x_1y_1'' \\ x_2 & x_2'' & y_2'' & 1 & 0 & 0 & -x_2x_2'' & -x_2y_2'' \\ x_3 & x_3'' & y_3'' & 1 & 0 & 0 & -x_3x_3'' & -x_3y_3'' \\ y_0 & 0 & 0 & x_0'' & y_0'' & 1 & -y_0x_0'' & -x_0y_0'' \\ y_1 & 0 & 0 & x_1'' & y_1'' & 1 & -y_1x_1'' & -x_1y_1'' \\ y_2 & 0 & 0 & x_2'' & y_2'' & 1 & -y_2x_2'' & -x_2y_2'' \\ y_3 & 0 & 0 & x_3'' & y_3'' & 1 & -y_3x_3'' & -x_3y_3'' \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} a_{00} \\ a_{01} \\ a_{02} \\ a_{03} \\ a_{04} \\ a_{05} \\ a_{06} \\ a_{07} \end{array} \right] \quad \cdots \text{式 (3)}$$

20

【0058】

ここで、 $P_{00} \sim P_{03}$ の座標をそれぞれ(x_0 、 y_0) ~ (x_3 、 y_3)、 $Q_{00} \sim Q_{03}$ の座標をそれぞれ(x''_0 、 y''_0) ~ (x''_3 、 y''_3)とする。この式(3)で示される連立方程式を解くことによって幾何変換係数 $a_{00} \sim a_{07}$ が算出される。

30

【0059】

ステップ1104において、補正係数算出部403は、高解像度画像1~4と補正画像との間の幾何変換係数を算出する。ここで、補正画像データは、プロジェクタ114~117で各々投影される部分画像データ(部分画像m、 $m = 1 \sim 4$ 以下、同じ。)からなる。算出される幾何変換係数が、図13において、 $a_{m0} \sim a_{m7}$ ($a_{10} \sim a_{17}$ 、 $a_{20} \sim a_{27}$ 、 $a_{30} \sim a_{37}$ 、 $a_{40} \sim a_{47}$)で示されている。以下、算出方法について述べる。

【0060】

まず、高解像度画像1~4のそれぞれに対してコーナー検出処理を施し、部分画像1~4の四隅の画素 $P_{m0} \sim P_{m3}$ に対応する高解像度画像1~4の四隅の画素 $Q_{m0} \sim Q_{m3}$ を検出する(図13参照)。以下、これらの対応する画素の座標を用いてステップ1103と同様に4組の幾何変換係数 $a_{m0} \sim a_{m7}$ を算出する。高解像度画像1~4内の画素を(x'' 、 y'')、部分画像1~4内の画素を(x' 、 y')、としたとき $a_{m0} \sim a_{07}$ 、 x'' 、 y'' 、 x' 、 y' の関係は式(4)で表すことができる。

40

【0061】

【数4】

$$\begin{aligned} x'' &= \frac{a_{m0}x' + a_{m1}y' + a_{m2}}{a_{m6}x' + a_{m7}y' + 1} \\ y'' &= \frac{a_{m3}x' + a_{m4}y' + a_{m5}}{a_{m6}x' + a_{m7}y' + 1} \end{aligned} \quad \cdots \text{式 (4)}$$

50

【0062】

式(4)を展開し、部分画像1～4の四隅の画素Pm0～Pm3の座標と、Pm0～Pm3に対応する高解像度画像1～4の画素Qm0～Qm3の座標を用いることで、式(5)の連立方程式を導くことができる。

【0063】

【数5】

$$\begin{bmatrix} x''_0 \\ x''_1 \\ x''_2 \\ x''_3 \\ y''_0 \\ y''_1 \\ y''_2 \\ y''_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x'_0 & y'_0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x''_0x'_0 & -x''_0y'_0 \\ x'_1 & y'_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x''_1x'_1 & -x''_1y'_1 \\ x'_2 & y'_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x''_2x'_2 & -x''_2y'_2 \\ x'_3 & y'_3 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x''_3x'_3 & -x''_3y'_3 \\ 0 & 0 & 0 & x'_0 & y'_0 & 1 & -y''_0x'_0 & -y''_0y'_0 \\ 0 & 0 & 0 & x'_1 & y'_1 & 1 & -y''_1x'_1 & -y''_1y'_1 \\ 0 & 0 & 0 & x'_2 & y'_2 & 1 & -y''_2x'_2 & -y''_2y'_2 \\ 0 & 0 & 0 & x'_3 & y'_3 & 1 & -y''_3x'_3 & -y''_3y'_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{m0} \\ a_{m1} \\ a_{m2} \\ a_{m3} \\ a_{m4} \\ a_{m5} \\ a_{m6} \\ a_{m7} \end{bmatrix} \quad \dots \text{式(5)} \quad 10$$

【0064】

ここで、Pm0～Pm3の座標をそれぞれ(x''_0, y''_0)～(x''_3, y''_3)、Q₀₀～Q₀₃の座標をそれぞれ(x'_0, y'_0)～(x'_3, y'_3)とする。この式(5)で示される連立方程式を解くことによって幾何変換係数 a_{m0} ～ a_{m7} が算出される。 20

【0065】

ステップ1105において、補正係数算出部403は、ステップ1103及びステップ1104で各々算出された幾何変換係数 a_{00} ～ a_{07} と a_{m0} ～ a_{m7} (a_{10} ～ a_{17} 、 a_{20} ～ a_{27} 、 a_{30} ～ a_{37} 、 a_{40} ～ a_{47})を補正係数として出力する。

【0066】

なお、本実施例では、ステップ1102においてユーザの手動による指定に基づいて表示領域を設定することとしたが、表示領域の設定方法はこれに限るものではない。例えば、高解像度画像0からプロジェクタ114～117による投影領域を検出し、検出された投影領域に内接するように表示領域を自動で設定してもよい。

【0067】

<画像補正処理> 30

図14は、画像補正処理の流れを示すフローチャートである。

【0068】

ステップ1401において、画像補正部404は、表示用画像のデータを受け取る。

【0069】

ステップ1402において、画像補正部404は、補正係数算出部403から補正係数を取得する。

【0070】

ステップ1403において、画像補正部404は、処理対象とする画像を選択する。処理開始直後の時点では、初期化処理により、処理対象画像として部分画像1が選択される。 40

【0071】

ステップ1404において、画像補正部404は、選択された処理対象画像における処理対象画素{座標:(x' 、 y')}を選択する。処理開始直後の時点では、初期化処理により、(0, 0)が座標の初期値として選択される。

【0072】

ステップ1405において、画像補正部404は、取得した補正係数(幾何変換係数)を用いて処理対象画素に対応する表示用画像上の画素{座標:(x 、 y)}を算出する。この際、図15に示すように、幾何変換係数 a_{00} ～ a_{07} および幾何変換係数(a_{10} ～ a_{17} 、 a_{20} ～ a_{27} 、 a_{30} ～ a_{37} 、 a_{40} ～ a_{47})のうち処理対象画像に対応したものを用いて算出 50

処理を行う。例えば、処理対象画像として部分画像 1 が選択されている場合であれば、まず、幾何変換係数 $a_{10} \sim a_{17}$ を用いて選択された処理対象画素に対応する処理対象画像上の座標 (x'' 、 y'') を式(4)に従って算出する。その後、幾何変換係数 $a_{00} \sim a_{07}$ を用いて、算出された座標 (x'' 、 y'') に対応する表示用画像上の座標 (x 、 y) を式(2)に従って算出する。

【0073】

ステップ 1406において、画像補正部 404 は、算出した表示用画像上の座標 (x 、 y) に対応する画素値を算出し、選択された処理対象画素 { 座標 : (x' 、 y') } の画素値とする。

【0074】

ステップ 1407において、画像補正部 404 は、処理対象画像内のすべての画素について画素値が算出されたかどうかを判定する。算出されていない画素がある場合はステップ 1404 へ戻り、次の画素が選択される。一方、すべての画素について画素値が算出されていれば、ステップ 1408 へ進む。

【0075】

ステップ 1408において、画像補正部 404 は、すべての部分画像 1 ~ 4 について処理が終了したかどうかを判定する。未処理の部分画像があれば、ステップ 1403 へ戻り、次の部分画像を処理対象画像に選択する。一方、すべての部分画像について処理が終了していれば、ステップ 1409 へ進む。

【0076】

ステップ 1409において、画像補正部 404 は、幾何補正処理のされた部分画像 1 ~ 4 の画像データを画像出力部 405 に出力する。

【0077】

そして、幾何補正処理のされた部分画像 1 ~ 4 がプロジェクタ 114 ~ 117 によってスクリーン 304 に投影される。

【0078】

このように本実施例によれば、複数のプロジェクタによって投影される画像をつなぎ合わせて単一の画像を表示する際に、各画像に対し適切な補正がなされる。その結果、投影画像間の位置ずれを抑制し解像感を向上させることができる。

【0079】

(実施例 2)

実施例 1 では、画角の等しい撮像部を複数備えた撮像装置を用いて、スクリーンに投影された校正用パターン画像を撮像する態様について説明した。次に、画角の異なる撮像部を複数備えた撮像装置を使用する態様について、実施例 2 として説明する。なお、実施例 1 と共に通する部分については説明を簡略化ないしは省略し、ここでは差異点を中心に説明することとする。

【0080】

図 16 は、実施例 2 に係る、複数の撮像部を備えた多眼方式による撮像装置 1610 の一例を示した図である。本実施例に係る撮像装置 1610 は、二種類の撮像部で構成される。1 つは中央に位置する撮像部 1601 であり、もう 1 つはその周囲を囲むように配置される撮像部 1602 ~ 1609 である。撮像部 1601 と撮像部 1602 ~ 1609 とでは焦点距離が異なり、後者の焦点距離の方が長い。そのため、図 17 に示すように撮像部 1602 ~ 1609 による撮像範囲は、撮像部 1601 による撮像範囲と比較して小さくなる。

【0081】

図 18 は、本実施例に係る撮像装置 1610 によって、スクリーンに投影された校正用パターン画像を撮像した撮像画像データの一例を示す図である。実施例 1 と同様、画像セット 0 は全てのプロジェクタによって投影された状態を撮像した画像の組であり、画像セット 1 ~ 画像セット 4 は、それぞれ別個のプロジェクタによって投影された状態を撮像した画像の組である。そして、画像セット 1 ~ 4 はプロジェクタ 114 ~ 117 にそれぞれ

10

20

30

40

50

対応しており、いずれの画像セットも、撮像部 1601～1609 に対応した計 9 枚の画像が含まれている。

【0082】

上記のような撮像画像データが得られる本実施例では、実施例 1 と比較し、図 8 のフローチャートのステップ 805 で行う高解像度化処理の内容が異なってくる。以下、本実施例における高解像度化処理について説明する。

【0083】

本実施例におけるステップ S705 では、撮像画像データ 1801 に含まれる画像セット 0～4 にそれぞれスティッチ処理を施すことにより、図 19 に示されるような高解像度画像 0～4 からなる画像データを生成する。スティッチ処理としては、例えば以下に述べる方法が適用可能である。まず、各画像セット中の撮像部 1602～1609 で撮像された画像と、それらの画像に対応する撮像部 1601 で撮像された画像内の領域との差分を算出する。そして、算出された差分に応じた補正処理を撮像部 1602～1609 で撮像された画像に対して実行する。最後に、補正後の各画像を合成し、高解像度画像を生成する。なお、スティッチ処理の他の方法として、撮像画像内から抽出した特徴点をマッチングさせることにより画像をつなぎ合わせる方法なども適用可能である。10

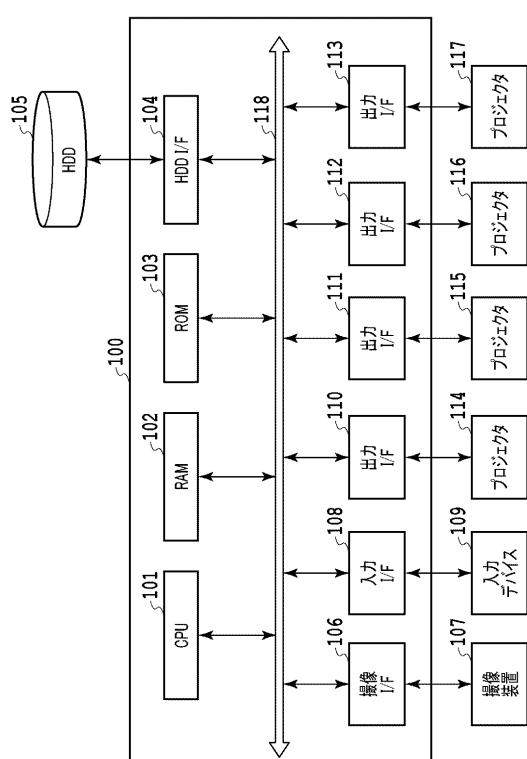
【0084】

上記のような処理を図 19 で示される画像セット 0～4 にそれぞれ施すことにより、高解像度画像 0～4 が生成され、それらが補正計数算出用画像として、補正計数算出部 403 に出力される。20

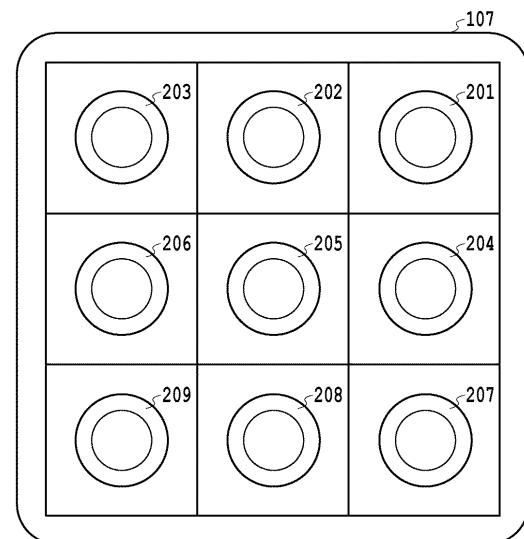
【0085】

その余の処理は、実施例 1 と同じであるので、以降の説明は省略する。

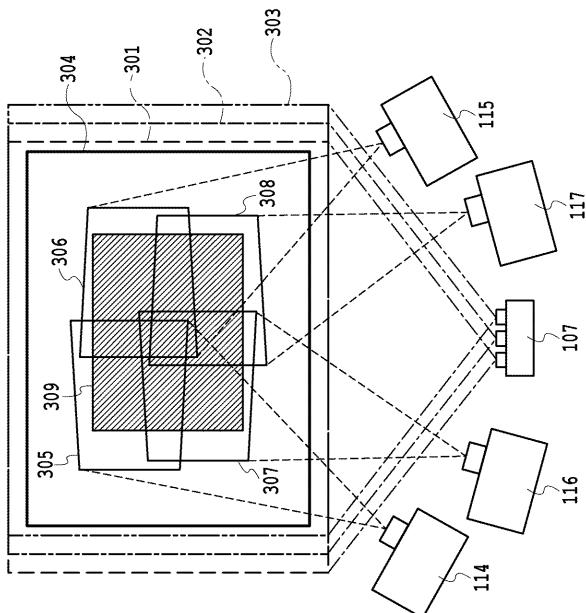
【図 1】



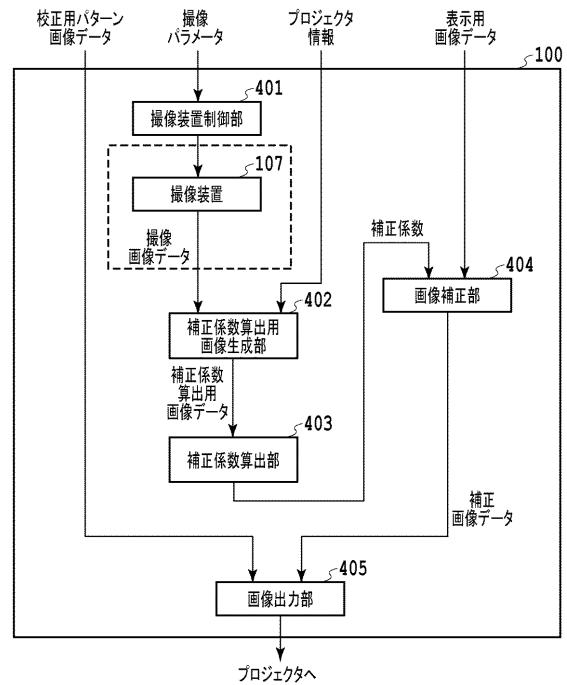
【図 2】



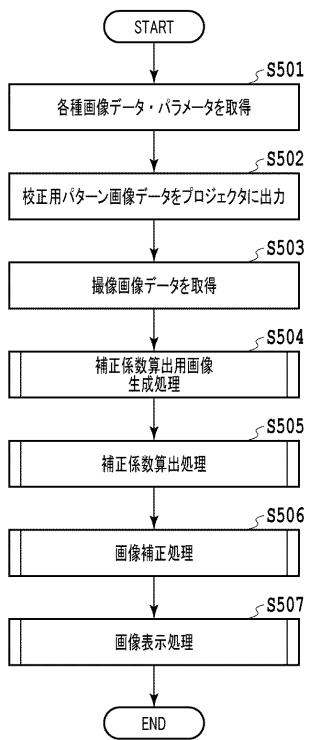
【図3】



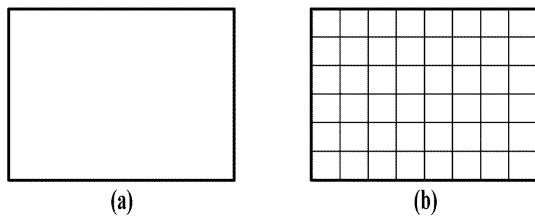
【図4】



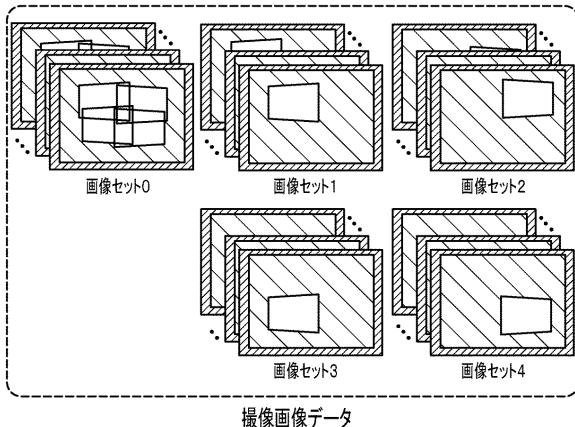
【図5】



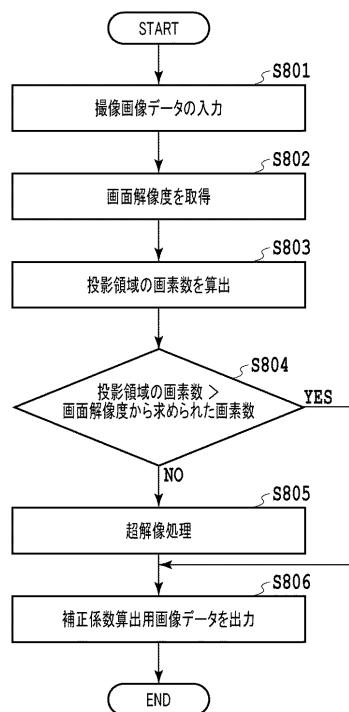
【図6】



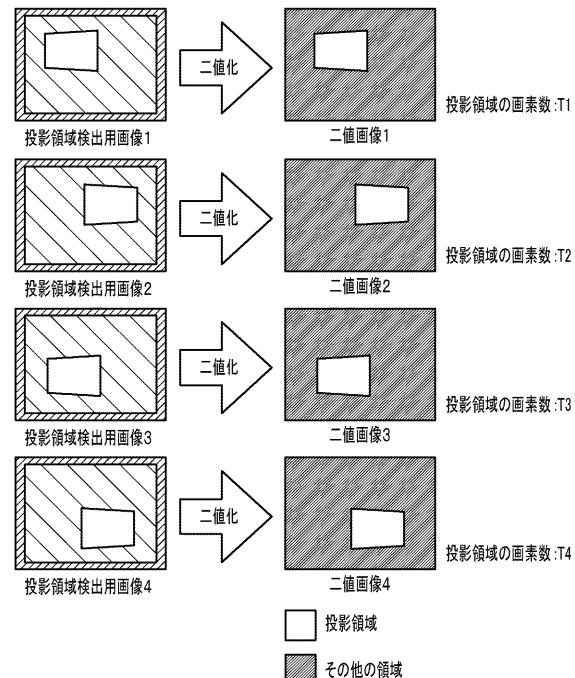
【図7】



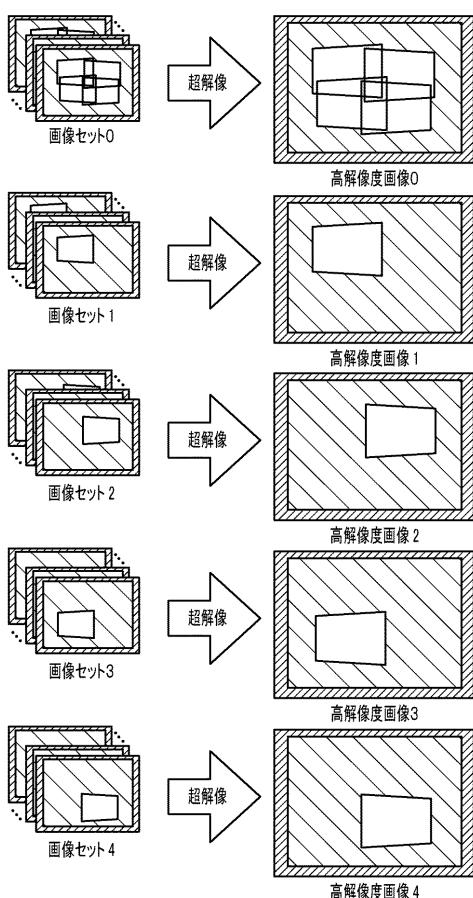
【図8】



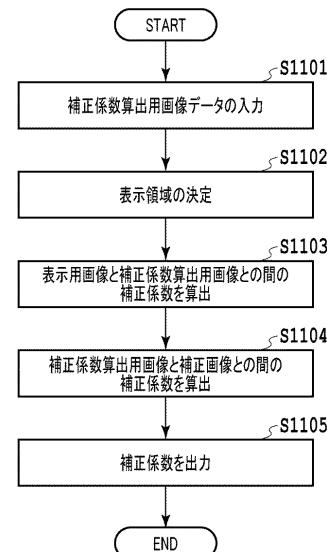
【図9】



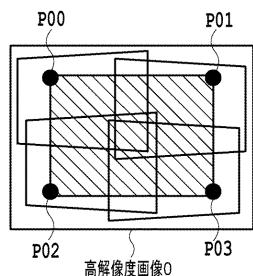
【図10】



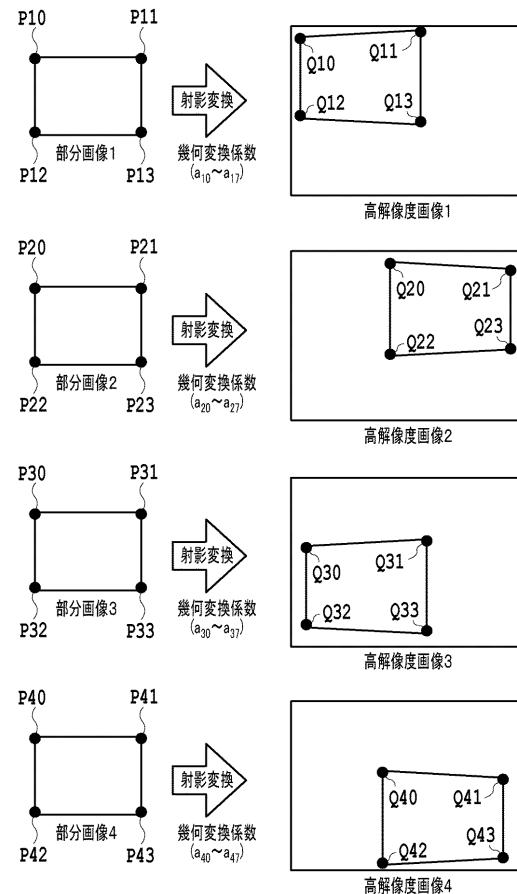
【図11】



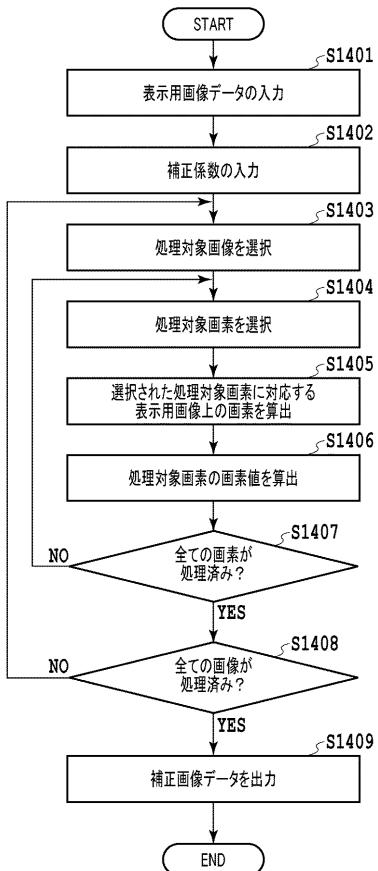
【図12】



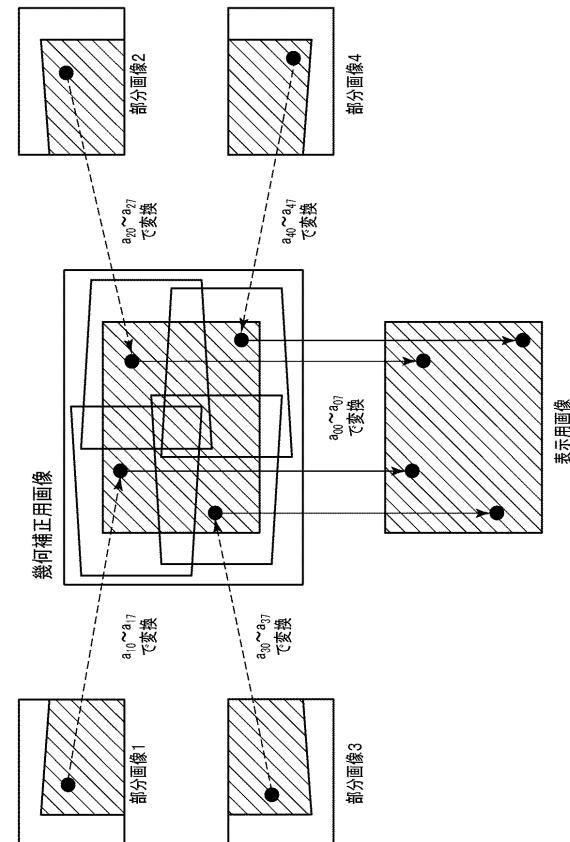
【図13】



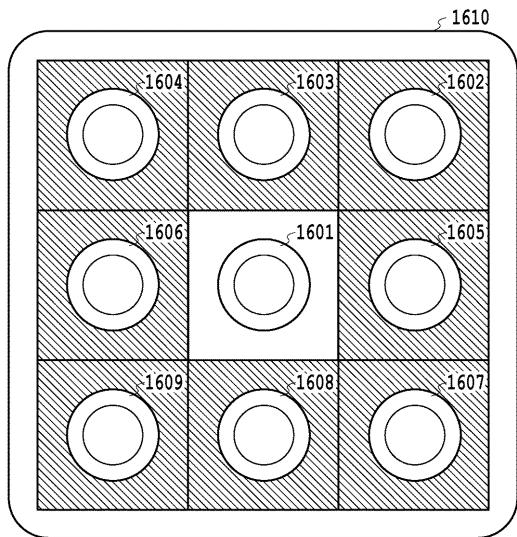
【図14】



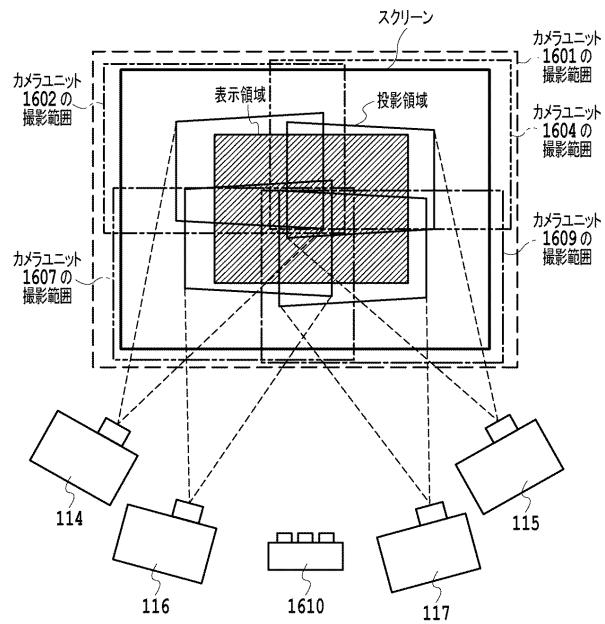
【図15】



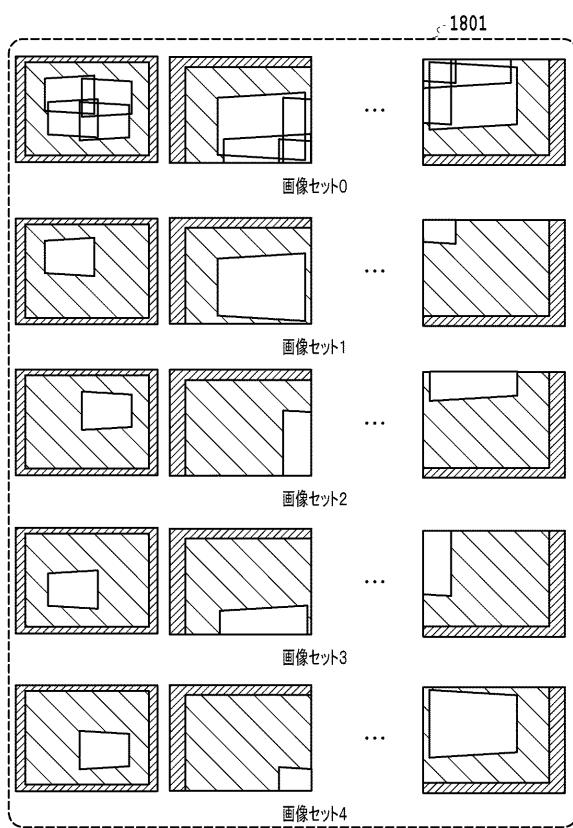
【図16】



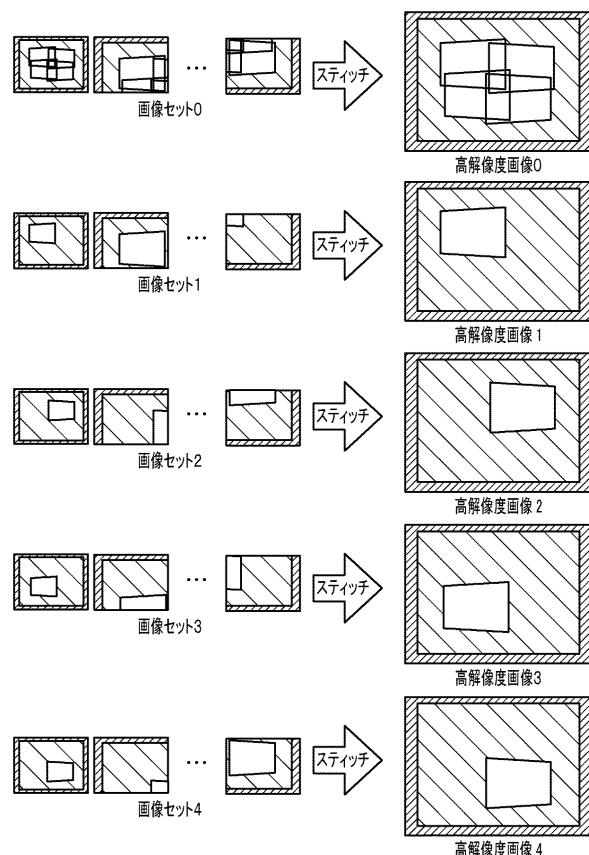
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
G 0 9 G	3/20	(2006.01)	
		G 0 9 G	5/00
		G 0 9 G	3/20
		G 0 9 G	3/20
		G 0 9 G	3/20

(56)参考文献 特開2006-140831(JP,A)

特開2005-244835(JP,A)

特開2004-15205(JP,A)

特開平9-326981(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N	5 / 7 4
G 0 3 B	2 1 / 1 4
G 0 9 G	5 / 0 0
G 0 9 G	5 / 3 8
G 0 9 G	5 / 3 9 1
G 0 9 G	3 / 2 0