

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-161908

(P2017-161908A)

(43) 公開日 平成29年9月14日 (2017.9.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G03B 21/14 (2006.01)	G03B 21/14 E	2K203
H04N 5/74 (2006.01)	H04N 5/74 D	5C058
H04N 9/31 (2006.01)	H04N 9/31 A	5C060
G09G 5/00 (2006.01)	G09G 5/00 510B	5C182
	G09G 5/00 510V	
審査請求 有 請求項の数 27 O L 外国語出願 (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-56604 (P2017-56604)	(71) 出願人	509258511
(22) 出願日	平成29年3月22日 (2017.3.22)		スケーラブル ディスプレイ テクノロジ
(62) 分割の表示	特願2013-538992 (P2013-538992) の分割		ーズ インコーポレイテッド
原出願日	平成23年11月15日 (2011.11.15)		アメリカ合衆国マサチューセッツ州021
(31) 優先権主張番号	61/413,520		39 ケンブリッジ・マサチューセッツア
(32) 優先日	平成22年11月15日 (2010.11.15)		ヴェニュー585番地スイート4
(33) 優先権主張国	米国 (US)		585 Massachusetts A
			ve, Ste 4, Cambridge,
			MA 02139 U. S. A.
		(74) 代理人	100119378
			弁理士 栗原 弘幸
		(72) 発明者	ティモナー, サムソン, ジェイ.
			アメリカ合衆国マサチューセッツ州021
			41, ケンブリッジ, パークシアーストリ
			ート66
			最終頁に続く

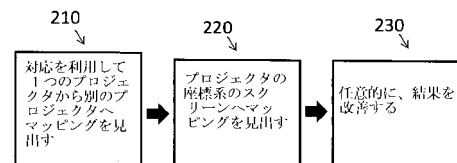
(54) 【発明の名称】 手動及び半自動技術を用いたディスプレイシステムを較正するためのシステム及び方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】手動整列プロセスの冗長性及び精度を低減するシステム及び方法を提供する。

【解決手段】プロジェクト間又はプロジェクトの構成要素間の対応を選択して共通の座標系を形成し、共通の座標系をディスプレイ全体に迅速にマッピングするために、マシンビジョンスタイルのアルゴリズムを手動較正技術に導入して性能を改善し、各プロジェクト上で比較的少数のポイントを選択することができるようにする。そして、プロジェクト間の対応を決定して、プロジェクトを共通の座標系にマッピングし、この座標系をスクリーンに対して迅速に歪曲させる。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

a. (i) スクリーンを画定する表面上に 2 つ以上のプロジェクタによって生成される画像の少なくとも 1 つの重複領域と、(ii) 少なくとも 1 つのプロジェクタの別個の構成要素のスクリーンの重複領域との、少なくとも 1 つにおいて対応を選択するステップ；

b. 前記選択した対応を用いて、(i) 前記 2 つ以上のプロジェクタと、(ii) 前記別個の構成要素と、の少なくとも 1 つの全体にわたる、共通の座標系へのマッピングを見出すステップ；並びに

c. 入力された像から前記共通の座標系へ、そしてそこから前記スクリーンへのマッピングを見出すステップ；

を含む、1 つ以上のプロジェクタを校正するための方法。

10

【請求項 2】

前記選択した対応は、前記スクリーンの任意の場所にある、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

(d) 前記投影された画像を含む前記スクリーン上の既知の位置を選択するステップであって、前記共通の座標系への前記マッピングを見出す前記ステップは、前記既知の位置を使用することを更に含む、選択するステップ；及び

(e) 前記共通の座標系から前記スクリーンへの前記マッピングを改善するステップ；のうちの少なくとも 1 つを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記 2 つ以上のプロジェクタがそれらの画像を投影する少なくとも 1 つ場所において、前記スクリーンは実質的に平坦であり、前記選択した既知の位置は、投射領域の所望の角のみを含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記対応を選択する前記ステップは、改善アルゴリズムを実行して前記スクリーン上の追加の位置を選択することにより、前記 2 つ以上のプロジェクタの前記投影された画像間の整列を改善し、また、前記改善アルゴリズムに前記追加の位置を提供することにより、前記 2 つ以上のプロジェクタの前記画像間の重複のミスマッチを所望量まで低減する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記入力された像から前記共通の座標系へ、そしてそこから前記スクリーンへの前記マッピングを見出す前記ステップは、前記画像のうち少なくとも 1 つの境界ポイント、カーブ、角又はエッジの場所を示すために、前記スクリーン上で追加の位置を選択することを、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 7】

前記入力された像から前記共通の座標系への前記マッピングを見出す前記ステップは、実質的にリアルタイムでアップデートされる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記共通の座標系への前記マッピングを見出す前記ステップは、少なくとも部分的に、前記スクリーンによって画定される幾何学形状に基づく、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 9】

前記ステップ (b) 及び前記ステップ (c) の少なくとも 1 つは、ホモグラフィの使用を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ステップ (b) 及び前記ステップ (c) の少なくとも 1 つは、二次曲面の使用を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記ステップ (b) 及び前記ステップ (c) の少なくとも 1 つは、前記 2 つ以上のプロジェクタを光学特性を有する対象としてモデリングすることを含む、請求項 1 に記載の方法。

50

【請求項 1 2】

前記ステップ (b) 及び前記ステップ (c) は同時に実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記対応を選択する前記ステップは、目的の前記対応における彩度低下により画定される前記スクリーン上の画像を表示し、それによって、前記 2 つ以上のプロジェクタの前記画像は、前記 2 つ以上のプロジェクタの前記画像間のサブピクセルレベルの適合を実現するために移動させることが可能になっている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記少なくとも 1 つのプロジェクタ又は前記 2 つ以上のプロジェクタの重複領域における前記対応を選択する前記ステップは、各構成要素又は各前記プロジェクタそれぞれの上に、前記重複領域内は異なる色で、前記対応を表示し、これにより、少なくとも 2 つの異なる色が組み合わさって新しい色を形成することで、観察者が前記整列を識別するのを助ける、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記プロジェクタが生成する前記画像の別個の前記構成要素は別々に処理される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記別個の構成要素は独立した色を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記別個の構成要素は、(i) 観察者の各目によって受容されて立体画像を形成するよう、又は (i i) 異なる観察者の目に受容されるよう、構成及び配置されるバッファを画定する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

通信リンクを介して、前記 2 つ以上のプロジェクタの少なくとも 1 つに設定情報を送信することを更に含み、

前記設定情報は、(a) プロジェクタ値、(b) ワーピングボックス値、(c) Easy Blend (商標) SDK 値、(d) OMT E パラメータ、(e) 色曲線パラメータ、(f) DOPP スクリーンの所望の解像度、の少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記プロジェクタへ、そして前記スクリーンへ送信される、前記入力された像からのマッピングの初期推定を受信することを更に含み、前記初期推定に少なくとも部分的に基づいて、前記ステップ (b) 及び前記ステップ (c) の少なくとも 1 つを実行する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 0】

(d) 前記投影された画像を含む前記スクリーン上の既知の位置を選択するステップであって、前記共通の座標系への前記マッピングを見出す前記ステップは、前記既知の位置を使用することを更に含む、選択するステップ；及び

(e) 前記共通の座標系から前記スクリーンへの前記マッピングを改善するステップ；のうちの少なくとも 1 つを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記共通の座標系への前記マッピングを見出す前記ステップは、プロジェクタから、前記 2 つ以上のプロジェクタの少なくとも 1 つの前記スクリーンへのマッピング機能のモデルのパラメータをアップデートすることを含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記ステップ (b) 及び前記ステップ (c) のそれぞれを同時に実行することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

a . (i) スクリーンを画定する表面上に 2 つ以上のプロジェクタによって生成される

10

20

30

40

50

画像の少なくとも1つの重複領域と、(i i) 少なくとも1つのプロジェクタの別個の構成要素の前記スクリーンの重複領域との、少なくとも1つにおいて対応を選択するステップであって、前記スクリーンの任意の場所で実行される、選択するステップ；

b . 前記選択した対応を用いて、(i) 前記2つ以上のプロジェクタと、(i i) 前記別個の構成要素と、の少なくとも1つの全体にわたる、共通の座標系へのマッピングを見出すステップ；並びに

c . 入力された像から前記共通の座標系へ、そしてそこから前記スクリーンへのマッピングを見出すステップ；

を含む、1つ以上のプロジェクタを幾何学的に較正するための方法。

【請求項24】

(d) 前記投影された画像を含む前記スクリーン上の既知の位置を選択するステップであって、前記共通の座標系への前記マッピングを見出す前記ステップは、前記既知の位置を使用することを更に含む、選択するステップ；及び

(e) 前記共通の座標系から前記スクリーンへの前記マッピングを改善するステップ；
のうちの少なくとも1つを更に含む、請求項23に記載の方法。

【請求項25】

通信リンクを介して、前記2つ以上のプロジェクタの少なくとも1つに設定情報を送信することを更に含む、

前記設定情報は、(a) プロジェクタ値、(b) ワーピングボックス値、(c) Easy Blend (商標) SDK 値、(d) OMT E パラメータ、(e) 色曲線パラメータ、
(f) DOPPスクリーンの所望の解像度、の少なくとも1つを含む、請求項24に記載の方法。

【請求項26】

a . スクリーンを画定する表面上に2つ以上のプロジェクタによって生成される画像の少なくとも1つの重複領域における対応を、前記スクリーンの任意の場所で選択するための手段；

b . 前記選択した対応を用いて、前記2つ以上のプロジェクタの全体にわたる共通の座標系へのマッピングを見出すように構成及び配設されるプロセッサ；並びに

c . 入力された像から前記共通の座標系へ、そしてそこから前記スクリーンへのマッピングを見出すように構成及び配設されるプロセッサ；

による、プロジェクタを幾何学的に較正するためのシステム。

【請求項27】

a . スクリーンを画定する表面上に2つ以上のプロジェクタによって生成される画像の少なくとも1つの重複領域における対応に基づいて、プロセッサによって前記選択した対応を受信するステップ；

b . 前記選択した対応を用いて、前記2つ以上のプロジェクタの全体にわたる共通の座標系へのマッピングを見出すステップ；並びに

c . 入力された像から前記共通の座標系へ、そしてそこから前記スクリーンへのマッピングを見出すステップ；

を実行するための、非一時的なプログラム指示を含む、コンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はディスプレイに関し、限定するものではないが、マルチ投影ディスプレイシステムに焦点を当てたものである。より詳細には、本発明はこのようなディスプレイ及びディスプレイシステムの較正に関する。

【背景技術】

【0002】

人々は周囲に存在する像を見ることを好む。サイズ、輝度、解像度、明度比、3D及びその他多くの特徴が、観察者の注意を引く。ディスプレイシステムを作製する際の目標は

10

20

30

40

50

、見るものにとって可能な限り最高の経験をもたらすことである。最高の経験をもたらす、とは、ディスプレイの品質を最適化することをしばしば意味する。品質因子は、これらに限定するものではないが、幾何学的精度、色精度、コントラスト、解像度、及び煩わしいアーティファクトからの解放、並びに一般に良好とされる画像の性質に寄与するその他の性能的特性を含む。これらの因子には、表示されるデジタル画像が、元々のデジタル画像又は自然界で見られる画像を正確に表現することができるようにすることも含んでよい。ユーザにとって可能な限り最高の経験及びまたは可能な限り最高のディスプレイ品質を実現するために、画像情報の補正測定を適用してディスプレイシステムの動作ポイントをチューニングすることにより、ディスプレイが生成する画像の特定の不正確さを、補正することが望ましい。

10

【0003】

ディスプレイシステムは1つ以上のディスプレイユニットからなる。ディスプレイユニットは、フラットパネルディスプレイ、プロジェクタ、発光型ディスプレイ、e-インクディスプレイ等を含むがこれらに限定されない様々なタイプのものであってよい。これらは平坦であっても、カーブしていてもよい。このようなディスプレイの例は、共通の譲受人名義である「光学フィードバックを用いたディスプレイ調整及び画像処理によって改善されたディスプレイ品質を提供するためのシステム又は方法」という名称の特許文献1（米国仮特許出願第60/895070号の優先権を主張する）、及び「マッピング機能のインジェクションのためのシステム及び方法」という名称の米国特許出願第12/049267号に挙げられており、これら特許文献の開示は、有用な背景技術情報として参照により本明細書に含まれるものとする。これらのタイプのディスプレイユニットはそれぞれ、異なるアーティファクトに影響を受け得る。

20

【0004】

例えばフラットパネルタイプのディスプレイは、パネル内の色及び彩度の光沢、並びにパネルにわたる色及び彩度の差の影響を受けることがある。これらはまた、異なる入出力カーブの影響を受けることもある。例えば、2つ以上の別個のディスプレイは、極めて類似した低彩度のグレーレベルを表示するが、高彩度のグレーレベルはパネル毎に大きく異なり得る。パネルのベゼルによるかみ合わせ、複数のパネルの不整列、パネル内における珍しいディスプレイ形状の要求、円筒形等の形状でのパネルの整列等により、面倒な幾何学的な問題が発生することもある。

30

【0005】

投影ベースのディスプレイは、プロジェクタの光学部品が完璧なものではないことによってしばしば起こる、場合によっては色別チャネル上の幾何学的歪みの影響を受ける。これらはまた、プロジェクタ内における及びプロジェクタにわたる彩度のばらつき、色光沢、プロジェクタにわたる色のミスマッチ、黒レベルの変化、異なる入出力カーブ等の影響も受ける。

【0006】

3D画像のディスプレイでは、右目と左目にそれぞれ異なる画像を提示する場合がある。これを実現するための方法には、各目に送達される画像を交替させるための時間を利用すること、特定の画像をどちらの目が受容するかを選択するために極性化又は波長等の光の特性を用いること、目の空間的配置に基づいて各目に異なる画像を送達するよう試みるために光学部品を用いること等を含むことができる。標準画像と同様、3D画像にも、幾何学的アーティファクト、色及び彩度アーティファクト、並びに、各目を標的とする画像に関する潜在的に異なるアーティファクトが存在し得る。

40

【0007】

システムに対して行われる補正は、画像を表示するためのチェーンの多くの段階において行うことができる。補正の一例は、上に援用した「マッピング機能のインジェクションのためのシステム及び方法」に詳細に説明されているような、デジタル信号の生成時に行うことができるものである。1つの特定の例は、上に援用した「光学フィードバックを用いたディスプレイ調整及び画像処理によって改善されたディスプレイ品質を提供するため

50

のシステム又は方法」という名称の米国特許出願に詳細に記載されているような、O M T Eパラメータ等、プロジェクタ又は中間ワーピングボックスに関連して説明され、示されている。

【0008】

ここで通常考えられる補正のタイプには、スクリーン上で像を歪曲させることを含む。プロジェクタを使用する場合、複数のプロジェクタによって重複した領域の総彩度がディスプレイの残りの領域の彩度と同程度になるように、1つの補正はプロジェクタにわたる画像の混合を必然的に伴う。ディスプレイユニットにわたる、及びディスプレイユニット内での色及び彩度の変化の補正を両方行うことも考えられる。この議論は幾何学的変化に焦点を当てている。多くのタイプの像をシーン上で見ることができる。コンテンツは事実上、スクリーン上で混合及び歪曲され得る長方形の画像であることが多い。コンテンツは、3次元シーンの多数の視野からなる場合があり、ここでは、潜在的に各ディスプレイユニットに3次元シーンの異なる視野が付与され得、各ディスプレイユニットはこれら視野を引き延ばしたり歪曲させたりし、これにより、ディスプレイシステムがシステム全体の1つの極めて大きな視野を示しているように見えるようにする。この場合、O p e n G L又はD i r e c t X等の3次元レンダリングエンジンを用いてコンテンツをレンダリングすることがある。

10

【0009】

手動幾何学的較正は、ディスプレイユニット上に示される像の幾何学的補正（歪曲）をユーザに特定させるプロセスである。手動幾何学的較正について、従来技術では一般に相当な精度を必要とし、これを実現するのは面倒である場合がある。

20

【0010】

従来の実装におけるプロジェクタの手動較正のための最も一般的な方法は、フラットスクリーン上での完璧な整列によって行われる。例えば1×N個のプロジェクタのアレイの場合、投影された画像が相対的な垂直方向ずれ及び公知の水平方向ずれを有さないよう、これらのプロジェクタを設置する。この場合、スクリーンへの入力された像のマッピングは典型的には極めて簡単なものである。水平方向の設定については、画像の左側部分は左側プロジェクタへと進み、次のプロジェクタは同じピクセルの一部（重複領域用）を映し、次にすぐ右側のピクセルを映す。従って、スクリーンへの入力された像のマッピングは、同一性を保持した歪曲であり、像の一部が各プロジェクタに分配される。この場合、精度及び冗長さについて2つの問題が生じる。まず、プロジェクタを整列させる必要があり、これは困難なプロセスである。第2に、プロジェクタからスクリーンへの変換機能は、スケールマッピングに極めて近くなければならない。マッピングにおいてこのような精度を実現するためには、高価な光学部品を有するプロジェクタが必要となる場合がある。

30

【0011】

プロジェクタが正確に整列されていない場合、又はマッピングが完璧な倍率で行われない場合、手動較正の第2の方法は、有意な数のポイントを、各プロジェクタに適用すべき補正を示すために移動させることを伴う。これらのポイントは、マウスなどのポインタデバイスをを用いて選択する場合がある。2つの標準的な例として、W a t c h o u t（商標、スウェーデン、リンシェーピングのD a t o t o n社から入手可能）、e W a r p D e s i g n e r（商標、カナダ、オンタリオ州、リッチモンドヒルのF l e x i b l e P i c t u r e S y s t e m s社から入手可能）等のアプリケーションの使用が挙げられる。これらのアプリケーションの例それぞれにおいて、ユーザはプロジェクタにわたって均一に離間したポイントのグリッドを有する。これらを移動させて、プロジェクタに送信される画像が実際にプロジェクタ上に映るべき場所を示す、即ち、ポイントは、スクリーン上に投射されることになる入力された画像に対する歪曲を示す。大抵、7×9ポイント単位等のグリッド（e W a r p D e s i g n e rで使用されることが多い）、プロジェクタあたり63ポイントを移動させなければならず、一般には正確に移動させなければならない。この作業は冗長である。大抵、これを正確に達成するために、ユーザがプロジェクタ上のポイントをスクリーンの正しい位置に移動させることができるようにスクリーンを

40

50

事前に測定して、小さなドットをスクリーン上に配置し、これにより、画像はスクリーンに正確にマッピングされる。特に、最終的な像が表示される際に小さな不整列がシャドーイング効果として検知されるようになり得る重複領域において、正確さが必要とされることが多い。全体として、正確さの欠如により、ディスプレイシステムにわたって移動する画像が、移動に従って収縮及び膨張したり、又は上下に振動したりする等のアーティファクトが発生し得る。

【 0 0 1 2 】

手動校正の別の例は、3D Perception (ノルウェー) 製のアプリケーションである。compact UTMワーピングボックスと共に出荷されるこのソフトウェアでは、ユーザは各プロジェクトが3D空間のどこにあるかのモデル、各プロジェクトがどのように画像を投影するかのモデル、及びスクリーンのモデルを入手することができる。システムのための歪曲の初期推定のおかげで、動作開始時には極めて有益なものとなり得るが、プロジェクト間の良好な整列を実現するためにモデルを改良するためには、各プロジェクト上の多くのポイントを再び別個に移動させて、1つのプロジェクトから別のプロジェクトに適合するように歪曲を改変する必要がある。

10

【 0 0 1 3 】

歪曲を改変及びアップデートするためのこれらの種類の手動方法は典型的には、スクリーンの形状、即ち、例えば径方向歪みを有する4×3投影マトリクス等のプロジェクト等にディスプレイユニットをモデル化できるという事実を使用しない。また、これらの方法は、プロジェクト間の制約を形成するアルゴリズムを使用しない。これらの方法は事実上、3Dシーン及び幾何学的特性が光学的原理に支配される対象を効果的にモデル化するために生成されるマシンビジョンにおいて使用されるような数学的ツールを使用しない。更に、これらの方法は典型的には、各プロジェクトを独立してスクリーンに対して歪曲させようとする。これらの方法は、重複領域で選択されたポイントを使用して共通の座標系にプロジェクトをマッピングして、共通の座標系を設定してこれをスクリーンに対して歪曲させようとはしない。本特許の目標は、上述の情報をを用いて、システムの幾何学的手動校正に通常必要とされる冗長性及び精度を低減することである。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 4 】

30

【 特許文献 1 】 米国公開特許出願第 2 0 0 8 / 0 2 4 6 7 8 1 A 1 号

【 発明の概要 】

【 0 0 1 5 】

本発明は、手動整列プロセスの冗長性及び精度を低減することにより、先行技術の欠点を克服する。ユーザはプロジェクト間の対応及び/又は単一のプロジェクトの構成要素間の対応を選択して、プロジェクトシステムにわたる共通の座標系を形成することができるようにする。ディスプレイシステムのモデル及びプロジェクトを使用して、ユーザはこの共通の座標系をディスプレイ全体に迅速にマッピングすることができる。このプロセスでは、例示的实施形態は、スクリーン上のポイントを正確に測定する必要を回避しており、ユーザは一般に、校正プロセスにおいて極めて少数のポイントを移動させるだけでよい。

40

【 0 0 1 6 】

あるいは、本発明の目標は、マシンビジョンスタイルのアルゴリズムを手動校正技術に導入して、この技術をより高速かつ簡単にし、また冗長でないものとすることである。これにより、システム及び方法は、ディスプレイシステムのモデルを手動整列プロセスに導入することにより、先行技術の冗長性を克服する。ユーザは、各プロジェクト上で比較的少数のポイントを選択することができ、スクリーンにおいて正確に測定されたポイントを選択する必要がなくなる。その代わりに、システム及び方法は、プロジェクト間の対応を決定し、これにより、プロジェクトを共通の(ワールド)座標系にマッピングすることができ、そしてユーザは共通の座標系をスクリーンに対して迅速に歪曲させることができる。

【 0 0 1 7 】

50

以下の本発明の説明は、添付の図面を参照する。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、本発明の一般化した実施形態による、手動較正を含む例示的なディスプレイシステムのブロック図である。

【図2】図2は、手動幾何学的較正を行うステップを示すフローチャートである。

【図3】図3は、1つのプロジェクタから別のプロジェクタへのマッピングを見出すステップを示すフローチャートである。

【図4】図4は、円筒形スクリーンを用いた、手動較正を含む例示的なディスプレイシステムのブロック図である。

10

【図5】図5は、サブピクセル整列精度を達成するために、スクリーン上に表示される特徴の断面の例を示す図である。

【図6】図6は、プロジェクタのモデルが事前に既知である場合の、手動較正を行うステップを示すフローチャートである。

【図7】図7は、ある実施形態によるプロジェクタにおける、色間の歪みを測定するための、手動較正を含む例示的なディスプレイシステムのブロック図である。

【図8】図8は、手動較正を行う手順のステップを示すフローチャートであり、ここでは、プロジェクタから共通の座標系へのマッピング及び座標系からスクリーンへのマッピングが同時にアップデートされる。

【発明を実施するための形態】

20

【0019】

I. 例示の実施形態

図1は、2つのプロジェクタからフラットスクリーン領域100に投影された2つの画像の輪郭101及び103を示す。この輪郭は長方形である必要はなく、例えばこの図では台形として描かれている。更なる例において、様々な幾何学的形状について熟考する。重複領域105では、両プロジェクタがスクリーン100上で重なる。この領域105では2つのプロジェクタそれぞれについて配置を選択する。ユーザはこれを、例えばマウスを用いて、重複位置において各プロジェクタをクリックすることで達成することができる。各「X」はユーザ又はプロジェクタ101上の別の機構によって選択された位置を示し、各「O」はプロジェクタ103上の選択された位置を示す。重複領域105に、4つのX-O対応組：X(127)とO(129)、X(131)とO(133)、X(119)とO(121)、及びX(123)とO(125)が示されている。これらの対応組を用いて、1つのプロジェクタから別のプロジェクタへのマッピングを形成することができる。プロジェクタ間のホモグラフィを形成するには4つの組で十分である。ホモグラフィは、1つのプロジェクタから別のプロジェクタへのマッピングを合理的に正確に示すため、フラットスクリーンに対するプロジェクタ間のマッピングにとって良い選択である。マッピングのための他の配置及び実装も可能であり、これにはバイリニアマッピングに基づくマッピング、放射基底関数、二次曲面、スプライン、三角形メッシュ等が含まれる。マッピングは一般に、ある程度の固有の平滑性を含むべきであり、また、プロジェクタの入力画像から投影される画像に対して典型的に期待されるような平滑なマッピングを示すために、ある程度の制約を受けるべきである。バイリニア等のいくつかのマッピングは、4つの対応を必要としないが、他のタイプのマッピングは、2つの幾何学形状を互いに十分にマッピングするために更に多くの対応を必要とする場合がある。選択したポイントはいずれの特定の測定位置にある必要はない。寧ろ、選択したポイントは、重複領域のほぼあらゆる場所に配置することができ、これは即ち、対応ポイントを任意の位置、つまりスクリーン上の特定のスポットにある必要がない位置に配置するということである。対応に関する唯一の制約は典型的には、これら自体のマッピングの制約である。例えば、4つの対応は、ホモグラフィの場合に共線上であってはならない。

30

40

【0020】

プロジェクタ間のマッピングを見出すと、共通の(ワールド)座標系を画定することが

50

でき、ユーザは画像を、この座標系に、及び2つのプロジェクタにわたって、スクリーン上へとマッピングすることができる。

【0021】

マッピングを確立すると、ユーザ（又は別の機構）はスクリーンの角のポイント111、113、115及び117を選択して、共通の座標系からスクリーンへのホモグラフィを形成することができる。理想的な実装では、スクリーン上の画像はリアルタイムにアップデートされ、これによりユーザは、ポイントを選択するにつれて移動する画像を見ることができる。

【0022】

本システムが全体のグループ内に3つ以上のプロジェクタを含む場合、図1に示した上述のプロセスを全体のグループ内の各プロジェクタの組に対して実行することができる。限定するものではないが、例えば従来の最小二乗法によるアプローチを用いて、組に対して行うマッピング間のいずれの不一致を固定することができる。つまり、各対応組について二乗した誤差の合計を最小化するマッピングの設定を行うことができる。3つ以上のプロジェクタが同一の重複領域を有している場合、3つ以上のプロジェクタにわたって同一の対応を用いると有益であり得るが、これは一般に必要な要件ではない。彩度を調整するために、マルチプロジェクタシステムにエッジ混合を使用することが多く、このような混合のパラメータは、ここで行うマッピングを用いて公知の方法で算出することができることに留意されたい。

【0023】

図2は、複数のプロジェクタを有するシステムの手動幾何学的較正を行うための一般的なステップを含む手順を示す。第1のステップ210では、対応を利用して、1つのプロジェクタから別のプロジェクタへのマッピングを見出す。これにより、複数のプロジェクタ間で単一の座標系を形成することができる。第2のステップ220では、ユーザ又は別の機構により、単一の座標系からスクリーンへのマッピングを見出す。最後のステップ230では、ユーザ又は別の機構は任意でシステムを改善する。

【0024】

図3は、プロジェクタ間のマッピングを完璧なものとするためのプロセスを示す。まず、ステップ310において、ユーザ又は別の機構が対応を選択する。続いて、ユーザ又は別の機構はプロジェクタの組の間のマッピングを形成し（ステップ320）、少なくとも組の重複領域に画像を映す（ステップ330）。プロジェクタの組の重複した画像を観察することにより、ユーザ又は別の機構は、マッピングが許容可能なものであるか、又は更に改善すべきものであるかを決定することができる（決定ステップ340）。必要に応じて、ユーザ又は機構は、既存の対応の精度を更に上げるためにこれらを改善するか、又は追加の対応を選択することができる（ステップ360）。この場合の改善とは、以下に説明するように、入力像の一部を映し出すスクリーン上の正確な位置を微調整することを含み得る。すると、例えばマッピングに更なるパラメータを追加することにより、320におけるマッピングの複雑さは増大し得る。代替として、より良好な適合を得るためにマッピングをアップデートすることができる。更なる代替として、マッピング後の対応間の不一致を、変位フィールドとして画定することができ、この変位フィールドを、スプライン又はその他の変位フィールドの表示を用いて補正することができる。ユーザ又は他の機構は、対応の追加及び/又は改変プロセスを動作完了まで繰り返すことができる（ステップ350）。

【0025】

特に、マッピングが形成されると、様々な実施形態において追加のステップを実行することができる。第1のプロジェクタ上で位置を選択し、これを移動させて第2のプロジェクタ上の位置に適合させる。即ち、マッピングが形成されると、ユーザ又は他の機構は第1のプロジェクタにおいて位置を明示的に選択することができるが、第2のプロジェクタにおいては位置の選択はこれに追従するものとなる。

【0026】

10

20

30

40

50

図4では、図1のプロセスを例示的な円筒形スクリーン400を用いて実行する。2つのプロジェクタから投影される画像の輪郭401及び403を示す。重複領域405が存在し、ここで、X-O対応組：X(419)とO(421)、X(423)とO(425)、X(427)とO(429)、及びX(431)とO(433)が、上述のフラットスクリーンの例と実質的に同一の様式で選択されている。2つのプロジェクタ401、403は、ホモグラフィを用いて共通の座標系にマッピングすることができ、上に概説した様式で、システム全体にわたって単一の画像を映すことができる。本例ではスクリーンがカーブしているため、重複領域において許容可能な整列を形成するためには4つのポイントでは十分でなく、この場合、図3を用いて説明するように、より多くの対応を選択して、より正確なマッピングの表示を行うために、より複雑な変位の表示に対するホモグラフィを改善することができる。共通の座標系を形成すると、単一の画像をシステム全体にわたって表示することができる。大抵の場合、スクリーン上の所望の充填領域を画定するように、角のポイント411、413、415及び417を簡単な様式で選択することができる。更に、ユーザ又は別の機構は、エッジ、典型的にはスクリーンの上側エッジ及び下側エッジに沿ってポイントを選択することができ、充填領域を記述するためにこれに対してカーブを適合及び操作することができる。これらは投影された画像のポイント435及び437である。これらのポイントは、カーブにわたって均一に離間して選択する必要は無く、従って、これらの位置が正確にわからなくてもよい。十分な数のポイントを選択して、画像の上部及び下部のカーブを正確に表示する。

【0027】

プロジェクタは、光学特性を有する対象として扱うことができる。例えば、これらの特性としては：焦点距離、位置、配向、投影される画像の中心からの光軸の変位を挙げることができる。角のポイントの、これらがプロジェクタに投射されたポイントからの距離の最小二乗誤差と、

パラメータの現在の設定に応じて選択された、円筒形のエッジからプロジェクタに投射されたエッジのカーブ上のポイントの距離の二乗と、対応において交差するようになっている2つのプロジェクタからの光線の間の距離の二乗と、を最小化しつつ、これらのパラメータを最適化するために、最小化を選択する。

最小化が収束すると、画像の水平方向が円筒の幅に沿って均一に広がり、画像の垂直方向が円筒の幅に沿って均一に広がるように、画像をスクリーン上に投影することができる。

【0028】

図5は、基準点の例であり、この基準点は、スクリーン上の対応位置をサブピクセルレベルの精度で決定するために有用なツールである。図示した基準点501は、2次元（即ち、画像平面内の直交するx-y軸）におけるガウス関数である。このような関数を各プロジェクタに表示して互いに向かって移動させ、整列させることができる。このようにして、各ガウス分布の中心が対応を形成することができる。カーブ503はガウス関数の彩度断面を示す。このような不鮮明な又はアンチエイリアスな基準点は、人間の目が領域全体を平均化することに長けているという点で有用である。彩度の低下を有する2つの基準点を、組になったプロジェクタの重複領域に配置することにより、ユーザはこれらの基準点を1.5ピクセル以下だけ移動させることができ、目は重複の一致における差を観察及び検知することができ、この不一致を補償するために基準点を移動させることができる。代替実施形態では、重複の一致の決定の実行のために、目の代わりに、このような機能を有する様々なマシンビジョン用ツールを使用することができることは明らかである。

【0029】

図6は、モデルの強力な推定が事前に可能であるような特別な場合に関するプロセスの実施形態を示す。このような場合は、ディスプレイシステムがモデリングされ、プロジェクタのパラメータが既知であることにより起こり得る。また、自動校正システムがパラメータを推定し、システムのディスプレイがこれらのパラメータから外れていることによっても起こり得る。例えば、いくつかの場合では、プロジェクタの位置及び配向並びに焦点距離、径方向歪み及びレンズシフトは、ある程度の許容誤差内であることが既知である

。別の場合では、ユーザは、プロジェクタとスクリーンとの間の適切なマッピングを見出すようにこれらの情報全てを使用することができる。しかしながら、典型的な状況においては、許容誤差が有力であるために、結果として整列が不完全なものとなり得る。

【0030】

上述のように、ユーザ又は他の機構は重複するプロジェクタの組の間の対応を選択することができる(ステップ610)。この情報を用いてモデルをアップデートすることができる(ステップ620)、これに付随して、1つのプロジェクタから他のプロジェクタへのマッピングが形成される。例示的实施形態では、プロセスは、プロジェクタからの光線が対応を通過する距離の誤差の二乗の合計の非線形最小化を含み、その一方で、プロジェクタのモデルのパラメータを公知の許容誤差内に変更することができる。各モデルをアップデートすると、ユーザ又は他の機構はシステムにわたって像を表示することができ(ステップ630)、続いて、画像がシステムにわたって視覚的に良好に整列されているかどうかを決定することができる(決定ステップ640)。画像が良好に整列されていない場合、ユーザ又は他の機構はプロジェクタ間の追加の対応を選択することができ、これにより、各モデルをアップデートする(ステップ660、及び2度目のステップ620)。関連するステップ620、630、640及び660は、動作完了まで繰り返すことができる(ステップ650)。上述のように、ユーザ又は他の機構は、プロジェクタ間のマッピングを変位フィールドとして画定して、変位フィールドをスクリーンに投影するプロジェクタのモデルに加えることにより、いずれの不一致を補正することを決定することを選択することができる。

【0031】

図6で説明した最小化に関しては、公知の3次元(3D)座標を有するスクリーン上で選択された、スクリーンの角又はスクリーンの断面間の視認可能な交差点等の基準点を、最小化のために使用することが望ましい。3Dにおけるこれらの制約により、手順全体のスピードを向上させることができ、また、更なる安定性をもたらすことができる。

【0032】

図7は、フラットスクリーン上の単一のプロジェクタの実施例を示す。例として、プロジェクタは2つの色を有し、これらはスクリーン700に投影され、それぞれ領域701及び703を充填する。これは横方向色歪みの例であり、ここではプロジェクタの色は、想定されるようには重複しないようになっている。この場合では、色チャネル間のマッピングを形成するために、ポイントを各色について選択することができる。この場合、「X」と「O」の対応の4つの組：719と721、723と725、731と733、727と729が選択される。色間で共通の座標系へのマッピングが形成されると、この共通の座標系をスクリーンへマッピングすることができる。この場合、「X」で表す点711、713、715及び717を選択する。よって、対応が同一のプロジェクタで異なる色チャネルについて選択されることのみを除いて、手順は「図1」のものと事実上同一である。

【0033】

図8は、プロジェクタから共通の座標系へのマッピングをアップデートするために追加の情報を用いる実施形態を示す。初めのいくつかのステップは図4のものと全く同じである。ステップ810では、共通の座標系へのマッピングを上述のように形成する。ステップ820では、境界、既知の基準点、エッジ及び/又は角に関する追加の情報を収集する。(図4では、このような情報はスクリーンの境界及び角のポイントに関して収集した。)ステップ830では、情報を組み合わせて、図4に示したように、共通の座標系からスクリーンへのマッピングを形成するために使用する。ステップ840では、共通の座標系へのマッピング及び共通の座標系からスクリーンへのマッピングの両方を、同時にアップデートする。例示的实施形態では、これを、プロジェクタを光学的対象としてモデリングすることにより、上述のように達成する。この場合、プロジェクタから共通の座標系へのマッピングを、プロジェクタの投影マトリクスの推定により改善してよい。また、このように変更した共通の座標系へのマッピングは、共通の座標系からスクリーンへのマッピン

グにも影響を与え得る。結果として例えば、図4に説明した、プロジェクタの光学特性の最小化を用いて、共通の座標系へのマッピング及び共通の座標系からスクリーンへのマッピングの両方を同時に変化させることができる。

【0034】

II. 代替及び追加の実施形態及び実施例

以下は、発明的概念の教示を用いることのできる実装の特定の例である。

【0035】

背景及び更なる説明のために、図1を参照して、各プロジェクタが赤、緑及び青の原色で動作するものとする。即ち、プロジェクタは、赤、緑、青のピクセルを互いの上に投影することによって画像を形成する。この場合、各プロジェクタは3つのプロジェクタとして扱うことができる。単一のプロジェクタ内の色チャンネル間のマッピングは、ピンクッション又はバレル状の歪曲に基づくものとして行うことができる。各色についてポイントを選択することにより、ユーザ又は他の機構は、既知の歪み関数のパラメータを決定することができ、そして図7に示すように、各色を別々に、共通の座標系へと移動させることができる。このような手順は、本例においては、2つのプロジェクタの代わりに実質的に6つのプロジェクタを用いるものとしてシステムを扱うこと、及び、プロジェクタ間マッピングをプロジェクタ内マッピングとは異なる形でモデリングすることを除いて、既に述べたような様式で続行することができる。

【0036】

別の例は、多数のバッファを表示しようとするプロジェクタの場合である。これは、各目に異なる画像を送るようになっていた3D画像であってよい。各バッファは、異なる人物が対象を見る際の癖又は要求に合わせることができる。プロジェクタが各目に対して極性化、わずかな色シフト、又は時分割多重化等を使用している場合、各バッファに別個の色を記憶させることができると考えられる。色シフト若しくは極性化を選択するための眼鏡の助け無しに、又はバッファの時間調整無しに、ユーザは本例において両バッファが生成する画像を図7に示すように見ることができる。システムは、上の説明に従ってさながら3色システムとして動作するような2色システムとして事実上扱うことができる。

【0037】

例示的实施例では、4つのプロジェクタを設置して、フラットスクリーンを2×2パターンで充填し、各プロジェクタは異なるコンピュータで駆動され、コンピュータはイーサネットケーブルを介したTCP/IP又は別の許容された通信リンク及び/若しくはプロトコルで通信する。グループ内の各プロジェクタは異なる単色を表示し、ユーザ又は他の機構に各プロジェクタ間の重複領域を明確に示す。ユーザ又は他の機構はプロジェクタの組の重複領域内の、両プロジェクタ間の対応を形成するポイントを選択する。この選択は特に、マウス又は同様のポインタデバイスを用いて達成することができる。そして、ユーザ又は他の機構は両プロジェクタにおいて、2つのプロジェクタの間の対応を形成するポイントを選択する。コンピュータプログラム/ソフトウェアアプリケーションは、十字線等の同一の画像を各プロジェクタにおいて異なる色で表示することによって、各プロジェクタにおける対応を表示することができる。例示的实施形態では、十字線を多数のピクセルにわたってアンチエイリアシングすることができ、これにより、ユーザがサブピクセルの整列内に十字線を配置しやすいようにする、彩度の低下を生成する。

【0038】

これら重複するポイントを用いると、例示的ソフトウェアプロセス及び/又はアルゴリズムは、ホモグラフィを用いて4つのプロジェクタ全てにわたる共通の座標系を形成することができる。より多くのポイントを選択すると、プロジェクタ間のモデルは過剰な制約を受ける。即ち、マッピングは特定の数のパラメータを有し、ポイントが多すぎると、マッピングを正しく用いることができず、重複するポイント間の完璧な適合を実現できなくなり、ここでマッピングの第2の段階が必要とされ得る。薄板スプライン又は変位フィールドのその他の表現を用いて、プロジェクタの各組の間に生成される共通の座標系において、重複を示す重複領域内での配置が実際に重複するように、マッピング機能に対して補

10

20

30

40

50

正を行うことができる。共通の座標系が確立されると、プロジェクタシステム全体にわたるポイントのグリッド等のパターンを表示することができる。各プロジェクタ上のポイントは実質的に完璧には重複せず、従って誤差を示し、これは、このようなポイントが実際に実質的に完璧に重複していれば存在しないものであることに留意することによって、ユーザ又は他の機構は、単一の座標系へのマッピングにおける誤差を観察することができる。そして、ユーザ又は他の機構は任意に、プロジェクタ間のマッピングの改善を助けるために、又は、各プロジェクタのグリッド上の既存のポイントを個別に移動させてマッピングを改善するために、より多くのポイントを選択することができる。

【0039】

これに満足したら、ユーザ又は他の機構はプロジェクタのシステム全体を1つの大きな座標系として扱うことができ、また、プロジェクタの結合領域周辺のポイントを移動させることができ、ポイントの移動はポイントの下側の全てのプロジェクタに影響を及ぼす。例として、ポイントの下側では画像はスクリーンに対してリアルタイムに歪曲して表示することができる。これにより、ユーザ又は他の機構は、入力された画像をスクリーン上にどのようにマッピングするかを決定することができる。様々な画像が使用可能であることに留意されたい。矩形のグリッドは、全ての矩形を均一のサイズに見えるようにするために有用である。更に、直線のグリッドは、直線を平行及び垂直に見えるようにするために有用である。可能であれば、ユーザ又は他の機構はシステムに対する変更の効果をリアルタイムに表示できる。これを実行するための技術の1つは、OpenGL又はDirectXを用いて歪曲を表示し、処理デバイス(コンピュータ等)に従来のグラフィックカードを使用して歪曲を迅速にアップデートし、その結果を表示することである。

【0040】

ここに示した例示的概念を用いる実装形態の別の例は、複数のプロジェクタを、直径、高さ及び角度が概ね既知である円筒形スクリーン上に設けることであり、ここでスクリーンのエッジは視認可能であり、スクリーン上の継ぎ目は図4に示すような既知の位置に視認可能である。この場合、上述のようにして重複領域内でポイントを選択する。スクリーンの角のポイントも選択することができる。このポイントは、スクリーン上の視認可能な基準点、例えばスクリーンの継ぎ目のエッジ等が存在するポイントである。これらのポイントを選択することにより、プロジェクタの2D配置への3D対応(スクリーンの配置)が事実上生成される。プロジェクタへの入力からスクリーンへのマッピングを、プロジェクタのピンホールモデル又は同様のモデルを用いてモデリングすることができる。ある方法では、各プロジェクタについて6つのポイントを選択することにより、各プロジェクタに関してスクリーンへの投影マトリクスを形成することができる。そして、モデルを改善するための重複するポイントを選択するか、又は各プロジェクタを互いの上に正しくマッピングするためにモデルの上に補正を追加する。代替として、追加の情報を用いて、投影レンズの径方向歪みの補正を導入する等、モデルの複雑性を増大させることができる。

【0041】

例示的な実装形態によると、6つ未満のポイントを用いる場合、解決すべき問題は、マシンビジョンシステムで使用する調整プロセス/アルゴリズムを1つにまとめることと同じである。これらのプロセス/アルゴリズムには、プロジェクタのパラメータを決定することができるようにするための最小化があり、ここでこれらのパラメータは、位置、配向、焦点距離、投影の中心等を含むことができる。目標は、共通してプロジェクタへと戻るようにプロジェクタ上で選択されるポイントの再投影の誤差の二乗と、スクリーン上で選択されるポイントの誤差の二乗とを最小化することである。スクリーンの寸法がおおよそしか分かっていない場合、これらのパラメータを最小化に含めることができ、良好な結果を達成することができる。図4に示すように、スクリーンのエッジにカーブを適切にマッピングするステップを、このタイプの最小化に追加することができる。

【0042】

更に、これらのタイプの最小化を行う際、その結果を用いて1つのプロジェクタから別のプロジェクタへのマッピングを形成することができる。即ち、スクリーンに関する情報

及び投影のパラメータを用いて、プロジェクタの互いに対するマッピングと、共通の座標系からスクリーンへの投影とを同時に形成することができる。このようにして、スクリーンの幾何学的形状を用いて、プロジェクタから共通の座標系へのマッピングの形成を助けることができる。この概念は図8のステップ840において検討された。

【0043】

複数のスクリーンタイプで有用な手順は、消失点についてのものである。ユーザ又は他の機構はスクリーン上部のポイントから垂直に下側に、ポイントを容易に選択することができる場合がある。角のポイントを追加することで、プロジェクタによって投影される長方形を示す。この長方形は、プロジェクタとスクリーンとの間の角度を消失点の技術を用いて推定するのに十分なものであり得る。このタイプの技術は、非線形最小化を開始するために有用である。このタイプの技術はまた、プロジェクタのいくつかのパラメータ（例えば内部パラメータ）が既知である状況において適用可能である。これらの内部パラメータには、プロジェクタの配置における焦点を含むことができる。よって、この技術を、既知のパラメータによってもたらされる追加の情報と関連して使用することができる。

【0044】

別の例では、図4において、スクリーンが円筒形ではないが恐らく押出成型されたスクリーンであり、即ち、この場合のスクリーンは同様に垂直となっているものとする。このような条件でもなお、良好な結果を達成することができる。プロジェクタの上部及び下部境界において十分な数のポイントを選択すると、これらのポイントを用いて組立てた通りに境界をプロジェクタまで追跡することができる。そして、上側エッジ及び下側エッジが平行なカーブとならなければならないという制約を条件としてスクリーンの形状を最小化することにより、プロジェクタの投影パラメータを決定することができる。Aditi Majundar社等から発売されているもの等を含む、マサチューセッツ州ケンブリッジのScalable Display Technologies社から発売されている製品であるScalable Desktopで使用されるここで使用可能なアルゴリズムを提示するカメラ/プロジェクタフィードバックシステムを用いて、押出成型スクリーンを扱うための複数の方法が存在する。

【0045】

各スクリーンタイプについて、画像をスクリーンにどのようにマッピングするべきかを算出するための多くの例示的手順が存在する。円筒形スクリーンでは、画像は典型的には円筒の周囲に巻き付けられ、これにより、ピクセルは円筒形に沿って所定の等しい角度をとり、ピクセルは円筒の軸に対して垂直な方向に沿って均一に分布する。重複領域からの情報又はプロジェクタの位置からの情報を用いて、システムの実際の解像度、及びスクリーン上で画像を最適に見ることができる解像度を推定することができる。この推定を達成するための簡単な技術は、重複領域において失われるピクセルの数を算出することであり得る。画像を表示するための代替技術は、切頭体をベースとするレンダリングした風景を使用することができる。この例示的实施例では、視点を円筒の中心に設定することができ、プロジェクタの角度的充填に応じて適切な切頭体を各プロジェクタについて選択する。代替実施例では、ユーザ又は別の機構は、円筒の中心と異なる位置へと視点を移動させることができる。

【0046】

ある実施例では、スクリーンは例えば左右60°、上下30°にわたって延在する球形スクリーンの一部を画定することができる。このタイプのスクリーンのマッピングは、複数のプロジェクタに制約を与えるポイントを選択し、スクリーンのエッジにポイントを選択してカーブを形成することにより、上述の円筒形スクリーンにおける方法とほぼ同様に行うことができる。そして、これらのカーブを用いて、プロジェクタ間の制約を尊重しつつ、プロジェクタの光学特性をこれらカーブに最もよく適合するよう最小化を繰り返し生成することができる。

【0047】

更なる実施例では、スクリーンは角を含むことができるか、又は硬質エッジを含むこと

10

20

30

40

50

ができる。これは、部屋の角に投影する場合、又は接合部に集中する複数のフラットスクリーンからなる全体スクリーンシステムに投影する場合であり得る。これは、ユーザが追加のマウスを用いてスクリーンのエッジ又は角をクリックし、マッピングの方向が鋭く変化することを期待する場所を指示することができるような、その他のスクリーンの場合と実質的に同様である。フラットスクリーンの場合と同様、ホモグラフィを各壁に対して確立することができ、角のポイントを選択して全体のマッピングを形成することができる。

【0048】

更に別の実施例では、恐らく滑らかに変化するであろうこと意外は何もわかっていないスクリーンが提供される。この場合でも、全てのプロジェクタの間でマッピングを形成して単一の座標系を生成することができる。事前情報が何も分かっていないため、少数のポイントを通る座標系の中で移動させて、画像が配置されるべき場所を指示する。この手順は、角のポイントが配置されるべき場所（例えば2×2システム）を選択して、次にポイントの数を繰り返し倍加することによって開始することができる。各繰り返しにおいて、新しいポイントは、前の繰り返しからのスプラインベースの内挿（又は別の内挿法）を用いて決定することができる。変更すべきポイントだけを実際に移動させる。想定する滑らかさの制約により、各繰り返しによって、マッピングはユーザが求める精度レベルに近づくことが予想される。スクリーンに関して何の情報も利用可能でなく、かつ有意な数のポイントを移動させることが可能である、このような場合でさえ、この手順はなお、従来のアプローチに比べて相当な時間を節約するものであることに留意されたい。従来技術においては、ユーザはポイントを各単一のプロジェクタについて独立して移動させる必要がある。これと対照的に、上述の新規の点順によると、ユーザ又は他の機構は、ポイントをシステム全体について移動させるだけでよく、個別のプロジェクタについてこれを行う必要はない。

【0049】

1つの目標は、プロジェクタ間の対応をサブピクセルレベルで決定することである。よって、スクリーン上でポイントが動き回る場合、ポイントは典型的には単一のピクセルレベルで移動し、従って、プロジェクタ間の対応はサブピクセルレベルでは確立されない。しかしながら、領域全体を平均化することにおいて、目は極めて感受性が高く、このような平均かを用いてサブピクセルレベルの適合を実現することができる。例えば、プロジェクタ上のポイントを選択する代わりに、多くのピクセルにわたる彩度低下を伴う関数、例えばガウス関数を、スクリーン中で移動させることができる。目は、関数の彩度ピーク及び劣化したエッジの滑らかなエッジを内挿することができる。このようにして、ユーザはピークのサブピクセル量を移動させ、1つのプロジェクタから別のプロジェクタへピーク及びエッジを適合させ、従ってサブピクセル精度での対応を決定することができる。同様のアプローチは、アンチアライアシングした十字線を多数のピクセルにわたって使用することにより、又は彩度勾配を有する他の画像を使用することにより達成することができる。サブピクセルレベルの対応を決定する自動化技術を使用することもできる。

【0050】

ここで説明したシステム及び方法は、幅広い幾何学形状の単一のスクリーンに画像を投影する複数のプロジェクタのマッピングのための、極めて実地的な技術をもたらすことは明らかであろう。本システム及び方法は同様に、様々な特定用途に応用可能である。このような用途には、(a) プロジェクタ値の設定、(b) ワーピングボックス値の設定、(c) EasyBlend（商標）SDK値の設定、(d) OMTEパラメータの設定、Nvidia（グラフィックカード及びエンジン）色曲線パラメータの設定、(e) DOPPスクリーンの所望の解像度の設定、(f) 1つにまとまっているスクリーン上のベゼルを考慮すること、(g) 複数のプロジェクタ、単一プロジェクタ、フラットパネルディスプレイ（例えば 曲線及び空間彩度の補正）、ホワイトボード/スマートボード、タッチスクリーン及び/又はフライトシミュレータの展開における幅広い使用、が含まれるがこれらに限定されない。

【0051】

10

20

30

40

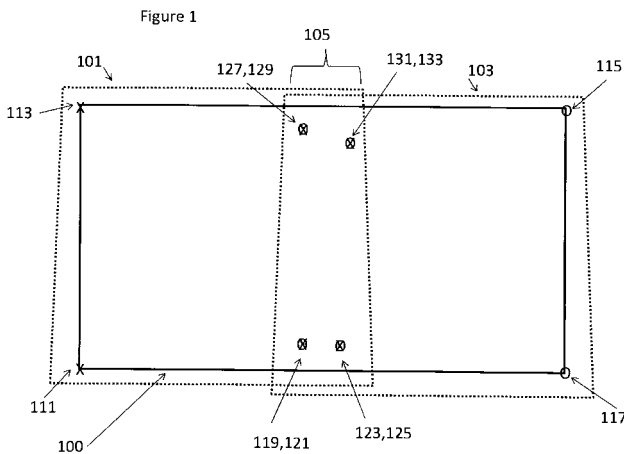
50

本発明の例示的实施形態の詳細な説明は以上である。本発明の精神及び範囲から逸脱しない限りにおいて、様々な改変及び追加を行うことが可能である。上述した様々な実施形態それぞれを、他の説明した実施形態と組み合わせて、複数の特徴を備えるようにしてよい。更に、以上では、本発明の装置及び方法の別個の実施形態を多数説明したが、ここでの説明は、本発明の原理の応用の単なる例示に過ぎない。例えば、上述したもの以外の追加の補正ステップを使用することができる。これらのステップは特に、使用するディスプレイデバイス及びディスプレイ表面のタイプに基づくものであってよい。更に、人間であるユーザが手順のステップを実行したが、適切な自動化デバイス又は機構、例えば、スクリーンの画像を取得し、従来のプログラムされたビジョンシステムのプロセスをこの画像に対して実行する、マシンビジョンシステムを、人間であるユーザと相互に交換可能なものとして使用することができる、ということも当然考えられる。従って、用語「手動」は、その全体又は少なくとも一部が自動化の補助を受けて実行されもするようなステップを含むものとして幅広く解釈すべきである。同様に、ここで提示した技術を、2つ以上のプロジェクトのシステムの一部であり得る単一のプロジェクト、又は投影システム内の単一のユニットの較正のために応用することができる、ということも当然考えられる。単一のプロジェクトの較正/整列を実行するにあたり、用語「プロジェクト」は、単一のプロジェクト画像の別個の「構成要素」を含むものとして幅広く解釈すべきである。更に、ここで説明した手順及び関数のいずれを、ハードウェア、プログラム実行指示からなるコンピュータ可読媒体を備えるソフトウェア、又はハードウェアとソフトウェアの組み合わせで実装することができる。従って、本説明は単なる例として理解されることを意図したものであり、本発明の範囲を限定することを意図したものではない。

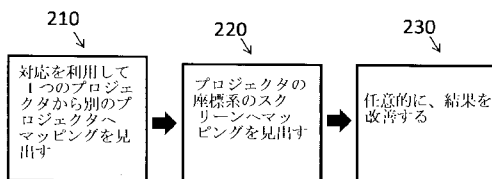
10

20

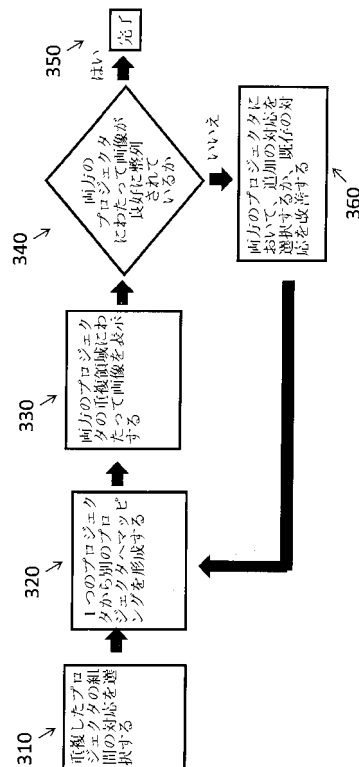
【図1】



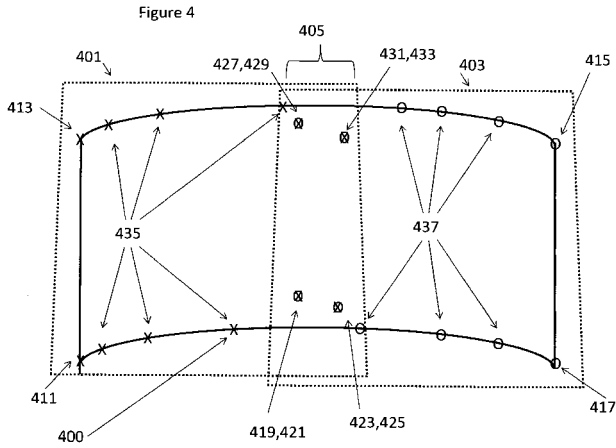
【図2】



【図3】

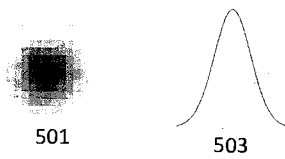


【図 4】

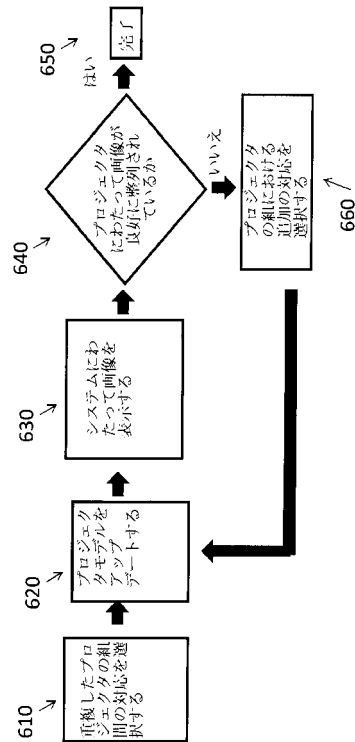


【図 5】

Figure 5

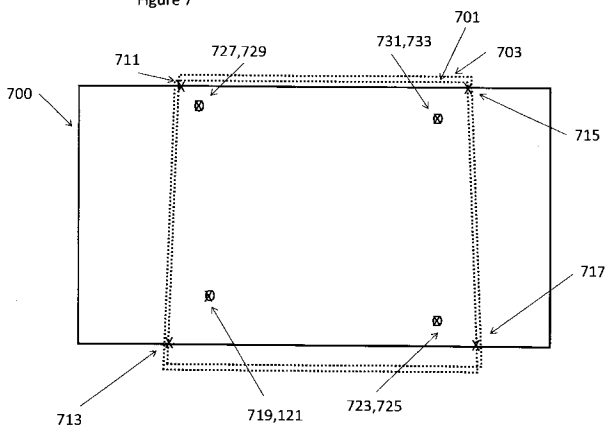


【図 6】

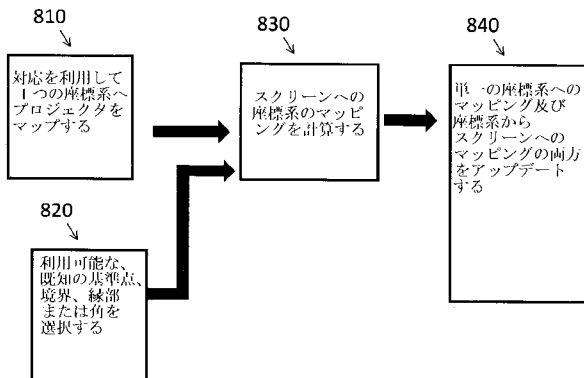


【図 7】

Figure 7



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	G 0 9 G 5/00	X

(72)発明者 ジョンソン, タイラー, エム.
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 2 1 2 7, サウスボストン, # 2, イースト第3ストリート
 8 3 7

(72)発明者 シュ, ユジン
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 2 1 3 9, ケンブリッジ, アプト5, パトナムアヴェニュー
 5 1 8

(72)発明者 スラチ, ラジェヴ, ジェイ.
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 2 1 3 9, ケンブリッジ, パトナムアヴェニュー 6 2

(72)発明者 アマラタンガ, ケビン
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 2 4 7 8, ベルモント, クロスストリート 3 4 5

F ターム(参考) 2K203 FA62 FA82 FA94 GB43 GB62 KA28 KA84 KA88 MA23
 5C058 AB07 BA23 BA24 BA27 EA02 EA03
 5C060 GA01 JA01 JB06
 5C182 AA04 AC31 BA01 BA04 BA06 BB05 CA12 CA33 CB02 CB42
 DA70

【外国語明細書】
2017161908000001.pdf