

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4689684号
(P4689684)

(45) 発行日 平成23年5月25日 (2011.5.25)

(24) 登録日 平成23年2月25日 (2011.2.25)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 T 7/20 (2006.01)
G 0 6 F 3/038 (2006.01)G 0 6 T 7/20 3 0 0 A
G 0 6 F 3/038 3 1 0 Y

請求項の数 14 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2007-552319 (P2007-552319)
 (86) (22) 出願日 平成18年1月23日 (2006.1.23)
 (65) 公表番号 特表2008-529135 (P2008-529135A)
 (43) 公表日 平成20年7月31日 (2008.7.31)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/002200
 (87) 国際公開番号 W02006/078996
 (87) 国際公開日 平成18年7月27日 (2006.7.27)
 審査請求日 平成21年1月14日 (2009.1.14)
 (31) 優先権主張番号 60/645,074
 (32) 優先日 平成17年1月21日 (2005.1.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 506344941
 ジェスチャー テック, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サニー
 ヴェール レイクサイド ドライブ 5
 30 スイート 280
 (74) 代理人 110000176
 一色国際特許業務法人
 (72) 発明者 ヒルドゥレス, エヴァン
 カナダ・オンタリオ州 ケイ1エス 3ジ
 ェイ3・オタワ・アバディーン ストリー
 ト 710-17

審査官 松永 稔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動作に基づくトラッキング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(1) 演算装置により実行される一連の指示により第1の時点で生成される第1の表示内の1つ以上の投影された物体と(2)前記第1の表示の一部ではなく、前記第1の表示とインタラクションするユーザとを含む第1の撮影画像にアクセスする工程と、

(1) 前記演算装置により実行される一連の指示により第2の時点で生成される第2の表示内の1つ以上の前記投影された物体と(2)前記第2の表示の一部ではなく、前記第2の表示とインタラクションする前記ユーザとを含む第2の撮影画像にアクセスする工程と、

前記第1の撮影画像と前記第2の撮影画像とを比較する工程と、

前記第1の撮影画像と前記第2の撮影画像との比較結果に基づいて、前記ユーザ及び1つ以上の前記投影された物体の動作を決定する工程と、

前記決定されたユーザの動作を1つ以上の前記第1および第2の撮影画像の一部分と関連付ける工程とを含むコンピュータで実現される方法。

【請求項 2】

前記決定されたユーザの動作に関する指標(indication)および前記一部分を前記演算装置に与える工程をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記決定された動作および前記一部分に基づいて、一連の指示に対する入力を決定する工程をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

10

20

【請求項 4】

第 1 の撮影画像と第 2 の撮影画像との比較工程は、前記第 1 の撮影画像および前記第 2 の撮影画像に対して絶対差分処理を行うことを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

第 1 の撮影画像と第 2 の撮影画像との比較工程は、前記第 1 の撮影画像および前記第 2 の撮影画像に対してオプティカルフロー処理を行うことを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

第 1 の撮影画像と第 2 の撮影画像との比較工程は、結果を得ることを含み、前記結果は、前記ユーザの動作と、前記第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作とを示す画像であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記結果に対して幾何学的変換処理を行う工程をさらに含むこと特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 1 の撮影画像および前記第 2 の撮影画像の比較結果に基づいてユーザの動作を決定する工程が、前記結果において、前記第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の前記投影された物体に関する動作から前記ユーザの動作を分離することを含むことを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

20

【請求項 9】

前記第 1 および前記第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の前記投影された物体に関する動作を示す画像にアクセスする工程をさらに含み、

前記結果において、前記第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の前記投影された物体に関する動作から前記ユーザの動作を分離する工程が、前記結果と、前記第 1 および前記第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の前記投影された物体に関する動作を示す画像とを比較することを含むことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 および前記第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の前記投影された物体に関する動作を示す画像にアクセスする工程が、

30

前記第 1 の表示に対応する第 1 の表示画像にアクセスする工程と、

前記第 2 の表示に対応する第 2 の表示画像にアクセスする工程と、

前記第 1 の表示画像および前記第 2 の表示画像に対して絶対差分処理を行うことにより、前記第 1 および前記第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の前記投影された物体に関する動作を示す前記画像を生成する工程とを含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第 1 および前記第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の前記投影された物体に関する動作を示す画像にアクセスする工程が、

前記第 1 の表示に対応する第 1 の表示画像にアクセスする工程と、

前記第 2 の表示に対応する第 2 の表示画像にアクセスする工程と、

40

前記第 1 の表示画像および前記第 2 の表示画像に対してオプティカルフロー処理を行うことにより、前記第 1 および前記第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の前記投影された物体に関する動作を示す前記画像を生成する工程とを含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 1 および前記第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作を示す画像に対して、待ち時間補償処理を行う工程をさらに含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 13】

(1) 演算装置により実行される一連の指示により第 1 の時点で生成される第 1 の表示

50

内の1つ以上の投影された物体と(2)前記第1の表示の一部ではなく、前記第1の表示とインタラクションするユーザとを含む第1の撮影画像にアクセスし、

(1)前記演算装置により実行される一連の指示により第2の時点で生成される第2の表示内の1つ以上の前記投影された物体と(2)前記第2の表示の一部ではなく、前記第2の表示とインタラクションする前記ユーザとを含む第2の撮影画像にアクセスし、

前記第1の撮影画像と前記第2の撮影画像とを比較することにより前記第1および第2の撮影画像間の動作を表わす画像を生成する

よう構成された撮影画像動作検知モジュールと、

前記第1および第2の表示に含まれる1つ以上の前記投影された物体に関する動作を表わす画像と、前記第1および第2の撮影画像間の動作を表わす前記画像との比較結果に基づいて、前記ユーザ及び1つ以上の前記投影された物体の動作を表わす画像を生成するよう構成された比較モジュールとを含むことを特徴とするシステム。

10

【請求項14】

命令を含んだコンピュータプログラムが記録されているコンピュータに読取可能な媒体であって、前記命令が実行されるとコンピュータが、

(1)演算装置により実行される一連の指示により第1の時点で生成される第1の表示内の1つ以上の投影された物体と(2)前記第1の表示の一部ではなく、前記第1の表示とインタラクションするユーザとを含む第1の撮影画像にアクセスし、

(1)前記演算装置により実行される一連の指示により第2の時点で生成される第2の表示内の1つ以上の投影された物体と(2)前記第2の表示の一部ではなく、前記第2の表示とインタラクションする前記ユーザとを含む第2の撮影画像にアクセスし、

20

前記第1の撮影画像と前記第2の撮影画像とを比較し、

前記第1の撮影画像と前記第2の撮影画像との比較結果に基づいて、ユーザ及び1つ以上の前記投影された物体の動作を決定し、

前記決定されたユーザの動作を、1つ以上の前記第1および第2の撮影画像の一部分と関連付ける

ことを含む動作を実行するように働くコンピュータに読取可能な媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本開示は、一部では画像処理に関し、特に、画像の動作の検知に関する。

【0002】

<関連出願への相互参照>

本願は、2005年1月21日付けで出願した「投影された背景の前にいるユーザの動作に基づくトラッキング(Motion-Based Tracking of a User in Front of a Projected Background)」と題する米国仮特許出願第60/645,074号に対して優先権を主張し、その全ての開示内容をここに参照により援用する。

【背景技術】

【0003】

様々なシステムが、少なくとも間接的に、ユーザがインタラクションしようとする情報を投影または表示する。例えば、多くの場合、コンピュータがモニタに文書を表示すると、ユーザはマウスを用いて、表示された文書内にカーソルを置くことにより、表示された文書に対して間接的にインタラクションすると思われる。このようなコンピュータは、モニタに文書を表示するのではなく、プロジェクタを用いて投影スクリーンに文書を投影することもできる。別の例として、タッチスクリーンコンピュータがあり、ユーザは、例えば、モニタの画像が示す位置に触れることにより、すなわち、表示された画像の特定の要素を選択するためにその要素に触れることにより、より直接的に表示された画像とインタラクションすることができる。

40

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 4 】

開示された実施形態の 1 つによると、ユーザの動作を検知し、ユーザの動作に基づいて入力生成することにより、ユーザは表示または投影された画像と直接的にインタラクションすることが可能となる。例えば、ビデオゲームにより画像が生成され表示されると、ユーザは、画像にあるアイコンをポイントしてそのアイコンを選択することができる。開示されたシステムは、ユーザの動作を検知し、検知した動作をアイコンの選択と関連付け、ユーザが選択したアイコンを示す入力をアプリケーションに与える。このシステムはカメラを用いてユーザの動作を検知する。

【 0 0 0 5 】

包括的態様の 1 つにあっては、まず、第 1 の撮影画像にアクセスする。第 1 の撮影画像は、(1) 第 1 の時点で生成される第 1 の表示と、(2) 前記第 1 の表示の一部ではなく、前記第 1 の表示とインタラクションするユーザとを含む。第 2 の撮影画像にアクセスする。第 2 の撮影画像は、(1) 第 2 の時点で生成される第 2 の表示と、(2) 第 2 の表示の一部ではなく、第 2 の表示とインタラクションするユーザとを含む。第 1 の撮影画像と第 2 の撮影画像とを比較する。第 1 の撮影画像と第 2 の撮影画像との比較結果に基づいてユーザの動作を決定する。決定されたユーザの動作を 1 つ以上の第 1 および第 2 の撮影画像の一部分と関連付ける。

【 0 0 0 6 】

上記包括的態様の実施形態には、以下の特徴を 1 つ以上含んでもよい。例えば、決定されたユーザの動作に関する指標および前記一部分を演算装置に与えてもよい。これに加えてまたはこれに代えて、決定されたユーザの動作および前記一部分に基づいて、一連の指示に対する入力を決定してもよい。

【 0 0 0 7 】

第 1 および第 2 の撮影画像の比較には、第 1 の撮影画像および第 2 の撮影画像に対して絶対差分処理またはオプティカルフロー処理を行うことを含み得る。第 1 および第 2 の撮影画像の比較は、結果を得ることを含んでもよく、その結果は、ユーザの動作と第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作とを示す画像であり得る。その結果に対して幾何学的変換処理を行ってもよい。

【 0 0 0 8 】

第 1 の撮影画像と第 2 の撮影画像の比較結果に基づいたユーザの動作の決定には、その結果において、第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作からユーザの動作を分離することを含んでもよい。

【 0 0 0 9 】

第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作を示す画像にアクセスしてもよい。結果における第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作からユーザの動作の分離は、結果と、第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作を示す画像との比較を含んでもよい。

【 0 0 1 0 】

第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作を示す画像へのアクセスは、第 1 の表示に対応する第 1 の表示画像へのアクセスと、第 2 の表示に対応する第 2 の表示画像へのアクセスと、第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作を示す画像の生成とを含んでもよい。第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作を示す画像は、第 1 の表示画像および第 2 の表示画像に対して絶対差分処理を行うことにより生成してもよい。または、第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作を示す画像は、第 1 の表示画像および第 2 の表示画像に対してオプティカルフロー処理を行うことにより生成してもよい。

【 0 0 1 1 】

第 1 および第 2 の表示に含まれる 1 つ以上の対象物に関する動作を示す画像に対して、待ち時間補償処理を行ってもよい。

【 0 0 1 2 】

別の包括的態様によると、システムは、撮影画像動作検知モジュールと、比較モジュールとを含む。撮影画像動作検知モジュールは、(1)演算装置により実行される一連の指示により、第1の時点で生成される第1の表示と(2)第1の表示の一部ではなく、第1の表示とインタラクションするユーザとを含む第1の撮影画像にアクセスするよう構成される。撮影画像動作検知モジュールは、また、(1)演算装置により実行される一連の指示により、第2の時点で生成される第2の表示と(2)第2の表示の一部ではなく、第2の表示とインタラクションするユーザとを含む第2の撮影画像にアクセスするよう構成される。撮影画像動作検知モジュールはさらに、第1の撮影画像と第2の撮影画像とを比較することにより、第1および第2の撮影画像間の動作を表わす画像を生成するよう構成される。比較モジュールは、第1および第2の表示の1つ以上の対象物に関する動作を表わす画像と、第1および第2の撮影画像間の動作を表わす画像との比較結果に基づいて、ユーザの動作を表わす画像を生成するよう構成される。

10

【0013】

上記包括的態様の実施形態には、以下の特徴を1つ以上含んでもよい。例えば、システムは、第1の表示画像にアクセスし、第2の表示画像にアクセスし、第1の表示画像を第2の表示画像と比較することにより第1および第2の表示に含まれる1つ以上の対象物に関する動作を表わす画像を生成するよう構成された表示画像動作検知モジュールを含んでもよい。

【0014】

また、システムは、(1)第1の撮影画像を撮影し、第1の撮影画像を撮影画像動作検知モジュールに与え、(2)第2の撮影画像を撮影し、第2の撮影画像を撮影画像動作検知モジュールに与えるよう構成されたカメラを含んでもよい。これに加えてまたはこれに代えて、システムは、画像を表示するディスプレイと、一連の指示を実行して第1および第2の表示画像を生成するよう構成された演算装置とを含んでもよい。

20

【0015】

システムは、第1および第2の表示に含まれる1つ以上の対象物に関する動作を表わす画像に対して、待ち時間補償処理を行うよう構成された待ち時間補償モジュールをさらに含んでもよい。また、システムは、第1および第2の撮影画像間の動作を表わす画像に対して、幾何学的変換処理を行うよう構成された幾何学的変換モジュールも含んでもよい。

30

【0016】

上記において、たとえ1つの方法しか用いられていない場合でも、様々な態様、実施形態および特徴を1つ以上の様々な方法で実施することができる。例えば、方法、装置、方法を行うための装置、道具または処理装置、プログラムやその他一連の指示、プログラムや一連の指示を含む装置およびコンピュータ読取可能な媒体の1つまたはそれ以上を用いて、例えば、様々な態様、実施形態および特徴を実施することができる。コンピュータ読取可能な媒体は、例えば、指示、ソフトウェア、画像およびその他のデータを含み得る。

【0017】

1つ以上の実施形態の詳細について、添付の図面を参照して以下に説明する。他の特徴も説明、図面および特許請求から明らかとなる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

特定の実施形態の一つにおいて、ビデオゲームアプリケーションは画像を生成し、コンピュータシステムはユーザのためにその画像を投影する。ユーザは、投影された画像の前で動くことによりビデオゲームをプレーし、その投影画像が現実存在するかのようにユーザは投影画像とインタラクションする。例えば、ユーザが、投影画像に対象物として含まれているターゲットに対してスイングする(ターゲットに対して手を振り付ける)場合がある。この例においては、実施するにあたって、ユーザのスイング(手の振り)を検知し、ユーザがターゲットに対してスイングしていると判断し、ユーザがターゲットに対してスイングしたということを示す入力をビデオゲームアプリケーションに与える。そして

50

、ビデオゲームアプリケーションは、ユーザがターゲットに対してスイングしたという入力を受けると、適切な投影画像を生成する。

【 0 0 1 9 】

本実施形態では、ユーザがスイングすると、カメラが投影画像とユーザとを含む連続する画像を撮影することにより、ユーザの動作を検知することができる。また、本実施形態では、ユーザのいない一連の投影画像にアクセスし、各連続画像の動作を決定し、決定された連続画像の動作を比較して、ユーザの動作を分離（以下、「セグメント化」ともいう）する。本実施形態では、ターゲットの位置情報を用いて、ユーザの動作が実際にターゲットに対するスイングであると判断し、その決定情報をビデオゲームアプリケーションに入力する。

10

【 0 0 2 0 】

照明条件が変化すると投影画像の表示の質が悪くなる場合がある。というのは、人間またはカメラに認識されるためには、投影画像は、周囲の光のレベルに対して十分に明るくなくてはならないからである。そうでなければ、投影画像の見掛け上のコントラストが低くなりすぎて認識できなくなる場合がある。カメラのダイナミックレンジは、人間の目よりも低いことがある。このため、カメラが投影画像を含む画像を撮影するためには、人間に認識されるための明るさよりも投影画像を明るくする必要がある。例えば、投影画像を含む画像をカメラが撮影するためには、投影画像を、（例えば、1日の間に太陽が傾くにつれ）変化する周囲の光のレベル（例えば、太陽光または天井照明）よりも明るくする必要がある。周囲の光のレベルと同じまたはそれよりも明るく画像を投影することは、非実用的および/または高コストである。

20

【 0 0 2 1 】

しかし、本実施形態では、局所的に照明条件が変化しても、ユーザの動作を検出する能力に大きな影響を与えたり、その能力を大幅に低下させることはない。これは少なくとも、投影画像の動作からユーザの動作を分離することによりユーザの動作を決定するからである。局所的な照明の条件により、投影画像の表示の質が低下したり、投影画像を撮影するカメラの能力を損なう場合がある。しかし、一般的に、局所的に照明条件が変化しても、ユーザが十分な光量を反射するため、ユーザの動作を撮影するカメラの能力に大きな影響を与えることはない。このため、連続する撮影画像が投影画像の動作を含んでいない場合でも、その連続する撮影画像はユーザの動作を含む。

30

【 0 0 2 2 】

また、本実施形態では、カメラは、連続するフレーム間の照明条件の変化を無視できるようなサンプリングレートで画像を撮影する。一般的に、照明条件は分または時間単位で変化するが、カメラのサンプリングレートは、例えば、毎秒30画像であり得る。このため、本実施形態では、通常、連続するフレームにおいてほぼ同じ照明条件を撮影するため、これらフレーム間の動作決定が、照明の変化と動作とを混同することがない。本実施形態では、局所的に照明条件が変化しても、ユーザの動作を検出する能力に大きな影響を与えることはないため、局所的に照明条件が変化する間でも、ユーザの動作を検知し続けることができる。

【 0 0 2 3 】

40

図1A～1Eは、様々なインタラクティブシステム100、120、130、140、150の例を示す。図1Aは、表示スクリーン104上に画像（以下、「表示画像」という）を表示する表示装置（例えば、プロジェクタ102および表示スクリーン104）を含むシステム100を示す。カメラ110は、例えば、毎秒30画像のサンプリングレートで画像を撮影し得る。表示画像は、演算装置106に搭載されているアプリケーション、または外部アプリケーションにより生成され得る。本明細書における説明では、表示画像は「表示される」と記載するが、画像が投影される場合もあることは明白である。また、別の実施形態では、画像を投影する必要がない場合もあることも明白である。例えば、液晶表示スクリーンを用いることができる。

【 0 0 2 4 】

50

ユーザ１０８は、表示スクリーン１０４上の表示画像とインタラクションする。カメラ１１０は、ユーザ１０８と、表示スクリーン１０４上に表示される表示画像の両方を含む画像を撮影する。演算装置１０６は、カメラ１１０が撮影した画像を処理し、表示の動作からユーザ１０８の動作を分離（すなわち、セグメント化）し、ユーザ１０８の動作を決定する。決定されたユーザ１０８の動作は、表示画像を生成するアプリケーションへの入力として用いられる。

【００２５】

インタラクティブシステム１００の構成要素は、例えば、図１Ａ～１Ｅに示す様々なシステムのように、数多くの様々な構成で配置することができる。図１Ａを見ると、表示スクリーン１０４はユーザ１０８の前に配置され、プロジェクタ１０２とカメラ１１０は、ユーザ１０８の後ろに配置されている。このため、ユーザ１０８は、プロジェクタ１０２と表示スクリーン１０４との間に位置する。このため、ユーザ１０８が、表示スクリーン１０４上のプロジェクタ１０２により投影された表示画像を完全にまたは部分的に妨げてしまうおそれがある。

10

【００２６】

図１Ｂを見ると、システム１２０にあっては、ユーザ１０８の上にプロジェクタ１０２が配置され、表示スクリーン１０４はユーザ１０８の前に配置され、カメラ１１０はユーザ１０８の後ろに配置されている。この構成によると、ユーザ１０４が表示画像を部分的に妨げることを低減またはなくすことができる。

20

【００２７】

図１Ｃを見ると、システム１３０にあっては、プロジェクタ１０２とカメラ１１０がユーザ１０８の上に配置され、表示スクリーン１０４がユーザ１０８の下に配置されている。図１Ｃに示すように、表示スクリーンは、例えば、床であってもよい。

【００２８】

図１Ｄを見ると、システム１４０にあっては、プロジェクタ１０２とカメラ１１０がユーザ１０８の上に配置され、表示スクリーン１０４がテーブル上面１１２に配置されている。この構成でも、ユーザ１０８は、限られた、大抵の場合最小限ではあるが、表示画像を部分的に妨げるおそれがある。

【００２９】

図１Ｅを見ると、システム１５０にあっては、プロジェクタ１０２がテーブル１１４の内側に配置されている。プロジェクタ１０２は、表示画像が反射装置１１６（例えば、鏡）で反射して表示スクリーン１０４に表示されるように表示画像を投影する。表示スクリーン１０４はテーブル１１４の上に配置され、カメラ１１０はユーザ１０８の上に配置される。ユーザ１０８が表示画像を妨げることはない。任意に、演算装置１０６をテーブル１１４の内側に配置してもよい。

30

【００３０】

上記以外の構成も考えられ、様々なバリエーションが可能である。例えば、カメラが、表示スクリーン１０４の一部と、表示スクリーン１０４上に表示された表示画像とインタラクションするユーザ１０８の一部を少なくとも含む画像を撮影できるようにカメラを配置してもよい。

40

【００３１】

図１Ａ～図１Ｅに示すように、表示装置は、プロジェクタ１０２と表示スクリーン１０４とを含む。しかし、表示装置はさらに、例えば、プラズマディスプレイ、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）、陰極線管（ＣＲＴ）ディスプレイ、またはメガネなし立体ディスプレイを含むこともできる。

【００３２】

図２を見ると、プロセス２００を用いて、ユーザ１０８の動作を決定し、決定されたユーザ１０８の動作をアプリケーションへの入力として利用することができる。プロセス２００は、システム１００を含む様々なシステムで実行され得る。説明を明確にするため、システム１００を用いた場合についてプロセス２００を説明するが、他のシステムを用い

50

ることも可能である。また、プロセス 200 の実施形態を説明するためにシステム 100 を用いているが、システム 100 の使用は、プロセス 200 を限定するものではない。

【0033】

プロセス 200 は、第 1 の撮影画像 (202) と第 2 の撮影画像 (204) にアクセスする工程を含む。表示スクリーン 104 の少なくとも一部と、表示スクリーン 104 とインタラクションするユーザ 108 の少なくとも一部の画像を撮影するのに、カメラ 110 が用いられる。撮影画像は画像バッファに保存され、画像バッファからアクセスされうる。

【0034】

次に、第 1 の撮影画像と第 2 の撮影画像とが比較される (206)。第 1 の撮影画像と第 2 の撮影画像との比較結果に基づいて、ユーザ 108 の動作が決定される (208)。そして、決定されたユーザの動作は、1 つ以上の第 1 および第 2 の撮影画像の一部分と関連付けられる (210)。以下に、プロセス 200 の実施形態の実施方法について、図 3 を参照してさらに詳しく説明する。

【0035】

図 3 には、システムのアーキテクチャ 300 が示されている。説明を明確にするため、システム 100 を用いた場合についてアーキテクチャ 300 を説明するが、他のシステムを用いることも可能である。また、アーキテクチャ 300 の実施形態を説明するためにシステム 100 を用いているが、システム 100 の使用は、アーキテクチャ 300 を限定するものではない。

【0036】

アーキテクチャ 300 は、表示画像 304 を生成し、表示画像 304 を、演算装置 106 の表示画像動作検知モジュール 306 と表示装置 310 とに与えるアプリケーション 302 を含む。表示画像 304 は、動画として表される一以上の対象物 (animated objects) を含んでいてもよい。つまり、表示画像 304 中の対象物の位置が経時的に変化することにより、動画効果 (例えば、動作) が生じててもよい。例えば、連続する表示画像 304 中の対象物の位置のずれにより、表示画像 304 における動作を決めることができる。表示画像動作検知モジュール 306 は各表示画像 304 を比較し、表示画像 304 における動作を特定する表示画像動作マップ 308 を作成する。これについては、図 4 A ~ 4 E を参照してより詳しく説明する。

【0037】

一方、表示装置 310 は、表示画像 304 を表示 (例えば、投影) する。投影された表示画像 311 は、表示スクリーン 104 (図示せず) 上に表示され、ユーザ 108 (図示せず) は表示画像 304 とインタラクションする。本実施形態では、ユーザ 108 は、動くことにより表示画像 304 とインタラクションする。例えば、ユーザ 108 は、表示画像 304 にある対象物に手を伸ばしたり触ったりできる。

【0038】

カメラ 110 は、投影された表示画像 311 とユーザ 108 の両者を含む一以上の画像 313 を撮影する。カメラ 110 は、これら撮影画像 314 を、演算装置 106 の撮影画像動作検知モジュール 316 に与える。カメラ 110 は、撮影画像 314 を、撮影画像動作検知モジュール 316 に直接与えてもよいし、あるいは、撮影画像 314 を画像バッファに保存し、撮影画像動作検知モジュール 316 が画像バッファの撮影画像 314 にアクセスしてもよい。撮影画像 314 におけるユーザ 108 の位置は経時的に変化する。連続する撮影画像 314 におけるユーザ 108 の位置のずれにより、例えば、ユーザ 108 の動作を決めることができる。撮影画像動作検知モジュール 316 は撮影画像 314 を比較し、撮影画像 314 の動作を特定する撮影画像動作マップ 318 を作成する。これについては、図 5 A ~ 5 E を参照してより詳しく説明する。撮影画像 314 はユーザ 108 と表示画像 304 の両方を含むため、撮影画像動作マップ 318 で特定された動作には、ユーザ 108 の動作と表示画像 304 の動作の両方が含まれる。

【0039】

実施形態によっては、同期モジュール 3 1 2 を用いて、表示画像 3 0 4 の表示をカメラ 1 1 0 の画像撮影と同期させてもよい。表示装置 3 1 0（例えば、デジタル光処理（DLP）プロジェクタを含む表示装置）の中には、表示画像 3 0 4 の赤色成分、緑色成分および青色成分を連続的に表示するものがある。人間の目は、表示画像 3 0 4 の赤色成分、緑色成分および青色成分の連続表示を検知できないかもしれないが、カメラ 1 1 0 は、赤色成分、緑色成分および青色成分の可変部分を撮影し得る。その結果、連続する撮影画像 3 1 4 内の撮影された表示画像 3 0 4 の赤色成分、緑色成分および青色成分が異なり、撮影画像動作検知モジュール 3 1 6 が、表示装置 3 1 0 が作成する撮影画像 3 1 4 の動作ではなく、表示画像 3 0 4 の動作によらない撮影画像 3 1 4 の動作を検知してしまう可能性がある。このため、各撮影画像 3 1 4 において、赤色成分、緑色成分および青色成分のむらのない部分をカメラ 1 1 0 が確実に撮影するように同期モジュール 3 1 2 を用いてもよい。

10

【0040】

実施形態によっては、表示画像動作検知モジュール 3 0 6 と撮影画像動作検知モジュール 3 1 6 は、2つの画像に対して、比較処理、例えば、絶対差分処理を行って動作マップを生成する。グレースケール画像の場合、2つの画像の各画素の値の差の大きさ（例えば、絶対値）を計算することにより動作マップを得る。または、カラー画像の場合、2つの画像の各画素の各カラーチャンネル（例えば、赤、緑、青）の値の差の大きさを合計することにより、動作マップを得る。2つの画像に対して絶対差分処理を行うことにより生成された動作マップは、画像の領域内での動作の存在を特定する。例えば、連続するグレースケール画像のある領域の動作は、動作マップで明るい点として現れる大きな絶対差分を生む。

20

【0041】

別の実施形態では、表示画像動作検知モジュール 3 0 6 と撮影画像動作検知モジュール 3 1 6 は、2つの画像に対して、オプティカルフロー処理を行って動作マップを生成する。一般的に、オプティカルフロー・アルゴリズムは、画像内の動作（例えば、画像内で位置が変わった対象物）を認識し、画像で認識された動作の速度（例えば、方向／向きおよび大きさ）を表わすベクトルを作成する。これにより、オプティカルフロー・アルゴリズムは、画像内の動作の存在だけでなく、画像内の動作の方向および大きさも決定する。従って、2つの画像に対してオプティカルフロー処理を行うことにより生成された動作マップは、画像の動作の存在、向きおよび大きさを特定する。

30

【0042】

動作検知モジュール 3 0 6 および 3 1 6 はフィルタリング処理を行うこともできる。例えば、2つの画像に対して絶対差分処理を行って生成した動作マップにフィルタリングを用いることができる。実施形態によっては、動作検知モジュール 3 0 6 および 3 1 6 は、平均カーネルフィルタを用いて動作マップをフィルタリングする。平均カーネルフィルタは、動作マップの個々の画素を囲む画素の値を基に、個々の画素の値を決定する。例えば、3×3の平均カーネルフィルタを用いた場合、個々の画素の値に対して、個々の画素および個々の画素に隣接する8つの画素の合計または平均値が付与される。平均カーネルフィルタを用いて動作マップをフィルタリングすることにより、動作の領域の端縁を平滑化することができ、また、動作マップのノイズ（例えば、動作の不要な領域）を低減させることもできる。

40

【0043】

これに加えてまたはこれに代えて、動作検知モジュール 3 0 6 および 3 1 6 は、動作マップに対して、拡張フィルタ処理および浸食フィルタ処理を行うことができる。拡張および浸食フィルタ処理はどちらも、個々の画素を囲む画素の値に基づいて、個々の画素の値を決定する。拡張処理では、フィルタ窓を、個々の画素および個々の画素を囲む一組の画素の上を通過させ、個々の画素の値に、フィルタ窓内で最大値を有する画素と同じ値を付与する。浸食処理では、フィルタ窓を、個々の画素および個々の画素を囲む一組の画素の上を通過させ、個々の画素の値に、フィルタ窓内で最小値を有する画素と同じ値を付与す

50

る。

【0044】

動作検知モジュール306および316はまた、動作マップに対して分類処理を行うこともできる。例えば、動作検知モジュール306および316は、動作マップに対して閾値処理を行うことができる。閾値処理では、画素の値が既定値よりも大きい場合、個々の画素に「真」を表わす値を付与し、画素の値が既定値と同じまたはそれよりも小さい場合、「偽」を表わす値を付与する。真の値が付与された画素を、動作を表わす画素として分類し、偽の値が付与された画素を、動作を表わさない画素として分類することができる。反対に、真の値が付与された画素を、動作を表わさない画素として分類し、偽の値が付与された画素を、動作を表わす画素として分類することもできる。

10

【0045】

比較モジュール320は、特定の表示画像動作マップ308を、対応する撮影画像動作マップ318と比較することによりユーザ108の動作を決定する。表示画像動作マップ308と撮影画像動作マップ318の両方に現れる動作は表示の動作により、撮影画像動作マップ318のみに現れる動作はユーザ108の動作による。従って、比較モジュール320は、表示画像動作マップ308を撮影画像動作マップ318と比較し、表示の動作からユーザ108の動作を分離（すなわち、セグメント化）することにより、ユーザ108単独による（または、優勢的）動作を特定するユーザ動作マップ322を作成する。

【0046】

動作検知モジュール306および316が絶対差分処理を行う実施形態では、表示画像動作マップ308と撮影画像動作マップ318の両方において動作を表わす画素は、表示の動作による。従って、このような画素は、ユーザ動作マップ322において動作を表わす画素として分類されない。反対に、撮影画像動作マップ318だけに動作を表わす画素は、ユーザ108の動作によるため、ユーザ動作マップ322において動作を表わす値が付与される。

20

【0047】

動作検知モジュール306および316がオプティカルフロー処理を行う実施形態では、表示画像動作マップ308の動作と大きく異なる撮影画像動作マップ318の動作が、ユーザ108の動作により、ユーザ動作マップ322に残される。撮影画像動作マップ318の動作は、表示画像動作マップ308の動作と大きく異なると考えられるのは、例えば、（1）大きさにおける差が、大きさの閾値を超えた場合、または、（2）向き（例えば、方向）における差が、向きの閾値を超えた場合である。このため、このような実施形態においては、表示の動作をも示す領域内であってもユーザ108の動作を検出することができる。

30

【0048】

表示の動作からユーザ108の動作を分離するメカニズムは他にもある。例えば、表示画像304に対応する撮影画像314から減じてユーザ画像を生成し、連続するユーザ画像に基づいて、ユーザ動作マップを生成することができる。

【0049】

決定されたユーザ108の動作（例えば、ユーザ動作マップ322に示されているような動作）は、アプリケーション302への入力として用いられる。例えば、アプリケーション302は、ユーザ動作マップ322を受け取り、ユーザ動作マップ322から、ユーザ108が表示画像304にあるターゲットに対してスイングしていると判断する。ユーザ108がターゲットに対してスイングしたと判断されると、アプリケーション302は、適切な表示画像304を生成し、表示画像動作検知モジュール306と表示装置310に表示画像を与える。

40

【0050】

図4A～図4E、図5A～図5Eおよび図6A～図6Bに示す画像を用いて、ユーザ108の動作を決定するのに用いられる画像処理技術を説明することができる。このような画像処理技術は、例えば、図3に示すアーキテクチャ300によって行われ得る。そこで

50

、説明を明確にするため、図 3 に示すアーキテクチャ 3 0 0 を用いた場合について、図 4 A ~ 図 4 E、図 5 A ~ 図 5 E および図 6 A ~ 6 B の画像を説明するが、他のアーキテクチャおよびシステムを用いて同じ画像処理技術を行ってもよい。図 4 A ~ 図 4 E、図 5 A ~ 図 5 E および図 6 A ~ 図 6 B の画像について説明する際、図 3 に示すアーキテクチャ 3 0 0 を参照するが、図 4 A ~ 図 4 E、図 5 A ~ 図 5 E および図 6 A ~ 図 6 B の画像について説明する画像処理技術を行うために用いるアーキテクチャおよびシステムを限定するものではない。

【 0 0 5 1 】

図 4 A ~ 図 4 E を簡単に説明すると、図 4 A ~ 図 4 B は、連続する表示画像を示す。図 4 C は、図 4 A ~ 図 4 B の連続する表示画像の合成画像を示す。図 4 D ~ 図 4 E は、図 4 A ~ 図 4 B の連続する表示画像の動作を特定する表示動作マップを示す。

10

【 0 0 5 2 】

図 5 A ~ 図 5 E を簡単に説明すると、図 5 A ~ 図 5 B は、連続する撮影画像を示す。図 5 C は、図 5 A ~ 図 5 B の連続する撮影画像の合成画像を示し、図 5 D ~ 図 5 E は、図 5 A ~ 図 5 B の連続する撮影画像の動作を特定する撮影画像動作マップを示す。

【 0 0 5 3 】

図 6 A ~ 図 6 B を簡単に説明すると、図 6 A ~ 図 6 B は、図 4 D ~ 図 4 E の表示画像動作マップおよび図 5 D ~ 図 5 E の撮影画像動作マップに対応するユーザ動作マップを示す。

【 0 0 5 4 】

20

図 4 A は、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) を示し、図 5 A は、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) と、表示とインタラクションするユーザ 1 0 8 とを含む、対応する第 1 の撮影画像 3 1 4 (a) を示す。アプリケーション 3 0 2 は、時点 t - 1 で第 1 の表示画像 3 0 4 (a) を生成し、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) を表示画像動作検知モジュール 3 0 6 および表示装置 3 1 0 に与える。図 4 A に示すように、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) は、ボール 4 0 2 を含む。表示装置 3 1 0 が、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) を表示スクリーン 1 0 4 に表示すると、ユーザ 1 0 8 は表示とインタラクションする。カメラ 1 1 0 は、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) と、表示とインタラクションするユーザ 1 0 8 とを含む第 1 の撮影画像 3 1 4 (a) を撮影する。このため、第 1 の撮影画像 3 1 4 (a) は、ユーザ 1 0 8 と、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) のボール 4 0 2 の両方を含む。

30

【 0 0 5 5 】

図 4 B は、第 2 の表示画像 3 0 4 (b) を示し、図 5 b は、第 2 の表示画像 3 0 4 (b) と、表示とインタラクションするユーザ 1 0 8 とを含む、対応する第 2 の撮影画像 3 1 4 (b) を示す。アプリケーション 3 0 2 は、時点 t で第 2 の表示画像 3 0 4 (b) を生成し、第 2 の表示画像 3 0 4 (b) を表示画像動作検知モジュール 3 0 6 および表示装置 3 1 0 に与える。図 4 B に示すように、第 2 の表示画像 3 0 4 (b) は、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) と同じボール 4 0 2 を含む。しかし、第 2 の表示画像 3 0 4 (b) のボール 4 0 2 の位置は、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) のボール 4 0 2 の位置よりも左側にある。図 4 C は、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) と第 2 の表示画像 3 0 4 (b) とのボール 4 0 2 の位置が異なっていることを示すための、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) と第 2 の表示画像 3 0 4 (b) の合成画像 4 0 3 である。図 4 C の合成画像 4 0 3 は、アーキテクチャ 3 0 0 やアーキテクチャ 3 0 0 の構成要素により生成されるのではなく、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) と第 2 の表示画像 3 0 4 (b) とのボール 4 0 2 の位置が異なることを示すためのものである。破線の円 4 0 2 (a) は、第 1 の表示画像 3 0 4 (a) におけるボール 4 0 2 の位置を表わし、破線の円 4 0 2 (b) は、第 2 の表示画像 3 0 4 (b) におけるボール 4 0 2 の位置を表わす。

40

【 0 0 5 6 】

表示装置 3 1 0 が、第 2 の表示画像 3 0 4 (b) を表示スクリーン 1 0 4 に表示すると、ユーザ 1 0 8 は表示とインタラクションする。カメラ 1 1 0 は、第 2 の表示画像 3 0 4 (b) と、表示とインタラクションするユーザ 1 0 8 とを含む第 2 の撮影画像 3 1 4 (b)

50

）を撮影する。このため、第2の撮影画像314（b）は、ユーザ108と第2の表示画像304（b）のボール402の両方を含む。図5Bに示すように、第2の撮影画像314（b）において、ユーザ108は、第1の撮影画像314（a）のユーザ108の位置よりも右側に位置し、第2の撮影画像314（b）のボール402の位置は、第1の撮影画像314（a）のボール402の位置よりも左側にある。図5Cは、第1の撮影画像314（a）と第2の撮影画像314（b）とのボール402の位置が異なっていることを示すための、第1の撮影画像314（a）と第2の撮影画像314（b）の合成画像501である。図5Cの合成画像501は、アーキテクチャ300やアーキテクチャ300の構成要素により生成されるのではなく、第1の撮影画像314（a）と第2の撮影画像314（b）とのボール402の位置が異なることを示すためのものである。破線で示したユーザ108（a）は、第1の撮影画像314（a）のユーザ108の位置を表わし、破線で示したユーザ108（b）は、第2の撮影画像314（b）のユーザ108の位置を表わす。破線の円402（c）は、第1の撮影画像314（a）のボール402の位置を表わし、破線の円402（d）は、第2の撮影画像314（b）のボール402の位置を表わす。

10

【0057】

第2の表示画像304（b）と第1の表示画像304（a）とのずれにより、表示に動き（動作）が現れる。第1の表示画像304（a）のボール402の位置と、第2の表示画像304（b）のボール402の位置とのずれは、時点t-1から時点tまでのボールの動作を表わす。より一般的には、第1の表示画像304（a）と第2の表示画像304（b）とのずれは、時点t-1から時点tまでの表示の動作を表わす。

20

【0058】

第1の表示画像304（a）および第2の表示画像304（b）は、表示画像動作検知モジュール306に与えられ、表示画像304（a）と304（b）の動作が決定される。表示画像動作検知モジュール306は、第1の表示画像304（a）を第2の表示画像304（b）と比較し、2つの画像304（a）と304（b）内の動作を特定する表示画像動作マップ308を作成する。図4Dは、第1の表示画像304（a）と第2の表示画像304（b）に対して絶対差分処理を行うことにより生成した表示画像動作マップ308（a）の一例を示す。図4Dに示すように、第1の表示画像304（a）と第2の表示画像304（b）に対して絶対差分処理を行うことにより生成した表示画像動作マップ308（a）は、表示画像304（a）と304（b）の領域内の動作404の存在を特定する。

30

【0059】

図4Eは、第1の表示画像304（a）と第2の表示画像304（b）に対してオプティカルフロー処理を行うことにより生成した表示画像動作マップ308（b）の一例を示す。図4Eに示すように、第1の表示画像304（a）と第2の表示画像304（b）に対してオプティカルフロー処理を行うことにより生成した表示画像動作マップ308（b）は、表示画像304（a）と304（b）内の動作の存在、方向および大きさを特定するためにベクトル406を用いる。

40

【0060】

上で説明したように、第2の撮影画像314（b）のユーザ108の位置は、第1の撮影画像314（a）のユーザ108の位置よりも右側に位置する。ユーザ108の位置のずれは、表示とインタラクションするユーザの動作により得る。例えば、バレーボールのシミュレーション（例えば、バーチャル）ゲームをしている場合のように、ユーザ108が、ボール402を打とうとボール402に近づく場合、第1の撮影画像314（a）のユーザ108の位置と第2の撮影画像314（b）のユーザの位置とのずれは、時点t-1から時点tまでのユーザ108の動作を表わす。

【0061】

第1の撮影画像314（a）および第2の撮影画像314（b）は、撮影画像検知モジュール316に与えられる。撮影画像動作検知モジュール316は、第1の撮影画像31

50

4 (a) を第 2 の撮影画像 3 1 4 (b) と比較し、2 つの画像 3 1 4 (a) および 3 1 4 (b) 内の動作を特定する撮影画像動作マップ 3 1 8 を作成する。図 5 D は、第 1 の撮影画像 3 1 4 (a) と第 2 の撮影画像 3 1 4 (b) に対して絶対差分処理を行うことにより生成した撮影画像動作マップ 3 1 8 (a) の一例を示す。図 5 D に示すように、撮影画像動作マップ 3 1 8 (a) は、ユーザ 5 0 0 による動作に加えて、表示 5 0 2 の動作も特定する。図 5 E は、第 1 の撮影画像 3 1 4 (a) と第 2 の撮影画像 3 1 4 (b) に対してオプティカルフロー処理を行うことにより生成した表示画像動作マップ 3 1 8 (b) の一例を示す。図 5 E に示すように、撮影画像動作マップ 3 1 8 (b) は、ユーザ 5 0 4 による動作およびディスプレイ 5 0 6 の動作を特定するためにベクトルを用いる。撮影画像動作マップ 3 1 8 (b) を生成するのに用いるオプティカルフロー・アルゴリズムは、第 1 の撮影画像 3 1 4 (a) および第 2 の撮影画像 3 1 4 (b) に共通の対象物 (例えば、ユーザ 1 0 8 とボール 4 0 2) を認識し、第 1 の撮影画像 3 1 4 (a) と第 2 の撮影画像 3 1 4 (b) に共通の対象物の位置を比較して、画像 3 1 4 (a) および 3 1 4 (b) の動作を特定するベクトルを生成し得る。

10

【 0 0 6 2 】

比較モジュール 3 2 0 は、表示画像動作マップ 3 0 8 を撮影画像動作マップ 3 1 8 と比較することにより、ユーザ動作マップ 3 2 2 を生成する。図 6 A は、表示画像動作マップ 3 0 8 (a) と撮影画像動作マップ 3 1 8 (a) に対応するユーザ動作マップ 3 2 2 (a) の一例を示す。図 6 A に示すように、ユーザ動作マップ 3 2 2 (a) は、ユーザ 5 0 0 単独による (または、優勢的) 動作を特定する。図 6 B は、表示動作マップ 3 0 8 (b) と撮影画像動作マップ 3 1 8 (b) に対応するユーザ動作マップ 3 2 2 (b) の一例を示す。図 6 B に示すように、ユーザ動作マップ 3 2 2 (b) は、ユーザ 5 0 4 単独による (または、優勢的) 動作を特定する。

20

【 0 0 6 3 】

図 7 において、システムのアーキテクチャ 7 0 0 が示されている。以下に記載する違いを除いて、アーキテクチャ 7 0 0 は、図 3 を参照して説明したアーキテクチャ 3 0 0 と実質的に同じである。

【 0 0 6 4 】

実施形態によっては、例えば、カメラ 1 1 0 が表示スクリーン 1 0 4 に対向して回転し、プロジェクタ 1 0 2 とカメラ 1 1 0 が互いにオフアクシス (例えば、図 1 A に示すように、カメラ 1 1 0 がプロジェクタ 1 0 2 の上に位置するため、プロジェクタ 1 0 2 とカメラ 1 1 0 は同一軸を有しない) となる場合、または、撮影画像動作マップ 3 1 8 を生成するのに用いる撮影画像 3 1 4 の解像度が、表示画像動作マップ 3 0 8 を生成するのに用いる表示画像 3 0 4 の解像度と異なる場合、撮影画像動作マップ 3 1 8 の物体の位置と、表示画像動作マップ 3 0 8 の対応する物体の位置との間に、ずれが発生することがある。従って、実施形態によっては、演算装置 1 0 6 は、変換撮影画像動作マップ 7 0 4 の物体が、表示画像動作マップ 3 0 8 の対応する物体と合致するよう撮影画像動作マップ 3 1 8 のデータを変換撮影画像動作マップ 7 0 4 に変換 (例えば、歪曲、回転、倍率変更、移動) するための幾何学的変換モジュール 7 0 2 を含む。このため、幾何学的変換処理により、逆さに設置されたカメラ 1 1 0 や、プロジェクタ 1 0 2 からオフアクシスで設置されたカメラ 1 1 0 や、表示スクリーン 1 0 4 に表示画像を反射する鏡 1 1 6 に投影される表示画像を補償することができる。幾何学的変換処理には、例えば、画素の移動や再配置、撮影画像動作マップ 3 1 8 のサイズ変更、動作値の補間、および / または動作値の補外が含まれ得る。

30

40

【 0 0 6 5 】

表示画像と表示画像を含む撮影画像の座標間の幾何学的マッピングを決定するのに較正法を用いることができる。また、幾何学的マッピングを用いて、撮影画像動作マップ 3 1 8 の物体を表示画像動作マップ 3 0 8 の対応する物体と合致させるのに必要な幾何学的変換処理を決定することができる。

【 0 0 6 6 】

50

較正法は、表示スクリーン 104 上に、既知のパターン、例えば、ドット格子または碁盤目を表示することを含み得る。カメラ 110 はパターンを含む画像を撮影し、撮影画像内のパターンの位置を計算する。そして、表示画像内の対応する要素の位置に対する撮影画像内のパターンの要素の位置を用いて、撮影画像の画素ごとに撮影画像と表示画像の座標間の幾何学的マッピングを定義することができる。

【0067】

これに加えてまたはこれに代えて、較正法には、パターンを表示する前にブランク画像を短時間表示することや、パターンの位置を表示することが含まれていてもよい。撮影画像動作検知モジュール 316 は、撮影画像の変化（例えば、動作）を検知することによりパターンを検知することができる。

10

【0068】

上述したように、幾何学的変換モジュール 702 は、撮影画像動作マップ 318 に対して幾何学的変換処理を行う。しかし、別の実施形態では、幾何学的変換モジュール 702 は、撮影画像 314 が撮影画像動作検知モジュール 316 に与えられる前に、撮影画像 314 に対して幾何学的変換処理を行う。

【0069】

表示画像 304 をアプリケーション 302 から表示装置 310 に伝送し、表示画像を表示し、カメラ 110 で画像を撮影し、撮影画像 314 を処理するプロセスは、通常、待ち時間（すなわち、遅延）をもたらす。その結果、カメラが時点 t で撮影する画像には、その少し前に生成された表示画像が含まれる。このため、実施形態によっては、演算装置 106 は、確実に、比較モジュール 320 が、同じ時間の対応する待ち時間補償された表示画像動作マップ 708 と変換撮影画像動作マップ 704 とを比較するよう、待ち時間補償処理を行う待ち時間補償モジュール 706 を含む。

20

【0070】

実施形態によっては、待ち時間補償モジュール 706 は、待ち時間補償された表示画像動作マップ 708 を比較モジュール 320 に与える前に、表示画像動作マップ 308 を待ち時間と同じ時間バッファに保存する。その結果、待ち時間補償された表示画像動作マップ 708 は、対応する変換撮影画像動作マップ 704 とほぼ同じ時間に比較モジュール 320 に到達する。別の実施形態では、待ち時間補償モジュール 706 は、表示画像 304 を表示画像動作検知モジュール 306 に与える前に、表示画像 304 を待ち時間と同じ時間バッファに保存する。

30

【0071】

これに加えてまたはこれに代えて、表示装置 310 のフレームレートとカメラ 110 のサンプリングレートとのずれを補償するのに待ち時間補償モジュール 706 を用いることができる。例えば、表示装置 310 のフレームレートが、カメラ 110 のサンプリングレート（例えば、露出時間）よりも大きいことがある。従って、1 枚の撮影画像 314 が複数の表示画像 304 の露光を含むことがある。このような表示装置 310 のフレームレートとカメラ 110 のサンプリングレートとのずれを補償するため、待ち時間補償モジュール 706 は、複数の連続する表示画像動作マップ 308 を 1 つの待ち時間補償された表示画像動作マップ 708 に合成することができる。1 つの待ち時間補償された表示画像動作マップ 708 に合成される表示動作マップ 308 の数は、カメラ 110 の 1 つのサンプリング時間（例えば、露出）の間に表示される表示画像の数と一致するように選択される。

40

【0072】

絶対差分処理を用いて生成される表示画像動作マップ 308 は、論理関数「OR」処理を用いて合成してもよい。すなわち、待ち時間補償された表示画像動作マップ 708 を生成するのに合成された複数の表示画像動作マップ 308 のうちいずれかの対応する画素が動作を表わすと定義された場合、待ち時間補償された表示画像動作マップ 708 の画素は、動作を表わす画素として定義される。

【0073】

あるいは、オプティカルフロー処理を用いて生成される表示画像動作マップ 308 は、

50

待ち時間補償された表示画像動作マップ708の各画素に対して、各画素の動作の範囲が、待ち時間補償された表示画像動作マップ708を生成するために合成した複数の表示画像動作マップ308の対応する画素の動作を含むように動作の範囲を付与することにより合成してもよい。

【0074】

較正法を用いて、表示画像が表示装置310に伝送される時間からカメラ110が対応する画像を撮影する時間までの待ち時間を決定することができる。較正法は、一定時間ブランク表示画像を表示し、その後、パターンを含む表示画像を表示することを含み得る。パターンを含む表示画像が表示装置310に伝送される時間を記録し、対応する撮影画像においてパターンが検出される時間と比較して、待ち時間を決定する。

10

【0075】

実施形態によっては、アプリケーション302は、演算装置106に直接、表示画像動作マップ308を与える。このような実施形態では、表示画像動作検知モジュール306は必要ない。さらに、図3および図7において、アプリケーション302は演算装置106の外に格納されているが、実施形態によっては、アプリケーション302は演算装置106に搭載されて動作する。これらの実施形態が明らかにするように、本明細書に記載の機能は様々なモジュールおよび装置で実行することができる。従って、機能が1つの装置から別の装置に移る場合、装置間のインターフェイスは変化し得る。

【0076】

実施形態によっては、ユーザ動作マップ322が生成されると、入力として、表示画像304を生成するアプリケーション302に与える。アプリケーション302は、ユーザ動作マップ322を用いてユーザ108のインタラクションを検出する。

20

【0077】

例えば、アプリケーション322は、1つ以上の連続するフレームにわたって、表示画像304の対象物の既知の位置に対応する領域において、ユーザ108の動作を検出すると、ユーザ108が対象物に「触っている」と判断する。例えば、ユーザ108はボタンを「触る」ことにより、（例えば、ボタンを「オン」または「オフ」にする）ボタンを選択することが出来得る。但し、ユーザ108が表示画像304の対象物を「触っている」とアプリケーション302が決定するために、ユーザ108がディスプレイ表面104に物理的に触る必要はない。ユーザ108が表示スクリーン104に物理的に触る場合もあるが、表示スクリーン104に表示されている対象物の上や近くで、ユーザ108の体の一部を上下または左右に動かすと、ユーザ108が表示画像304の対象物を「触っている」とアプリケーション302が決定することもある。

30

【0078】

さらに、アプリケーション302は、ユーザ108の動作を含むと分類される領域部分を決定することにより、表示画像304の対象物に対応する領域のユーザ108の動作の量を決定することができる。これにより、アプリケーション302は、ユーザ108の異なる動作（例えば、微妙な動作と意図的動作）を見分け、ユーザ108の異なる動作を用いて対象物の位置および/または挙動を制御することができる。また、当然のことながら、表示画像の対象領域近くで起こらないユーザの動作は無視される。

40

【0079】

あるいは、アプリケーション302がオプティカルフローユーザ動作マップ322を受け取ると、アプリケーション302は、ある領域の動作ベクトルの大きさの平均値または最大値に基づいて、その領域での動作の量を決定することができる。従って、アプリケーション322は、ユーザ108の動作の速さを用いて、対象物の位置および/または挙動を制御することができる。例えば、ユーザ108が触る前に対象物が速度を有する場合、ユーザ108が対象物に触ると、アプリケーション302は、得られる対象物の速度が、対象物の最初の速度とユーザ108が対象物に与えた速度の組み合わせを反映するよう、対象物の速度を変えることができる。

【0080】

50

また、アプリケーション 302 は、ユーザ 108 が動くことにより、表示画像 304 の対象物の外観を変えることもできる。例えば、ユーザが表示スクリーン 104 を「拭く」ことにより、アプリケーションは、元の対象物の代わりに新しい対象物を表示することができる。

【0081】

実施形態においては、他の様々な方法でユーザの動作を決定することができる。例えば、動作を決定する前に表示画像 304 を撮影画像 314 から「減じる」ことができる。同様に、別の実施形態では、上述した機能が行われる順番を変更してもよい。

【0082】

演算装置 106 は、コンピュータまたは別のタイプの演算装置であってもよい。例えば、演算装置 106 は、マイクロソフトウィンドウズオペレーティングシステムを実行するパーソナルコンピュータ（PC）であり得る。これに加えてまたはこれに代えて、演算装置 106 は、デジタル信号処理（DSP）チップおよび/またはプログラム可能なピクセルシェーダを有するビデオグラフィックカードを含んでいてもよい。さらに、演算装置 106 は単体であってもよく、表示装置 310 に内蔵されてもよい。演算装置 106 を表示装置 310 に内蔵することにより、表示画像の伝送、表示、キャプチャリングおよび処理をする際に通常生じる遅延を低減することができる。

【0083】

アプリケーション 302 が演算装置 106 に搭載されている場合、アプリケーションは、アクティブX方式のマクロメディア・フラッシュを用いてもよい。演算装置 106 は、ウィンドウズ・デバイス・コンテキストを表示画像バッファと関連付けることができる。演算装置 106 が、デバイス・コンテキストをマクロメディア・フラッシュ・アクティブXオブジェクトに与えることにより、マクロメディア・フラッシュは画像を表示画像バッファに格納することができる。

【0084】

または、アプリケーション 302 は、演算装置 106 の外に格納されていてもよい。アプリケーション 302 が演算装置 106 の外部にある場合、ビデオ信号（例えば、ビデオ・グラフィックス・アレイ（VGA）信号）を、表示装置 310 とビデオ・キャプチャ・デバイス（例えば、VGA フレームグラバ）の両方に伝送することができる。ビデオ・キャプチャ・デバイスは、表示画像の表示を生成し、表示画像バッファに表示画像の表示を保存してもよい。

【0085】

実施形態では、1つ以上のプロセスを行うように構成された装置が1つ以上含まれていてもよい。装置は、例えば、個別のまたは集積されたハードウェア、ファームウェアおよびソフトウェアを含んでいてもよい。装置は、例えば、マイクロプロセッサ、集積回路またはプログラム可能な論理素子を含む、例えば、一般的に処理装置と呼ばれるプロセッサを含んでいてもよい。

【0086】

また、装置は、1つ以上のプロセスを実行する指示を有するコンピュータ読取可能な媒体を1つ以上含んでいてもよい。コンピュータ読取可能な媒体には、例えば、ハードディスク、コンパクトディスク、ランダム・アクセス・メモリ（RAM）および読み出し専用メモリ（ROM）などの、例えば、記憶装置が含まれ得る。また、コンピュータ読取可能な媒体は、例えば、指示を符号化または伝送するフォーマットされた電磁波を含んでいてもよい。指示は、例えば、ハードウェア、ファームウェアおよび電磁波に含まれていてもよい。指示は、例えば、オペレーティングシステム、別のアプリケーション、またはこれら2つの組み合わせに含まれていてもよい。このため、プロセッサは、例えば、プロセスを実行するよう構成された装置と、プロセスを実行する指示を有するコンピュータ読取可能な媒体を含む装置の両方を含む点に特徴を有し得る。

【0087】

多数の実施形態について説明したが、様々な変更が可能であることは言うまでもない。

例えば、異なる実施形態の要素を組み合わせたり、補充、変更または外すことにより別の実施形態を作製してもよい。従って、別の実施形態も添付の特許請求の範囲に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1A】第1のインタラクティブシステムを示す。

【図1B】第2のインタラクティブシステムを示す。

【図1C】第3のインタラクティブシステムを示す。

【図1D】第4のインタラクティブシステムを示す。

【図1E】第5のインタラクティブシステムを示す。

【図2】ユーザの動作を決定し、決定された動作をアプリケーションに入力するプロセス
の一例を示すフローチャートである。 10

【図3】インタラクティブシステムのアーキテクチャのブロック図である。

【図4A】第1の表示画像を示す。

【図4B】第2の表示画像を示す。

【図4C】図4A～図4Bの第1および第2の表示画像の合成画像を示す。

【図4D】図4A～図4Bの第1および第2の表示画像に対応する第1の表示画像動作マ
ップを示す。

【図4E】図4A～図4Bの第1および第2の表示画像に対応する第2の表示画像動作マ
ップを示す。

【図5A】第1の撮影画像を示す。 20

【図5B】第2の撮影画像を示す。

【図5C】図5A～図5Bの第1および第2の撮影画像の合成画像を示す。

【図5D】図5A～図5Bの第1および第2の撮影画像に対応する第1の撮影画像動作マ
ップを示す。

【図5E】図5A～図5Bの撮影画像に対応する第2の撮影画像動作マップを示す。

【図6A】第1のユーザ動作マップを示す。

【図6B】第2のユーザ動作マップを示す。

【図7】インタラクティブシステムの別のアーキテクチャのブロック図である。

【図 1 A】

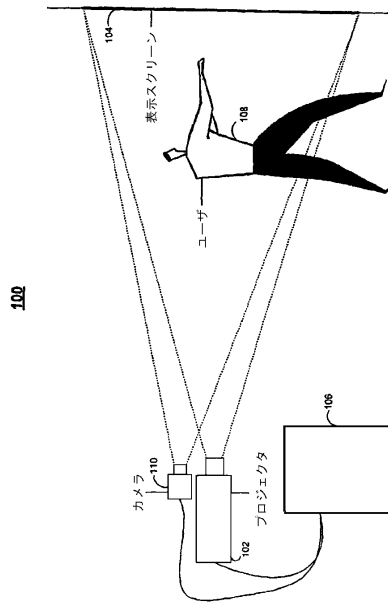


FIG. 1A

【図 1 B】

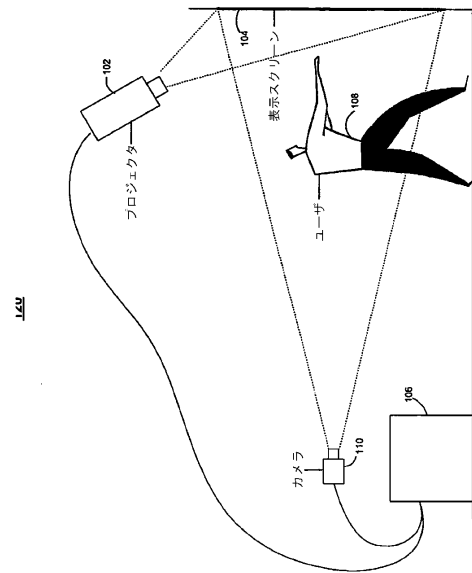


FIG. 1B

【図 1 C】

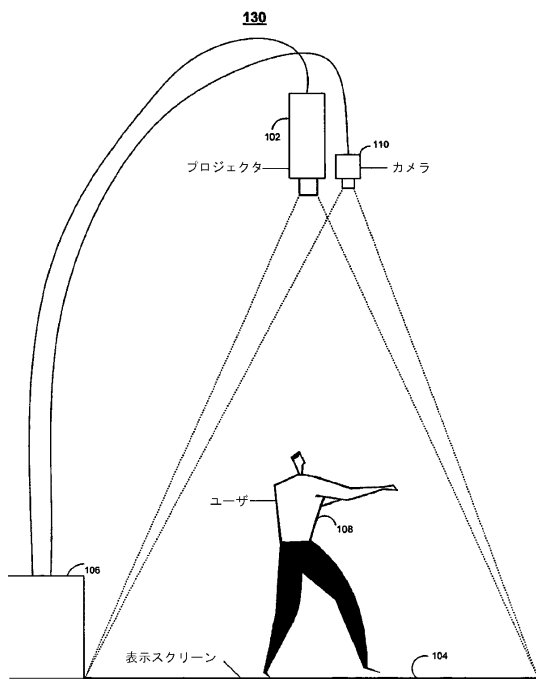


FIG. 1C

【図 1 D】

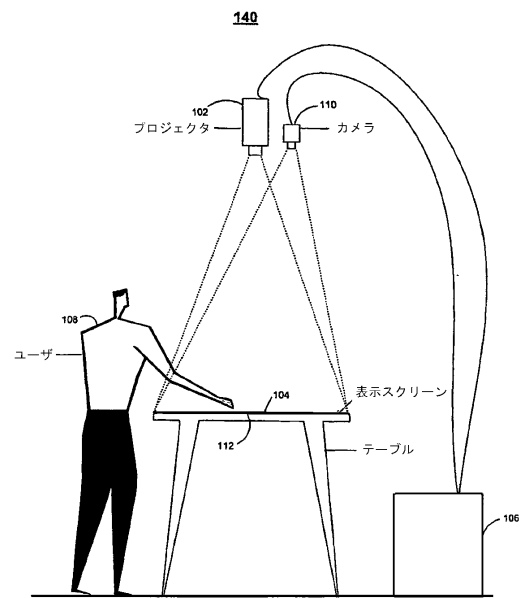


FIG. 1D

【図 1 E】

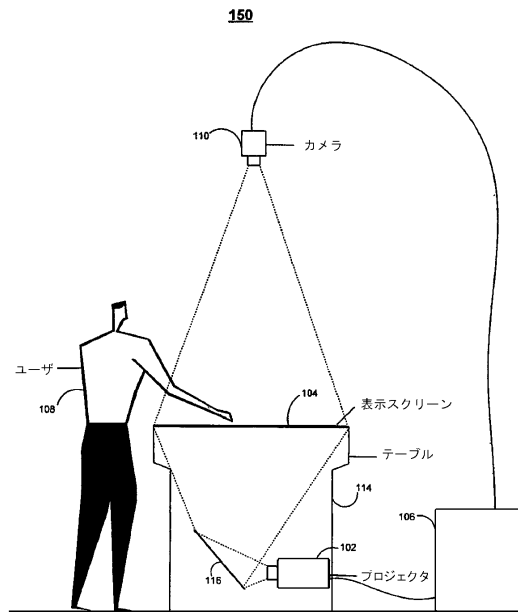


FIG. 1E

【図 2】

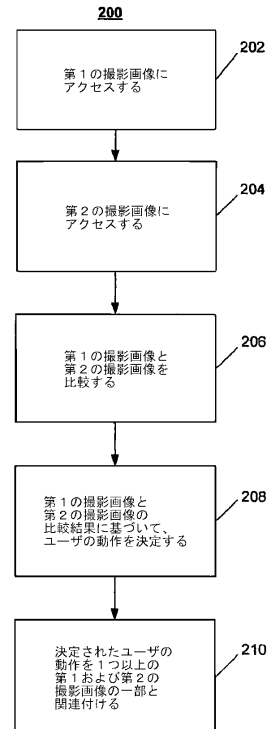


FIG. 2

【図 3】

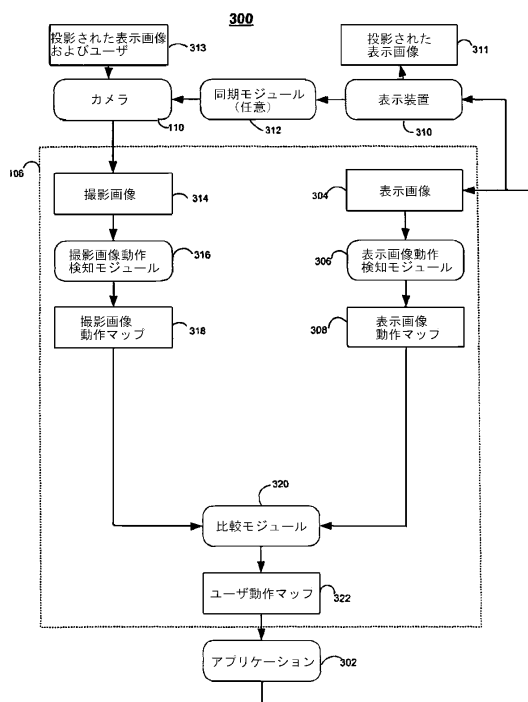


FIG. 3

【図 4 A】

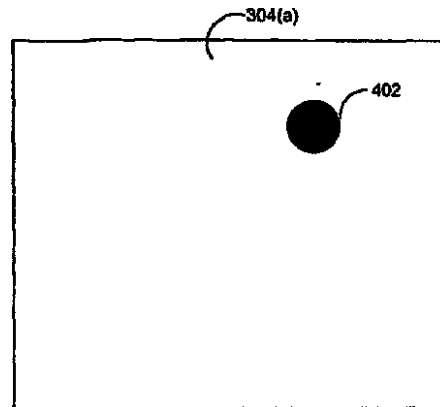


FIG. 4A

【図 4 B】

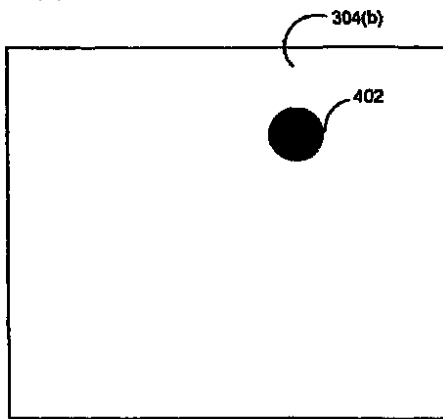


FIG. 4B

【図 4 C】

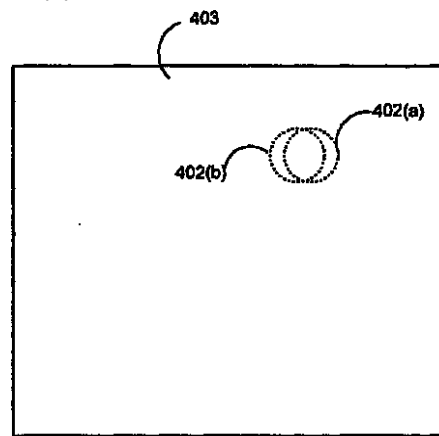


FIG. 4C

【図 4 D】

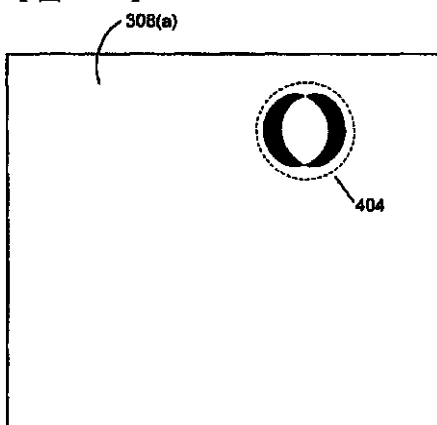


FIG. 4D

【図 4 E】

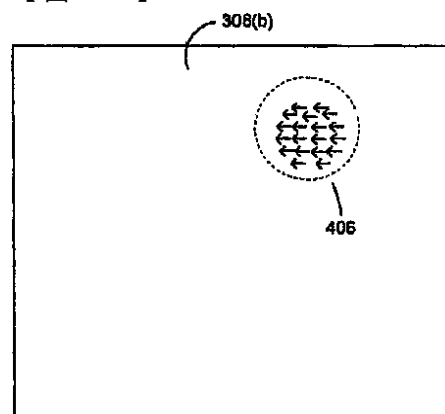


FIG. 4E

【図 5 A】

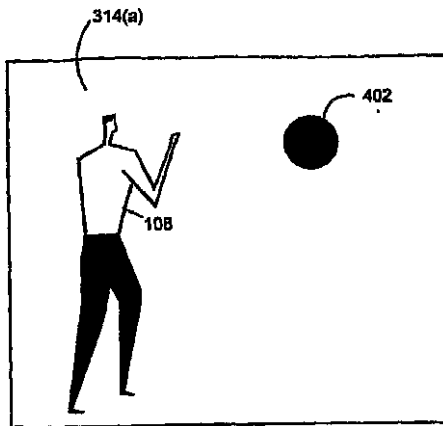


FIG. 5A

【図 5 B】

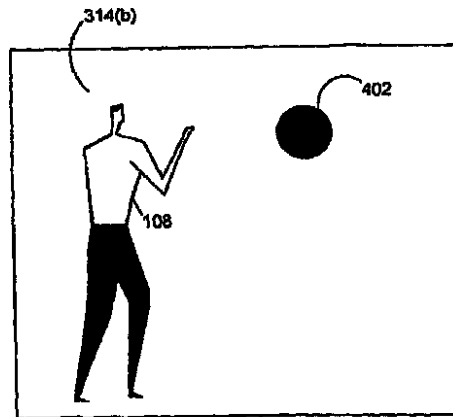


FIG. 5B

【図 5 C】

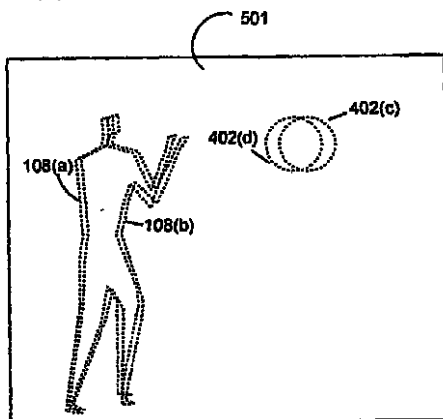


FIG. 5C

【図 5 D】

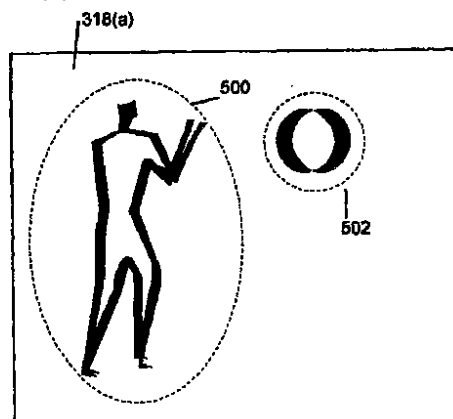


FIG. 5D

【図 5 E】

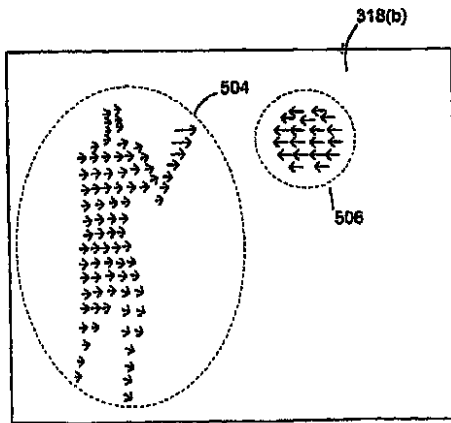


FIG. 5E

【図 6 A】

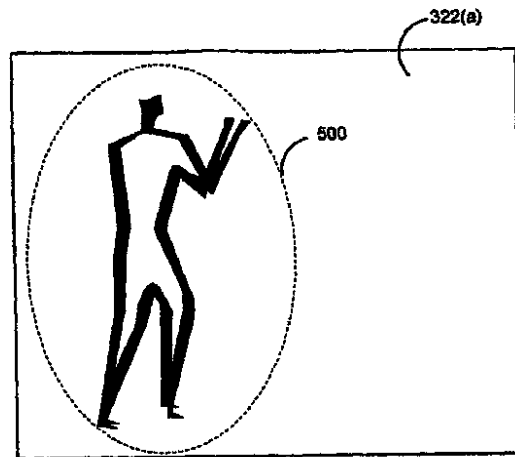


FIG. 6A

【図 6 B】

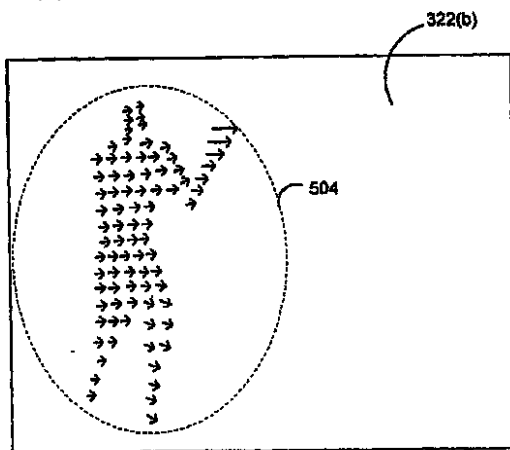


FIG. 6B

【図 7】

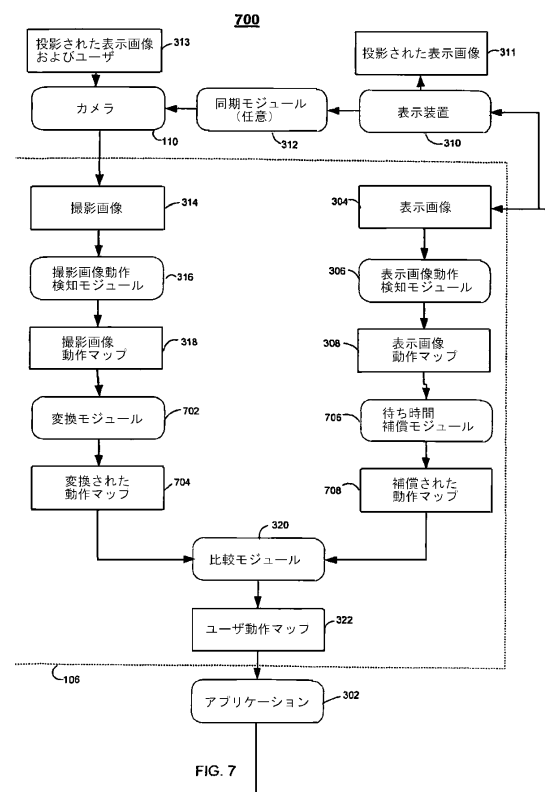


FIG. 7

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許第06072469(US,A)
米国特許出願公開第2004/0193413(US,A1)
米国特許出願公開第2004/0102247(US,A1)
米国特許第6195104(US,B1)
米国特許出願公開第2003/0117611(US,A1)
米国特許出願公開第2006/0044289(US,A1)
特開2005-301693(JP,A)
特開2003-116126(JP,A)
特開2006-40271(JP,A)
特開平11-24839(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 7/20

G06F 3/038