

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6452658号
(P6452658)

(45) 発行日 平成31年1月16日(2019.1.16)

(24) 登録日 平成30年12月21日(2018.12.21)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 6 F 3/0346 (2013.01) G 0 6 F 3/0346 4 2 2

請求項の数 13 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2016-188406 (P2016-188406)	(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
(22) 出願日	平成28年9月27日(2016.9.27)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2018-55257 (P2018-55257A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成30年4月5日(2018.4.5)	(72) 発明者	松村 武士 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
審査請求日	平成29年9月26日(2017.9.26)	審査官	菅原 浩二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、およびその制御方法ならびにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

平面に画像を表示する表示する情報処理装置であって、
前記平面の上方にある撮像部から、前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の複数の点のそれぞれまでの距離情報を取得する第1の取得手段と、
前記第1の取得手段により取得された距離情報と、前記距離情報が取得されてから所定の時間が経過した後に前記第1の取得手段により取得された距離情報を用いて、前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の複数の点のそれぞれにおける前記第1の取得手段により取得された距離情報の変化量を取得する第2の取得手段と、
前記第2の取得手段により取得された変化量に従ってユーザからの入力を受け付ける受付手段と、を有し、
前記受付手段は、前記平面と前記平面の上方にある空間内の所定の領域において、前記第2の取得手段により取得された前記変化量が所定の条件を満たしたことを検知して、
前記平面に表示された画面へのユーザからの入力を受け付けないことを特徴とする情報処理装置。

【請求項2】

前記所定の領域は第1の領域および第2の領域で構成され、
前記第1の領域において、前記第2の取得手段の取得した前記変化量が正であり所定の大きさ以上である前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の点の数を記憶する第1の記憶手段と、

10

20

前記第2の領域において、前記第2の取得手段が取得した前記変化量が負であり所定の大きさ以上である前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の点の数を記憶する第2の記憶手段と、を有し、

前記所定の条件は前記第1の記憶手段に記憶された点の数および前記第2の記憶手段に記憶された点の数がともに所定の数よりも多いことであることを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記変化量が正とは、前記第1の取得手段により取得された距離情報が、前記距離情報が取得されてから所定の時間が経過した後に前記第1の取得手段により取得された距離情報よりも短い距離を示す距離情報であり、

10

前記変化量が負とは、前記第1の取得手段により取得された距離情報が、前記距離情報が取得されてから所定の時間が経過した後に前記第1の取得手段により取得された距離情報よりも長い距離を示す距離情報であることを特徴とする請求項2に記載の情報処理装置。

【請求項4】

前記所定の領域において、前記第2の取得手段により取得された前記変化量が所定の符号であり所定の大きさ以上である前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の点の数を記憶する記憶手段と、を有し、前記所定の条件は前記記憶手段に記憶された点の数が所定の数よりも多いことであることを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項5】

20

前記情報処理装置は、前記平面に画面を投影する投影手段を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の情報処理装置。

【請求項6】

前記投影手段は、前記受付手段による入力を受け付けに従って、前記平面に投影される画面を変化させることを特徴とする請求項5に記載の情報処理装置。

【請求項7】

前記情報処理装置は前記第1の取得手段により取得された距離情報に基づき、前記平面と前記撮像部により撮像されている物体の距離が所定の距離よりも離れている領域を検出する検出手段をさらに有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載の情報処理装置。

30

【請求項8】

前記検出手段は、前記第2の取得手段により取得された前記変化量が所定の条件を満たさない場合、前記撮像部により撮像されている物体が前記平面からの距離が第1の閾値よりも離れている領域を検出し、前記距離情報の変化量が所定の条件を満たす場合、前記撮像部により撮像されている物体が前記平面から前記第1の閾値よりも大きな第2の閾値よりも離れている領域を検出することを特徴とする請求項7に記載の情報処理装置。

【請求項9】

前記第2の閾値の大きさは前記第2の取得手段により取得された前記変化量の大きさの最大値よりも大きいことを特徴とする請求項8に記載の情報処理装置。

【請求項10】

40

平面に画像を表示する情報処理装置であって、

前記平面の上方にある撮像部から、前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の複数の点のそれぞれまでの距離情報を取得する第1の取得手段と、

前記第1の取得手段により取得された距離情報と、前記距離情報が取得されてから所定の時間が経過した後に前記第1の取得手段により取得された距離情報とを用いて、前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の複数の点のそれぞれにおいて、前記第1の取得手段により取得された距離情報の変化量を取得する第2の取得手段と、

前記第2の取得手段により取得された距離情報の変化量に応じて、ユーザの入力を受け付ける受付手段と、

前記受付手段によるユーザ入力を受け付けに従って、前記ユーザ入力に対応する処理を

50

実行する制御手段と、を有し、

前記制御手段は、前記平面と前記平面の上方にある空間内の所定の領域において、前記第2の取得手段により取得された変化量が所定の条件を満たしたことを検知して、前記受付手段により受け付けられたユーザの入力に対応する処理を実行しないよう制御することを特徴とする情報処理装置。

【請求項11】

平面に画像を表示する表示ステップと、

前記平面の上方にある撮像部から、前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の複数の点のそれぞれまでの距離情報を取得する第1の取得ステップと、

前記第1の取得ステップにおいて取得された距離情報と、前記距離情報が取得されてから所定の時間が経過した後に、前記第1の取得ステップにおいて取得された距離情報を用いて、前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の複数の点のそれぞれにおいて、

前記第1の取得ステップにおいて取得された前記距離情報の変化量を取得する第2の取得ステップと、

前記第2の取得ステップにより取得された変化量を取得して、前記変化量に従ってユーザからの入力を受け付ける受付ステップと、を有する情報処理装置の制御方法において、前記受付ステップは、前記平面と前記平面の上方にある空間内の所定の領域において、

前記第2の取得ステップにより取得された前記変化量が所定の条件を満たしたことを検知して、前記平面に表示された画面へのユーザからの入力を受け付けないことを特徴とする情報処理装置の制御方法。

【請求項12】

平面に画像を表示する表示ステップと、

前記平面の上方にある撮像部から、前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の複数の点のそれぞれまでの距離情報を取得する第1の取得ステップと、

前記第1の取得ステップにおいて取得された距離情報と、前記距離情報が取得されてから所定の時間が経過した後に、前記第1の取得ステップにおいて取得された前記第2の距離情報を用いて、前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の複数の点のそれぞれにおいて、前記第1の取得ステップにおいて取得された前記距離情報の変化量を取得する第2の取得ステップと、

前記第2の取得ステップにより取得された距離情報の変化量に応じて、ユーザの入力を受け付ける受付ステップと、

前記受付ステップにおいて受け付けられたユーザの入力の受け付けに従って、前記ユーザ入力に対応する処理を実行する制御ステップと、を有する画像処理装置の制御方法であって、

前記制御ステップにおいて、前記平面と前記平面の上方にある空間内の所定の領域で、前記第2の取得ステップにより取得された変化量が所定の条件を満たしたことを検知して、前記受付ステップにおいて、受け付けられたユーザの入力に対応する処理を実行しないよう制御することを特徴とする情報処理装置の制御方法。

【請求項13】

請求項11または12に記載の情報処理装置の制御方法をコンピュータが実行するためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置、およびその制御方法ならびにプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年では、机や壁など任意の操作面にユーザインタフェース(以下、UI)を投影し、机に投影されたUIに対してタッチやリリースなどのユーザの指先の動きで操作を行うこ

10

20

30

40

50

とができる情報処理装置が提案されている。

【0003】

上記のような情報処理装置においては、TOF (Time Of Flight) 方式等の距離画像センサを用いて、距離画像センサと操作面との間に存在する手や物体の距離を検出し、操作を受付ける。

【0004】

情報処理装置は、距離画像センサの撮像した画像から距離画像センサから撮像物までの距離を求め、操作面と操作を行う指先との間の距離を取得する。その大きさに基づいてユーザの指先や物体が操作面に接触しているかを判定する。

【0005】

たとえば、操作面と、ユーザの指先の距離に所定の閾値を設ける。ユーザの指先と操作面の距離が所定の閾値よりも小さければ、操作面がタッチされている状態であり、閾値よりも大きければ操作面がタッチされていない状態であるとする(特許文献1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2016-128970号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

距離画像センサの設置環境や周囲の温度変化等により、距離画像センサの検出結果に急峻な変化が生じる場合がある。このような急峻な変化は、距離画像センサの撮像領域内の所定の領域で発生しやすい。たとえば、ある距離画像センサでは、距離画像センサにより撮像される画像の左右端の領域において上記のような急峻な変化が発生しやすい。

【0008】

距離画像センサに上記のような急峻な変化が生じた場合、実際にはユーザの手や物体の位置が変化していなくても、情報処理装置がユーザの手や物体の位置が変化したと判定し、タッチ操作やリリース操作を受付けた場合の処理を実行してしまうことがある。

【0009】

たとえば、ユーザの手が操作面から所定の距離以上離れていたにも関わらず、情報処理装置がユーザの手が操作面に接触したと判定し、タッチ操作を受付けた時の処理を実行してしまう。また、ユーザが操作面に指先を接触させたままの状態であったにも関わらず、ユーザの手が操作面から離れたと情報処理装置が判定し、リリース操作を受付けたときの処理をしてしまい、操作面に表示されている表示が変わってしまうことがある。

【0010】

本発明は、ユーザの手や物体の位置が変化していないにも関わらず、距離画像センサによる検出結果に急峻な変化が生じている場合、急峻な変化をユーザによる操作と判定して処理を実行することを防ぐことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するための、本発明は、平面に画像を表示する表示する情報処理装置であって、前記平面の上方にある撮像部から、前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の複数の点のそれぞれまでの距離情報を取得する第1の取得手段と、前記第1の取得手段により取得された距離情報と、前記距離情報が取得されてから所定の時間が経過した後前記第1の取得手段により取得された距離情報を用いて、前記平面と前記平面の上方にある空間内の領域の複数の点のそれぞれにおける前記第1の取得手段により取得された距離情報の変化量を取得する第2の取得手段と、前記第2の取得手段により取得された変化量に従ってユーザからの入力を受け付ける受付手段と、を有し、前記受付手段は、前記平面と前記平面の上方にある空間内の所定の領域において、前記第2の取得手段により取得された前記変化量が所定の条件を満たしたことを検知して、前記平面に表示された画面へ

10

20

30

40

50

のユーザからの入力を受け付けないことを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る情報処理装置は、ユーザの手や物体の位置が変化していないにも関わらず、距離画像センサによる検出結果に急峻な変化が生じている場合、急峻な変化をユーザによる操作と判定して処理を実行することを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施形態の情報処理装置を利用するシステムの外觀の一例を表す図である。

【図2】第1実施形態の情報処理装置のハードウェア構成および、機能構成の一例を表すブロック図である。

【図3】第1実施形態におけるタッチ入力認識処理の流れの一例を表すフローチャートである。

【図4】第1実施形態における補正值画像の計算する処理の流れの一例を表すフローチャートである。

【図5】第1実施形態における距離画像の補正処理と補正值画像の計算処理のプロセスの一例を表す図である。

【図6】第1実施形態における変化量判定画像の計算処理のプロセスの一例を表す図である。

【図7】第1実施形態における変化量判定画像内の監視領域の一例を示す図である。

【図8】第1の実施形態における監視領域が二つの場合に所定の変化量の変化が発生しているかを決定する処理の流れの一例を表すフローチャートである。

【図9】第1実施形態における監視領域が一つの場合に所定の変化量の変化が発生しているかを決定する処理の流れの一例を表すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

(第1の実施形態)

以下、本発明に係る実施例の情報処理装置を、図面を参照して詳細に説明する。なお、実施例に記載する構成は例示であり、本発明の範囲をそれらの構成に限定する趣旨のものではない。

【0015】

また、本実施形態において「タッチ」とは、テーブル等の操作面の表面やそこに投影されたアイテムの表示領域に指先を接触または近接させることにより当該操作面およびアイテムに対する入力を開始する動作である。「リリース」とは、タッチ後の操作面およびアイテムから接触または近接させた指先を離すことにより、当該物体およびアイテムに対する入力を終了する動作である。

【0016】

第1の実施形態にかかる情報処理装置はタッチからリリースに至る間の指先の位置、動き、速度等に基づいて「タップ」、「ムーブ」、「フリック」等の様々なユーザによる操作を認識することができる。例えば、指先を操作面にタッチした後、操作面に沿った方向にはほぼ動かさずにすぐリリースするという一連の流れの入力は「タップ」と呼ばれる。本実施形態では、タップをUI選択のための入力として認識し、操作面に投影されたアイテムに対するタップを認識し、ユーザに対してフィードバックを行う情報処理装置を例に説明する。情報処理装置はタップによりアイテムが選択されたことを認識し、選択されたアイテムの色を変化させたり、操作面に投影するUIを切り替える等してユーザに対してフィードバックを行う。

【0017】

本実施形態では、操作面にタッチセンサを設けず、机等の任意の物体上の面を操作面としてユーザの操作を認識する。本実施形態では、距離画像センサを用いて距離画像センサから指先やタッチペン、操作面までの距離情報を含む距離画像を取得する。

【 0 0 1 8 】

距離画像とは、各画素の値として、基準となる位置（例えば、撮像部のレンズ中心など）から被撮像物までの、画像の奥行き方向に沿った距離に対応する情報が反映された画像である。本実施形態では、距離画像は画素毎に距離情報を有することとして説明する。しかし、距離画像センサの撮像した画像内を複数の領域に分割し、領域毎の距離情報が取得できる方法であればいずれの方法を用いてもよい。本実施形態では距離画像の撮像部としてTOF方式の距離画像センサを用いることとする。TOF方式の距離画像センサは、センサから発したレーザ光が撮像対象物に反射されて戻ってくるまでの時間差（位相差）から距離計測を行う。本実施形態ではTOF方式の距離画像センサを用いることとして説明するが、距離画像センサから被撮像面までの距離を検出することができるものであればよい。例えば、パターン光投影方式の赤外光センサやステレオカメラを用いることとしてもよい。

10

【 0 0 1 9 】

本実施形態では、距離画像センサおよびプロジェクタを含む情報処理装置が操作面であるテーブルに投影表示したUIをユーザが片手の指先によりタップする場合を例に説明する。

【 0 0 2 0 】

情報処理装置に搭載された距離画像センサの撮像する距離画像に基づいてユーザの操作が認識されるとする。撮像部は距離画像センサ、操作面はプロジェクタがUIを投影するテーブル、撮像部と操作面の間に存在する物体はユーザの手である。なお、以下では、ユーザの手によって操作される場合を例に説明するが、スタイラスやロボットアームなどの物体によって操作されることとしてもよい。また、撮像部と操作面の間に存在する物体として、手以外の物体がテーブル上に載置される場合にも適用可能である。また、操作面はテーブルに限らず、操作面を直立したスクリーンやホワイトボード等とし本発明を適用することも可能である。

20

【 0 0 2 1 】

[情報処理装置の外観]

図1は、本実施形態に係る情報処理装置100の外観の一例である。3次元空間内の位置情報を定義する世界座標系の座標軸は図1に示すように設定される。

【 0 0 2 2 】

操作面101は、プロジェクタ104がUI画像105を投影するテーブル部分であり、ユーザは操作面101に対して手102の指先でタッチおよびリリースをすることでタップを行う。

30

【 0 0 2 3 】

本実施形態では、操作面101の上方に、操作面方向を撮像するよう距離画像センサ103が設置される。距離画像センサ103は所定時間毎に距離画像センサから被撮像物までの距離を示す距離情報を含む距離画像を撮像し、撮像される距離画像の奥行き方向に関する情報がタップの認識に利用される。

【 0 0 2 4 】

情報処理装置100は、撮像した距離画像から操作面101よりも所定の距離以上前景となる領域を抽出することにより、操作面101上の空間に存在するユーザの手102を検出する。本実施形態では、上述の操作面101よりも所定の距離以上前景となる領域を手領域とする。

40

【 0 0 2 5 】

さらに、撮像した距離画像から検出される手102に相当する手領域のうち、指先に相当する座標および距離を算出し、それらに基づき世界座標系における指先の位置を計算する。

【 0 0 2 6 】

本実施形態では、ユーザは投影されたUI画像105に含まれるアイテム106に対してタップを行う。情報処理装置が距離画像センサ103の撮像する画像に基づいて、タッ

50

プ操作を検出した場合に、プロジェクタ 104 は投影しているアイテムの色を変化させたり、画面を遷移させたりする。

【0027】

なお、操作面 101 と距離画像センサ 103 の位置関係は操作面 101 を上方から見た画像が得られる構成であればよい。そのため、距離画像センサ 103 が操作面 101 の上方に設置されている構成でなくてもよい。例えば、操作面 101 の上方に設置されたミラーを設置し、下方からミラーを撮像するように構成することで、操作面 101 を上方から見た画角の画像が得られるようにしてもよい。

【0028】

プロジェクタ 104 についても距離画像センサ 103 と同様に、操作面 101 に投影を行うことのできる構成であればよく、プロジェクタ 104 が操作面 101 の上方に設けられていなくてもよい。例えば異なる方向に向けて投影された投影光を、ミラーなどを利用して操作面 101 に反射させて投影を行うこととしてもよい。

【0029】

また、手領域の検出の精度を上げるために、可視光センサや赤外センサを操作面 101 の上方に設置するとしてもよい。可視光センサによって撮像された画像中の肌色領域を抽出し利用することにより、手領域の検出精度が向上する場合がある。肌色抽出を行う際には、プロジェクタ 104 が投影表示する UI 画像 105 は、色調や光量を制限することが好ましい。また、プロジェクタ 104 の投影周期と可視光センサの撮像周期とを同期して、ユーザが視覚的に確認できないレベルで高速に投影と撮像を切り替えることで、投影光の影響を受けずに肌色抽出による手領域検出を行うことも可能である。また、赤外センサによって撮像された赤外画像に基づき、たとえば操作面 101 の輝度と大きく異なる画素を手領域として検出することも可能である。

【0030】

[装置の構成]

図 2 (a) は、本実施形態に係る情報処理装置 100 のハードウェア構成図である。107 は情報処理装置 100 全体を制御する制御部である。

【0031】

中央処理ユニット (CPU) 200 は、RAM 202 をワークメモリとして、ROM 201 や記憶装置 203 に格納された OS やプログラムを実行して、各種処理の演算や論理判断などを行い、システムバス 204 に接続された各構成を制御する。CPU 200 が実行する処理には、後述する距離画像の補正処理やタッチ入力の認識処理などがある。

【0032】

記憶装置 203 は、ハードディスクドライブや各種インタフェースによって接続された外部記憶装置などであり、実施形態の補正処理・認識処理にかかるプログラムや各種データを記憶する。

【0033】

距離画像センサ 103 は、CPU 200 の制御に従い、操作面 101 と操作面 101 上のユーザの手 102 を含む空間の距離画像を撮像し、撮像した距離画像をシステムバス 204 に出力する。本実施形態では、距離画像の撮像方法として、環境光や操作面 101 上の投影表示による影響が小さい赤外光を利用する方式を基に説明するが、視差方式などを利用することとしてもよい。

【0034】

プロジェクタ 104 は、CPU 200 の制御に従い、操作面 101 に操作対象となるアイテム 106 を含む UI 画像 105 やタップ操作に対するフィードバックを投影表示する。

【0035】

図 2 (b) は、本実施形態における情報処理装置 100 の機能構成の一例を示すブロック図である。各機能部は、CPU 200 が、ROM 201 に格納されたプログラムを RAM 202 に展開し、後述する各フローチャートに従った処理を実行することで実現される

10

20

30

40

50

。図2(b)に示される各機能部の処理を演算部や回路を用いて実行することとしてもよい。

【0036】

距離画像取得部210は、距離画像センサ103によって撮像された距離情報を含む距離画像を、入力画像として順次取得し、RAM202に記憶する。なお距離画像取得部210が取得し、各機能部とやり取りする対象は、実際には画像データに対応する信号であるが、本明細書では単に「距離画像を取得する」として説明する。

【0037】

補正部211は、距離画像取得部210によって取得された距離画像の各画素が保持する距離の値を、補正值画像に基づいて補正する。補正值画像とは、各画素に記憶された距離画像の各画素の距離を補正する値を保持する画像であり、その算出方法については後述する。

10

【0038】

基準画像取得部212は、基準画像を取得する。基準画像は、物体等が置かれていない操作面が撮像された際に取得されると推測される既知の距離画像である。たとえば、距離画像センサのレンズ特性および世界座標系との並進・回転移動パラメータ、さらに操作面であるテーブルが世界座標系のどの平面と一致するかの情報に基づいて予め算出される。基準画像は工場出荷時に予め決められ記憶装置203に記憶されていることとする。基準画像はサービスマンやユーザによるメンテナンス操作により更新されることとしてもよい。また、情報処理装置の電源がONになった後、物体の置かれていない平面を距離画像センサ103が撮像し、当該距離画像を基準画像としてもよい。

20

【0039】

特定部213は、距離画像中の手領域を特定する。手領域とは、入力された距離画像のうち、ユーザの手が映っている領域である。本実施形態では、補正後の距離画像と基準画像の差分を画素毎に計算し、操作面101よりも第1または第2の閾値よりも前景であるとみなされる画素の集合を手領域として特定する。第1の閾値と第2の閾値については図3にて後述する。

【0040】

計算部214は、距離画像と基準画像の差分を画素毎に算出する。計算部214で計算される差分は補正值画像を生成するとき用いられる。

30

【0041】

検知部220は、撮像領域内の物体やユーザの手の動きがないにも関わらず距離画像センサが検出する、急峻な変化が発生しているかを検出する。検知部220が行う処理については図6、図8を用いて後述する。

【0042】

指先検出部216は、補正後の距離画像の手領域から指先に相当する位置を検出する。本実施形態では、手領域の輪郭点を抽出し、その曲率が最も指先らしいとみなされる輪郭点を指先位置として検出する。ただし、指先位置の検出方法はこれに限らず、例えば距離画像の端部と手領域の交点からの距離が最長となる手領域中の画素の位置を指先位置とすることとしてもよい。

40

【0043】

座標変換部217は、補正後の距離画像に検出された指先位置を世界座標系に変換するための処理を行う。本実施形態では、距離画像センサのレンズ特性および世界座標系との並進・回転移動パラメータを用いることにより、距離画像中の指先位置を世界座標に変換する。距離画像センサの撮像した距離画像に基づく距離補正画像中の指先位置を座標変換するためのパラメータは予め設定されており、工場出荷時に決められた値である。これらの値についてはサービスマンによるメンテナンス等で更新されることとしてもよい。

【0044】

認識部218は、指先位置の世界座標の軌跡に基づき、指先による操作面へのタップ等のユーザの操作を認識する。本実施形態では、指先と操作面との距離が所定距離以下に近

50

づいてから離れるまでの間について、その間の経過時間と操作面に水平な方向への移動量とがそれぞれ所定値以下であることに基づきタップを認識する。本実施形態では、認識部 218 がタップを検出することとして説明する。しかし、認識部 218 がタップ以外のユーザの指先による操作、例えば、ムーブやフリック等を認識することができることとしてもよい。

【0045】

表示制御部 219 は、ROM 201 や記憶装置 203 に記憶された情報を用いて、プロジェクタ 104 で操作面 101 に投影表示する UI 画像 105 を生成し、出力する。本実施形態では、所定の位置（たとえば、アイテム 106 の表示領域内）においてタップが認識された場合に、UI 画像 105 の内容を変更して表示する。

10

【0046】

ここで、本実施形態における情報処理装置がユーザの操作を認識するための処理の流れについて説明する。

【0047】

図 3 は第 1 実施形態で実行される、タッチ入力の認識処理の流れを示すフローチャートである。プロジェクタ 104 より投影表示された UI 画像 105 内のアイテム 106 をユーザがタップで選択する場合について説明する。本実施形態において情報処理装置は、ユーザがアイテム 106 を選択したことを認識して、プロジェクタ 104 が投影する UI 画像 105 を変更する。

【0048】

以下、図 3 のフローチャートで表される処理をタッチ入力認識処理と呼ぶ。図 3 のフローチャートの処理は、情報処理装置の各機能部を構成する CPU 200 が ROM 201 に記憶されたプログラムを RAM 202 に展開して実行することで実現される。

20

【0049】

本実施形態では、距離画像センサ 103 によって撮像された距離画像が情報処理装置 100 に入力されたことに応じて図 3 のフローチャートの処理が開始される。図 3 のフローチャートに示す処理は、距離画像センサ 103 から距離画像が入力される毎に繰り返し実行される。タッチ入力認識処理が繰り返される周期は、距離画像センサ 103 の撮像映像のフレームレートに一致する。

【0050】

距離画像取得部 210 は、距離画像センサ 103 から入力画像として、UI 画像 105 が投影される操作面 101（テーブル）とユーザの手 102 を含む空間を撮像した距離画像を一定時間毎に取得する（S300）。

30

【0051】

補正部 211 は、距離画像取得部 210 によって取得された距離画像を、一つ前のフレームに対する S311 で生成された補正值画像に基づいて補正する（S301）。本実施形態では、入力された距離画像の各画素の値に補正值画像の対応する画素の値を加算することで補正を行う。なお、補正の方法はこれに限らず、たとえば乗除算や減算を伴う方法で誤差を補正することも可能である。

【0052】

なお、S301 において、既に記憶された補正值画像に基づいて距離画像を補正するが、情報処理装置が処理を開始して最初のフレームにおいては補正值画像が計算・記憶されていない場合がある。本実施形態では、距離画像をタッチ入力認識処理の開始に先駆けて取得し、取得した距離画像と基準画像との差を補正值画像の初期画像として記憶する。これにより、タッチ入力認識処理の最初のフレームから距離画像を適切に補正することが可能になる。

40

【0053】

計算部 214 は、距離画像センサ 103 の検出した距離画像について前フレームの距離画像からの距離画像センサ 103 の検出する距離の時間経過に伴う変化量を示す変化量判定画像を生成する（S302）。変化量判定画像を生成するための処理については、図 6

50

を用いて後述する。

【0054】

検知部220はS302で生成した変化量判定画像を用いて、変化量判定画像の監視領域で所定の変化量の変化が検出されたかを判定する(S303)。S303で所定の変化量の変化が検出された場合、距離画像センサは物体やユーザの手の移動がないにも関わらず、急峻な変化を検出している。S303において検知部220が行う処理の詳細は図8を用いて後述する。

【0055】

はじめに、S303において監視領域内で所定の変化量の変化が検出されなかった場合について説明する。

10

【0056】

検知部220は、撮像領域内の手領域を特定するための閾値を第1の閾値に設定する(S304)。第1の閾値は距離画像センサ103が撮像する画像から物体やユーザの手を検出するときに用いる閾値である。その後、特定部213が、S301で補正された距離画像から手領域を特定する(S305)。S305では、特定部213が補正後の距離画像から操作面101に対して第1の閾値よりも前景にある部分を手領域として特定する。指先検出部216は、S305で特定された手領域から指先を検出し(S306)、座標変換部217が指先の座標を世界座標系に変換する(S307)。本実施形態では、S306において、手領域の輪郭点を抽出し、輪郭点から指先の形を外挿し、その曲率を求める。曲率を基に最も指先らしいとみなされる輪郭点を特定し、その輪郭点を指先位置として検出する。ただし、指先位置の検出方法はこれに限らず、例えば距離画像の端部と手領域の交点からの距離が最長となる手領域中の画素の位置を指先位置とするなどとしてもよい。

20

【0057】

認識部218は、指先位置の世界座標の軌跡に基づき、指先による操作面へのタップを認識する(S308)。本実施形態では、指先と操作面との距離が所定距離以下に近づいてから離れるまでの間の経過時間と操作面に水平な方向への移動量とがそれぞれ所定値以下であることに基づきタップを認識する。なお、タップは距離画像センサ103の取得した単一の入力画像ではなく複数の連続した入力画像系列において計算された指先位置の軌跡に基づき認識される。ここではタップ操作について説明するが、ムーブやフリックなど他のジェスチャ操作についての認識を行うことができることとしてもよい。

30

【0058】

認識部218は、タップがUI画像105中のアイテム106が表示されている領域において認識されたか否かを判定する(S309)。

【0059】

タップがアイテム106の表示領域において認識された場合、表示制御部219はプロジェクタ104が操作面101に投影するUI画像105を変更し、投影する(S310)。本実施形態では、UI画像105に含まれる画像の色を変更するものとする。UI画像105の変更はアイテム106の色を変更させるだけでなく、アイテム106を点灯させたり、表示するUI画像105全体を変更し、異なる内容のUI画像105をプロジェクタ104が投影することとしてもよい。

40

【0060】

最後に、計算部214が補正後の距離画像および、基準画像取得部212により取得される基準画像を用いて次のフレームで用いる補正值画像を生成し、本フレームの距離画像に対するタッチ認識処理を終了する(S311)。S311において、計算部214が行う処理については、図4および図5を用いて後述する。

【0061】

次に、S303において検知部220が変化量判定画像の監視領域内で所定の変化量の変化を検出した場合の処理について説明する。

【0062】

50

S 3 0 3において、変化量判定画像中の所定の監視領域内で所定の変化量の変化を検出した場合、検知部 2 2 0は手領域の検出に用いる閾値を第2の閾値に設定する。第2の閾値は第1の閾値よりも大きな値であり、S 3 0 2で生成された変化量判定画像中の変化量の大きさの最大値よりも大きい値とする。第2の閾値を上記のように設定することにより、物体やユーザの手の移動がないにも関わらず、距離画像センサ 1 0 3が検出した急峻な変化を物体であるとして認識してしまうことを防ぐことができる。

【 0 0 6 3 】

閾値を第2の閾値とした後に、特定部 2 1 3はS 3 0 1で補正をした距離画像に対して手領域を検出する(S 3 1 3)。その後、S 3 1 1へ進み、補正部 2 1 1が補正值画像を生成し、タッチ入力認識処理を終了する。

10

【 0 0 6 4 】

S 3 0 3において所定の変化量の変化が検出される場合には、距離画像センサ 1 0 3の検出結果に物体やユーザの手の移動を伴わない急峻な誤差が生じている。したがって、所定の変化量の変化が生じた場合には操作の認識を行わず、各操作に対応するUI画像の変更を行わない。このようにすることで、ユーザが物体や指先を動かしていないも関わらず発生する距離画像センサの急峻な変化をユーザによる入力であると判定して、情報処理装置が操作面に表示したアイテムに対応する処理を実行してしまうことを防ぐことができる。

【 0 0 6 5 】

[変化量判定画像を生成する処理]

20

図 6 を用いて、S 3 0 2における計算部 2 1 4が変化量判定画像を生成するプロセスを説明する。

【 0 0 6 6 】

変化量判定画像は、前フレームの距離画像、前フレームの手領域、本フレームの距離画像から求められる。

【 0 0 6 7 】

はじめに、計算部 2 1 4は本フレームにおいて距離画像センサ 1 0 3が撮像した画像と、前フレームの距離画像の差を計算する。その後、計算部 2 1 4は各画素の距離の差を算出してできた画像から、前フレームで手領域であった部分をマスクし、変化量判定画像を生成する。一つ前のフレームで手領域であった領域における距離画像から検出される距離の急峻な変化は物体やユーザの手の移動であることが想定される。したがって、一つ前のフレームで手領域であった領域を除く領域について変化量判定画像を生成することで、操作面を撮像する領域の検出結果の変化量を算出することができる。

30

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、一つ前のフレームにおいて手領域であった部分を除いて変化量判定画像を生成した。変化量判定画像の生成方法としては、手領域をマスクした画像を使用せずに、前のフレームの距離画像と現フレームの距離画像から画素毎に差分を算出することとしても良い。

【 0 0 6 9 】

[監視領域での変化量の算出と手領域を特定するための閾値を決定する処理の説明]

40

次に、S 3 0 3において、検知部 2 2 0が変化量判定画像に所定の変化量の変化があるかを判定する処理について図 7、図 8を用いて説明する。

【 0 0 7 0 】

図 7 は、S 3 0 2において求められる変化量判定画像と、変化量判定画像中の監視領域を表す図である。図 7 (a)では変化量判定画像 6 0 0に対して左右端にひとつずつ、合計 2 つの監視領域を有している。6 0 1が第 1 監視領域であり、6 0 2が第 2 監視領域である。第 1、第 2 の監視領域の設定の方法は上記の方法に限らない。図 7 (b)のように変化量判定画像 6 0 0に対して、第 1 監視領域を 6 0 3、第 2 監視領域を 6 0 4とすることとしてもよい。監視領域は図 7 の (a) (b)に示す領域に限らず、距離画像センサの撮像領域の物体の移動を伴わない急峻な変化が起こりやすい領域に対応する領域を監視領

50

域として設定することが望ましい。

【0071】

図8は、図3のS303において計算部214が行う処理の流れを示すフローチャートである。図8に示す処理を実行するためのプログラムは記憶装置203に記憶されており、CPU200がプログラムを読み出して実行することで処理を実現する。以下、図8のフローチャートに従って説明する。

【0072】

検知部220は、監視領域内に手領域があるかを判定する(S700)。検知部220は、本フレームの補正後の距離画像について、前フレームについてS303の処理を実行した後に求められた閾値を用いて手領域を特定する。検知部220は、当該特定された手領域が撮像画像中の監視領域と重複するかを判定する。

10

【0073】

検知部220が、第1の監視領域601、第2の監視領域602に手領域が無い場合と判定した場合、距離画像センサ103の検出結果に物体やユーザの手の移動が無いにもかかわらず発生する急峻な変化は発生していないと判断する(S704)。この場合、検知部220は図3のS304以降の処理を実行する。

【0074】

一方、検知部220が第1の監視領域601、第2の監視領域602のいずれかの領域に手領域があると判断した場合、以下の処理を行う。

【0075】

20

検知部220は、第1監視領域601について変化量判定画像から求められる距離の変化量が正の値であり、且つ距離の変化量の大きさが所定の閾値以上である画素の数をカウントする(S701)。変化量判定画像の距離値の変化量の符号が正とは、今回のフレームにおける撮像部から撮像される面までの距離が前フレームにおける撮像部から撮像される面までの距離と比較して長くなっていることを意味する。

【0076】

次に検知部220は、第2の監視領域について変化量判定画像から求められる変化量が負の値で変化量の大きさが閾値以上の画素をカウントする(S702)。ここで、前フレームと今回のフレームの距離値の変化量の符号が負とは、今回のフレームにおける撮像部から撮像される面までの距離が、前フレームにおける撮像部から撮像される面までの距離と比較して短くなっていることを意味する。即ち、検知部220は第2の監視領域において、第1の監視領域とは反対方向に所定の大きさ以上の変化が発生しているかを判定する。

30

【0077】

検知部220は第1監視領域内においてカウントした画素数と、第2監視領域においてカウントした画素数がともに所定の数より多いかを判定する(S703)。所定の数は固定の画素数である。所定の数の決定の仕方はいずれの方法でもよく、例えば、第1および第2の監視領域に含まれる画素の何パーセントという形で決定されてもよい。S703において、少なくとも一方の監視領域において、カウントの数が所定数以下であった場合、検知部220は距離画像センサの検出結果に物体の移動を伴わない急峻な変化は発生していないと判定する(S704)。そして、検知部220は図3のS304以降の処理を実行する。

40

【0078】

S703においてどちらの領域においてもカウントした画素数がそれぞれの所定数を上回った場合、検知部220は距離画像センサの検出結果に物体の移動を伴わない急峻な変化が発生していると判定する(S705)。そして、検知部220は図3のS312以降の処理を実行する。

【0079】

上述した例では距離値の変化量が第1監視領域において正の値で、大きさが所定の閾値以上の画素の数をカウントし、第2監視領域において距離値の変化量が負の値で大きさが

50

所定の閾値以上の画素の数をカウントすることとして説明をした。第1、第2監視領域においていずれか一方の監視領域における距離値の変化量が正で、他方の監視領域における距離値の変化量が負であればよい。すなわち、第1監視領域において距離値の変化量が負で大きさが閾値以上の画素をカウントし、第2監視領域で距離値の差が正で大きさが閾値以上の画素の数をカウントするとしてもよい。

【0080】

図8は、変化量判定画像内の所定の2つの領域を監視領域とし、2つの監視領域における距離値の変化量の大きさが所定の閾値を越える画素の数をカウントする場合について説明した。S303において監視領域での変化量を算出する方法は図8に示した方法に限らない。例えば、変化量判定画像内のあるひとつの領域内の距離の変化量を監視し、物体やユーザの手の移動を伴わない距離画像センサの検出結果の急峻な変化を検出することとしてもよい。そのような場合についての処理を図9に示す。図9のフローチャートを用いてとの差分について説明する。

10

【0081】

S700において、監視領域に手領域があると判断された場合、S302において生成した変化量判定画像に基づき、検知部220は変化量が正で、変化量の大きさが所定の閾値以上の画素の数をカウントする(S800)。

【0082】

検知部220はS800においてカウントした画素の数が所定の数よりも多いかを判定する(S801)。所定の数とは、たとえば、監視領域に含まれる画素の25パーセントのように予め決められている数である。検知部220はカウントした画素の数が所定の数以下である場合、検知部220は距離画像センサの検出結果に物体の移動を伴わない急峻な変化は発生していないと判定する(S704)。そして、検知部220は処理を図3のS304に進め、以降の処理を実行する。一方で、検知部220はカウントした画素の数が所定の数よりも多い場合、検知部220は距離画像センサの検出結果に物体の移動を伴わない急峻な変化が発生していると判定する(S705)。そして、検知部220は処理を図3のS312にすすめ、以降の処理を実行する。

20

【0083】

図9では、監視領域内の画素の距離値の変化量が正の値であり、その大きさが閾値以上である画素をカウントする場合について説明した。S801では、監視領域内の画素の距離値が負であり、変化量が所定の閾値以上である画素をカウントするとしてもよい。さらに、S801において、検知部220が変化量判定画像に基づいて、各画素について距離値の変化量の絶対値を求め、距離値の変化量の絶対値が所定の閾値以上の画素の数をカウントすることとしてもよい。

30

【0084】

[補正值画像の計算処理の説明]

次に、図3のタッチ入力認識処理のS311において計算部214が実行する処理について図4および図5を用いて説明する。

【0085】

図5は第1実施形態においてS311で計算部214が行う処理の流れを示す模式図である。

40

【0086】

はじめに、図5を用いて補正值画像を計算する流れについて説明する。

【0087】

計算部214は距離画像センサ103の取得した距離画像と基準画像の距離値の差をとり、差分画像を生成する。

【0088】

一方で、補正部211は距離画像センサ103が今回撮像した距離画像と一つ前のフレームの距離画像を取得したときに算出された補正值画像から本フレームの距離画像の補正を行う。特定部213は補正後の距離画像をもちいて、操作面101からS303の処理

50

を実行した後にもとめられた閾値以上前景にある領域を手領域として特定する。

【0089】

計算部214は差分画像と手領域を用いて、差分画像中の手領域以外の領域について、距離画像と基準画像の差分を相殺するような補正值画像を生成する。このとき、手領域については手領域でない部分の補正值に基づいて近似を行い、補正值画像を算出する。手領域の補正值画像の算出の方法は上記の方法に限らない。手領域については、1フレーム前の補正值画像と同様の補正值を用いることとしてもよい。その後、補正部211は生成した補正值画像をRAM202に記憶する。

【0090】

上記のようにすることで、補正值画像を生成することができる。ここで生成された補正值画像は次のフレームの距離画像について補正を行う際に用いられる。

10

【0091】

図4を用いて補正值画像を計算するための処理について説明する。図4は第1実施形態の補正值画像の計算処理を表すフローチャートである。図4のフローチャートの処理は、S313において距離画像中の手領域特定処理が行われたことまたは、S310において操作面101に投影されているUI画像が変更されたことに応じて開始される。図4に示すフローチャートの処理に関するプログラムは記憶装置203に記憶されており、CPU200がそのプログラムを実行することで処理を実現する。

【0092】

計算部214が、S300で取得した距離画像とS302で取得した基準画像から差分画像を生成する(S400)。

20

【0093】

計算部214は、補正した距離画像とS305またはS313において特定される手領域を用いて、手領域以外の領域について補正值画像にS400で算出された差分画像を統合する(S401)。計算部214はS301で用いた補正值画像についてS304またはS312において決定した閾値を用いて手領域を検出し、手領域以外の領域で各画素の補正值をS400で計算した差分画像に基づいて上書きする。このとき、S400の差分画像で検出された差分を相殺するよう、補正值画像の補正值を上書きする。統合の方法は上記の方法に限らない。たとえば、差分画像の画素値と元の補正值画像の画素値との重みづけをして加算することで、突発的なノイズに伴う極端な補正值の変化を抑制することが可能となる。

30

【0094】

計算部214は、補正值画像の手領域について補正值画像を平面で近似する(S402)。これにより、補正值画像内の画素値の更新されなかった手領域についても補正值を求めることができるようになる。なお、本発明は平面での近似に限らず、たとえば任意の面で近似するとしてもよい。たとえば、距離計測誤差の空間的特性が理論的・経験的に既知である場合には、それに基づいた任意の曲面などで近似することとしてもよい。手領域相当画素の補正值を周辺画素の補正值から補間することで、平面近似により生じる手領域外の補正值の劣化を抑えることが可能である。

【0095】

40

補正部211は、補正值画像をRAM202に記憶する(S403)。記憶された補正值画像は、次フレームのタッチ入力認識処理におけるS301の処理で使用される。

【0096】

また、上述した例では、S401において、手領域を除く領域において補正值画像を統合するとしたが、操作面上にユーザの手以外の物体が存在し得るシステムにおいてはこの限りではない。S304またはS312においてユーザの手以外の物体領域も距離画像中に特定した上で、S401において手領域および物体領域を除く領域の差分画像を補正值画像に統合する。このようにすることで、物体が存在する場合であっても、補正值画像を正しく計算することが可能である。

【0097】

50

本実施形態においては距離画像センサが所定時間毎に撮像する距離画像から求められる変化量判定画像内に監視領域を設け、監視領域内において計測される距離の値の時間経過に伴う変化量が所定の条件を満たすか否かを判定する。上記の判定結果に応じて、距離画像センサの検出結果に物体やユーザの手の移動を伴わない急峻な変化が発生しているかを判定した。距離画像センサの検出結果に物体やユーザの手の移動を伴わない急峻な変化が発生していると考えられる場合に、情報処理装置が操作面に表示中のアイテムに対応する処理を実行しないこととした。このようにすることで、物体やユーザの手の移動がないにも関わらず、距離画像センサの検出結果により操作面に投影されるアイテムに対応する処理が実行されてしまうことを防ぐことができる。

【0098】

<その他の実施形態>

第1の実施形態では、タップ操作を認識する処理を行うよりも前に、距離画像センサに物体やユーザの手の移動を伴わない急峻な変化が発生した場合にユーザの操作の認識を行わない場合について説明した。距離画像センサの検出結果に物体やユーザの手の移動を伴わない急峻な変化が発生した場合に、ユーザの操作を認識し、当該ユーザの操作に対応する処理を実行しないこととしてもよい。

【0099】

第1の実施形態では、一つの情報処理装置内に距離画像センサ103およびプロジェクタ104が含まれる場合について説明した。距離画像センサ103、プロジェクタ104が入出力用インタフェースを介して情報処理装置と接続され、情報処理装置と距離画像センサ103、プロジェクタ104が協働して処理を行う情報処理システムとしてもよい。

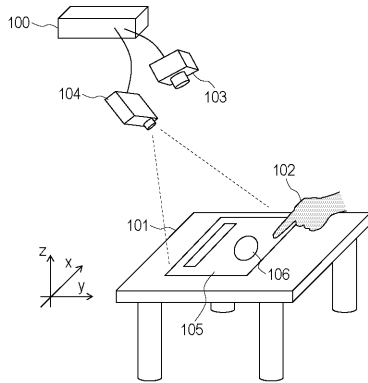
【0100】

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU等）がプログラムを読み出して実行する処理である。この場合、そのコンピュータプログラム、及び該コンピュータプログラムを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

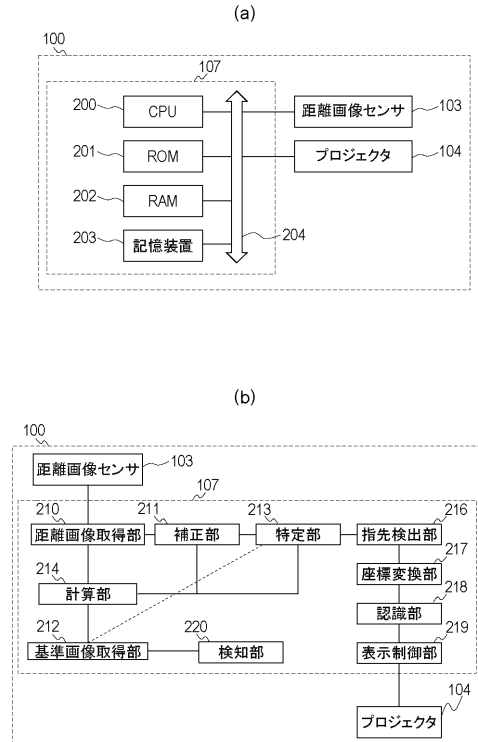
10

20

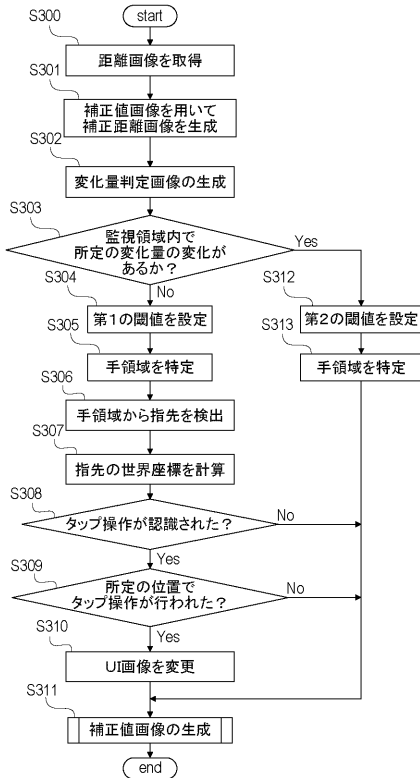
【図1】



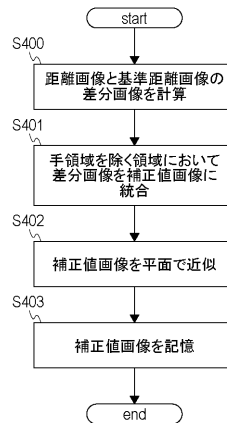
【図2】



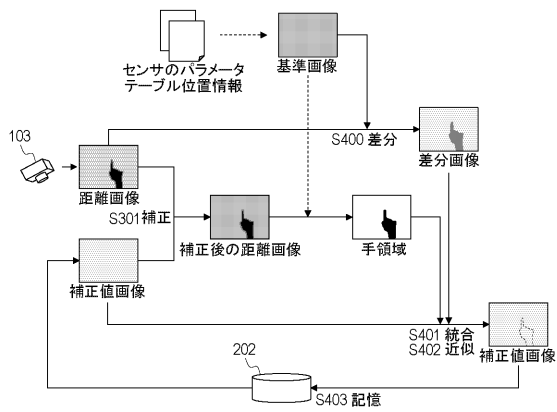
【図3】



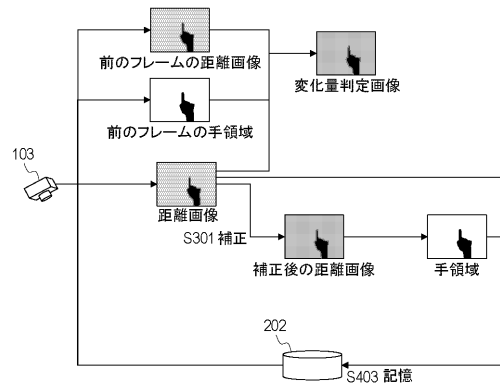
【図4】



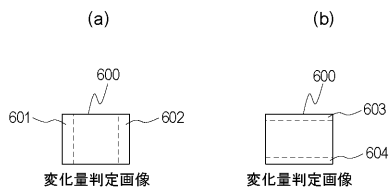
【図5】



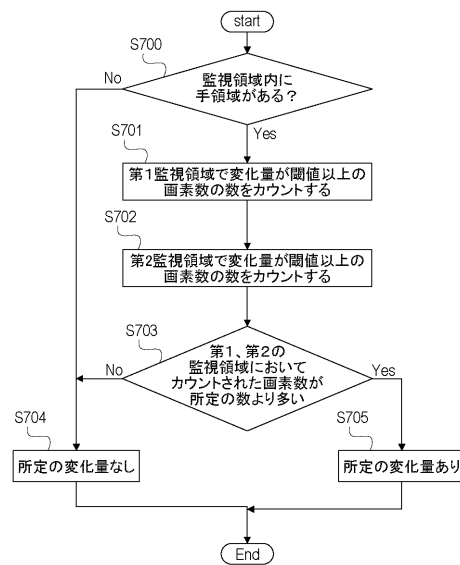
【図6】



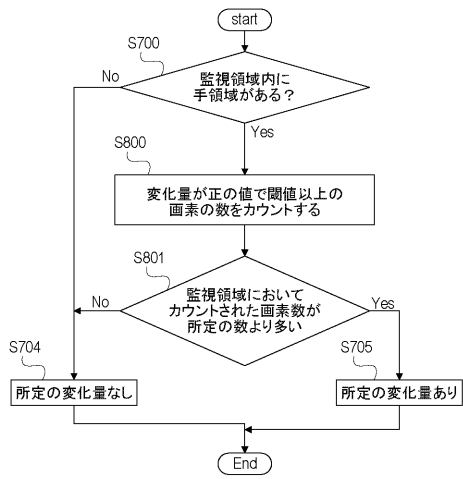
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-217477(JP,A)
特開2014-179032(JP,A)
特開2015-043154(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0054735(US,A1)
特開2015-069369(JP,A)
特開2011-083542(JP,A)
特開2014-029656(JP,A)
特表2014-524071(JP,A)
特表2012-506994(JP,A)
特開2011-027707(JP,A)
特開2007-004318(JP,A)
特開2015-224909(JP,A)
特開2016-139396(JP,A)
特開2016-076146(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0106849(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/0346