

(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2017-228216

(P2017-228216A)

(43) 公開日 平成29年12月28日(2017.12.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06F 3/041 (2006.01)	G06F 3/041 580	5B087
G06F 3/042 (2006.01)	G06F 3/042 473	
G06F 3/0346 (2013.01)	G06F 3/0346 422	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2016-125592 (P2016-125592)	(71) 出願人	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6月24日 (2016.6.24)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	伊藤 光 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
		Fターム(参考)	5B087 AA07 BC32 CC33 DD02

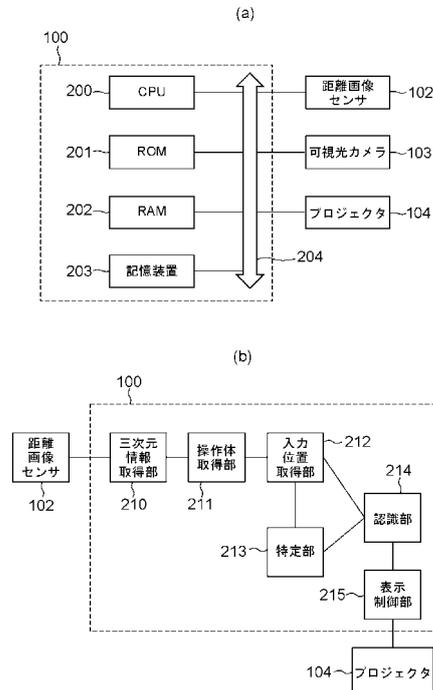
(54) 【発明の名称】 情報処理装置、その制御方法、プログラム、及び記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、物体とタッチ対象面の近接状態に基づいて入力を認識するシステムにおける、複数の入力位置を使って入力される操作の操作性を向上させることを目的とする。

【解決手段】 本発明は上記課題を解決するため、所定の操作面上の空間に入力される入力位置について前記所定の操作面からの距離に相当する情報を取得する三次元情報取得部210と、取得される前記情報に基づいて、前記所定の操作面からの距離が第1閾値を下回る1つの入力位置を用いて入力される第1操作と、前記所定の操作面に対する距離が前記第1閾値を下回る複数の入力位置を用いて入力される第2操作を認識する認識部213と、認識された操作への応答するための出力を制御する表示制御部125を備え、前記認識部213は、前記所定の操作面からの距離が、前記第1閾値より大きい第2閾値を下回る入力位置の数が複数で、かつ、前記所定の操作面からの距離が前記第1閾値を下回る入力位置が1つの間、前記第1操作に応答しない。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の操作面上の空間に入力される入力位置について前記所定の操作面からの距離に相当する情報を取得する取得手段と、

前記取得手段に取得される情報に基づいて、前記所定の操作面からの距離が第 1 閾値を下回る 1 つの入力位置を用いて入力される第 1 操作と、前記所定の操作面に対する距離が前記第 1 閾値を下回る複数の入力位置を用いて入力される第 2 操作を認識する認識手段と

、
前記認識手段に認識された操作への応答するための出力を制御する出力制御手段を備え

、
前記出力制御手段は、前記所定の操作面からの距離が、前記第 1 閾値より大きい第 2 閾値を下回る入力位置の数が複数で、かつ、前記所定の操作面からの距離が前記第 1 閾値を下回る入力位置が 1 つの間、前記第 1 操作に応答しないことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

前記認識手段は、前記所定の操作面からの距離が、前記第 2 閾値を下回る入力位置の数が複数ではなく、かつ、前記所定の操作面からの距離が前記第 1 閾値を下回る入力位置が 1 つの場合、前記第 1 操作を認識し、前記出力制御手段は認識された前記第 1 操作に応答するための出力を行う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】

前記所定の操作面からの距離が、前記第 1 閾値より大きい第 2 閾値を下回る複数の入力位置を、前記第 2 操作を入力するために有効な入力位置として特定する特定手段を更に備え、

前記認識手段は、前記特定手段によって前記第 2 操作を入力するために有効な入力位置として特定された全ての入力位置の前記操作面からの距離が前記第 1 閾値を下回ったことに基づいて前記第 2 操作を認識し、前記出力制御手段は認識された前記第 1 操作に応答するための出力を行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記所定の操作面からの距離が、前記第 1 閾値より大きい第 2 閾値を下回る複数の入力位置のうち、該複数の入力位置の間の距離が基準よりも小さい入力位置を、前記第 2 操作を入力するために有効な入力位置として特定する特定手段を更に備え、

前記認識手段は、前記特定手段によって前記第 2 操作を入力するために有効な入力位置として特定された全ての入力位置の前記操作面からの距離が前記第 1 閾値を下回ったことに基づいて前記第 2 操作を認識し、前記出力制御手段は認識された前記第 2 操作に応答するための出力を行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記認識手段は、前記入力位置の前記所定の操作面からの距離が少なくとも前記第 1 閾値を下回ったことを、前記入力位置を用いたタッチ入力として認識し、前記第 1 操作は所定のシングルタッチ操作であって、前記第 2 操作は所定のマルチタッチ操作であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記認識手段は、前記入力位置の前記所定の操作面からの距離が前記第 1 閾値より大きい第 3 閾値を上回った状態に基づいて前記入力位置を用いたタッチ入力が解除されたと認識す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】

前記特定手段は、前記特定手段によって前記第 2 操作を入力するために有効な入力位置として特定された複数の入力位置のうち、少なくとも 1 つの入力位置の前記所定の操作面からの距離が第 4 閾値を上回った場合、前記第 2 操作を入力するために有効な入力位置として特定された全ての入力位置の前記特定を解除する請求項 3 又は 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記所定の操作面上の、前記特定手段によって前記第 2 操作を入力するために有効な入力位置として特定された複数の入力位置に相当する部分に、前記特定手段による特定の結果を表すための制御を行う表示制御手段を更に備えることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

前記取得手段は、前記所定の操作面を上方から見下ろすように設置された距離画像センサが撮像する距離画像から、所定の操作体のうち端部の三次元の位置情報を取得することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

前記取得手段は、前記所定の操作面に設置された近接センサから、前記近接センサで検出可能な範囲に存在する操作体の前記操作面に平行な二次元の位置情報と、前記操作面からの距離に相当する情報を取得することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

10

【請求項 11】

前記所定の操作体は人の手であり、前記入力位置は前記人の手のうち指先に相当する位置であることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の情報処理装置。

【請求項 12】

取得手段により、所定の操作面上の空間に入力される入力位置について前記所定の操作面からの距離に相当する情報を取得する取得工程と、

認識手段により、取得される前記情報に基づいて、前記所定の操作面からの距離が第 1 閾値を下回る 1 つの入力位置を用いて入力される第 1 操作と、前記所定の操作面に対する距離が前記第 1 閾値を下回る複数の入力位置を用いて入力される第 2 操作を認識する認識工程とを有し、

20

前記認識工程では、前記所定の操作面からの距離が、前記第 1 閾値より大きい第 2 閾値を下回る入力位置の数が複数で、かつ、前記所定の操作面からの距離が前記第 1 閾値を下回る入力位置が 1 つの場合、前記第 1 操作の認識は行わないことを特徴とする情報処理装置の制御方法。

【請求項 13】

コンピュータに読み込ませ実行させることによって、前記コンピュータを、請求項 1 に記載の情報処理装置として動作させるプログラム。

30

【請求項 14】

請求項 13 に記載されたプログラムを格納したことを特徴とするコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 15】

所定の操作面上に接触することで入力される入力位置について前記所定の操作面にかかる圧力の大きさに相当する情報を取得する取得手段と、

前記取得手段に取得される情報を用いて、前記所定の操作面にかかる圧力の大きさが第 1 閾値を上回る 1 つの入力位置によって入力される第 1 操作と、前記所定の操作面に対する距離が前記第 1 閾値を上回る複数の入力位置によって入力される第 2 操作を認識する認識手段と、

40

前記認識手段に認識された操作への応答するための出力を制御する出力制御手段を備え、

前記認識手段は、前記所定の操作面からの距離が、前記第 1 閾値より小さい第 2 閾値を下回る入力位置の数が複数で、かつ、前記所定の操作面からの距離が前記第 1 閾値を上回る入力位置が 1 つの間、前記第 1 操作に応答しないことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 16】

取得手段により、所定の操作面上に接触することで入力される入力位置について前記所定の操作面にかかる圧力の大きさに相当する情報を取得する取得工程と、

認識手段により、取得される前記情報を用いて、前記所定の操作面にかかる圧力の大きさが第 1 閾値を上回る 1 つの入力位置によって入力される第 1 操作と、前記所定の操作面

50

に対する距離が前記第 1 閾値を上回る複数の入力位置によって入力される第 2 操作を認識する認識工程と、

前記認識工程で認識された操作への応答するための出力を制御する出力制御工程を有し

、
前記出力制御工程では、前記所定の操作面からの距離が、前記第 1 閾値より小さい第 2 閾値を下回る入力位置の数が複数で、かつ、前記所定の操作面からの距離が前記第 1 閾値を上回る入力位置が 1 つの場合、前記第 1 操作に応答しないことを特徴とする情報処理装置の制御方法。

【請求項 17】

コンピュータに読み込ませ実行させることによって、前記コンピュータを、請求項 15 に記載の情報処理装置として動作させるプログラム。

【請求項 18】

請求項 17 に記載されたプログラムを格納したことを特徴とするコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、連動する複数の位置によって入力される操作を認識する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

タッチ操作を認識するシステムでは、操作面上の複数の複数の位置を指先やペン先等の物体によってタッチして連動させることで所定の指示を入力するマルチタッチ操作が広く利用されている。ユーザがマルチタッチ操作を意図した状況であっても、複数の物体が時間的な誤差なく同時に操作面にタッチできるという理想的な状況は稀である。現実のマルチタッチの入力では、複数の物体がそれぞれ操作面をタッチするタイミングには多少の時間差が生じる。

【0003】

そこで特許文献 1 では、2 つのタッチ位置間の距離又はタッチ開始時間の差分が条件を満たすほど小さい場合に、2 つのタッチ位置の入力が、2 つの操作入力を意図するものではなく、1 のマルチタッチ操作の入力を意図したものであると判定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 25621 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

任意のテーブル面や壁面に画像や UI (ユーザインタフェース) を映して操作面とし、その画像や UI に指やペン等で接触して操作するシステムでは、各種カメラやセンサを用い、指先やペン先等の操作面への近接状態を検出する方式が使用される。例えば、近接状態として手やペン等の所定の物体の先端と操作面との間の距離を取得し、その距離が所定値より小さい状態をタッチ入力と認識することがある。物体の先端と操作面との間の距離が所定値より小さい状態をタッチ入力とみなすシステムでは、実質的には、物体が操作面に接触するより前であって、物体が空中に存在する間にタッチ入力が認識される。そのため、たとえユーザが各物体を操作面に物理的に接触させるタイミングを揃えたとしても、物体が空中にあった間の位置にずれがあれば、タッチ入力検出されるタイミングに差が生じる可能性もある。また、このようなシステムでは、センサの精度や各物体の位置関係に影響され、物体の先端と操作面との間の距離計測の結果に誤差が生じ得る。そのため、物体によって、先端と操作面との間の距離が所定値より小さくなったと検出されるタイミングに差が生じる可能性もある。このように生じた時間差の結果として、2 つの物体の片

10

20

30

40

50

方だけがタッチ入力中であると認識される時間が長くなり、その間にシングルタッチ操作が認識されてしまう場合がある。

【0006】

特許文献1では、物体と操作面の近接状態が所定条件を満たすことをタッチ入力として検出する場合に、1のマルチタッチ操作の入力を意図した複数の入力位置を特定することまで十分考慮されてはいなかった。

【0007】

本発明は、上記を鑑みてなされたものであり、物体とタッチ対象面の近接状態に基づいて入力を認識するシステムにおける、複数の入力位置を使って入力される操作の操作性を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

以上の課題を解決するために、本発明における情報処理装置は、所定の操作面上の空間に入力される入力位置について前記所定の操作面からの距離に相当する情報を取得する取得手段と、前記取得手段に取得される情報に基づいて、前記所定の操作面からの距離が第1閾値を下回る1つの入力位置を用いて入力される第1操作と、前記所定の操作面に対する距離が前記第1閾値を下回る複数の入力位置を用いて入力される第2操作を認識する認識手段と、前記認識手段に認識された操作への応答するための出力を制御する出力制御手段を備え、前記出力制御手段は、前記所定の操作面からの距離が、前記第1閾値より大きい第2閾値を下回る入力位置の数が複数で、かつ、前記所定の操作面からの距離が前記第1閾値を下回る入力位置が1つの間、前記第1操作に応答しないことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、物体とタッチ対象面の近接状態に基づいて入力を認識するシステムにおける、複数の入力位置を使って入力される操作の操作性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】情報処理装置100を利用するテーブルトップインタフェースシステムの一例を表す図

【図2】情報処理装置100のハードウェア構成、及び機能構成の一例を表す図

【図3】情報処理装置100が実行するメイン処理の流れの一例を示すフローチャート

【図4】マルチタッチ操作に有効な入力位置を特定する処理の流れの一例を示すフローチャート

【図5】入力位置のタッチ状態を判定する処理の流れの一例を示すフローチャート

【図6】入力位置によるタッチ操作を認識する処理の流れの一例を示すフローチャート

【図7】ユーザの手の状態の具体例とそれに対応する入力位置と各種閾値の例を表す図

【図8】ユーザの手の状態の具体例とそれに対応する入力位置と各種閾値の例を表す図

【図9】情報処理装置100が実行するメイン処理の流れの一例を示すフローチャート

【図10】情報処理装置100が実行するメイン処理の流れの一例を示すフローチャート

【図11】変形例において設定される2つの閾値を概念的に表す図

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明に係る実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。なお、実施形態に記載する構成は例示であり、本発明の範囲は必ずしもそれらの具体的な構成に限定されとは限らない。

【0012】

<第1の実施形態>

まず、第1の実施形態として、テーブルトップインタフェースシステムのテーブル面に投影されたアイテムに対し、ユーザが行うタッチ操作を認識する処理の例を説明する。特に、1つの入力位置によって入力されるシングルタッチ操作と、複数の入力位置によって

10

20

30

40

50

入力されるマルチタッチ操作の両方を認識可能であることが前提となる。

【0013】

図1(a)は、本実施形態に係る情報処理装置100を設置したテーブルトップインタフェースシステムの外観の一例である。操作面101は、テーブルトップインタフェースのテーブル部分であり、ユーザは、操作面101をタッチすることでタッチ操作を入力することが可能である。ただし、本実施形態では、操作面101にタッチセンサは搭載されない。そのため、情報処理装置100は、操作面101とユーザが操作する指やペンなどの操作体が実際に接触したかではなく、接触したとみなせる程度に近接した状態をタッチ入力中の状態(以下、タッチ状態)検出することで、タッチ操作の認識を可能とする。

【0014】

本実施形態では、操作面101の上方に、操作面を見下ろすようにして距離画像センサ102が設置される。距離画像とは、各画素の値に、当該距離画像を撮像する撮像手段の基準位置(例えばレンズ中心など)から、当該画素に撮像された被写体表面までの距離に対応する情報が反映された画像である。本実施形態において、距離画像センサ102が撮像する距離画像の画素値には、距離画像センサ102から、操作面101あるいはその上方に存在する物体表面までの距離が反映される。撮像された距離画像は、情報処理装置100に距離画像として入力される。情報処理装置100は、距離画像を解析することでユーザの手106の三次元位置を取得し、入力される操作を認識する。従ってユーザは、操作面上の空間(操作面101と距離画像センサ102の間の空間)のうち、距離画像センサ102によって撮像可能な範囲において、手などの所定の物体を動かすことにより空間ジェスチャ操作を入力することが可能である。本実施形態では、赤外光の反射パターン(または反射時間)によって距離情報を取得する方式のセンサを利用する。ただし、例えばステレオカメラシステムや、赤外光発光素子と赤外受光素子を設置することで距離画像を得ることも可能である。また、操作面101を含む空間において、操作体の高さ方向を含む三次元の位置情報が得られる手段であれば、距離画像を撮像する形態に限らず、例えば静電センサや感圧センサや温度センサにより三次元の位置情報を得る方法でも、本実施形態を実施可能である。

【0015】

また本実施形態では、可視光カメラ103が上方から操作面101を見下ろすようにして設置される。情報処理装置100は、可視光カメラ103を制御して、操作面101に載置された物体を撮像してその読み取り画像を得る書画カメラとして機能することができる。従って情報処理装置100は、可視光カメラ103によって得られる可視光画像や、距離画像センサ102によって得られる距離画像に基づいて、操作面101上の空間に存在する物体を検出し、さらに識別する。物体には、例えば、ユーザの手、紙媒体や本などのドキュメントやその他の立体物を含む。ただし、図1(a)に例示するシステムの場合は、距離画像センサ102と可視光カメラ103の画角には、テーブル周囲に存在するユーザの頭部は含まれない。そのため得られた距離画像では、画像端部がユーザの腕(肩から先の部分)の何処か一部と交差する。

【0016】

プロジェクタ104は、操作面101の上面に画像の投影を行う。本システムでは、ユーザは投影された画像に含まれるアイテム105に対して、タッチや空間ジェスチャによる操作を行う。上述したように、本実施形態では、手106の検出および操作の認識には、距離画像センサ102で取得した距離画像を用いる。距離画像を用いることで、プロジェクタ104の投影光の影響でユーザの手の色が変化しても影響を受けにくいという利点がある。本システムの表示装置は、プロジェクタ104に替えて、操作面101を液晶ディスプレイとするなどで構成することもできる。その場合、可視光画像からの肌色領域を検出するなどして画像から人の手を検出する方式を用いても、投影光の影響は受けずに手の検出が可能である。

【0017】

なお、操作面101を上方から見た画像が得られる構成であれば、必ずしも距離画像セ

10

20

30

40

50

ンサ102及び可視光カメラ103自体が上方に設置されている必要はない。例えば、上方に設置されたミラーからの反射光を撮像するように距離画像センサ102及び可視光カメラ103を構成しても構わない。プロジェクタ104も同様に、図1(a)の例では、斜め上方から見下ろすように操作面101上への投影を行うが、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に反射させてもよい。操作面101が鉛直方向に沿って設置されたような場合も同様である。

【0018】

本実施形態では、操作面101上の三次元空間に、図1に示すx、y、z軸を定義し、位置情報を扱う。図1(a)の例では、点107を座標軸の原点とする。ここでは一例として、テーブルの上面に平行な二次元がxy平面、テーブル上面に直交し上方に伸びる方向（法線方向）をz軸の正方向としている。本実施形態では、z軸方向は、世界座標系での高さ方向に相当する。しかしながら本実施形態は、ホワイトボードや壁面など、水平ではない面を操作面101とするシステムや、操作面が凹凸を有する場合や、公知のAR（拡張現実）システムを利用して生成された仮想面である場合にも適用可能である。

10

【0019】

図1(b)は、距離画像センサ102によって撮像される距離画像とシステムの関係を表す図である。本実施形態において、距離画像センサ102は、画角に含む所定の空間の三次元の位置情報が反映された距離画像を取得する機能を持つ。本実施形態では、距離画像センサ102は、距離画像センサ102から操作面101方向に赤外光を照射し、被写体の表面で反射された反射光を、センサの受光素子で受光する。

20

【0020】

本実施形態で利用する距離画像は、受光された反射光の位相遅れを計測することで、画素毎に反射するまでにかかった時間に対応する被写体表面までの距離を、画素値に反映させたものである。本実施形態では、距離画像センサ102は操作面101を見下ろすように距離画像を撮像するため、距離画像の画素値が表す距離情報は、距離画像センサ102から操作面101を見下ろす方向の奥行き方向の距離である。言い換えれば、距離画像の各画素値は、操作面101からの距離方向の位置情報（z座標）を得るための情報を含む。ただし、本実施形態では、距離画像センサ102は、z軸に対して斜めに角度をもつように設置されている。従って、本実施形態では距離画像の画素値をそのままz座標として利用するのではなく、後述するようにセンサや設置環境に応じたパラメータを使った座標変換を施す。そして、後述するように距離画像内に定義された位置情報のuvd座標を、世界座標のxyz座標に変換して利用する。本実施形態では、操作面は地面に平行なテーブル面を想定しているため、入力位置のz座標が表す操作面101からの距離は、操作面101からの高さを表す距離値に相当する。従って、z座標のことを高さとして表現する場合がある。

30

【0021】

図1(b)において、距離画像108は、距離画像センサ102によって撮像される距離画像の内容の一例を表す。ただし、図1(b)では画素値に反映された距離情報は省略し、被写体のエッジのみを明示する。操作面101及び原点107は図1(a)に対応している。画像端111は、距離画像センサ102の画角に相当する。

40

【0022】

距離画像には、図1(b)に示すようにu軸及びv軸による二次元座標系が設定される。なお図1(b)の例では、距離画像の解像度は640[dot]x480[dot]とする。入力位置110の距離画像内の位置座標が(u, v)であり、距離画像センサ102から入力位置までの距離に相当する画素値がdであるとする。本実施形態では、このように距離画像内で定義される位置情報に対して、距離画像センサ102のレンズ特性および操作面101との相対位置関係等に基づく座標変換を施す。これにより、各画素の座標をテーブルに定義された実世界の座標系にマッピングし、入力位置110について、実空間の三次元位置(x, y, z)を取得することができる。座標変換に利用する変換行列は、距離画像センサ102が設置された時に、予め調整作業を行い取得する。なお、三次

50

元座標の算出に用いる距離 d は、単一の画素値だけでなく、手領域内で入力位置 110 の近傍の数ピクセル分の画素を対象に、ノイズ除去処理や平均化処理を実施した上で特定してもよい。

【0023】

斜線で示す領域 109 は、距離画像 108 に写っているユーザの手 106 の像である（以下では単に手領域 109 という）。本実施形態では、 z 座標に閾値処理を行うことで、テーブル表面である操作面 101 より高い位置に存在する被写体が写る領域を、手領域として検出する。本実施形態では、検出される手のそれぞれに対して 1 箇所を入力位置を検出する。入力位置とは、ユーザが手指を使って指し示していると推定される位置であり、三次元座標で表される。本実施形態では、前提として、ユーザがタッチ操作のために点を指定する場合には、1 本だけ指を伸ばした「指さしポーズ」を取ることが規定される。1 本指を伸ばすポーズが、多くの人にとっては 1 点を指し示すのに自然な体勢だからである。従って、入力位置としては、手領域 109 のうち端部だと推定される位置を特定する。指さしポーズであれば、端部は指先に当たる。具体的には、距離画像から、手領域 109 を検出し、手領域 109 のうち画像端 111 から最も遠い位置に存在する画素を示す座標を、指先にあたる 1 点とみなす。図 1 (b) に示される手領域 109 の場合、画像端 111 から最も遠い点が入力位置 110 として特定される。なお、入力位置の特定方法はこれに限らず、例えば、手領域から手の五指を検出して、所定の指の端部を特定してもよい。

10

【0024】

また本実施形態では、フレームレートに従い繰り返し撮像される距離画像の各フレームで、手領域 109 が画像端 111 と交差する部分の中央を、手の侵入位置として定義する。図 1 (b) の手領域 109 の場合、侵入位置 112 が特定される。侵入位置 112 もまた、距離画像内に定義された位置情報を変換することで、実空間内での三次元位置情報として取得される。本実施形態では、距離画像から複数の手領域が検出された場合、そのそれぞれについて、入力位置及び侵入位置が特定される。そして、複数の手領域のそれぞれについてタッチ操作を認識する。

20

【0025】

以下、本明細書ではユーザがタッチ操作の入力に用いる操作体及びその端部の一例として、ユーザの手 106 及びその指が利用される場合を説明する。ただし、本実施形態では操作体として、手指だけでなくスタイラスやロボットアームなどの器具を利用する場合にも適用可能である。なお操作体の端部とは、タッチ操作のために入力位置を指し示すのに用いられる部位を示すが、操作体の一部に属し、タッチ操作の入力が可能な部位であれば、突起形状の端部に限定せずともよい。

30

【0026】

本実施形態では、距離画像センサ 102 によって撮像される距離画像を使って操作体と操作面 101 の間の距離を取得し、その距離が第 1 閾値より小さい場合に、その操作体が操作面 101 にタッチしたと認識する。さらに、操作体が操作面 101 にタッチしたと認識するための距離の閾値とは別に、第 2 閾値を設ける。そして、複数の操作体が検出される場合は、第 1 閾値による判定の前に第 2 閾値による閾値判定を行うことで、複数の操作体が連動して 1 のマルチタッチ操作を入力するのに用いられるかを判定した上で、各操作体によりタッチ入力となされたかを判定する。図 2 (a) は、本実施形態に係る情報処理装置 100 を含むテーブルトップインタフェースのハードウェア構成図である。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う。さらにシステムバス 204 に接続された各構成を制御する。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、実施形態の操作認識処理にかかるプログラムや各種データを記憶する。

40

【0027】

距離画像センサ 102 は、CPU 200 の制御に従い、アイテムが表示されるテーブルとアイテムを操作するユーザの手を含む、操作面 101 上の空間の距離画像を撮像し、撮

50

影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、距離画像の取得方法として、環境光やテーブル面の表示の影響が小さい反射時間方式（Time-of-Flight方式）を基に説明するが、用途に応じて視差方式や赤外パターン方式などを利用することも可能である。プロジェクタ104は、CPU200の制御に従い、テーブルに操作対象となる画像アイテムを投影表示する。

【0028】

なお上述したシステムでは、可視光カメラ103、距離画像センサ102、プロジェクタ104はそれぞれ情報処理装置100に入出力用のインタフェースを介して接続された外部装置であり、情報処理装置100と協同して情報処理システムを構成する。ただし、これらのデバイスは、情報処理装置100に一体化されていても構わない。なお、距離画像センサ102は、静電センサや感圧センサや温度センサ等でもよく、入力位置の三次元の位置情報や入力位置の接触圧力や接触面積等の接触情報を取得する。

10

【0029】

図2(b)は、情報処理装置100のソフトウェアの構成を示すブロック図の一例である。これらの各機能部は、CPU200が、ROM201に格納されたプログラムをRAM202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ている。そして、各処理の実行結果をRAM202に保持する。また例えば、CPU200を用いたソフトウェア処理の代替としてハードウェアを構成する場合には、ここで説明する各機能部の処理に対応させた演算部や回路を構成すればよい。

20

【0030】

三次元情報取得部210は、距離画像センサ102によって撮像された距離画像をフレームレートに従う一定時間毎に取得し、RAM202に随時保持する。なお三次元情報取得部210が取得し、各機能部とやりとりする対象は、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。

【0031】

操作体取得部211は、三次元情報取得部210によって取得された距離画像の各画素について、閾値判定やノイズ低減処理を施し、距離画像中の手領域（腕を含む）を検出する。手領域とは、入力された距離画像のうち、ユーザが操作体として利用する手が被写体として写る画素群である。そして、検出した手領域にIDを付与し、RAM202に保持する。IDを付与する際、異なる距離画像のフレームで検出された手領域が、同一の手領域とみなされた場合には、同じIDを付与する。同一の手領域とみなされる条件とは、時間的に近い距離画像のフレームで検出され、かつ手領域の侵入位置112の距離が近いことである。一方、同一の手領域とみなされない場合には、手領域が検出された順番に数字を付与する（ID=1、2、・・・）。

30

【0032】

入力位置取得部212は、操作体取得部211によって検出された手領域の輪郭情報に基づき、手領域の端部に当たる1点を入力位置として検出する。本実施形態では図1(a)(b)に示したように、手領域の輪郭のうち、画像端111から最も遠くに存在する画素を示す座標を、入力位置として検出する。そして、検出された入力位置の距離画像における位置情報を、世界座標のxyz座標に変換し、手領域と同じIDを付与して、RAM202に保持する。なお、静電センサや感圧センサ等により、操作面101に近接する指先位置の三次元の位置情報（座標値）や接触情報（接触圧力や接触面積等）を取得し、入力位置情報としてRAM202に保持する方法を採用してもよい。

40

【0033】

特定部213は、入力位置取得部212により検出された入力位置で、所定の条件を満たす入力位置を、マルチタッチ操作に有効な入力位置を特定する。本実施形態では、入力位置取得部212により検出された複数の入力位置のうち、操作面101からの距離が、所定の第2閾値小さい入力位置が複数存在する場合に、それらの中からマルチタッチ操作の入力として有効な入力位置を特定する。ここで用いられる第2閾値は、入力位置がタッチ状態にあることを判定するために用いられる第1閾値（タッチ閾値と呼ばれることもあ

50

る)よりも大きい距離が設定される。このように2段階の閾値判定により、本実施形態では、各タッチ位置がタッチ状態にあるか否かを判定するより前に、その入力位置がマルチタッチ操作に用いられる可能性があるか否かを判定した結果を得ることを可能とする。例えば2つの入力位置のうちの片方だけがタッチ状態に遷移した状態であっても、それらがマルチタッチ操作に用いられる可能性が高い場合は、タッチ状態に遷移した入力位置に基づくシングルタッチ操作の認識を抑制する。そして、他方の入力位置がタッチ状態に遷移するのを待機し、マルチタッチ状態に遷移したことに応じてマルチタッチ操作を認識することが可能となる。

【0034】

本実施形態では、操特定部213は、操作面101からの距離が第2閾値よりも小さい複数の入力位置が、予め定義した条件を満たす場合に、それらをマルチタッチ操作の入力として有効な入力位置として特定する。そして、特定された入力位置をIDと関連付けて、特定結果をペアリング情報としてRAM202に保持する。以降、このマルチタッチ操作に有効な複数の入力位置を特定する処理を、複数の入力位置を“ペアリングする”と記載する。

10

【0035】

認識部214は、入力されるタッチ操作を認識する。まず、入力位置の三次元座標に基づいて、各入力位置の操作面101に対する近接状態が、タッチ入力中とみなされる状態かを判定し、判定結果をRAM202に保持する。本実施形態では、入力位置と操作面101の間の距離(高さに対応するz座標)が所定の閾値より小さい場合は、タッチ入力中とみなされる状態(以下、タッチ状態)だと判定する。そして、タッチ状態にある間の入力位置により指示された操作面101上の位置(入力位置のxy座標に相当)を追跡することで、タッチ、リリース、ムーブ、フリック、ピンチ、ローテート等のタッチイベントを生成する。そして、生成したタッチイベントを表示制御部215に通知する。

20

【0036】

表示制御部215は、認識部214により通知されるユーザ操作に応じて実行される各処理の結果(タッチイベント等)を反映した描画データを生成し、プロジェクタ104に出力することで、操作面101に表示する内容を制御する。ユーザ操作とは、入力位置や入力位置の動き等によって定義され、情報処理装置100に対して所定の指示を入力することができるものである。また、表示制御部215は、入力位置がペアリングされた結果を描画データに反映することで、ユーザにペアリング結果を通知する。例えば、ペアリングされた入力位置に同じ色を投影したり、同じ形状(円や多角形等)や記号を投影したり、数字や文字の表示等で視覚的に通知する。なお、ペアリング結果の通知は視覚に限定せず、音声や触角等による通知でもよい。例えば、ペアリング完了時に通知音を鳴らしたり、入力位置を振動させたりしてもよい。

30

【0037】

図3は、本実施形態における情報処理装置のメイン処理の流れを表すフローチャートである。本実施形態では、情報処理装置100の電源がONになると、まず、図3のステップS301において、表示制御部215が、記憶装置203から取得したデータに基づいてUI部品を配置した画面を生成し、プロジェクタ104へ出力する。そして、プロジェクタ104が操作面101に画面を投影する。

40

【0038】

次に、ステップS302において、三次元情報取得部210が、距離画像センサ102から距離画像を取得する。なお、距離画像センサ102は、情報処理装置の電源がONになっている間、操作面101の操作領域の距離画像を、所定の時間間隔(フレームレート)で撮像し、取得された距離画像を情報処理装置に入力する。従って、本処理は距離画像のフレームレートに伴って繰り返される。

【0039】

ステップS303において、操作体取得部211がユーザの手領域(腕を含む)を検出する。手領域が検出された場合(ステップS303でYES)は、ステップS304に進

50

む。一方、手領域が検出されなかった場合（ステップS303でNO）は、ステップS302に処理が戻り、手領域が検出されるまでステップS302とS303の処理を繰り返す。

【0040】

ステップS304において、操作体取得部211が、ステップS303で検出した手領域にIDを付与し、RAM202に保持する。例えばIDは、検出した順番に数字を付与する（1、2、・・・）。ステップS305において、入力位置取得部212が、ステップS303で検出された手領域の入力位置を検出し、検出した入力位置に手領域と同じIDを付与して、RAM202に保持する。ステップS306において、特定部213が、ステップS305で検出された入力位置で、マルチタッチ操作に有効な入力位置を特定する。ステップS306の処理の内容は、図4のフローチャートを参照して後述する。ステップS307において、認識部214が、ステップS305で検出された入力位置のタッチ状態の判定処理を実行する。ステップS307の処理の内容は、図5のフローチャートを参照して後述する。

10

【0041】

ステップS308において、認識部214が、ステップS306とステップS307の処理結果に基づいて、ステップS305で検出された入力位置による操作を認識する。ステップS308の処理の内容は、図6のフローチャートを参照して後述する。ステップS309において、表示制御部215が、ステップS308で認識された操作に応じて、プロジェクト104によって投影されている画面中のオブジェクト（画像、データ、UI等）の表示を更新する。ステップS310において、情報処理装置の電源がOFFにされたか否かを判定する。電源がOFFされた場合（ステップS306でYES）は、情報処理装置100は全ての処理を終了する。一方、電源がOFFにされていない場合（ステップS306でNO）は、ステップS302の処理へ戻る。

20

【0042】

図4は、本実施形態のステップS304において実行される入力位置の特定処理の流れの一例を表すフローチャートである。まず、ステップS401において、検出されている入力位置の中から1つ処理対象とする入力位置を選択する。ステップS402において、特定部213が、処理対象の入力位置が既にペアリングされているか否かを判定する。入力位置が既にペアリングされている場合（ステップS402でYES）は、ステップS403へ進む。入力位置がペアリングされていない場合（ステップS402でNO）は、ステップS406へ進む。

30

【0043】

次にステップS403では、特定部213が、入力位置の高さが第3閾値以上か否かを判定する。第3閾値とは、ペアリングを解除するか否かを判定する為に用いられる、操作面からの距離の基準を表す閾値である。第3閾値の大きさは、ペアリングされている複数の入力位置のいずれかの高さが第3閾値以上の状態に遷移した場合、操作体が操作面101から十分離れたため、このあとマルチタッチ操作が継続される可能性は低いとみなすことができる程度に設定する。処理対象となっている入力位置の高さが、第3閾値以上の場合（ステップS403でYES）は、ステップS404へ進む。入力位置の高さが第3閾値より小さい場合（ステップS403でNO）は、ステップS405へ進む。ステップS404では、特定部213が、入力位置のペアリングを解除し、それを表す情報をRAM202に保持する。

40

【0044】

ステップS405では、特定部213が、ステップS305で検出された全ての入力位置で、ペアリングの判定が完了したか否かを判定する。全ての入力位置でペアリングの判定が完了している場合（ステップS405でYES）は、図4の処理を終了し、ステップS307へ進む。全ての入力位置でペアリングの判定が完了していない場合（ステップS405でNO）は、ステップS401へ戻り、処理を繰り返す。

【0045】

50

ステップS 4 0 2でNOと判定された場合、ステップS 4 0 6では、特定部2 1 3が、処理対象となっている入力位置の高さが第2 閾値以下か否かを判定する。第2 閾値とは、操作面からの距離の基準を表す閾値である。その大きさは、高さが第2 閾値以下の入力位置が複数存在する状態が、複数の操作体が操作面1 0 1に十分近づき、このあと連動してマルチタッチ操作を入力する可能性があるともみなすことができる程度に設定する。入力位置の高さが第2 閾値以下の場合（ステップS 4 0 6でYES）は、ステップS 4 0 7へ進む。入力位置の高さが第2 閾値より大きい場合（ステップS 4 0 6でNO）は、ステップS 4 0 5へ進む。本実施形態では、第3 閾値は、距離の検出誤差等を考慮し、ペアリングされた入力位置が操作面1 0 1から十分離れた位置に遷移したことを確実に検出するため、第2 閾値より大きい値とする。ただし、第2 閾値と第3 閾値は同一の値であってもよい。

10

【0 0 4 6】

ステップS 4 0 7では、特定部2 1 3が、高さが第2 閾値以下である入力位置が、2 つ存在するか否かを判定する。より具体的には、RAM 2 0 2に保持された情報の中で、ステップS 3 0 5で検出された複数の入力位置のうち、処理対象になっていない入力位置のz座標を参照し、高さが第2 閾値以下であるものがもう1 つ相殺するかを判定する。高さが第2 閾値以下である入力位置が2 つ存在する場合（ステップS 4 0 7でYES）は、ステップS 4 0 8へ進む。高さが第2 閾値以下である入力位置が2 つ存在しない場合（ステップS 4 0 7でNO）は、ステップS 4 0 5へ進む。ステップS 4 0 8では、特定部2 1 3が、検出されている複数の入力位置のうち、高さが第2 閾値以下の2 つの入力位置の間の距離が、基準となる距離より小さいかを判定する。ここでの基準となる距離とは、2 つの入力位置がマルチタッチ操作のために連動する間に動き得る範囲の基準となる距離であり、xy平面内で定義される。基準となる距離の大きさは、情報処理装置1 0 0が認識することができるマルチタッチ操作の種類に応じて適切な距離が選ばればよい。例えば、情報処理装置1 0 0が認識することができるマルチタッチ操作に、2 つの入力位置の間をある程度広い状態から狭めるように動かす縮小操作が含まれているとする。この場合、少なくとも、縮小操作を認識するために必要な程度に、2 つの入力位置が離れている状態も、ステップS 4 0 8で判定する基準となる距離に関する条件を満たしている必要がある。2 つの入力位置の間の距離が基準となる距離より小さい場合（ステップS 4 0 8でYES）は、ステップS 4 0 9へ進む。2 つの入力位置の間の距離が基準となる距離より小さくない場合（ステップS 4 0 8でNO）は、ステップS 4 0 5へ進む。ただし、操作環境によってはステップS 4 0 8の処理は省略されてもよい。例えば、操作面1 0 1が1 人の操作者が所定のマルチタッチ操作を行うのに最低限必要な程度に小さい場合、上述したステップS 4 0 8の判定結果は自明となるため省略可能である。また例えば同時に操作を行う操作者が1 人に限定される場合、高さが第2 閾値以下である入力位置が複数存在する時点で、マルチタッチ操作が行われる確実性が高いので、ステップS 4 0 8の処理を省略してもよい。ステップS 4 0 9では、特定部2 1 3が、ステップS 4 0 8で、距離に関する条件を満たしたと判定された2 つの入力位置をペアリングして、ペアリング情報をRAM 2 0 2に保持する。

20

30

【0 0 4 7】

図5は、本実施形態のステップS 3 0 7で実行される、入力位置のタッチ状態の判定処理の流れを表すフローチャートである。まず、ステップS 5 0 1において、検出されている入力位置の中から1 つ処理対象とする入力位置を選択する。ステップS 5 0 2において、認識部2 1 4が、処理対象の入力位置が既にタッチ状態になっているか否かを判定する。入力位置が既にタッチ状態になっている場合（ステップS 5 0 2でYES）は、ステップS 5 0 3へ進む。入力位置がタッチ状態となっていない場合（ステップS 5 0 2でNO）は、S 5 0 6へ進む。次にステップS 5 0 3では、認識部2 1 4が、入力位置の高さが第4 閾値以上か否かを判定する。第4 閾値は、操作体が操作面1 0 1から十分離れたことに応じてタッチ状態が解除されたと判定するための入力位置の高さの閾値であり、リリース閾値と呼ばれることもある。入力位置の高さが第4 閾値以上の場合（ステップS 5 0 3

40

50

でYES)は、ステップS504へ進む。入力位置の高さが第4閾値より小さい場合(ステップS503でNO)は、S505へ進む。ステップS504では、認識部214が、入力位置のタッチ状態を解除し、入力位置が非タッチ状態であることをRAM202に保持し、ステップS505へ進む。

【0048】

ステップS505では、認識部214が、ステップS305で検出された全ての入力位置で、タッチ状態の判定が完了したか否かを判定する。全ての入力位置でタッチ状態の判定が完了している場合(ステップS505でYES)は、図5の処理を終了し、ステップS308へ進む。全ての入力位置でタッチ状態の判定が完了していない場合(ステップS505でNO)は、図5の処理の開始に戻り、ステップS501へ進む。

10

【0049】

一方、ステップS506では、認識部214が、処理対象となっている入力位置の、操作面からの距離(高さに相当する)が第1閾値以下か否かを判定する。第1閾値は、操作体が操作面101に十分近づいたことを検出して、タッチ入力となされたことと判定するための距離の閾値である。操作面からの距離が第1閾値以下の場合(ステップS506でYES)は、ステップS507へ進む。操作面からの距離が第1閾値より大きい場合(ステップS506でNO)は、ステップS505へ進む。ステップS507では、認識部214が、入力位置をタッチ状態とし、入力位置がタッチ状態であることをRAM202に保持し、ステップS505へ進む。なお、本実施形態では、操作体が操作面101から十分離れるまで、誤ってタッチ状態の解除が行われないように、第1閾値より第4閾値が大きいとする。ただし、これらの距離は一致してもよい。

20

【0050】

図6は、本実施形態のステップS308で実行される入力位置のタッチ操作の認識処理の流れを表すフローチャートである。まず、ステップS601において、検出されている入力位置の中から1つ処理対象とする入力位置を選択する。ステップS602において、認識部214が、処理対象の入力位置のタッチ状態の判定結果を参照する。入力位置がタッチ状態の場合(ステップS602でYES)は、ステップS603へ進む。入力位置がタッチ状態でない場合(ステップS602でNO)は、ステップS606へ進む。

【0051】

次にステップS603では、認識部214が、処理対象の入力位置のペアリング状態の判定結果を参照する。入力位置がペアリング状態の場合(ステップS603でYES)は、ステップS604へ進む。入力位置がペアリング状態でない場合(ステップS603でNO)は、S607へ進む。ステップS604では、認識部214が、処理対象の入力位置とペアリングされている、もう一方の入力位置のタッチ状態の判定結果を参照する。ペアリングされているもう一方の入力位置がタッチ状態の場合(ステップS604でYES)は、ステップS605へ進む。ペアリングされているもう一方の入力位置がタッチ状態でない場合(ステップS604でNO)は、ステップS606へ進む。

30

【0052】

ステップS605では、認識部214が、入力位置によるマルチタッチ操作を認識する。そして、認識結果を表す情報(タッチイベント等)を表示制御部215に通知し、S606へ進む。ステップS606では、認識部214が、ステップS305で検出された全ての入力位置で、タッチ操作の認識が完了したか否かを判定する。このとき、ステップS604でペアリング相手として読み出され、ステップS606のマルチタッチ操作認識に利用された入力位置は、タッチ操作認識済みの入力位置として扱われる。全ての入力位置でタッチ操作の認識が完了している場合(ステップS606でYES)は、図6の処理を終了し、ステップS309へ進む。全ての入力位置でタッチ操作の認識が完了していない場合(ステップS606でNO)は、ステップS601へ進む。一方、ステップS603でNOとなった場合は、ステップS607に進む。ステップS607では、認識部214が、入力位置によるシングルタッチ操作を認識する。そして、認識結果を表す情報(タッチイベント等)を表示制御部215に通知し、ステップS606へ進む。

40

50

【 0 0 5 3 】

以上説明したように、本実施形態では、ステップ S 6 0 4 で、処理対象の入力位置がタッチ状態にあっても、その入力位置にペアリングされている入力位置がタッチ状態でない場合、タッチ状態にある入力位置に基づくシングルタッチ操作認識を行わない。よって、マルチタッチ操作が行われる前後に、ユーザが意図しないシングルタッチイベントが発生してしまう動作を低減できる。なお、図 4 ~ 図 6 のフローチャートでは、ペアリングする入力位置の数が 2 つに設定された場合の条件を説明したが、本実施形態は 2 つに限定せず 3 つ以上の入力位置を連動させるマルチタッチ操作を認識する場合にも適用できる。N 個 (N : 3 以上の整数) の入力位置を用いるマルチタッチ操作が入力される場合、ステップ S 4 0 7 では、操作面からの距離が第 2 閾値以下の入力位置が N 個であるかを判定する。またステップ S 4 0 8 では、例えば、N 個の入力位置から定まる重心位置と各入力位置の距離が基準となる距離より小さいかを判定すればよい。このとき基準となる距離は、想定される操作者の人数などによって定められればよい。また、図 6 のフローチャートでは、ペアリングされている全ての入力位置がタッチ状態に至るまで、1 ~ 「N - 1」個の入力位置による操作は認識せずに待機する。

10

【 0 0 5 4 】

次に、図 7 と図 8 を参照して、ユーザの手の状態の具体例に対応付けて、本実施形態の情報処理装置 1 0 0 による動作を説明する。図 7 (a) ~ (e) は、ユーザが操作面 1 0 1 の上空に手 7 0 0 及び手 7 0 1 を差し伸べてから、指先を操作面 1 0 1 に接触 (もしくは近接) させてマルチタッチ操作 (2 つの手での操作) を入力する様子を段階的に表す。ただし、入力位置の動きを解り易く示すため、図 7 (b) ~ (e) では手 7 0 0 及び手 7 0 1 の図示を省略する。予め第 1 閾値 7 0 3 と第 2 閾値 7 0 2 が設定されている。それぞれ操作面を基準とした高さ (操作面からの距離) で設定されている。一例として、第 1 閾値 7 0 3 = 1 0 mm、第 2 閾値 7 0 2 = 2 0 mm とする。各段階の特徴的な処理と、上述したフローチャート各ステップの対応関係を、ステップの番号を括弧書きすることで示す。

20

【 0 0 5 5 】

まず、ユーザの指が操作面 1 0 1 から離れた位置にある状態を、図 7 (a) を用いて説明する。図 7 (a) は、時刻 t_1 の操作面 1 0 1 上の空間を側面から見た図である。距離画像センサ 1 0 2 から取得された時刻 t_1 の距離画像から、操作している手 7 0 0 と操作している手 7 0 1 の 2 つの手領域が検出される (ステップ S 3 0 3)。検出された手領域に、手領域を識別するための手 ID を付与する。具体的には、手 7 0 0 の手領域に ID = 1 を付与し、手 7 0 1 の手領域に ID = 2 を付与する (ステップ S 3 0 4)。検出された手領域から入力位置を検出する。具体的には、操作している手 7 0 0 の手領域の入力位置として P 1 が検出され、操作している手 7 0 1 の手領域の入力位置として P 2 が検出される。入力位置 P 1 に ID = 1 を、入力位置 P 2 に ID = 2 を付与する。そして、入力位置 P 1 と P 2 の距離画像における位置情報の $u v d$ 座標を、世界座標の $x y z$ 座標に変換する (ステップ S 3 0 5)。具体的には、入力位置 P 1 の座標を (u_1, v_1, d_1) から (x_1, y_1, z_1) に変換し、入力位置 P 2 の座標を (u_2, v_2, d_2) から (x_2, y_2, z_2) に変換する (ステップ S 3 0 5)。

30

40

【 0 0 5 6 】

次にマルチタッチ操作に有効な入力位置を特定し、互いをペアリングする処理 (ステップ S 3 0 6) に進む。まず入力位置 P 1 を処理対象とする (ステップ S 4 0 1)。入力位置 P 1 がペアリングされておらず (ステップ S 4 0 2 で NO)、入力位置 P 1 の高さ z_1 が第 2 閾値 7 0 2 より大きい (ステップ S 4 0 6 で NO)。今回取得した距離画像で検出された全ての入力位置で、ペアリング判定が完了していないので (ステップ S 4 0 5 で NO)、次に未処理である入力位置 P 2 を処理対象とする (ステップ S 4 0 1)。入力位置 P 2 はペアリングされておらず (ステップ S 4 0 2 で NO)、入力位置 P 2 の高さ z_2 が第 2 閾値 7 0 2 より大きい (ステップ S 4 0 6 で NO)。今回取得した距離画像で検出された全ての入力位置で、ペアリング判定が完了している (ステップ S 4 0 5 で YES)、

50

ペアリング判定処理を終了する。

【0057】

こうして、入力位置のタッチ状態を判定する処理（ステップS307）に進む。ただし、図7（a）の状態では、操作している手700と操作している手701は、いずれも操作面101よりも十分高い位置で維持されており、入力位置P1とP2はタッチ状態ではない。従って、タッチ操作の認識も行われない（ステップS308）ため、詳細な説明は省略する。

【0058】

次に、操作している手700の指示位置P3の高さ z_3 が、第2閾値702以下の状態を、図7（b）を用いて説明する。図7（b）は時刻 t_2 の操作面101上の空間を側面から見た図である。距離画像センサ102から、時刻 t_2 の距離画像が取得され（ステップS302）、取得した距離画像から、操作している手700と操作している手701の2つの手領域が検出される（ステップS303）。操作している手700の手領域にID=1を付与し、操作している手701の手領域にID=2を付与する（ステップS304）。操作している手700の手領域の入力位置としてP3が検出され、操作している手701の手領域の入力位置としてP4が検出される。そして、入力位置P3の座標を（ u_3, v_3, d_3 ）から（ x_3, y_3, z_3 ）に変換し、入力位置P4の座標を（ u_4, v_4, d_4 ）から（ x_4, y_4, z_4 ）に変換する（ステップS305）。

【0059】

特定処理（ステップS306）において、まず入力位置P3を処理対象とする（ステップS401）。入力位置P3はペアリングされておらず（ステップS402でNO）、入力位置P3の高さ z_3 が第2閾値702以下で（ステップS406でYES）、高さが第2閾値702以下の入力位置が複数存在しない（ステップS407でNO）。全ての入力位置で、ペアリング判定が完了していないので（ステップS405でNO）、未処理である入力位置P4を処理対象として選択する（ステップS401）。入力位置P4はペアリングされておらず（ステップS402でNO）、入力位置P4の高さ z_4 が第2閾値702より大きい（ステップS406でNO）。今回取得した距離画像で検出された全ての入力位置で、ペアリング判定が完了したので（ステップS405でYES）、ペアリング判定処理を終了する。そして、入力位置のタッチ状態の判定処理（ステップS307）に進む。図7（b）でも操作している手700と操作している手701は、いずれも操作面101よりも十分高い位置で維持されており、入力位置P1とP2はタッチ状態ではない。従って、タッチ操作の認識も行われない（ステップS308）ため、詳細な説明は省略する。

【0060】

次に、操作している手700の指示位置P5の高さ z_5 と操作している手701の指示位置P6の高さ z_6 が、第2閾値702以下の状態を、図7（c）を用いて説明する。図7（c）は時刻 t_3 の操作面101上の空間を側面から見た図である。距離画像センサ102から、時刻 t_3 の距離画像が取得され（ステップS302）、取得した距離画像から、操作している手700と操作している手701の2つの手領域が検出される（ステップS303）。操作している手700の手領域にID=1を付与し、操作している手701の手領域にID=2を付与する（ステップS304）。操作している手700の手領域の入力位置としてP5が検出され、操作している手701の手領域の入力位置としてP6が検出される。そして、入力位置P5の座標を（ u_5, v_5, d_5 ）から（ x_5, y_5, z_5 ）に変換し、入力位置P6の座標を（ u_6, v_6, d_6 ）から（ x_6, y_6, z_6 ）に変換する（ステップS305）。

【0061】

特定処理（ステップS306）では、まず入力位置P6を処理対象とする（ステップS401）。入力位置P6はペアリングされておらず（ステップS402でNO）、入力位置P5の高さ z_5 が第2閾値702以下で（ステップS406でYES）ある。図7（c）では、高さが第2閾値702以下の入力位置が2つ存在する（ステップS407でYE

10

20

30

40

50

S)。ここで、入力位置 P 5 と P 6 の間隔が、基準となる距離よりも小さいとする（ステップ S 4 0 8 で Y E S）。入力位置 P 5 と P 6 はペアリングされ、入力位置 P 5 の I D 1 と入力位置の P 6 の I D 2 をペアリング情報として関連付けて、保持する（ステップ S 4 0 9）。今回取得した距離画像で検出された全ての入力位置で、ペアリング判定が完了していないので（ステップ S 4 0 4 で N O）、未処理である操作位置 P 6 を処理対象とする（ステップ S 4 0 1）。操作位置 P 6 は操作位置 P 5 と既にペアリングされており（ステップ S 4 0 2 で Y E S）、操作位置 P 6 の高さ z_6 が第 3 閾値 8 0 2 より小さい（ステップ S 4 0 3 で N O）。今回取得した距離画像で検出された全ての操作位置で、ペアリング判定が完了している（ステップ S 4 0 5 で Y E S）、ペアリング判定処理を終了する。

【 0 0 6 2 】

入力位置のタッチ状態を判定は（ステップ S 3 0 7）、図 7（a）（b）と同様に入力位置 P 5 と P 6 共にタッチ状態ではない。よって、図 7（c）の状態では、操作している手 7 0 0 と操作している手 7 0 1 は、操作面 1 0 1 よりも十分高い位置で維持されており、入力位置 P 5 と P 6 はタッチ状態ではないため、タッチ操作も認識されない。

次に、操作している手 7 0 0 の指示位置 P 7 の高さ z_7 が、第 1 閾値 7 0 3 以下の状態を、図 7（d）を用いて説明する。図 7（d）は時刻 t_4 の操作面 1 0 1 上の空間を側面から見た図である。距離画像センサ 1 0 2 から、時刻 t_4 の距離画像が取得され（ステップ S 3 0 2）、取得した距離画像から、操作している手 7 0 0 と操作している手 7 0 1 の 2 つの手領域が検出される（ステップ S 3 0 3）。操作している手 7 0 0 の手領域に I D = 1 を付与し、操作している手 7 0 1 の手領域に I D = 2 を付与する（ステップ S 3 0 4）。操作している手 7 0 0 の手領域の入力位置として P 7 が検出され、操作している手 7 0 1 の手領域の入力位置として P 8 が検出される。そして、入力位置 P 7 の座標を（ u_7 , v_7 , d_7 ）から（ x_7 , y_7 , z_7 ）に変換し、入力位置 P 8 の座標を（ u_8 , v_8 , d_8 ）から（ x_8 , y_8 , z_8 ）に変換する（ステップ S 3 0 5）。

【 0 0 6 3 】

特定処理（ステップ S 3 0 6）では、まず入力位置 P 7 を処理対象とする（ステップ S 4 0 1）。入力位置 P 7 はペアリング済みであり（ステップ S 4 0 2 で Y E S）、入力位置 P 7 の高さ z_7 がペアリング解消閾値 8 0 2 より小さい（ステップ S 4 0 3 で N O）。また、今回取得した距離画像で検出された全ての入力位置で、ペアリング判定が完了していないので（ステップ S 4 0 5 で N O）、次に未処理である入力位置 P 8 が処理対象となる（ステップ S 4 0 1）。入力位置 P 8 は既にペアリング済みであり（ステップ S 4 0 2 で Y E S）、入力位置 P 8 の高さ z_8 がペアリング解消閾値 8 0 2 より小さい（ステップ S 4 0 3 で N O）。今回取得した距離画像で検出された全ての入力位置で、ペアリング判定が完了している（ステップ S 4 0 5 で Y E S）。従って、ペアリング情報は維持されたまま、ペアリング判定処理を終了する。

【 0 0 6 4 】

入力位置のタッチ状態を判定する処理（ステップ S 3 0 7）でも、まず入力位置 P 7 を処理対象とする（ステップ S 5 0 1）。入力位置 P 7 はここまでタッチ状態と判定されてはいない（ステップ S 5 0 2 で N O）。ただし、時刻 t_4 において入力位置 P 7 の高さ z_7 が第 1 閾値 7 0 3 以下であり（ステップ S 5 0 6 で Y E S）、入力位置 P 7 をタッチ状態とし R A M 2 0 2 に保持する。全ての入力位置で、タッチ状態判定が完了していないので（ステップ S 5 0 5 で N O）、未処理である入力位置 P 8 を処理対象とする（ステップ S 5 0 1）。入力位置 P 8 はここまでタッチ状態ではなく（ステップ S 5 0 2 で N O）、時刻 t_4 においても入力位置 P 8 の高さ z_8 が第 1 閾値 7 0 3 より大きい（ステップ S 5 0 6 で N O）。今回取得した距離画像で検出された全ての入力位置で、タッチ状態判定が完了している（ステップ S 5 0 5 で Y E S）、タッチ状態判定処理を終了する。

【 0 0 6 5 】

次に、入力位置 P 7 と P 8 によるタッチ操作を認識する処理（ステップ S 3 0 8）において、入力位置 P 7 を処理対象とする（ステップ S 6 0 1）。入力位置 P 7 はタッチ状態であり（ステップ S 6 0 2 で Y E S）、入力位置 P 7 はペアリング済みであり（ステップ

10

20

30

40

50

S 6 0 3でYES)、入力位置P 7のペアリング相手である入力位置P 8はタッチ状態ではない(ステップS 6 0 4でNO)。全ての入力位置で、タッチ操作認識が完了していないので(ステップS 6 0 6でNO)、次に未処理である入力位置P 8が処理対象となる(ステップS 6 0 1)。入力位置P 8はタッチ状態ではなく(ステップS 6 0 2でNO)、全ての入力位置で、タッチ操作認識処理が完了したので(ステップS 6 0 6でYES)、タッチ操作認識処理を終了する。このように、図7(d)の状態では、操作している手7 0 0の入力位置P 7はタッチ状態であるが、入力位置P 8とペアリングされており、マルチタッチ操作が入力される可能性が高いとみなされるため、シングルタッチ操作の認識は実行されない。タッチ操作は認識されないので、投影内容は変更されない(ステップS 3 0 9)。

10

【0066】

次に、操作している手7 0 0の指示位置P 9と操作している手7 0 1の指示位置P 1 0がペアリングされ、共にタッチ状態である状態を、図7(e)を用いて説明する。図7(e)は時刻t 5の操作面1 0 1上の空間を側面から見た図である。距離画像センサ1 0 2から、時刻t 5の距離画像が取得され(ステップS 3 0 2)、取得した距離画像から、操作している手7 0 0と操作している手7 0 1の2つの手領域が検出される(ステップS 3 0 3)。操作している手7 0 0の手領域にID = 1を付与し、操作している手7 0 1の手領域にID = 2を付与する(ステップS 3 0 4)。操作している手7 0 0の手領域の入力位置としてP 9が検出され、操作している手7 0 1の手領域の入力位置としてP 1 0が検出される。入力位置P 7の座標(x 7, y 7, z 7)と、入力位置P 8の座標(x 8, y 8, z 8)が取得される(ステップS 3 0 5)。この時点で入力位置P 9と入力位置P 1 0がペアリングされており、また、それぞれタッチ状態であるため、ステップS 3 0 6及びステップS 3 0 7の詳細説明は省略する。

20

【0067】

入力位置P 9とP 1 0によるタッチ操作を認識する処理(ステップS 3 0 8)では、まず入力位置P 9が処理対象となる(ステップS 6 0 1)。入力位置P 9はタッチ状態にあり(ステップS 6 0 2でYES)、入力位置P 1 0とペアリング済みであるので(ステップS 6 0 3でYES)、入力位置P 1 0もタッチ状態にある(ステップS 6 0 4でYES)。よって、入力位置P 9とP 1 0はマルチタッチ操作として認識される(ステップS 6 0 5)。例えば、2点間の距離の変化に基づく表示画像の拡大・縮小、あるいは2点の相対的な回転に基づく表示画像の回転操作などとして認識される。入力位置P 9とP 1 0のマルチタッチ操作の認識結果により、表示が更新される(ステップS 3 0 9)。

30

【0068】

以上、図7を用いて説明したように、本実施形態では、第1閾値より高い位置に第2閾値を設けることで、入力位置がタッチ状態に遷移する前に、他の入力位置とのペアリングの可否の判定を行う。このため、マルチタッチ操作が意図されている可能性が高い状況で、ユーザが意図しないシングルタッチイベントが発生することを低減できる。

【0069】

次に、図8(a)~(d)はユーザが指先を操作面1 0 1に接触(もしくは近接)させてマルチタッチ操作(2つの手での操作)を入力している状態から、マルチタッチ操作している指先を操作面1 0 1から離す様子を段階的に表す。ただし、入力位置の動きを解り易く示すため、図8(b)~(d)では手8 0 0及び手8 0 1の図示を省略する。予め第3閾値8 0 2と第4閾値8 0 3が設定されている。それぞれ操作面を基準とした高さで設定されている。一例として、第3閾値8 0 2 = 25 mm、第4閾値 = 15 mmとする。各段階の特徴的な処理と、上述したフローチャート各ステップの対応関係を、ステップの番号を括弧書きすることで示す。

40

【0070】

まず、図8(a)の状態は、操作面1 0 1に近接する、ユーザの操作している手8 0 0の指先(入力位置P 1 1)と、操作している手8 0 1の指先(入力位置P 1 2)により、マルチタッチ操作が行われている。図8(a)は時刻t 6の操作面1 0 1上の空間を側面

50

から見た図である。まず、距離画像センサ102から、時刻 t_6 の距離画像が取得され(ステップS302)、取得した距離画像から、操作している手800と操作している手801の2つの手領域が検出される(ステップS303)。操作している手800の手領域に $ID=3$ を付与し、操作している手801の手領域に $ID=4$ を付与する(ステップS304)。操作している手800の手領域の入力位置 $P11$ と、操作している手801の手領域の入力位置 $P12$ が検出される。検出された入力位置に手領域と同じ ID が付与され、 $P11$ は $ID=3$ 、 $P12$ は $ID=4$ となる。入力位置 $P11$ の座標($x11, y11, z11$)と、入力位置 $P12$ の座標($x12, y12, z12$)が取得される(ステップS305)。

【0071】

そして入力位置 $P11$ と入力位置 $P12$ がペアリングされて、ペアリング情報として入力位置 ID の3と4が関連付けて保持される(ステップS306)。入力位置 $P11$ と入力位置 $P12$ はタッチ状態であり(ステップS307)、マルチタッチ操作として認識され(ステップS308)、マルチタッチ操作の認識結果により、表示が更新される(ステップS309)。

【0072】

次に、図8(b)の状態は、ユーザの操作している手800の指先(入力位置 $P13$)がタッチ状態であり、操作している手801の指先(入力位置 $P14$)がタッチ状態ではなくなった状態である。図8(b)は時刻 t_7 の操作面101上の空間を側面から見た図である。まず、距離画像センサ102から、時刻 t_7 の距離画像が取得される(ステップS302)。図8(a)と同様に、取得した距離画像から手領域が検出され、検出された手領域から入力位置を取得される。操作している手800の入力位置は $P13(x13, y13, z13)$ となり、操作している手801の入力位置は $P14(x14, y14, z14)$ となる。入力位置はいずれも第3閾値802より低い位置にあるので、ペアリング状態は維持される(ステップS306)。

【0073】

タッチ状態判定処理(ステップS307)では、入力位置 $P14$ の高さ $z14$ が第4閾値803以上のため(ステップS503でYES)、入力位置 $P14$ のタッチ状態が解除される(ステップS504)。入力位置 $P13$ は、ペアリング相手の入力位置 $P14$ がタッチ状態でないため(ステップS604でNO)、マルチタッチ操作ともシングルタッチ操作とも認識されず(ステップS308)、表示が更新されない(ステップS309)。このように、本実施形態では、ペアリング状態が維持されている限り、1つの入力位置がタッチ状態であってもシングルタッチ操作が認識されることはない。

【0074】

次に、図8(c)の状態は、ユーザの操作している手800の指先(入力位置 $P15$)と、操作している手801の指先(入力位置 $P16$)が共にタッチ状態ではなくなった状態である。図8(c)は時刻 t_8 の操作面101上の空間を側面から見た図である。距離画像センサ102から、時刻 t_8 の距離画像が取得される(ステップS302)。図8(a)と同様に、取得した距離画像から手領域が検出され、検出された手領域から入力位置を取得される。操作している手800の入力位置は $P15(x15, y15, z15)$ となり、操作している手801の入力位置は $P16(x16, y16, z16)$ となる。入力位置 $P15$ の高さ $z15$ と入力位置 $P16$ の高さ $z16$ は、共に第3閾値802より小さいため(ステップS403でNO)、ペアリング状態は継続される。入力位置 $P15$ の高さ $z15$ が第4閾値803以上のため(ステップS503でYES)、入力位置 $P15$ のタッチ状態は解除される(ステップS504)。

【0075】

次に、図8(d)の状態は、ユーザの操作している手800の指先(入力位置 $P17$)と、操作している手801の指先(入力位置 $P18$)のペアリングが解除された状態である。図8(d)は時刻 t_9 の操作面101上の空間を側面から見た図である。まず、距離画像センサ102から、時刻 t_9 の距離画像が取得される(ステップS302)。図8(

10

20

30

40

50

a)と同様に、取得した距離画像から手領域が検出され、検出された手領域から入力位置を取得される。操作している手800の入力位置はP17(x17, y17, z17)となり、操作している手801の入力位置はP18(x18, y18, z18)となる。特定処理(ステップS306)において、入力位置P18の高さz18が第3閾値802以上のため(ステップS403でYES)、入力位置P17と入力位置P18のペアリングが解除される(ステップS404)。

【0076】

以上、図8を用いて説明したように、本実施形態では、第4閾値より高い位置に第3閾値を設けることで、入力位置がタッチ操作の有効領域から出た後もペアリング継続の判定が行える。よって、シングルタッチ操作とマルチタッチ操作を両方認識可能な環境で、マルチタッチ操作後にユーザが意図しないシングルタッチイベントが発生することを低減できる。

10

【0077】

<変形例1>

図6のフローチャートで示した通り、第1の実施形態のタッチ操作の認識処理では、処理対象の入力位置がタッチ状態であり、かつ、ペアリングされている場合、ペアリングされた他の入力位置もタッチ状態にあるか否かを判定した(ステップS604)。変形例1では、第1の実施形態の一連の処理のうちステップS604の処理を省略する。すなわち、2つの入力位置がペアリング状態にあるならば、片方がタッチ状態になった時点で(ステップS603でYES)、マルチタッチ操作の認識を開始する(ステップS605)。2つの入力位置がペアリング状態にある場合、その後マルチタッチ操作が行われる可能性が高いため、程なく他方の入力位置のz座標がタッチ状態と判定される範囲に到達することが推定される。そこで変形例1は、他方の入力位置のz座標がタッチ状態と判定されるのを待たずに、2つの入力位置のxy座標の動きに基づいてマルチタッチ操作の認識を開始する。変形例1では、ユーザが意図していないシングルタッチイベントが発生を抑制しつつ、ユーザにとってマルチタッチ操作に対する応答の感度が向上する効果を得られる。

20

【0078】

ここで、図7(d)と図8(b)を用いて、第1の実施形態と、その変形例1との処理の違いを説明する。図7(d)は、操作している手700の指先(入力位置P7)と操作している手701の指先(入力位置P8)がペアリングされており、入力位置P7だけがタッチ状態にある時刻t4の状態である。上述した通り、第1の実施形態では、図7(d)の状態は、入力位置P7とP8はペアリングされており(ステップS306)、入力位置P7だけがタッチ状態である(ステップS604でNO)ため、マルチタッチ操作は認識されない。それに対し、変形例1の場合、入力位置P7はタッチ状態であり(ステップS602でYES)、ペアリング済みであることに応じ(ステップS603でYES)、ステップS605でマルチタッチ操作が認識される。

30

【0079】

一方、図8(b)の状態は、ユーザの操作している手800の指先(入力位置P13)がタッチ状態であり、操作している手801の指先(入力位置P14)がタッチ状態ではなくなった時刻t7の状態である。入力位置P13とP14はペアリング済みである。上述した通り、第1の実施形態では、入力位置P14がタッチ状態ではなくなったため(ステップS604でNO)、マルチタッチ操作及びシングルタッチ操作のいずれも認識されない。それに対し、変形例1では、入力位置P13が依然としてタッチ状態にあり(ステップS602でYES)、入力位置P14とペアリングされていることに応じ(ステップS603でYES)、ステップS605のマルチタッチ操作の認識が実行される。

40

【0080】

第2閾値702と第1閾値703は、異なる値ではあるが、図8の例では20mmと10mmであるように、有る程度近い値が設定される。従って、2つの入力位置が第2閾値702を下回り、かつ、片方は第1閾値703を下回った場合、他方の入力位置も第1閾

50

値 703 に極近い位置に存在することが推定可能である。変形例 1 では、このような状況では、2つの入力位置が両方マルチタッチ操作に用いられる可能性が高いとみなし、その時点(そのフレーム)からマルチタッチ操作の認識を開始する。そのためユーザにとってはマルチタッチ操作開始時の応答が早くなる、多少指が操作面 101 から浮いてもマルチタッチ操作の継続が可能となるなど、認識感度が高くなったように感じられる場合がある。第 1 の実施形態と、その変形例 1 は、応答の速さを求めるか否かといったユーザの操作性の好みに応じて特定されてもよい。

【0081】

<変形例 2>

第 1 の実施形態では、距離画像からユーザの指先の三次元位置を取得し、操作面と指先との距離が所定値を下回ったことをタッチによる入力とみなすシステムを前提とした。それに対し、変形例 2 では、距離画像センサではなく、操作面に、物体の接触と近接を区別して検出可能な近接センサを設置することで入力位置を検出するシステムへの適用例を説明する。

【0082】

図 9 は、変形例 2 における情報処理装置のメイン処理の流れを表すフローチャートである。図 3 との違いは、ステップ S302 ~ ステップ S305 の距離画像に対する処理の代わりに、ステップ S901 が実行されることである。なお、他のステップで実行される処理は第 1 の実施形態と同じため、説明を省略する。

【0083】

ステップ S901 では、近接センサにより入力位置を検出する。入力位置が検出された場合(ステップ S901 で YES)入力位置の位置情報を保持し、ステップ S306 へ進む。取得される入力位置の位置情報は(x, y)座標と高さ情報とする。高さ情報は、操作面に接触している状態と、接触していないが近接している状態の 2 つの状態とする。例えば近接センサが静電容量方式のセンサである場合、厳密には指先の高さを検出しているわけではない。例えば、入力位置で生じる静電容量の変化の大きさに閾値を設け、閾値以上の変化がある場合には操作体が接触している、閾値より小さい変化は操作体が接触するに至っていないが近接しているとみなすことで、接触と近接を区別する。例えば、操作面に接触している状態を“1”とし、操作面に近接している状態を“0”とする 2 値を高さに相当する情報として保持する。高さに相当する情報は、多値や数値で保持してもよい。ただし、第 1 実施形態と同様、高さ情報は操作面からの距離に相当する情報であればよく、鉛直方向に限定される訳ではない。例えば、操作面として任意の壁面が設定される場合、操作面からの距離は水平方向の座標軸での座標値に相当する場合もある。

【0084】

図 11(a) は、変形例 2 第 1 閾値で扱われる 3 つの閾値を概念的に表す図である。上記のように静電容量方式で近接検知を行うセンサでは、操作体によって近接が検知できる高さが異なっている場合もある。ただし図 11(a) では、変形例 2 の概念を視覚的に示すため、便宜的に一定の距離の閾値 1100 より操作面に近い範囲が、近接センサが操作体の位置を検出可能な範囲であるとする。また、操作体が操作面に物理的に接触した、つまり操作体と操作面との距離を閾値 1101 とする。閾値 1100 は、第 1 の実施形態における第 2 閾値に対応する役割をもつものであり、閾値 1101 は、第 1 の実施形態における第 1 閾値に対応する役割をもつものである。第 2 閾値第 1 閾値

図 11(a) のように設定することで、変形例 2 では、近接している状態にある入力位置が複数検出されている時点でペアリングを行い、ペアリングされた入力位置のうちいずれか 1 つだけがタッチ状態に移行した時点では、シングルタッチ操作を行わない。そして、全ての入力位置がタッチ状態に移行したことに応じてマルチタッチ操作の認識を行う。このように、第 1 の実施形態は、距離画像センサを利用するテーブルトップインタフェースだけでなく、近接センサを利用するシステムにも適用可能である。近接センサを使用することで、装置の設置条件や使用条件等により、装置のコストダウンや入力位置の位置検出精度の向上が可能になる場合がある。

【 0 0 8 5 】

< 変形例 3 >

変形例 3 では、上述した距離画像センサや近接センサではなく、操作面に、物体による押圧を検出可能な感圧センサを設置することで入力位置を検出するシステムへの適用例を示す。ここでは 1 つの入力位置に圧力がかけられた状態で入力される操作と、複数の入力位置に圧力がかけられた状態で入力される操作を区別して認識可能であることが前提となる。

【 0 0 8 6 】

図 1 0 は、本変形例における情報処理装置のメイン処理の流れを表すフローチャートである。図 3 との違いは、ステップ S 3 0 2 ~ ステップ S 3 0 5 の距離画像に対する処理の代わりに、ステップ S 9 0 1 が実行されることである。なお、他のステップで実行される処理は第 1 の実施形態と同じため、説明を省略する。

10

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 0 0 1 では、感圧センサにより操作面上の入力位置を検出する。入力位置が検出された場合（ステップ S 1 0 0 1 で Y E S）入力位置の位置情報を保持し、ステップ S 3 0 6 へ進む。入力位置の位置情報は、(x , y) 座標と接触圧力情報とする。接触圧力情報は、操作面に接触している状態と、操作面に接触し、更に押しこんでいる（基準を超える押圧力を加えている）状態の 2 つの状態とする。例えば、操作面に接触している状態を “ 0 ” とし、操作面に近接し押しこんでいる状態を “ 1 ” とする 2 値で保持する。なお、接触圧力情報に関しては、多値や数値で保持してもよい。

20

【 0 0 8 8 】

図 1 1 (b) は、変形例 3 で利用される 2 つの閾値第 1 閾値第 2 閾値を概念的に表す図である。上記のように感圧センサでは、操作体によって入力位置に加えられた圧力を検出するものであり、操作面が押しこまれた距離を検出するものではない。ただし図 1 1 (b) では、変形例 3 の概念を視覚的に示すため、便宜的に操作面に圧力が加えられることで概念的に操作面が押しこまれる距離に閾値を設ける。ここでは操作体が操作面に物理的に接触した段階を表す距離 0 を第 2 閾値 1 1 0 2 とし、さらに基準以上の押圧力が加えられたときに押し込まれる距離を第 1 閾値 1 1 0 3 として設定する。閾値 1 1 0 2 は、第 1 の実施形態における第 2 閾値に対応する役割をもつものであり、閾値 1 1 0 3 は、第 1 の実施形態における第 1 閾値に対応する役割をもつものである。ただし、変形例 3 の場合、閾値 1 1 0 2 から閾値 1 1 0 3 に至るまでの間でも、タッチ入力には認識されている。押し込まれる距離が第 1 閾値 1 1 0 3 以上となるのは、入力位置で加えられた押圧力が基準となる圧力以上となるときである。なお、ユーザの操作感を考慮し、閾値 1 1 0 2 第 2 閾値は操作面近傍の範囲で、閾値 1 1 0 3 第 1 閾値は入力位置の接触圧力が検出できる範囲で、それぞれ調整されることが好ましい。ただし、閾値の調整において、閾値 1 1 0 3 第 1 閾値は閾値 1 1 0 0 第 2 閾値よりも大きな接触圧力に対応する値が設定される。このように、第 1 の実施形態は、距離画像センサを利用するテーブルトップインタフェースだけでなく、感圧センサを利用するシステムにも適用可能である。特に、感圧センサで各入力位置における操作面に対する押圧力の大きさを検出し、1 つの入力位置でのみ基準を超える押圧力が検出される場合と複数の入力位置で基準を超える押圧力が検出される場合とで、認識する操作を異ならせる場合に効果的である。変形例 3 によれば、複数の入力位置に押圧力を加えるタイミングがずれ、一時的に一部の入力位置でしか基準を超える押圧力が検出されない場合でも、ユーザに意図に沿わない操作を誤って認識してしまう問題を低減できる。

30

40

【 0 0 8 9 】

なお、上述した第 1 実施形態およびその変形例の説明の中で、閾値を用いる判定処理において「以上」又は「以下」という表現を用いたが、判定対象の距離が各閾値と一致する場合をいずれの判定結果に含めるかは、閾値の大きさとともに適宜設定されればよい。例えば、ステップ S 5 0 6 でタッチ状態を判定する第 1 閾値の処理については、操作面から入力位置までの距離が少なくとも第 1 閾値を下回る態をタッチ状態と認識すればよい。ス

50

ステップ S 4 0 6 での第 2 閾値の場合も同様である。また例えば、ステップ S 5 0 3 でタッチ状態の解除を判定する第 4 閾値の処理については、操作面から入力位置までの距離が少なくとも第 4 閾値を上回ることをタッチ状態の解除と認識すればよい。ステップ S 4 0 3 での第 3 閾値の場合も同様である。

【 0 0 9 0 】

< その他の実施形態 >

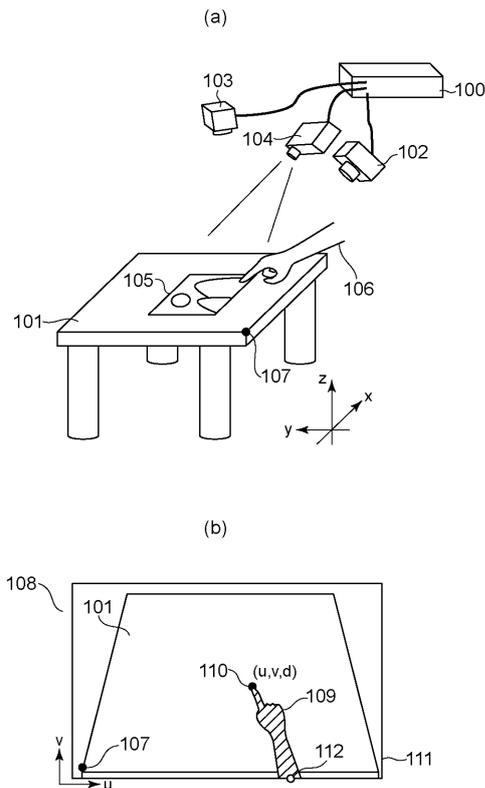
本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

【 符号の説明 】

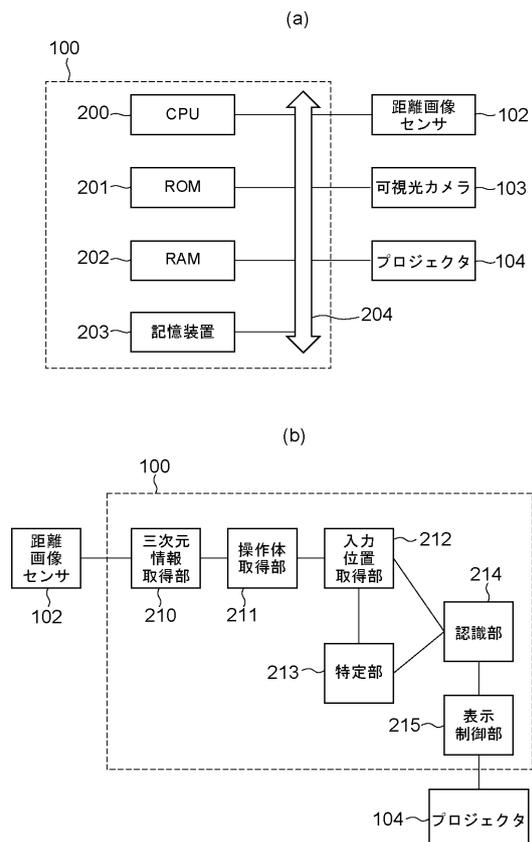
【 0 0 9 1 】

- 2 1 0 三次元情報取得部
- 2 1 1 操作体取得部
- 2 1 2 入力位置取得部
- 2 1 3 特定部
- 2 1 4 認識部
- 2 1 5 表示制御部

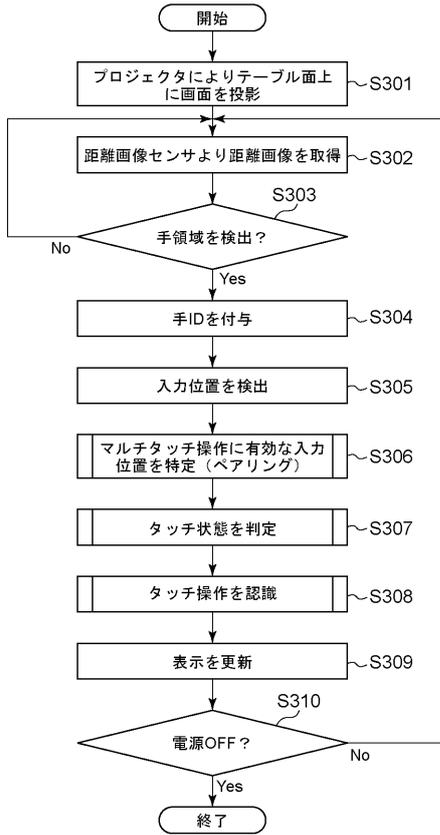
【 図 1 】



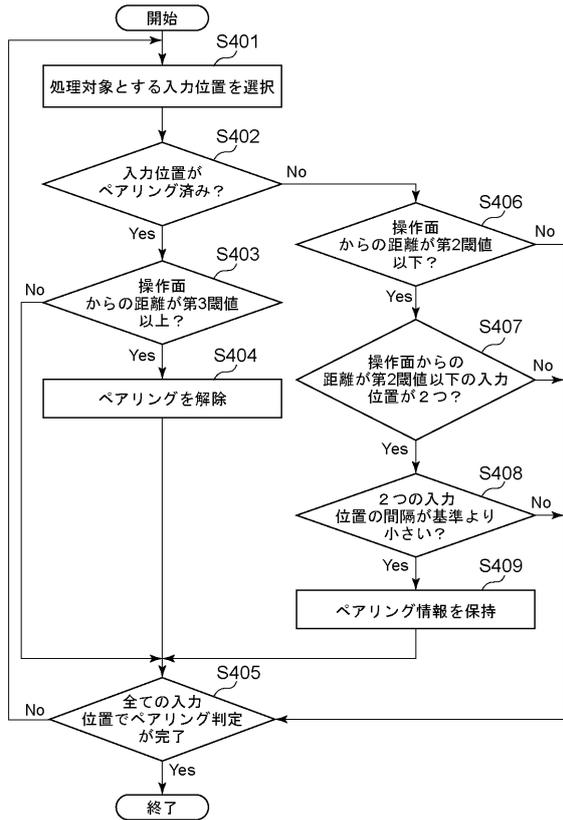
【 図 2 】



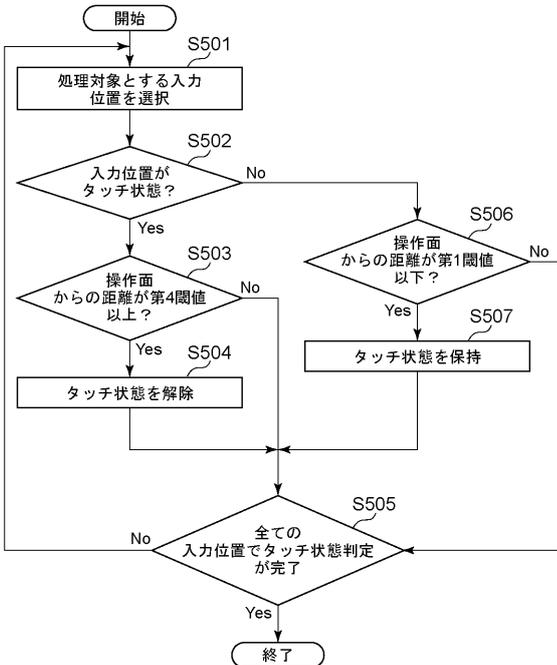
【 図 3 】



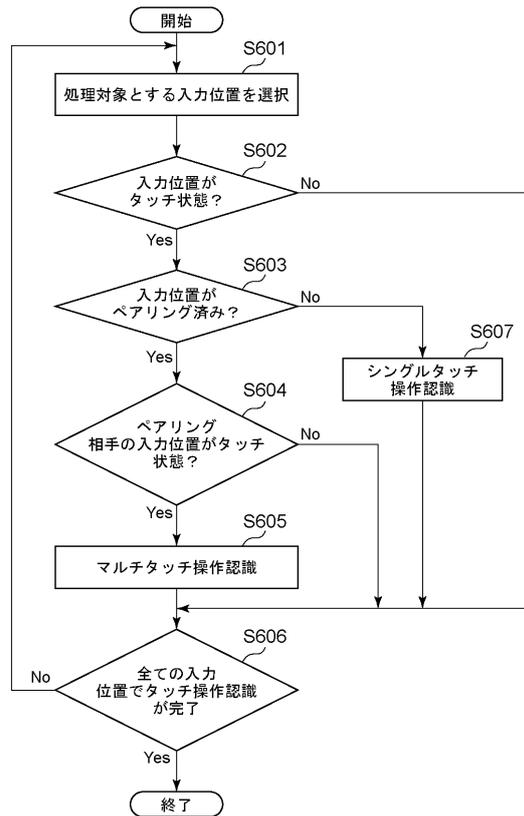
【 図 4 】



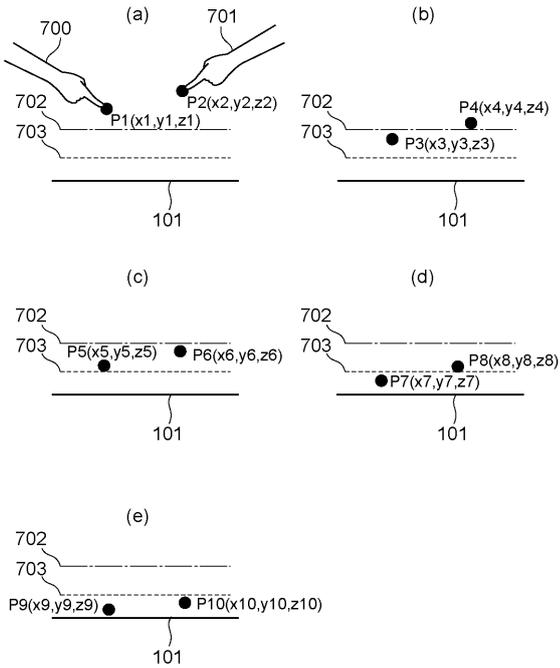
【 図 5 】



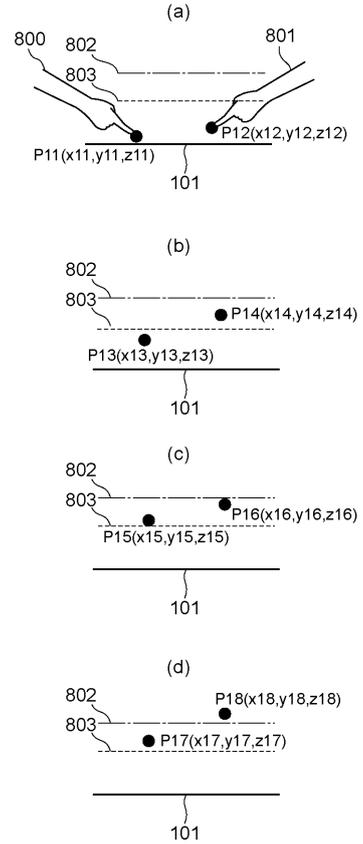
【 図 6 】



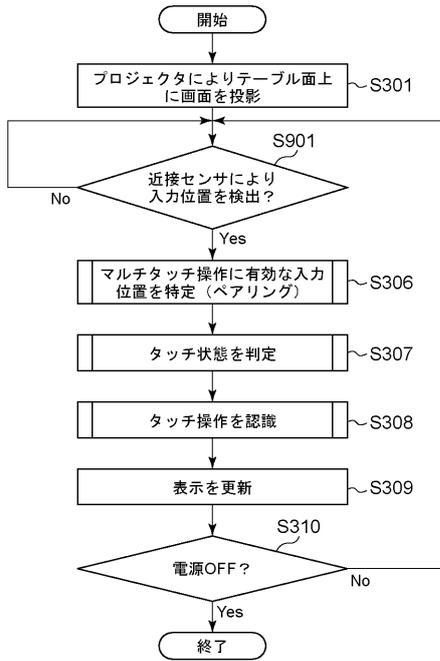
【 図 7 】



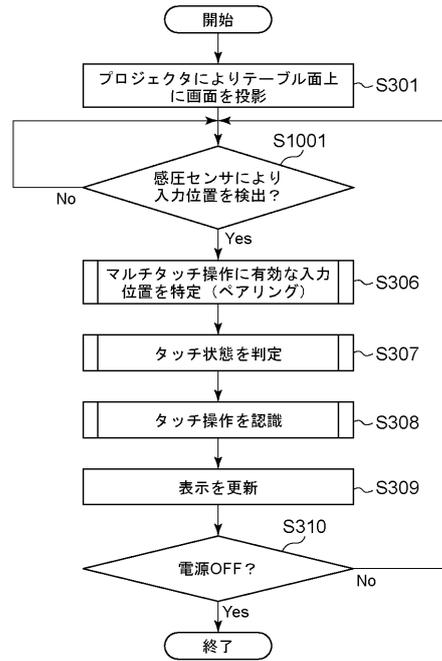
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】

