

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6528774号
(P6528774)

(45) 発行日 令和1年6月12日(2019.6.12)

(24) 登録日 令和1年5月24日(2019.5.24)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 6 F 3/01 (2006.01) G O 6 F 3/01 5 1 0
G 0 6 F 3/0346 (2013.01) G O 6 F 3/0346 4 2 2

請求項の数 16 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-537737 (P2016-537737)	(73) 特許権者	000002185
(86) (22) 出願日	平成27年7月15日 (2015.7.15)		ソニー株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/003579		東京都港区港南1丁目7番1号
(87) 国際公開番号	W02016/017101	(74) 代理人	100104215
(87) 国際公開日	平成28年2月4日 (2016.2.4)		弁理士 大森 純一
審査請求日	平成30年6月7日 (2018.6.7)	(74) 代理人	100196575
(31) 優先権主張番号	特願2014-155226 (P2014-155226)		弁理士 高橋 満
(32) 優先日	平成26年7月30日 (2014.7.30)	(74) 代理人	100168181
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 中村 哲平
		(74) 代理人	100117330
			弁理士 折居 章
		(74) 代理人	100160989
			弁理士 関根 正好
		(74) 代理人	100168745
			弁理士 金子 彩子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操作体による操作対象である対象物体の表面の法線ベクトルの変化に基づいて、前記対象物体に対する前記操作体の接触を判定する接触判定部を具備する情報処理装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の情報処理装置であって、撮像画像に含まれる前記操作体及び前記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具備し、

前記接触判定部は、前記対象物体の、前記操作体の周囲における表面の法線ベクトルの変化に基づいて、前記対象物体に対する前記操作体の接触を判定する情報処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の情報処理装置であって、前記接触判定部は、前記法線ベクトルの、前記操作体の方向への傾きに応じて前記対象物体に対する前記操作体の接触を判定する情報処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の情報処理装置であって、前記接触判定部は、前記法線ベクトルの傾きの乱れに応じて前記対象物体に対する前記

10

20

操作体の接触を判定する
情報処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の情報処理装置であって、
前記接触判定部による判定結果に基づいて、操作入力を制御する入力制御部
をさらに具備する情報処理装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の情報処理装置であって、
撮像画像に含まれる前記操作体及び前記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具
備し、

前記入力制御部は、前記物体認識処理部によって認識された前記操作体の形状と、前記
接触判定部による判定結果に基づいて、操作入力を制御する
情報処理装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の情報処理装置であって、
前記対象物体に重畳される操作対象画像を生成する画像出力部をさらに具備し、
前記入力制御部は、前記操作対象画像における前記操作体と前記対象物体の接触位置に
基づいて操作入力を制御する
情報処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の情報処理装置であって、
前記接触判定部は、前記法線ベクトルの傾きが閾値を超えた場合に、前記対象物体に前
記操作体が接触したと判定する
情報処理装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の情報処理装置であって、
撮像画像に含まれる前記操作体及び前記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具
備し、

前記接触判定部は、前記対象物体の種類に応じて前記閾値を決定する
情報処理装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の情報処理装置であって、
前記接触判定部は、さらに、前記対象物体の表面における位置に応じて前記閾値を決定
する
情報処理装置。

【請求項 11】

請求項 8 から 10 のうちいずれか一項に記載の情報処理装置であって、
前記接触判定部は、前記法線ベクトルの傾きが前記閾値より大きい場合、前記法線ベク
トルの傾きの大きさに応じて、前記対象物体に対する前記操作体の接触の強さを算出する
情報処理装置。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の情報処理装置であって、
撮像画像に含まれる前記操作体及び前記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具
備し、

前記接触判定部は、前記対象物体が剛体である場合には前記撮像画像における色の変化
に基づいて前記対象物体に対する前記操作体の接触を判定し、前記対象物体が剛体ではな
い場合には前記法線ベクトルの変化に基づいて前記対象物体に対する前記操作体の接触を
判定する

情報処理装置。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

請求項 1 から 1 2 のうちいずれか一項に記載の情報処理装置であって、
前記接触判定部は、前記対象物体と前記操作体の距離が所定値以下の場合に、前記法線ベクトルの変化に基づいて前記対象物体に対する前記操作体の接触を判定する
情報処理装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 から 1 3 のうちいずれか一項に記載の情報処理装置であって、
前記接触判定部は、偏光イメージングにより撮像された撮像画像から前記法線ベクトルを検出する
情報処理装置。

【請求項 1 5】

操作体による操作対象である対象物体の表面の法線ベクトルの変化に基づいて、前記対象物体に対する前記操作体の接触を判定する接触判定部
として情報処理装置を動作させるプログラム。

【請求項 1 6】

接触判定部が、操作体による操作対象である対象物体の表面の法線ベクトルの変化に基づいて、前記対象物体に対する前記操作体の接触を判定する
情報処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、接触検出が可能な情報処理装置、情報処理方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、情報処理機器の利用形態の多様化に伴い、新たなUI（ユーザーインターフェース）が検討されている。例えば、ヘッドマウントディスプレイにアイコンを表示して対象物体（手のひらや机等）に投影し、操作体（指やスタイラス等）で投影されたアイコンにタッチすると、アイコンの選択が入力される技術が開発されている。

【0003】

対象物体に対する操作体の接触は、ステレオカメラや3Dセンサ等が用いられる。UIは、対象物体と操作体を認識し、ステレオカメラや3Dセンサ等から取得した三次元情報に基づいて操作体の位置と対象物体の平面形状を検出する。UIは対象物体と操作体の距離が一定値以下になると、接触と判定することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-70491号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記のような手法では、接触検出のためにステレオカメラや3Dセンサ等の検出手段が必要であり、デバイスの大型化や電力消費の増加、コストの増加といった問題がある。また、ステレオカメラや3Dセンサの特性上、太陽光下では利用が困難である。さらに、操作体が対象物体に接近し、接触していない場合も接触と判定され、ユーザの意図しない入力がなされてしまうおそれがある。

【0006】

以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、本技術の目的は、低コストで高精度に接触検出を行うことが可能な情報処理装置、情報処理方法及びプログラムを提供することにある。

を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る情報処理装置は、接触判定部を具備する。

上記接触判定部は、操作体による操作対象である対象物体の表面の法線ベクトルの変化に基づいて、上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定する。

【 0 0 0 8 】

法線ベクトルは、物体表面に垂直な方向を向くベクトルである。対象物体に対して操作体が接触すると、対象物体の表面は操作体の接触によって変形し、法線ベクトルが変化する。このため、上記構成によれば、法線ベクトルの変化を検出することによって、対象物体に対する操作体の接触を判定することが可能である。

10

【 0 0 0 9 】

上記情報処理装置は、撮像画像に含まれる上記操作体及び上記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具備し、

上記接触判定部は、上記対象物体の、上記操作体の周囲における表面の法線ベクトルの変化に基づいて、上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定してもよい。

【 0 0 1 0 】

この構成によれば、接触判定部は、対象物体の表面のうち、操作体が接触する可能性が高い領域の法線ベクトルのみを接触の判定に利用するため、法線ベクトルの変化を算出するための演算量を低減すると共に誤検出を防止することが可能である。

【 0 0 1 1 】

上記接触判定部は、上記法線ベクトルの、上記操作体の方向への傾きに応じて上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定してもよい。

20

【 0 0 1 2 】

対象物体が、操作体による押圧によって陥没を生じる物体（手のひら等）である場合には、操作体の接触によって法線ベクトルは操作体の方向へ傾く。このため、接触判定部は、法線ベクトルの操作体の方向への傾きを接触の判定に利用することが可能である。

【 0 0 1 3 】

上記接触判定部は、上記法線ベクトルの傾きの乱れに応じて上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定してもよい。

【 0 0 1 4 】

対象物体が、操作体による押圧によって皺を生じる物体（手の甲等）である場合には、操作体の接触によって法線ベクトルが乱れ、種々の方向へ傾く。このため、接触判定部は、法線ベクトルの傾きの乱れを接触の判定に利用することが可能である。

30

【 0 0 1 5 】

上記情報処理装置は、上記接触判定部による判定結果に基づいて、操作入力を制御する入力制御部をさらに具備していてもよい。

【 0 0 1 6 】

入力制御部は、接触判定部によって操作体と対象物体の接触が判定されると、接触位置や接触の数に応じて操作入力として受け付け、OS等に供給するものとすることが可能である。

40

【 0 0 1 7 】

上記情報処理装置は、撮像画像に含まれる上記操作体及び上記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具備し、

上記入力制御部は、上記物体認識処理部によって認識された上記操作体の形状と、上記接触判定部による判定結果に基づいて、操作入力を制御してもよい。

【 0 0 1 8 】

物体認識処理部が操作体の形状（例えばピンチ操作の際の指の形状）を認識し、入力制御部に供給することにより、入力制御部は、操作体の形状に応じた操作入力を受け付けるものとするができる。

【 0 0 1 9 】

50

上記情報処理装置は、上記対象物体に重畳される操作対象画像を生成する画像出力部をさらに具備し、

上記入力制御部は、上記操作対象画像における上記操作体と上記対象物体の接触位置に基づいて操作入力を制御してもよい。

【0020】

画像出力部はヘッドマウントディスプレイやプロジェクタ等に表示され、対象物体に重畳される操作対象画像を生成する。入力制御部は、操作対象画像における接触位置と、対象物体に対する操作対象画像の重畳位置に基づいて、操作対象画像と接触位置の位置関係を算出し、接触位置に重畳された操作対象画像の内容（アイコン等）に応じた操作入力を受け付けるものとする事ができる。

10

【0021】

上記接触判定部は、上記法線ベクトルの傾きが閾値を超えた場合に、上記対象物体に上記操作体が接触したと判定してもよい。

【0022】

この構成によれば、閾値によって、接触の検出精度を調整することが可能である。

【0023】

上記情報処理装置は、撮像画像に含まれる上記操作体及び上記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具備し、

上記接触判定部は、上記対象物体の種類に応じて上記閾値を決定してもよい。

【0024】

この構成によれば、接触判定部は、対象物体の種類に応じて適切な閾値によって接触を判定することが可能である。例えば、対象物体が硬いものであれば閾値を小さくし、対象物体が柔らかいものであれば閾値を大きくすることができる。

20

【0025】

上記接触判定部は、上記対象物体の表面における位置に応じて上記閾値を決定してもよい。

【0026】

例えば、対象物体が手のひらの場合等には、同じ押圧力によって押圧しても位置によって陥没の度合いが異なる。このため、上記構成によれば、対象物体の位置に応じて適切な閾値によって接触を判定することが可能である。

30

【0027】

上記接触判定部は、上記法線ベクトルの傾きが上記閾値より大きい場合、上記法線ベクトルの傾きの大きさに応じて、上記対象物体に対する上記操作体の接触の強さを算出してもよい。

【0028】

対象物体に対する操作体の接触による対象物体の変形の程度は、その接触の押圧力に応じて大きくなる。このため、上記構成によれば、対象物体に対する操作体の接触のみならず、対象物体に対する操作体の押圧力を算出することが可能である。

【0029】

上記情報処理装置は、撮像画像に含まれる上記操作体及び上記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具備し、

40

上記接触判定部は、上記対象物体が剛体である場合には上記撮像画像における色の变化に基づいて上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定し、上記対象物体が剛体ではない場合には上記法線ベクトルの変化に基づいて上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定してもよい。

【0030】

対象物体が剛体であり、操作体の接触によって変形を生じない物体である場合には、接触判定部は、撮像画像における色の变化を利用して接触を判定することが可能である。例えば、指先の血色は、指が物体に押圧されると変化するため、接触判定部はこのような色の变化を利用して接触を判定することができる。

50

【0031】

上記接触判定部は、上記対象物体と上記操作体の距離が所定値以下の場合に、上記法線ベクトルの変化に基づいて上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定してもよい。

【0032】

接触判定部が対象物体と操作体の距離が所定値以下の場合に、画像における色の変化に基づいて接触を判定することにより、接触の可能性が高い場合にのみ、接触の判定を行うことが可能である。対象物体と操作体の距離は、赤外線投影パターン等を利用してセンサと物体の距離を測定するデプスセンサによって取得することが可能である。

【0033】

上記接触判定部は、偏光イメージングにより撮像された撮像画像から上記法線ベクトルを検出してもよい。

10

【0034】

偏光イメージングは、偏光方向が異なる偏光フィルタが各画素に設けられたカメラによって実現され、その撮像画像から法線ベクトルを検出することが可能である。

【0035】

上記目的を達成するため、本技術の一形態に係るプログラムは、接触判定部として情報処理装置を動作させる。

上記接触判定部は、操作体による操作対象である対象物体の表面の法線ベクトルの変化に基づいて、上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定する。

【0036】

20

上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る情報処理方法は、接触判定部が、操作体による操作対象である対象物体の表面の法線ベクトルの変化に基づいて、上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定する。

【発明の効果】

【0037】

以上のように、本技術によれば、低コストで高精度に接触検出を行うことが可能な情報処理装置、情報処理方法及びプログラムを提供することが可能である。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

【図面の簡単な説明】

30

【0038】

【図1】本技術の第1の実施形態に係る情報処理装置の構成を示す模式図である。

【図2】対象物体に重畳された、同情報処理装置の画像出力部によって生成された操作作用画像を示す模式図である。

【図3】対象物体に重畳された、同情報処理装置の画像出力部によって生成された操作作用画像を示す模式図である。

【図4】対象物体に重畳された、同情報処理装置の画像出力部によって生成された操作作用画像を示す模式図である。

【図5】同情報処理装置のハードウェア構成を示す模式図である。

【図6】同情報処理装置の動作を示すフローチャートである。

40

【図7】操作体が接触していない状態の対象物体における法線ベクトルを示す模式図である。

【図8】操作体が接触している状態の対象物体における法線ベクトルを示す模式図である。

。

【図9】操作体が接触している状態の対象物体における法線ベクトルを示す模式図である。

。

【図10】同情報処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図11】同情報処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図12】同情報処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図13】操作体の形状を示す模式図である

50

【図14】操作体による操作入力の態様を示す模式図である。

【図15】本技術の第2の実施形態に係る情報処理装置の構成を示す模式図である。

【図16】同情報処理装置の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0039】

[第1の実施形態]

本技術の第1の実施形態に係る情報処理装置について説明する。

【0040】

(情報処理装置の構成)

図1は、本技術の第1の実施形態に係る情報処理装置100の機能的構成を示す模式図である。同図に示すように、情報処理装置100は、音声入力部101、音声認識処理部102、画像入力部103、物体認識処理部104、接触判定部105、入力制御部106及び画像出力部107を備える。

10

【0041】

同図に示すように、情報処理装置100は、アイウェア10に接続されているものとすることができる。また、情報処理装置100は、アイウェア10に搭載されていてもよい。アイウェア10は、ディスプレイ11、カメラ12及び図示しないマイクロフォンを備える。ディスプレイ11は透過型のHMD(Head Mounted Display)とすることができる。

【0042】

カメラ12は、偏光イメージングが可能なカメラであるものとすることができる。具体的には、カメラ12は、各画素に偏光方向を90度ずらした4種の偏光フィルムが貼付されて構成されているものとすることができる。偏光方向が異なる各画素の受光強度をフーリエ変換することにより、無偏光成分強度、偏光主軸方向、偏光成分強度を取り出し、主軸方向から方位角を、強度から天頂角を求めることにより撮像された物体の表面の法線方向(後述)を得ることが可能となる。また、情報処理装置100は、カメラ12の他に、通常のカメラを備えていてもよい。

20

【0043】

音声入力部101はアイウェア10のマイクロフォンに接続され、マイクロフォンによって集音された音声の音声信号が入力される。音声入力部101は、取得した音声信号を音声認識処理部102に出力する。

30

【0044】

音声認識処理部102は、音声入力部101から供給された音声信号に対して音声認識処理を施し、ユーザによる操作音声を認識する。音声認識処理部102は、操作音声が認識されれば、認識結果を入力制御部106に供給する。

【0045】

画像入力部103はカメラ12に接続され、カメラ12によって撮像された画像(動画)が入力される。カメラ12によって撮像された画像は上記のように偏光イメージングにより撮像された画像である。画像入力部103は、取得した画像(以下、取得画像)を物体認識処理部104に供給する。

40

【0046】

物体認識処理部104は、画像入力部103から供給された取得画像と、物体検出辞書Dに格納されている情報を照合し、物体を認識する。物体認識処理部104は、後述する操作体や対象物体等の物体を認識するものとすることができる。物体認識処理部104は取得画像及び物体認識結果を接触判定部105に供給する。物体検出辞書Dは情報処理装置100に格納されていてもよく、物体認識処理部104がネットワーク等から取得してもよい。

【0047】

接触判定部105は、物体認識処理部104から供給された取得画像に対して、物体認識結果及び接触判定閾値Tを利用して、接触判定を行う。この処理の詳細については後述

50

する。接触判定部 105 は、判定結果を入力制御部 106 に供給する。接触判定閾値 T は、情報処理装置 100 に格納されていてもよく、接触判定部 105 がネットワーク等から取得してもよい。

【0048】

入力制御部 106 は、音声認識処理部 102 による認識結果又は接触判定部 105 による判定結果に基づいて、ユーザによる操作入力を制御する。具体的には入力制御部 106 は、対象物体に対する操作体の接触位置や押圧力、押圧方向、接触後の操作体の移動等からタッチやマルチタッチ、ドラッグ、ピンチ等の操作入力として受け付ける。入力制御部 106 は、受け付けた操作入力を情報処理装置 100 の OS 等に供給する。

【0049】

画像出力部 107 は、ディスプレイ 11 に表示される画像（動画）を生成する。画像出力部 107 は、アイコンや操作ボタンを含む操作用画像を生成するものとして行うことができる。上記のようにディスプレイ 11 は透過型の HMD であり、ユーザはディスプレイ 11 に表示された映像と現実の物体が重畳された視界を視認する。

【0050】

図 2 に、ディスプレイ 11 を介したユーザの視界を模式的に示す。ユーザの視界には、ユーザの手のひら H とユーザの指 Y、ディスプレイ 11 に表示された操作用画像 G が含まれている。操作用画像 G にはアイコン P が含まれている。ユーザが、指 Y によって手のひら H のアイコン P が重畳されている箇所をタッチすると、情報処理装置 100 によってアイコン P の選択が受け付けられる。

【0051】

操作用画像 G が重畳されるのは手のひらに限られない。図 3 は、操作用画像 G が雑誌 Z に重畳されている様子を示す模式図である。同図に示すように、ユーザが指 Y によって雑誌 Z 上のアイコン P が重畳されている箇所をタッチすると、情報処理装置 100 によってアイコン P の選択が受け付けられる。また、ユーザは、スタイラス等の指以外のものによってアイコン P を指示することも可能である。以下、操作用画像 G が投影され、ユーザによって操作される物体（手のひら H や雑誌 Z 等）を対象物体とし、対象物体に接触し、アイコン P 等を操作する物体（指 Y やスタイラス）を操作体とする。即ち、情報処理装置 100 は、対象物体に対する操作体の接触を検出し、その接触に応じて操作入力を受け付ける。

【0052】

アイウェア 10 の構成は上記のものに限られない。図 4 は、カメラ 12 がアイウェア 10 とは独立して設けられている状態を示す。操作用画像 G はディスプレイ 11 に表示され、雑誌 Z に重畳されている。カメラ 12 は、アイウェア 10 とは別の位置（例えば雑誌 Z の上方）に設けられ、画像入力部 103 に接続されている。

【0053】

また、情報処理装置 100 はアイウェア 10 とは異なる画像投影装置に接続されていてもよい。例えば、机上や壁面に映像を投影することが可能であり、かつ投影面を撮像することが可能なカメラを備えるプロジェクタに接続されていてもよい。この場合、画像出力部 107 は、プロジェクタの画像投影機構に接続され、対象物体（机や壁）に映像を投影する。画像入力部 103 はカメラに接続され、対象物体及び投影画像を含む画像を取得する。この他にも情報処理装置 100 は、対象物体に映像を表示又は投影することが可能であって、対象物体を撮像することが可能なカメラを備える装置に接続されるものとして行うことができる。

【0054】

上述のような情報処理装置 100 の機能的構成はアイウェアやプロジェクタ等の画像投影装置に接続又は内蔵されていてもよく、画像投影装置とは別の PC やスマートフォン等に搭載されていてもよい。また機能的構成の一部又は全部は、ネットワーク上に構成されていてもよい。

【0055】

10

20

30

40

50

図5は、情報処理装置100のハードウェア構成を示す模式図である。上述した情報処理装置100の構成は、図5に示すハードウェア構成とプログラムの共働によって実現される機能的構成である。

【0056】

図5に示すように、情報処理装置100はハードウェア構成として、CPU121、メモリ122、ストレージ123及び入出力IF124を有する。これらはバス125によって互いに接続されている。

【0057】

CPU(Central Processing Unit)121は、メモリ122に格納されたプログラムに従って他の構成を制御すると共に、プログラムに従ってデータ処理を行い、処理結果をメモリ122に格納する。CPU121はマイクロプロセッサであるものとする事ができる。

10

【0058】

メモリ122はCPU121によって実行されるプログラム及びデータを格納する。メモリ122はRAM(Random Access Memory)であるものとする事ができる。

【0059】

ストレージ123は、プログラムやデータを格納する。ストレージ123はHDD(Hard disk drive)やSSD(solid state drive)であり、上述した物体検出辞書Dや接触判定閾値Tを記憶するものとする事ができる。

【0060】

20

入出力IF(インターフェース)124は情報処理装置100に対する入力を受け付け、また情報処理装置100の出力をディスプレイ11等に供給する。入出力IF124は、マウスやタッチパネル等の入力機器やディスプレイ11等の出力機器、ネットワーク等の接続インターフェースを含む。上述のように情報処理装置100は、画像入力部103が取得した画像に基づいてユーザの操作入力を受け付けることが可能であり、この場合入出力IF124を介することなく、入力を受け付けられる。画像出力部107によって生成された画像は、入出力IF124を介してディスプレイ11に出力され、表示される。

【0061】

情報処理装置100のハードウェア構成はここに示すものに限られず、上記情報処理装置100の機能的構成を実現できるものであればよい。

30

【0062】

(情報処理装置の接触判定動作)

情報処理装置100の動作について説明する。図6は情報処理装置100の動作を示すフローチャートである。上記のようにカメラ12によって画像が撮像され、画像入力部103はその画像(取得画像)を取得する。画像入力部103は取得画像を物体認識処理部104に供給する。

【0063】

物体認識処理部104は、対象物体を認識する(St101)。物体認識処理部104は、画像入力部103から取得した取得画像と物体検出辞書Dを照合することによって対象物体を認識する。これにより、例えば取得画像に手のひらや雑誌等が含まれていれば、対象物体として認識される。

40

【0064】

取得画像において対象物体が認識された場合(St102:Yes)、画像出力部107は、操作画像G(図2参照)をディスプレイ11に供給し、表示させる(St103)。取得画像において対象物体が認識されない場合(St102:No)、物体認識処理部104による対象物体の認識(St101)が再び実行される。

【0065】

続いて、物体認識処理部104は、操作体を認識する(St104)。物体認識処理部104は、取得画像と物体検出辞書Dを照合することによって操作体を認識する。これにより、例えば取得画像に指やスタイラス等が含まれていれば、操作体として認識される。

50

なお、物体認識処理部 104 は、複数の操作体を認識してもよい。

【0066】

取得画像において操作体が認識された場合 (St105: Yes)、接触判定部 105 は、取得画像に含まれる対象物体の表面における法線ベクトルの方向 (以下、法線方向) を算出する (St106)。取得画像において操作体が認識されない場合 (St105: No)、物体認識処理部 104 による対象物体の認識 (St101) が再び実行される。

【0067】

図7及び図8は、対象物体の表面における法線ベクトルBを示す模式図である。図7は、対象物体 (手のひらH) に操作体 (指Y) が接触していない状態を示し、図7(a)は平面図、図7(b)は側面図である。同図に示すように、接触判定部105は、手の平Hの表面において法線ベクトルBを検出する。法線ベクトルは、物体の面に垂直なベクトルであり、その大きさは1である。上記のように、カメラ12は偏光イメージングが可能なカメラであり、接触判定部105はカメラ12によって撮像された取得画像から、法線ベクトルBを検出することができる。

10

【0068】

図8は、対象物体 (手のひらH) に操作体 (指Y) が接触している状態を示し、図8(a)は平面図、図8(b)は側面図である。同図に示すように、指Yが手のひらHに接触し、手のひらHを押圧すると、手のひらHの表面は陥没する。これにより、手のひらHの表面において検出される法線ベクトルBは、指Yの方向に傾く。

【0069】

20

接触判定部105は、このような対象物体に対する操作体の接触による法線ベクトルBの変化に基づいて、接触を検出する。具体的には接触判定部105は、法線ベクトルBの方向 (以下、法線方向) の傾きが接触判定閾値Tを超えると、指Yが手の平Hに接触していると判定することができる (St107: Yes)。接触判定部105は法線方向の変化が生じた法線ベクトルBのうち、その傾きが最大の法線ベクトルBの傾きと接触判定閾値Tを比較してもよく、傾きが生じた法線ベクトルBの傾きの平均値と接触判定閾値Tを比較してもよい。また、接触判定部105は、法線方向の傾きが接触判定閾値Tより小さいと、指Yが手の平Hに接触していないと判定することができる (St107: No)。

【0070】

ここで、接触判定部105は、指Yの方向への法線方向の傾きが接触判定閾値Tを超えた場合にのみ、指Yが手の平Hに接触していると判定してもよい。法線方向の傾きが大きくても、その方向が指Yの方向ではない場合、指Yの接触とは別の理由によって法線方向の傾きが生じているおそれがあるためである。即ち、指Yの方向への法線方向の傾きのみを接触の判定に利用することにより、検出精度を向上させることが可能である。

30

【0071】

また、接触判定部105は、法線方向の乱れに応じて対象物体への操作体の接触を検出してよい。図9は、対象物体である手の甲Kと操作体である指Yを示す模式図である。同図に示すように、対象物体が手の甲である場合、操作体が接触すると、手の平とは異なり表面が陥没せず、皺が発生する。接触判定部105は、このような皺の発生を法線方向の乱れから検出することができる。具体的には接触判定部105は、いずれかの方向への法線方向の傾きが接触判定閾値Tを超えた場合に、指Yが手の甲Kに接触していると判定することができる。

40

【0072】

接触判定部105は、物体認識処理部104による認識結果を利用して、どのような法線ベクトルの変化を判定に利用するかを決定することができる。例えば接触判定部105は、物体認識処理部104によって手の平Hのような押圧によって陥没を生じる物体が検出された場合には、操作体の方向への法線方向の傾きを判定に利用することができる。また、接触判定部105は、物体認識処理部104によって手の甲Kのような押圧によって皺を生じる物体が検出された場合には、いずれかの方向への法線方向の傾きを判定に利用することができる。

50

【 0 0 7 3 】

接触判定閾値 T は、一定値であってもよいが、接触判定部 1 0 5 が物体認識処理部 1 0 4 による対象物体の認識結果を利用して決定してもよい。具体的には接触判定部 1 0 5 は、対象物体の種類に応じて設定された接触判定閾値 T を利用することができる。また、接触判定部 1 0 5 は、対象物体の種類に応じて接触判定閾値 T を調整してもよい。例えば接触判定部 1 0 5 は、対象物体が操作体の押圧によって大きく変形する物体であれば大きい値を接触判定閾値 T とし、大きく変形しない物体であれば小さい値を接触判定閾値 T とすることができる。

【 0 0 7 4 】

また、接触判定部 1 0 5 は、対象物体への操作体の押圧による陥没の程度、即ち法線方向の傾きの程度に応じて接触判定閾値 T を調整してもよく、対象物体に対する操作体の接触位置に応じて接触判定閾値 T を調整してもよい。例えば、手のひらを指で押圧した場合においても手のひらの中央付近は陥没が大きく、指の付け根付近は陥没が小さい。このため、接触判定部 1 0 5 が適切な値を接触判定閾値 T として利用することにより、対象物体に対する操作体の接触をより精確に判定することが可能である。

10

【 0 0 7 5 】

なお、接触判定部 1 0 5 は、対象物体の全ての表面における法線ベクトルを検出しなくてもよく、対象物体の表面のうち、物体認識処理部 1 0 4 によって認識された操作体の周囲においてのみ法線ベクトルを検出し、接触の判定に利用してもよい。これにより、法線方向の変化を追跡する法線ベクトルの数を限定し、演算量を低減すると共に誤検出を防止

20

【 0 0 7 6 】

接触判定部 1 0 5 が、操作体に対象物体に接触していないと判定した場合 (S t 1 0 7 : N o)、物体認識処理部 1 0 4 による対象物体の認識 (S t 1 0 1) が再び実行される。

【 0 0 7 7 】

接触判定部 1 0 5 は、操作体による対象物体への接触を判定した場合、取得画像に対する接触位置を入力制御部 1 0 6 に供給する。入力制御部 1 0 6 は、操作用画像 G に表示されたアイコン P の位置と、接触判定部 1 0 5 から供給された接触位置に基づいて、操作入力を制御する。入力制御部 1 0 6 は、例えば、接触位置に重畳されているアイコン P が選

30

【 0 0 7 8 】

情報処理装置 1 0 0 は以上のような動作を行う。上記のように、偏光イメージングが可能なカメラ 1 2 によって撮像された画像を利用して対象物体に対する操作体の接触を検出することが可能であるため、カメラ 1 2 の他に接触を検出するためのセンサが不要である。このため、接触検出システムの小型化、低コスト化が実現可能である。また、接触の検出に赤外線等を利用しないため、屋外利用が可能である。

【 0 0 7 9 】

さらに、情報処理装置 1 0 0 は、対象物体に対する操作体の接触によって生じる法線ベクトルの変化を利用して接触を検出する。このため、情報処理装置 1 0 0 は操作体に対象物体に接近し、あるいはわずかに接触している場合は接触として検出せず、操作体に対象物体に確実に接触している場合のみを接触として検出する。このため、対象物体に対する操作体の接触を高精度に検出することが可能である。

40

【 0 0 8 0 】

なお、上記説明では、操作体が指である場合について説明したが、操作体は指に限られず、スタイラス等であってもよい。また、対象物体も手のひらに限られず、操作体の接触によって表面形状が変化するものであればよい。

【 0 0 8 1 】

また、物体認識処理部 1 0 4 は、取得画像を物体検出辞書 D と照合し、物体 (対象物体及び操作体) を認識するものとしたが、これに限られない。例えば、取得画像が一定時間

50

にわたって一様であるときに、何らかの物体が取得画像（即ち、カメラの撮像範囲）中に進入した場合、当該物体が操作体であると認識してもよい。

【 0 0 8 2 】

（対象物体の種類に応じた情報処理装置の接触判定動作）

情報処理装置 1 0 0 の別の動作について説明する。図 1 0 は情報処理装置 1 0 0 の別の動作を示すフローチャートである。なお、情報処理装置 1 0 0 と接続されるアイウェア 1 0（又は他の装置）には、デプス情報の取得が可能なデプスセンサが設けられているものとする。デプス情報は、物体とデプスセンサの間の距離情報である。上記のようにカメラ 1 2 によって画像が撮像され、画像入力部 1 0 3 がその画像（取得画像）を取得する。画像入力部 1 0 3 は取得画像を物体認識処理部 1 0 4 に供給する。

10

【 0 0 8 3 】

物体認識処理部 1 0 4 は、対象物体を認識する（ S t 1 1 1 ）。物体認識処理部 1 0 4 は、画像入力部 1 0 3 から取得画像と物体検出辞書 D を照合することによって対象物体を認識することができる。

【 0 0 8 4 】

取得画像において対象物体が認識された場合（ S t 1 1 2 : Y e s ）、画像出力部 1 0 7 は、操作用画像 G（図 2 参照）をディスプレイ 1 1 に供給し、表示させる（ S t 1 1 3 ）。取得画像において対象物体が認識されない場合（ S t 1 1 2 : N o ）、物体認識処理部 1 0 4 による対象物体の認識（ S t 1 1 1 ）が再び実行される。

【 0 0 8 5 】

続いて、物体認識処理部 1 0 4 は、操作体を認識する（ S t 1 1 4 ）。物体認識処理部 1 0 4 は、取得画像と物体検出辞書 D を照合することによって操作体を認識することができる。

20

【 0 0 8 6 】

続いて、物体認識処理部 1 0 4 は、対象物体が剛体であるか否かを判断する（ S t 1 1 6 ）。「剛体」は、他の物体の接触によって変形が生じない物体を意味し、例えば机等である。手のひらや雑誌は剛体ではないと判断される。

【 0 0 8 7 】

物体認識処理部 1 0 4 が、対象物体が剛体ではないと判断した場合（ S t 1 1 6 : N o ）、接触判定部 1 0 5 は上記のように取得画像から対象物体表面の法線方向を算出する（ S t 1 1 7 ）。接触判定部 1 0 5 は、法線方向の傾きが接触判定閾値 T を超えた場合（ S t 1 1 8 : Y e s ）、接触と判定し（ S t 1 1 9 ）、法線方向の傾きが接触判定閾値 T より小さい場合（ S t 1 1 8 : N o ）、接触と判定せず、物体認識処理部 1 0 4 による対象物体の認識（ S t 1 1 1 ）が再び実行される。

30

【 0 0 8 8 】

一方、物体認識処理部 1 0 4 が、対象物体が剛体であると判断した場合（ S t 1 1 6 : Y e s ）、対象物体への操作体の接触によっても法線方向は変化しないため、接触の検出に法線方向を利用することができない。このため、接触判定部 1 0 5 は、法線方向を利用せずに接触を判定するものとする。ことができる

【 0 0 8 9 】

具体的には、接触判定部 1 0 5 は、対象物体と操作体の距離を算出する（ S t 1 2 0 ）。対象物体と操作体の距離は、デプスセンサから供給されたデプス情報を利用して算出することが可能である。接触判定部 1 0 5 は、対象物体と操作体の距離が一定値以下となった場合（ S t 1 2 1 : Y e s ）、接触と判定する（ S t 1 1 9 ）。対象物体と操作体の距離が一定値以下とならない場合（ S t 1 2 1 : N o ）、物体認識処理部 1 0 4 による対象物体の認識（ S t 1 1 1 ）が再び実行される。

40

【 0 0 9 0 】

情報処理装置 1 0 0 は以上のような動作を行うことも可能である。対象物体が剛体であり、法線方向を利用した接触の判定ができない場合であっても、接触の判定が可能である。なお、上記説明において接触判定部 1 0 5 は、対象物体が剛体である場合、デプス情報

50

を利用して対象物体に対する操作体の接触を検出するものとしたが、他の方法によって接触を検出してよい。

【 0 0 9 1 】

例えば、指先の血色は、指が物体に押圧されると変化する。例えば指が物体に触れていない場合には、爪を介して見える指先の血色はピンク色であるが、指が物体に押圧されると、指の先端が白色に変化する。接触判定部 1 0 5 は、このような指先の血色の変化を、予め定められたパターンと比較することにより、指の対象物体への接触を検出することが可能である。また、接触判定部 1 0 5 は、操作体が対象物体に押圧されると色の変化を生じる物体であれば、指先の血色と同様に色の変化に基づいて接触を検出することができる。

10

【 0 0 9 2 】

(デブス情報の利用と組み合わせた情報処理装置の接触判定動作)

情報処理装置 1 0 0 の別の動作について説明する。なお、情報処理装置 1 0 0 と接続されるアイウェア 1 0 (又は他の装置) には、デブス情報の取得が可能なデブスセンサが設けられている。

【 0 0 9 3 】

図 1 1 は情報処理装置 1 0 0 の別の動作を示すフローチャートである。上記のようにカメラ 1 2 によって画像が撮像され、画像入力部 1 0 3 がその画像 (取得画像) を取得する。画像入力部 1 0 3 は取得画像を物体認識処理部 1 0 4 に供給する。

【 0 0 9 4 】

物体認識処理部 1 0 4 は、対象物体を認識する (S t 1 3 1) 。物体認識処理部 1 0 4 は、画像入力部 1 0 3 から取得した取得画像と物体検出辞書 D を照合することによって対象物体を認識することができる。

20

【 0 0 9 5 】

取得画像において対象物体が認識された場合 (S t 1 3 2 : Y e s) 、画像出力部 1 0 7 は、操作用画像 G (図 2 参照) をディスプレイ 1 1 に供給し、表示させる (S t 1 3 3) 。取得画像において対象物体が認識されない場合 (S t 1 3 2 : N o) 、物体認識処理部 1 0 4 による対象物体の認識 (S t 1 3 1) が再び実行される。

【 0 0 9 6 】

続いて、物体認識処理部 1 0 4 は、操作体を認識する (S t 1 3 4) 。物体認識処理部 1 0 4 は、取得画像と物体検出辞書 D を照合することによって操作体を認識することができる。なお、物体認識処理部 1 0 4 は、複数の操作体を認識してもよい。

30

【 0 0 9 7 】

取得画像において操作体が認識された場合 (S t 1 3 5 : Y e s) 、接触判定部 1 0 5 は、デブス情報を利用して操作体と対象物体の間の距離を算出する (S t 1 3 6) 。接触判定部 1 0 5 は上記のように、デブスセンサからデブス情報を取得することができる。取得画像において操作体が認識されない場合 (S t 1 3 5 : N o) 、物体認識処理部 1 0 4 による対象物体の認識 (S t 1 3 1) が再び実行される。

【 0 0 9 8 】

接触判定部 1 0 5 は、操作体と対象物体の距離が予め設定された所定値以下となった場合 (S t 1 3 7 : Y e s) 、対象物体の表面における法線ベクトルを検出し、法線方向を算出する (S t 1 3 8) 。操作体と対象物体の距離が所定値より大きい場合 (S t 1 3 7 : N o) 、物体認識処理部 1 0 4 による対象物体の認識 (S t 1 3 1) が再び実行される。

40

【 0 0 9 9 】

以下、接触判定部 1 0 5 は、上述のように、法線方向の傾きと接触判定閾値 T とを比較し、法線方向の傾きが接触判定閾値 T を超えた場合 (S t 1 3 9 : Y e s) 、操作体が対象物体に接触したと判定する (S t 1 4 0) 。法線方向の傾きが接触判定閾値 T より小さい場合 (S t 1 3 9 : N o) 、物体認識処理部 1 0 4 による対象物体の認識 (S t 1 3 1) が繰り返される。

50

【0100】

接触判定部105は、操作体による対象物体への接触を判定した場合、取得画像に対する接触位置を入力制御部106に供給する。入力制御部106は、操作用画像Gに表示されたアイコンPの位置と、接触判定部105から供給された接触位置に基づいて、操作入力を制御する。入力制御部106は、例えば、接触位置に重畳されているアイコンPが選択されたものとしてすることができる。

【0101】

情報処理装置100は以上のような動作を行うことも可能である。情報処理装置100はデプス情報を利用することにより、操作体と対象物体の距離を取得することができ、操作体と対象物体の距離が十分小さくなり、接触の可能性が高い場合にのみ、法線ベクトルの変化を利用して接触を判定することができる。

10

【0102】

(情報処理装置の接触及び操作の判定動作)

情報処理装置100は、操作体と対象物体の接触のみならず、接触による操作の種別(ドラッグやピンチ等)を判定することも可能である。図12は、情報処理装置100の接触及び操作判定動作を示すフローチャートである。

【0103】

接触判定ステップ(St151)は、図6に示す接触判定動作と同一のフローである。また、同ステップ(St151)は、図10に示す対象物体の種類に応じた接触判定動作と同一のフローであってもよく、図11に示すデプス情報の利用と組み合わせた接触反動動作と同一のフローであってもよい。

20

【0104】

接触判定部105は、接触判定ステップで接触と判定された場合(St152:Yes)、対象物体に対する操作体の接触(押圧)の強さを判定する(St153)。接触判定部105は、法線方向の傾きが接触判定閾値Tを超えると、その傾きの大きさから接触の強さを求めることができる。接触判定ステップで接触と判定されない場合(St152:No)、接触判定ステップ(St151)が繰り返される。

【0105】

接触判定部105は、取得画像に対する接触位置、操作体の対象物体に対する押圧力の大きさを入力制御部106に供給する。入力制御部106は、操作体と対象物体の接触位置が変化したか否かを判定する(St154)。接触位置が変化している場合(St154:Yes)、入力制御部106は操作体の数が2つであるか否かを判定する(St155)。接触位置が変化していない場合(St155:No)、接触判定ステップ(St151)が再び実行される。

30

【0106】

入力制御部106は、操作体の数が2つである場合(St155:Yes)、操作体による操作がピンチであると判定する。また、入力制御部106は、操作体の数が2つでない場合、操作体による操作がドラッグであると判定する。なお、入力制御部106は、操作体の数が2つである場合、接触箇所の移動方向がほぼ平行であれば、複数の操作体によるドラッグ(マルチタッチドラッグ)であると判定してもよい。また、入力制御部106は、操作体による操作がピンチである場合、接触箇所の移動方向に応じて操作がピンチイン又はピンチアウトであると判定してもよい。

40

【0107】

この際、入力制御部106は、物体認識処理部104による物体認識結果を利用して、操作の種別を判定してもよい。図13は、操作体としての指の形状を示す模式図である。物体認識処理部104は、操作体の特定の形状(指の向き等)が予め物体認識辞書Dに登録されている場合には、その情報を入力制御部106に供給する。入力制御部106は、操作体の形状を操作の種別の判定に利用することができる。例えば図13に示す例では、物体認識処理部104は手指の形状がピンチ操作の形状(親指と人差し指によるU字形状)であると認識することができ、入力制御部106は、手指の形状がピンチ操作の形状で

50

ある場合に限り、操作がピンチ操作であると判定するものとすることも可能である。

【0108】

入力制御部106は、操作体による操作の種別に応じて操作入力を制御する。この際、入力制御部106は、操作体の対象物体に対する押圧力の大きさに応じてドラッグによる効果の程度（カーソルの移動速度やスクロール速度等）を変更してもよい。

【0109】

図14は、情報処理装置100の上記動作による音楽再生アプリケーションのUIの例である。同図に示すように、情報処理装置100は、操作体による対象物体の押圧の方向や強度によって、再生音量や再生する楽曲の選択を行うこと可能とする。

【0110】

[第2の実施形態]

本技術の第2の実施形態に係る情報処理装置について説明する。

【0111】

(情報処理装置の構成)

図15は、本技術の第2の実施形態に係る情報処理装置200の機能的構成を示す模式図である。同図に示すように、情報処理装置200は、音声入力部201、音声認識処理部202、画像入力部203、接触判定部204、入力制御部205、画像出力部206を備える。本実施形態に係る情報処理装置200は、物体認識処理部を有しない。

【0112】

同図に示すように、情報処理装置200は、アイウェア10に接続されているものとすることができる。アイウェア10の構成は第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0113】

音声入力部201はアイウェア10のマイクロフォンに接続され、マイクロフォンによって集音された音声の音声信号が入力される。音声入力部201は、取得した音声信号を音声認識処理部202に出力する。

【0114】

音声認識処理部202は、音声入力部201から供給された音声信号に対して音声認識処理を施し、ユーザによる操作音声を認識する。音声認識処理部202は、操作音声認識されれば、音声認識結果を入力制御部205に供給する。

【0115】

画像入力部203はカメラ12に接続され、カメラ12によって撮像された画像（動画）が入力される。画像入力部203は、取得した画像（以下、取得画像）を接触判定部204に供給する。

【0116】

接触判定部204は、画像入力部203から供給された取得画像に対して接触判定閾値Tを利用して接触判定を行う。この処理の詳細については後述する。接触判定部204は、判定結果を入力制御部205に供給する。接触判定閾値Tは、情報処理装置200に格納されていてもよく、接触判定部204がネットワーク等から取得してもよい。

【0117】

入力制御部205は、音声認識処理部202による認識結果又は接触判定部204による判定結果に基づいて、ユーザによる操作入力を制御する。具体的には入力制御部205は、対象物体に対する操作体の接触位置や押圧力、押圧方向、接触後の操作体の移動等からタッチやマルチタッチ、ドラッグ、ピンチ等の操作入力として受け付ける。入力制御部205は、受け付けた操作入力を情報処理装置200のOS等に供給する。

【0118】

画像出力部206は、ディスプレイ11に表示される画像（動画）を生成する。画像出力部206は、アイコンや操作ボタンを含む操作用画像を生成するものとする。第1の実施形態と同様にユーザはディスプレイ11に表示された映像と現実の物体が重畳された視界（図2及び図3参照）を視認する。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 9 】

情報処理装置 2 0 0 はアイウェア 1 0 の他にも、対象物体に映像を表示又は投影することが可能であって、対象物体を撮像することが可能なカメラを備える装置に接続されるものとするのが可能である。

【 0 1 2 0 】

上述のような情報処理装置 2 0 0 の機能的構成はアイウェアやプロジェクタ等の画像投影装置に接続又は内蔵されていてもよく、画像投影装置とは別の P C やスマートフォン等に搭載されていてもよい。また機能的構成の一部又は全部は、ネットワーク上に構成されていてもよい。

【 0 1 2 1 】

上述した情報処理装置 2 0 0 の機能的構成は、第 1 の実施形態に示したハードウェア構成によって実現することが可能である。

【 0 1 2 2 】

(情報処理装置の接触判定動作)

情報処理装置 2 0 0 の動作について説明する。図 1 6 は情報処理装置 2 0 0 の動作を示すフローチャートである。上記のようにカメラ 1 2 によって画像が撮像され、画像入力部 2 0 3 が画像 (取得画像) を取得する。画像入力部 2 0 3 は取得画像を接触判定部 2 0 4 に供給する。

【 0 1 2 3 】

画像出力部 2 0 6 は、操作用画像 G (図 2 参照) をディスプレイ 1 1 に供給し、表示させる (S t 2 0 1) 。第 1 の実施形態とは異なり、対象物体の認識処理は実行されないが、ユーザがディスプレイ 1 1 を対象物体 (机上や壁面等) に向けることにより、操作用画像 G を対象物体上に投影することが可能である。

【 0 1 2 4 】

接触判定部 2 0 4 は、対象物体の表面における法線ベクトルを検出し、法線方向を算出する (S t 2 0 2) 。なお、本実施形態においては画像における対象物体の検出処理はなされないが、接触判定部 2 0 4 は取得画像に含まれる全ての物体の法線ベクトルを検出してもよく、法線方向が均一な領域 (平面の領域) を対象物体とみなして法線ベクトルを検出してもよい。

【 0 1 2 5 】

接触判定部 2 0 4 は、法線方向の変化と接触判定閾値 T とを比較し、法線方向の傾きが、所接触判定閾値 T を超えた場合 (S t 2 0 3 : Y e s) 、操作体が対象物体に接触したと判定する (S t 2 0 4) 。法線方向の変化が接触判定閾値 T より小さい場合 (S t 2 0 3 : N o) 、法線方向の算出 (S t 2 0 2) が再び実行される。

【 0 1 2 6 】

接触判定部 2 0 4 は、操作体による対象物体への接触を判定した場合、取得画像に対する接触位置を入力制御部 2 0 5 に供給する。入力制御部 2 0 5 は、接触判定部 2 0 4 から供給された接触判定結果に基づいて、操作入力を制御する。

【 0 1 2 7 】

情報処理装置 2 0 0 は以上のような動作を行う。上記のように、偏光イメージングが可能なカメラ 1 2 によって撮像された画像を利用して対象物体に対する操作体の接触を検出することが可能であるため、カメラ 1 2 の他に接触を検出するためのセンサが不要である。このため、接触検出システムの小型化、低コスト化が実現可能である。また、接触の検出に赤外線等を利用しないため、屋外利用が可能である。

【 0 1 2 8 】

さらに、情報処理装置 2 0 0 は、対象物体に対する操作体の接触によって生じる法線方向の変化を利用して接触を検出する。このため、情報処理装置 1 0 0 は操作体が対象物体に接近し、あるいはわずかに接触している場合は接触として検出せず、操作体が対象物体に確実に接触している場合のみを接触として検出する。このため、対象物体に対する操作体の接触を高精度に検出することが可能である。

10

20

30

40

50

【0129】

情報処理装置200は以上のような動作を行う。なお、情報処理装置200は、第1の実施形態と同様に、色の変化とデプス情報を利用して接触を判定(図11参照)してもよい。また、情報処理装置200は、接触の判定後、接触による操作の種別を判定(図12参照)してもよい。

【0130】

なお、上記説明では、操作体が指である場合について説明したが、操作体は指に限られず、スタイラス等であってもよい。また、対象物体も手のひらに限られず、操作体の接触によって表面形状が変化するものであればよい。

【0131】

なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

【0132】

(1)

操作体による操作対象である対象物体の表面の法線ベクトルの変化に基づいて、上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定する接触判定部を具備する情報処理装置。

【0133】

(2)

上記(1)に記載の情報処理装置であって、撮像画像に含まれる上記操作体及び上記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具備し、

上記接触判定部は、上記対象物体の、上記操作体の周囲における表面の法線ベクトルの変化に基づいて、上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定する情報処理装置。

【0134】

(3)

上記(1)又は(2)に記載の情報処理装置であって、上記接触判定部は、上記法線ベクトルの、上記操作体の方向への傾きに応じて上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定する情報処理装置。

【0135】

(4)

上記(1)から(3)のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、上記接触判定部は、上記法線ベクトルの傾きの乱れに応じて上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定する情報処理装置。

【0136】

(5)

上記(1)から(4)のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、上記接触判定部による判定結果に基づいて、操作入力を制御する入力制御部をさらに具備する情報処理装置。

【0137】

(6)

上記(1)から(5)のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、撮像画像に含まれる上記操作体及び上記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具備し、

上記入力制御部は、上記物体認識処理部によって認識された上記操作体の形状と、上記接触判定部による判定結果に基づいて、操作入力を制御する情報処理装置。

【0138】

10

20

30

40

50

- (7)
 上記 (1) から (6) のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、
 上記対象物体に重畳される操作対象画像を生成する画像出力部をさらに具備し、
 上記入力制御部は、上記操作対象画像における上記操作体と上記対象物体の接触位置に
 基づいて操作入力を制御する
 情報処理装置。
- 【 0 1 3 9 】
- (8)
 上記 (1) から (7) のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、
 上記接触判定部は、上記法線ベクトルの傾きが閾値を超えた場合に、上記対象物体に上
 記操作体が接触したと判定する 10
 情報処理装置。
- 【 0 1 4 0 】
- (9)
 上記 (1) から (8) のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、
 撮像画像に含まれる上記操作体及び上記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具
 備し、
 上記接触判定部は、上記対象物体の種類に応じて上記閾値を決定する
 情報処理装置。
- 【 0 1 4 1 】 20
- (1 0)
 上記 (1) から (9) のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、
 上記接触判定部は、さらに、上記対象物体の表面における位置に応じて上記閾値を決定
 する
 情報処理装置。
- 【 0 1 4 2 】
- (1 1)
 上記 (1) から (1 0) のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、
 上記接触判定部は、上記法線ベクトルの傾きが上記閾値より大きい場合、上記法線ベク
 トルの傾きの大きさに応じて、上記対象物体に対する上記操作体の接触の強さを算出する 30
 情報処理装置。
- 【 0 1 4 3 】
- (1 2)
 上記 (1) から (1 1) のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、
 撮像画像に含まれる上記操作体及び上記対象物体を認識する物体認識処理部をさらに具
 備し、
 上記接触判定部は、上記対象物体が剛体である場合には上記撮像画像における色の変化
 に基づいて上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定し、上記対象物体が剛体ではな
 い場合には上記法線ベクトルの変化に基づいて上記対象物体に対する上記操作体の接触を
 判定する 40
 情報処理装置。
- 【 0 1 4 4 】
- (1 3)
 上記 (1) から (1 2) のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、
 上記接触判定部は、上記対象物体と上記操作体の距離が所定値以下の場合に、上記法線
 ベクトルの変化に基づいて上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定する
 情報処理装置。
- 【 0 1 4 5 】
- (1 4)
 上記 (1) から (1 3) のいずれか一つに記載の情報処理装置であって、 50

上記接触判定部は、偏光イメージングにより撮像された撮像画像から上記法線ベクトルを検出する
 情報処理装置。

【0146】
 (15)

操作体による操作対象である対象物体の表面の法線ベクトルの変化に基づいて、上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定する接触判定部
 として情報処理装置を動作させるプログラム。

【0147】
 (16)

接触判定部が、操作体による操作対象である対象物体の表面の法線ベクトルの変化に基づいて、上記対象物体に対する上記操作体の接触を判定する
 情報処理方法。

【符号の説明】

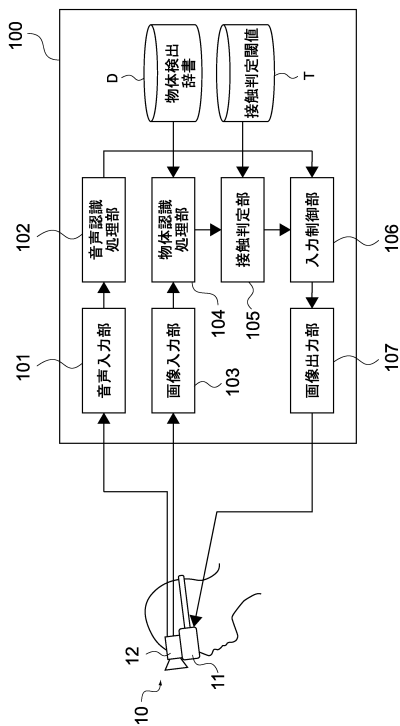
【0148】

- 100、200 ... 情報処理装置
- 101、201 ... 音声入力部
- 102、202 ... 音声認識処理部
- 103、203 ... 画像入力部
- 104 ... 物体認識処理部
- 105、204 ... 接触判定部
- 106、205 ... 入力制御部
- 107、206 ... 画像出力部

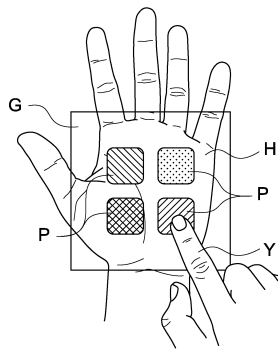
10

20

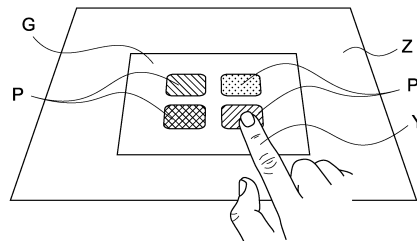
【図1】



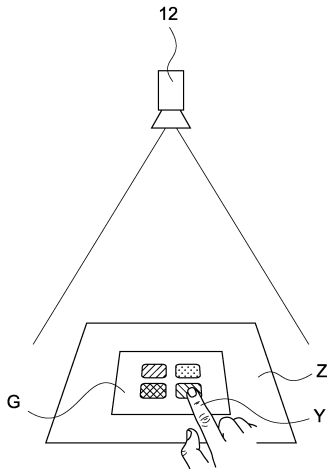
【図2】



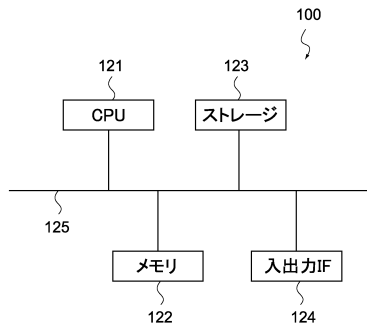
【図3】



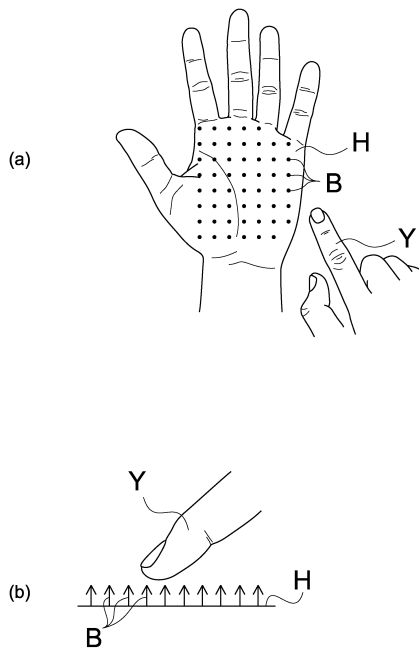
【図4】



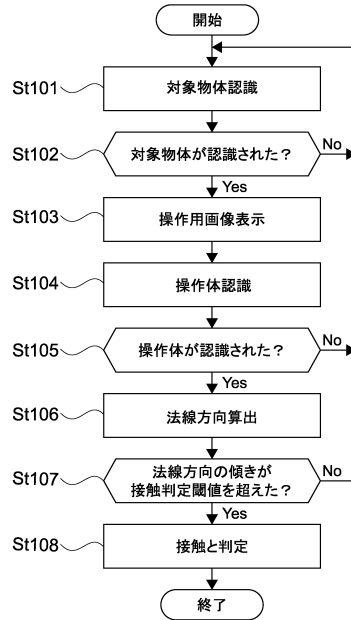
【図5】



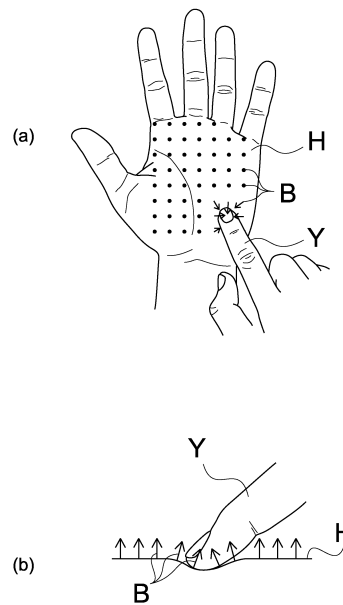
【図7】



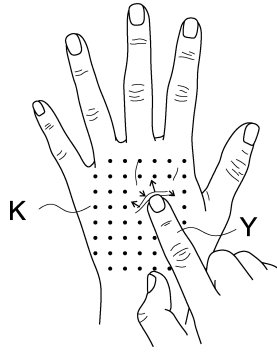
【図6】



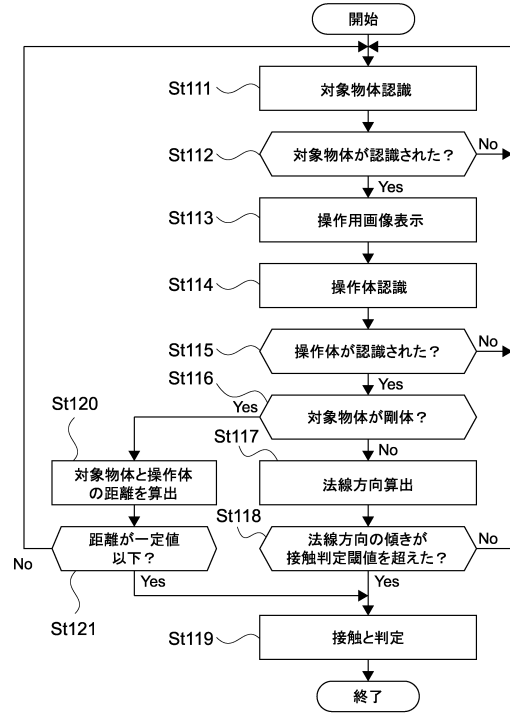
【図8】



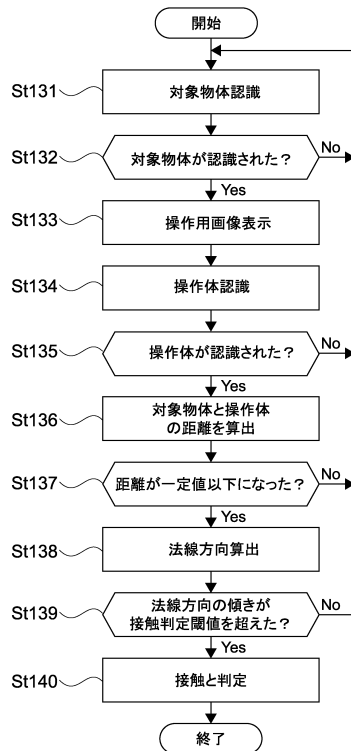
【図9】



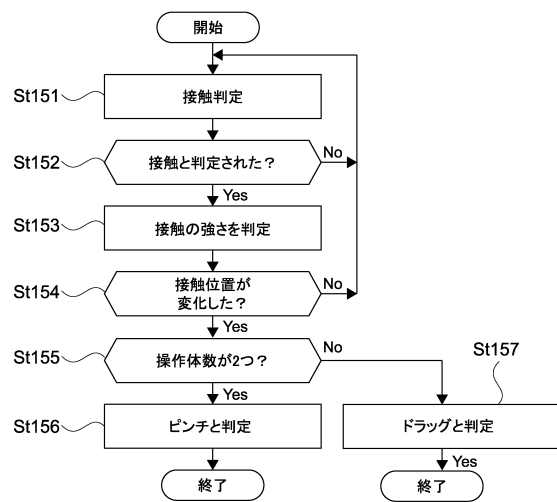
【図10】



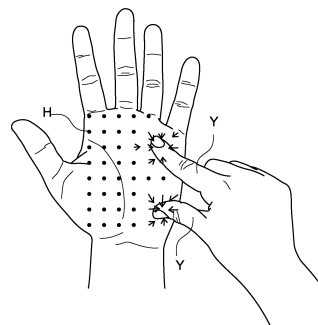
【図11】



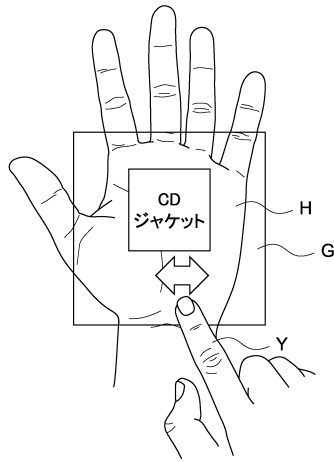
【図12】



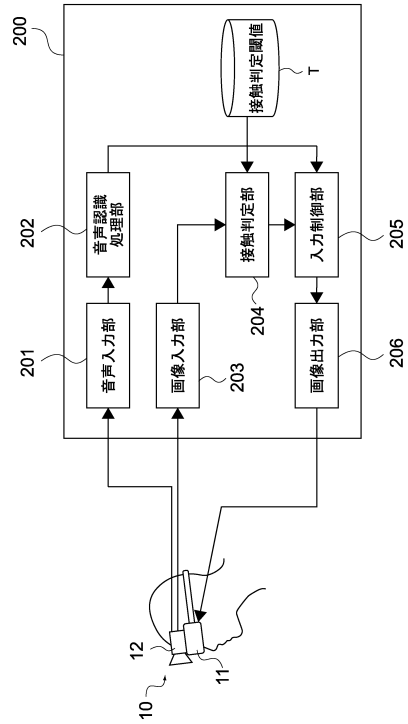
【図13】



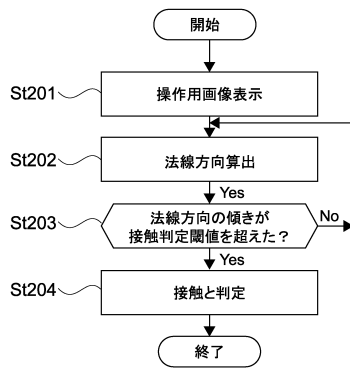
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

- (74)代理人 100176131
弁理士 金山 慎太郎
- (74)代理人 100197398
弁理士 千葉 絢子
- (74)代理人 100197619
弁理士 白鹿 智久
- (72)発明者 鶴見 辰吾
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 円子 英紀

- (56)参考文献 国際公開第2010/137192(WO, A1)
特開2000-172163(JP, A)
特開2011-029903(JP, A)
特開2005-018385(JP, A)
特開2014-067388(JP, A)
特開2014-071504(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 3/01
G06F 3/0346