

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5802247号
(P5802247)

(45) 発行日 平成27年10月28日 (2015. 10. 28)

(24) 登録日 平成27年9月4日 (2015. 9. 4)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 6 F 3 / 0 1 (2006. 01) G 0 6 F 3 / 0 1 3 1 0 C

請求項の数 8 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-197921 (P2013-197921) (22) 出願日 平成25年9月25日 (2013. 9. 25) (65) 公開番号 特開2015-64724 (P2015-64724A) (43) 公開日 平成27年4月9日 (2015. 4. 9) 審査請求日 平成25年9月25日 (2013. 9. 25)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号 (74) 代理人 100108062 弁理士 日向寺 雅彦 (72) 発明者 渡邊 航 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内 (72) 発明者 野中 亮助 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内 (72) 発明者 馬場 雅裕 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 情報処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

距離計測部から、投影部が映像を投影する基準面上の各位置までの距離を計測し、前記計測された基準面上の各位置から一定の距離であって、互いに異なる距離に複数の検出範囲を設定し、前記複数の検出範囲にまたがって存在する物体を検出し前記検出範囲において検出された前記物体の代表点の位置を求める検出部と、

複数の前記代表点の位置に基づいて3次元のベクトルを求めるベクトル算出部と、

前記物体が前記基準面に接触した入力座標を前記ベクトルと、前記基準面上の各位置までの距離と、に基づいて求める座標算出部と、

前記入力座標および前記ベクトルの少なくともいずれかに基づいて前記物体による入力操作の内容を決定する決定部と、
 を備えた情報処理装置。

【請求項 2】

前記決定部は、前記ベクトルの角度に基づいて前記入力操作の内容を決定する請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記決定部は、前記ベクトルの角度に基づいて前記物体を操作する操作者の位置を決定する請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記物体が複数存在し、

前記決定部は、前記複数の前記物体のそれぞれに対応する前記ベクトルの角度に基づいて前記複数の前記物体のうちの少なくとも2つを互いに一組と決定する請求項1～3のいずれか1つに記載の情報処理装置。

【請求項5】

前記物体までの距離を測定する距離計測部をさらに備え、

前記検出部は、前記距離計測部が測定した前記距離に基づいて前記物体を検出し前記代表点の位置を求める請求項1～4のいずれか1つに記載の情報処理装置。

【請求項6】

前記決定部は、前記入力座標の位置および前記入力座標の時間的な変化の少なくともいずれかに基づいて前記入力操作の内容を決定する請求項1～5のいずれか1つに記載の情報処理装置。

10

【請求項7】

映像を投影して表示する投影部をさらに備えた請求項1～6のいずれか1つに記載の情報処理装置。

【請求項8】

前記決定部が決定した前記入力操作の内容を、前記投影部の座標系に合わせて変換する変換部をさらに備えた請求項7記載の情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、情報処理装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、壁面や机上面、ホワイトボード等に対し、タッチ操作を可能にする装置および技術が開発されている。また、装置がプロジェクタ等と連携し、任意の物体面を仮想タッチディスプレイ化することも可能となっている。従来では、タッチ検出用の大型のセンサを物体面に取り付ける必要があり、適用可能な物体面は限定されていた。近年では、赤外線を発する電子ペン等、専用のデバイスを用いることで、任意の物体面への操作を検出する方式が提案されている。しかし、専用デバイスを用いる装置では、専用デバイス以外の操作、例えば、指や指示棒などの指示体による操作が検出されない。これに対して、離れた位置に配置したカメラ等のセンサで物体面をセンシングし、指や指示棒などの指示体を検出する装置が提案されている。しかし、このような装置では、専用デバイスを用いる方式に比べ、精度よく指示体を検出することが困難であるという問題がある。また、タッチ座標と指示体との間のずれが生じ、安定的に検出することが困難であるという問題がある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-3521号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】Extended Multitouch: Recovering Touch Posture and Differentiating Users using a Depth Camera

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の実施形態は、指や指示棒などの指示体を検出可能な情報処理装置において、精度よく指示体を検出することができる、あるいは安定的に指示体を検出することができる情報処理装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

実施形態によれば、検出部と、ベクトル算出部と、座標算出部と、決定部と、を備えた情報処理装置が提供される。前記検出部は、距離計測部から、投影部が映像を投影する基準面上の各位置までの距離を計測し、前記計測された基準面上の各位置から一定の距離であって、互いに異なる距離に複数の検出範囲を設定し、前記複数の検出範囲にまたがって存在する物体を検出し、前記検出範囲において検出された前記物体の代表点の位置を求める。前記算出部は、複数の前記代表点の位置に基づいて3次元のベクトルを求める。前記座標算出部は、前記物体が前記基準面に接触した入力座標を前記ベクトルと、前記基準面上の各位置までの距離と、に基づいて求める。前記決定部は、前記入力座標および前記ベクトルの少なくともいずれかに基づいて前記物体による入力操作の内容を決定する。

【図面の簡単な説明】

10

【0007】

【図1】本発明の実施の形態にかかる情報処理装置を表すブロック図である。

【図2】本実施形態の情報処理方法を表すフローチャート図である。

【図3】図3(a)および図3(b)は、検出範囲および検出された部分を説明する模式的平面図である。

【図4】図4(a)および図4(b)は、弁別処理および棄却処理を説明する模式的平面図である。

【図5】複数の検出範囲が設定される場合の例を説明する模式的平面図である。

【図6】ベクトルの算出方法を説明する模式的平面図である。

【図7】物体の角度に応じて出力内容を変更する例を示す模式的平面図である。

20

【図8】角度が近い指同士をペアとする例を示す模式的平面図である。

【図9】ベクトル v_i から疑似的にユーザーの位置を決定する例を示す模式的平面図である。

【図10】本発明の他の実施の形態にかかる情報処理装置を表すブロック図である。

【図11】本実施形態の情報処理方法を表すフローチャート図である。

【図12】2本の指でタッチを続ける場合の例を示す模式的平面図である。

【図13】本発明のさらに他の実施の形態にかかる情報処理装置を表すブロック図である。

【図14】本発明のさらに他の実施の形態にかかる情報処理装置を表すブロック図である。

30

【図15】本実施形態の情報処理方法を表すフローチャート図である。

【図16】対応点算出のパターン画像の一例を示す模式的平面図である。

【図17】本実施形態のコンピュータの一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。なお、各図面中、同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

図1は、本発明の実施の形態にかかる情報処理装置を表すブロック図である。

【0009】

本実施形態は、基準面への操作を検出する情報処理装置に関する。本実施形態では、壁面や机上面等を基準面として、基準面に対するタッチ操作を検出する装置および方法について説明する。但し、基準面は非平面であっても良いし、基準面は空中であっても良い。なお、図1に表したブロック図は、本実施形態にかかる情報処理装置10の要部構成の一例であり、必ずしも実際のプログラムモジュールの構成とは一致しない場合がある。

40

【0010】

図1に表した情報処理装置10は、検出部200と、ベクトル算出部300と、決定部400と、を備える。検出部200は、複数の検出部を有する。例えば、検出部200は、第1検出部201～第N検出部20Nを有する。

【0011】

情報処理装置10は、距離計測部100と、コンピュータ800と、を備えていてもよ

50

い。

すなわち、距離計測部 100 は、情報処理装置 10 とは異なる外部の装置であってもよいし、情報処理装置 10 が備える装置であってもよい。コンピュータ 800 は、情報処理装置 10 とは異なる外部のコンピュータであってもよいし、情報処理装置 10 が備えるコンピュータであってもよい。あるいは、コンピュータ 800 は、後述する表示部 600 に内蔵されていてもよい。図 1 に示したハードウェア構成は、一例であり、各実施形態に係る情報処理装置は一部、又は全部を、LSI (Large Scale Integration) 等の集積回路又は IC (Integrated Circuit) チップセットとして実現してもよい。各機能ブロックは個別にプロセッサ化してもよいし、一部、又は全部を集積してプロセッサ化してもよい。また、集積回路化の手法は LSI に限らず専用回路、又は汎用プロセッサで実現してもよい。

10

【0012】

距離計測部 100 は、基準面や物体 (例えば指や指示棒などの指示体) までの距離を測定する。本実施形態では、距離計測部 100 として赤外パターン投影方式のセンサを用いる。赤外パターン投影方式は、不可視のパターンを物体に投射し、赤外カメラでパターンを撮影し、その歪みから距離情報を取得する手法である。距離測定結果として、カメラの座標系における座標 (x, y) の画素に対する距離値 $d(x, y)$ が時々刻々と取得される。この距離情報を画素値として可視化したものは、例えば距離画像などと呼ばれる。距離測定手段としては、他のいかなる手段を用いてもよい。例えば、距離計測部 100 は、照射した光が反射して戻ってくるまでの時間差から距離を計測する Time-of-Flight 形式のセンサであっても良い。あるいは、距離計測部 100 は、投影するパターンが可視光である方式を用いるセンサであっても良い。また、距離計測部 100 は、ステレオカメラを用いて距離を測定するセンサであっても良い。

20

【0013】

第 1 検出部 201 ~ 第 N 検出部 20N は、距離計測部 100 から得られる距離情報を用いて、基準面から一定の距離の検出範囲内に入った物体の部分を検出し、その部分の代表点の位置を求める。検出部 200 は、第 1 検出部 201 ~ 第 N 検出部 20N を現実にも有していなくともよく、1つの検出部 200 が互いに異なる距離に設定された複数の検出範囲を検出できればよい。このとき、複数の検出範囲は、互いに重複していてもよい。あるいは、複数の検出範囲のうちの第 1 の検出範囲は、複数の検出範囲のうちの第 2 の検出範囲を含んでいてもよい。検出部 200 が物体の部分を検出しその部分の代表点の位置を求める方法の詳細については、後述する。

30

【0014】

ベクトル算出部 300 は、第 1 検出部 201 ~ 第 N 検出部 20N が検出した部分の代表点の位置に基づいて、基準面へ向かう物体に対応する 3次元ベクトル v_i を求める。ベクトル v_i は、得られた複数の代表点の位置に基づいて算出される。ベクトル算出部 300 が 3次元ベクトル v_i を求める方法の詳細については、後述する。

【0015】

決定部 400 は、基準面への物体による入力操作の内容を決定する。本実施形態にかかる情報処理装置 10 では、叩くように操作するタップ、一定方向に弾くように操作するフリック、2本の指でつまむように操作するピンチ、一定時間静止するホールドなど、一般的なタッチパネル等で使用可能なジェスチャを利用することができる。

40

また、決定部 400 は、3次元ベクトル v_i の角度を利用することで、座標以外に物体の角度をコンピュータへ出力することができる。決定部 400 は、物体の角度に応じて出力内容を変更しても良い。決定部 400 が出力するジェスチャの具体例については、後述する。

【0016】

コンピュータ 800 は、決定部 400 から出力された操作信号に基づいて、所定の動作を実行する。本実施形態の情報処理方法および情報処理プログラムは、コンピュータ 800 により実行される。コンピュータの具体例については、後述する。

50

【0017】

図2は、本実施形態の情報処理方法を表すフローチャート図である。

図3(a)および図3(b)は、検出範囲および検出された部分を説明する模式的平面図である。

図4(a)および図4(b)は、弁別処理および棄却処理を説明する模試図である。

図5は、複数の検出範囲が設定される場合の例を説明する模式的平面図である。

図6は、ベクトルの算出方法を説明する模式的平面図である。

図7は、物体の角度に応じて出力内容を変更する例を例示する模式的平面図である。

図8は、角度が近い指同士をペアとする例を例示する模式的平面図である。

図9は、ベクトル v_i から疑似的にユーザーの位置を決定する例を例示する模式的平面図である。

10

【0018】

図3(a)は、検出範囲を説明する模式的平面図である。図3(b)は、検出された部分 $I^n_{part}(x, y)$ を表す模式的平面図である。

図4(a)は、弁別処理および棄却処理を実行する前の状態を表す模式的平面図である。図4(b)は、弁別処理および棄却処理を実行した後の状態を表す模式的平面図である。

【0019】

本実施形態では、壁や机上面等を基準面として、基準面に対するタッチ操作を検出する方法について説明する。但し、基準面は非平面であっても良いし、基準面は空中であっても良い。

20

【0020】

まず、距離計測部100は、物体50が無い状態において、壁面や机上面などの基準面までの距離 $Z_{surface}(x, y)$ を測定する(ステップS11:図5参照)。このとき、物体50が無い状態の距離を1フレームのみ取得し用いても良い。あるいは、数フレームから数百フレーム程度取得し続け、その時間内の平均や最小値を用いてもよい。この場合には、計測される距離の時間方向の変動を吸収することができるためより好ましい。また、ある時間内に計測された距離のヒストグラムを参照して決定しても良い。また、物体50の検出と並行して基準面の距離を更新し続けても良い。

【0021】

30

続いて、第1検出部201~第N検出部20Nの検出範囲を設定する(ステップS12)。例えば、図5に表したように、検出のためのパラメータ、 $Z_{margin}(x, y)$ と $Z_{area}(x, y)$ とを定義する。 $Z_{margin}(x, y)$ は、基準面付近のノイズを検出しないようにするために設けるマージンである。また、 $Z_{area}(x, y)$ は、全体検出範囲の幅を決定するパラメータである。 $Z_{margin}(x, y)$ と $Z_{area}(x, y)$ とは、物体50や距離計測部100の精度に応じて最適な値を決定しておく。あるいは、検出処理中に動的に変更しても良い。

【0022】

このとき、全体検出範囲のパラメータ、 $Z_{near}(x, y)$ 、 $Z_{far}(x, y)$ を以下のように設定する。

40

【数1】

$$Z_{far}(x, y) = Z_{surface}(x, y) - z_{margin}(x, y) \quad \dots \text{式(1)}$$

【数2】

$$Z_{near}(x, y) = Z_{far}(x, y) - z_{area}(x, y) = Z_{surface}(x, y) - z_{margin}(x, y) - z_{area}(x, y) \quad \dots \text{式(2)}$$

50

【 0 0 2 3 】

続いて、全体検出範囲を複数の検出範囲に分割する。例えば、図 5 に表したように、全体検出範囲を第 1 検出範囲と第 2 検出範囲とに分割する。つまり、本実施形態では、全体検出範囲を 2 つに分割するように検出範囲を決定する。

【 数 3 】

$$Z_{far}^1(x, y) = Z_{far}(x, y) \quad \dots \text{式(3)}$$

【 数 4 】

$$Z_{near}^1(x, y) = Z_{far}^2(x, y) = Z_{far}^1(x, y) - \alpha \cdot z_{area}(x, y) \quad \dots \text{式(4)}$$

10

【 数 5 】

$$Z_{near}^2(x, y) = Z_{near}(x, y) \quad \dots \text{式(5)}$$

ここで、 α は検出範囲の分割割合を調整するパラメータであり、 $0 \leq \alpha < 1$ である。

20

【 0 0 2 4 】

続いて、検出を開始する（ステップ S 1 3）。

続いて、各検出部は、一定の距離の検出範囲内に物体が進入したか否かを判断する（ステップ S 1 4）。一定の距離の検出範囲内に物体が進入したと各検出部が判断した場合（ステップ S 1 4 : Y E S）、その部分を検出する。例えば、物体 5 0 が第 1 検出範囲および第 2 検出範囲に進入した場合、第 1 検出部 2 0 1 および第 2 検出部 2 0 2 は、その部分を検出する。この場合、物体 5 0 は、第 1 検出部 2 0 1 と第 2 検出部 2 0 2 とにまたがって存在する。あるいは、物体 5 0 が第 1 検出範囲および第 2 検出範囲のいずれか一方に進入した場合、物体 5 0 が進入した検出範囲に対応する第 1 検出部 2 0 1 および第 2 検出部 2 0 2 のいずれか一方がその部分を検出してもよい。なお、物体 5 0 が複数の検出範囲の

30

すべてに進入した場合に、各検出部がその部分を検出すると、例えばノイズなどに対する誤検知をより抑えることができる。

【 0 0 2 5 】

例えば、図 3 (a) および図 3 (b) に表したように、検出範囲において検出された部分 $I_{part}^n(x, y)$ については、例えば次式に示すように、ある距離の範囲内に入っている画素のみを「1」として管理すると良い。

【 数 6 】

$$I_{part}^n(x, y) = \begin{cases} 1 & Z_{near}^n(x, y) \leq d(x, y) \leq Z_{far}^n(x, y) \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad \dots \text{式(6)}$$

40

ここで、 $Z_{near}^n(x, y)$ 、 $Z_{far}^n(x, y)$ は、それぞれの検出範囲を指定するパラメータである。また n は、各検出部の番号をあらわす。すなわち $0 \leq n < N$ である。

【 0 0 2 6 】

次に、検出した部分を、連結している部分ごとに分離する。これは、マルチタッチ操作や複数人での操作を行う際に必要となる。部分の弁別には、ラベリング処理などを用いれば良い。このとき、各部分の面積が一定以上、あるいは一定以下の場合の部分棄却する

50

。これにより、計測された距離に乗るノイズなどに起因する誤検出を防ぐことができる。また、部分の形状を元に棄却を行っても良い。赤外パターン投影による距離計測では、物体のエッジ部分の距離計測結果に誤差が発生しやすい。そのため、例えば、部分の外接長方形の縦横比が一定以上の部分を棄却することで、エッジに沿った誤検出を防ぐことができる。

【 0 0 2 7 】

例えば、図 4 (a) および図 4 (b) に表したように、検出した部分 $I^n_{part}(x, y)$ に対し連結部分の弁別処理および棄却処理を行った場合には、部分検出の時点で前処置を行うことで、物体の検出精度を向上することができる。

【 0 0 2 8 】

次に、検出された各部分のそれぞれの代表点を求める (ステップ S 1 5 : 図 5 参照)。例えば、代表点には、検出された部分の重心を利用する。得られた代表点の 3 次元座標を x^n_i (ベクトル) = $(x^n_i, y^n_i, z^n_i)^T$ とあらわす。ここで、 x^n_i, y^n_i は、それぞれ検出された部分の重心座標である。また、 z^n_i については、 $z^n_i = d(x^n_i, y^n_i)$ の式が成立する。代表点の算出方法においては、重心に限らず、検出した部分の平均値などを用いても良い。ここで、添え字「 i 」は、部分が複数個ある場合の番号である。2 本の指で操作する場合などのように複数の物体 5 0 が存在する場合には、複数の部分が検出される。

【 0 0 2 9 】

続いて、ベクトル算出部 3 0 0 は、複数の代表点の位置に基づいて基準面に対する物体 5 0 のベクトルを求める (ステップ S 1 6)。例えば、図 6 に表したように、第 1 検出部 2 0 1 により検出された部分の代表点 x^1_i (ベクトル) と、第 2 検出部 2 0 2 により検出された部分の代表点 x^2_i (ベクトル) と、の差分からベクトル v_i を求める。図 6 に示すように、相似な三角形の比を利用すると、物体 5 0 の基準面への 3 次元ベクトル v_i は、次式であらわすことができる。

【 数 7 】

$$v_i = \frac{b}{a}(x_i^1 - x_i^2) \quad \dots \text{式(7)}$$

【 数 8 】

$$a = |z_i^2 - z_i^1| \quad \dots \text{式(8)}$$

【 数 9 】

$$b = |z_i^2 - Z_{surface}(x_i^2, y_i^2)| \quad \dots \text{式(9)}$$

【 0 0 3 0 】

本実施形態では、2 点の代表点の位置に基づいてベクトル v_i を求める方法の一例を示した。但し、ベクトル v_i の算出方法は、これだけに限定されるわけではない。例えば、多数の検出部が設けられる場合、多数の代表点の位置を取得できる。そのため、様々な組の代表点の位置でベクトル v_i を求め、投票を行うことでベクトル v_i を求めても良い。この場合、距離情報の外れ値に対して頑健にベクトルを求めることができる。

【 0 0 3 1 】

続いて、決定部 4 0 0 は、ベクトル v_i に基づいて物体 5 0 による入力操作の内容を決定し出力する (ステップ S 1 7)。

決定部 4 0 0 は、物体 5 0 の角度に応じて出力内容を変更しても良い。例えば、図 7 に

10

20

30

40

50

示すように、指（物体 50）を傾けることによって入力操作を出力することができる。

また、ジェスチャ入力を行う際に角度の情報を用いても良い。既存のタッチ操作の場合、二本指でのピンチ動作や回転動作など複数の指を組み合わせる行うジェスチャが多い。複数のタッチが検出された場合、距離が近い指同士を組み合わせることが多い。これに対して、本実施例によれば、指の角度も参照して決定することができる。例えば、図 8 に示すように、角度が近い指（物体 50）同士をペアとすれば良い。一方で、角度の差が一定以上となる指（物体 60）は、物体 50 とは別個の操作を行っている判断される。

さらに、物体 50 に対応する基準面への 3 次元ベクトル v_i に対して、例えば反対の方向にユーザー（物体 50 の操作者）が存在すると仮定する。すると、図 9 に示すようにベクトル v_i から疑似的に、ユーザーの位置を決定することができる。これにより、ユーザーの方向に応じて入力操作を変えることが可能になる。例えば、一定方向からの入力のみ許可することで、ユーザーの方向による入力操作の制限などを実現することができる。

【0032】

続いて、次の入力操作を行うか否かを判断する（ステップ S18）。ステップ S14 において、一定の距離の検出範囲内に物体が進入していないと各検出部が判断した場合には（ステップ S14：NO）、次の入力操作を行うか否かを判断する（ステップ S18）。次の入力操作を行う場合には（ステップ S18：YES）、各検出部は、一定の距離の検出範囲内に物体が進入したか否かを判断する（ステップ S14）。一方で、次の入力操作を行わない場合には（ステップ S18：NO）、終了する。

【0033】

本実施形態によれば、基準面に対する指や指示棒などの物体 50 に対応する 3 次元ベクトル v_i を求めることで、快適かつ安定して基準面への入力操作を検出することができる。

【0034】

次に、本発明の他の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

図 10 は、本発明の他の実施の形態にかかる情報処理装置を表すブロック図である。

【0035】

図 10 に表した情報処理装置 10a は、図 1 に関して前述した情報処理装置 10 と比較して、座標算出部 500 をさらに備える。

座標算出部 500 は、基準面における物体 50 の入力座標を求める。座標算出部 500 が入力座標（タッチ座標）を求める方法の詳細については、後述する。

【0036】

図 10 に表した情報処理装置 10a では、例えば、決定部 400 は、座標算出部 500 が求めた座標を用いることで、タッチ座標をコンピュータへ出力することができる。また、決定部 400 は、タッチ座標の時間的な変化や複数の座標の位置関係を用いることで、マルチタッチ操作や、ジェスチャなどをコンピュータへ出力することができる。

その他の構成は、図 1 に関して前述した情報処理装置 10 の構成と同様である。

【0037】

図 11 は、本実施形態の情報処理方法を表すフローチャート図である。

図 12 は、2 本の指でタッチを続ける場合の例を例示する模式的平面図である。

【0038】

ステップ S11 ~ ステップ S16 の情報処理方法は、図 2 に関して前述したステップ S11 ~ ステップ S16 の情報処理方法と同様である。

続いて、座標算出部 500 は、タッチ座標を求める（ステップ S19）。本実施形態では、物体 50 が基準面に接触（タッチ）した際のタッチ座標を求める方法について説明する。ベクトル算出部 300 は、物体 50 に対応する基準面への 3 次元ベクトル v_i を求めている。そのため、タッチ座標は、 X_i （ベクトル）= x_i^2 （ベクトル）+ v_i （ベクトル）と表すことができる。また、ベクトルを定数倍して加算することで座標を調整しても良い。ここで、添え字「i」を参照することで、複数の物体 50 をそれぞれ区別することができる。これは、マルチタッチに対応できることを意味する。

10

20

30

40

50

【0039】

また、座標算出部500は、入力座標の変動を抑制するために、時間方向の安定化処理（トラッキング）を行ってもよい。これには、IIR（Infinite impulse response：無限インパルス応答）フィルタやカルマンフィルタなどを利用することができる。IIRフィルタを用いる場合、時刻 t のタッチ座標については、次式で計算することができる。

【数10】

$$X_i(t) = \beta \cdot (x_i^2(t) + v_i(t)) + (1.0 - \beta) X_i(t-1) \quad \dots \text{式(10)}$$

10

ここで、 β は時定数である。 $\beta = 1.0$ の場合には、安定化処理は行われぬ。

【0040】

このようなトラッキング処理を行う場合、異なる時刻におけるタッチ座標間の対応付けをおこなう必要がある。これは、最近傍の点同士を対応付けるなどの方法をとれば良い。また、対応付けのコストを設定し、コストが最小になるペアを探索しても良い。また、本実施形態では、3次元ベクトル v_i を求めているため、3次元ベクトル v_i の角度情報を用いてもよい。例えば、図12に示すように、2本の指でタッチを続ける場合に、ベクトルの角度が近い点同士を対応付ければ良い。

【0041】

20

ここで、比較例のタッチ座標算出方法として、いずれかの検出部分の代表点（重心）をそのままタッチ座標として入力する方法が提案されている。この場合、物体の先端（例えば指先）とタッチ座標との間に「ずれ」が発生し、ユーザーは意図した位置に入力することが困難になる。この「ずれ」を小さくするためには、ノイズを検出しないように設けるマージン $Z_{margin}(x, y)$ 及び検出部分の検出範囲を小さくする必要がある。その場合、ノイズによる距離変化と、物体による距離変化と、の区別が困難になるため、タッチを精度良く検出できない。あるいは、誤検出が発生する。

【0042】

これに対して、本実施形態では、ベクトル算出部300は、物体50に対応する基準面への3次元ベクトル v_i を求めている。そのため、簡便な処理で指先（物体50の先端）の座標をタッチ座標とすることができる。また、前述した比較例のタッチ座標算出方法と比較して、マージン $Z_{margin}(x, y)$ や検出部分の検出範囲を広くとることができる。検出の安定性を高めることができる。

30

【0043】

続いて、決定部400は、タッチ座標およびベクトル v_i に基づいて物体50の入力操作の内容を決定し、コンピュータ800へ出力する（ステップS20）。

続いて、ステップS18の情報処理方法は、図2に関して前述したステップS18の情報処理方法と同様である。

【0044】

本実施形態によれば、例えばタッチ操作を検出する際には、距離測定手段（例えば距離計測部100）の精度が低い場合にも、指先のタッチ座標を安定して検出することができる。さらに、物体50に対応する3次元ベクトル v_i から、3次元的な角度やユーザーの方向を入力することができるため、従来の入力方式に比べ多彩な入力手段を提供することができる。

40

【0045】

図13は、本発明のさらに他の実施の形態にかかる情報処理装置を表すブロック図である。

図13に表した情報処理装置10bは、図10に関して前述した情報処理装置10aと比較して、表示部600をさらに備える。

【0046】

50

表示部 600 は、ディスプレイやプロジェクタなど、映像を表示する手段である。ユーザーは、基準面に対して入力を行い、表示部 600 が表示する映像を操作することができる。本実施形態では、表示部 600 が壁や机上面などの基準面に対し映像を投影するプロジェクタ（投影部）である場合を例に挙げて説明する。但し、表示部 600 は、プロジェクタに限るものではない。表示部 600 は、液晶ディスプレイなどであっても良い。また、表示部 600 と、操作を入力する基準面と、が互いに異なる場所であっても良い。

その他の構成は、図 10 に関して前述した情報処理装置 10a の構成と同様である。

【0047】

本実施形態によれば、壁や机上面などを、操作可能な仮想ディスプレイとすることが可能となる。例えば、決定部 400 がタッチ操作を出力する場合、壁や机上面などを仮想タッチディスプレイとすることができる。

10

【0048】

図 14 は、本発明のさらに他の実施の形態にかかる情報処理装置を表すブロック図である。

図 13 に関して前述したように、情報処理装置が表示部 600 を備える場合、壁や机上面などを、操作可能な仮想ディスプレイとすることが可能となる。ただし、表示部 600 の座標系と距離計測部 100 の座標系とが互いに異なる場合は、座標系間の対応付けが必要となる。具体的には、座標算出部 500 が求めた座標 X_i （ベクトル）を、表示部 600 における座標系に対応させるための変換が必要になる。

【0049】

20

そこで、図 14 に表した情報処理装置 10c は、図 13 に関して前述した情報処理装置 10b と比較して、変換部 700 をさらに備える。変換部 700 は、決定部 400 が決定した入力操作を、表示部 600 の座標系に合わせて変換する。言い換えれば、変換部 700 は、表示部 600 の座標系と、距離計測部 100 の座標系と、の座標系間を対応付けるような変換を行う。これにより、例えば、投影している画像をタッチした際に、投影画像の対応した位置をタッチ操作する、あるいはカーソルを表示するといったことが可能になる。

【0050】

図 15 は、本実施形態の情報処理方法を表すフローチャート図である。

図 16 は、対応点算出のパターン画像の一例を例示する模式的平面図である。

30

ステップ S11 ~ ステップ S19 の情報処理方法は、図 2 および図 11 に関して前述したステップ S11 ~ ステップ S19 の情報処理方法と同様である。

【0051】

続いて、決定部 400 は、タッチ座標およびベクトル v_i に基づいて物体 50 の入力操作の内容を決定し、変換部 700 へ出力する（ステップ S21）。続いて、変換部 700 は、表示部 600 の座標系に合わせて入力操作を変換する（ステップ S22）。

【0052】

本実施形態では、基準面が平面である場合に、表示部 600 の座標系と距離計測部 100 の座標系との対応付けを行う方法について説明する。

基準面が平面の場合、表示部 600 の座標系と距離計測部 100 の座標系の変換については、線形な行列変換の 2 次元射影変換で表わすことができる。2 次元射影変換に必要な 3×3 の行列を H とあらわす。行列 H は、ホモグラフィックとも呼ばれる。表示部 600 の座標系と距離計測部 100 の座標系との間で 4 組以上の対応点を取得できれば、行列 H を解析的に求めることができる。

40

【0053】

これら対応点については、手動で設定してもよい。また、図 16 に示すような、対応点の自動取得が容易なパターンを利用すると便利である。図 16 のようなパターンを利用する場合には、既存のコーナー検出手段を用いることで容易に対応点を取得することができる。具体的には、表示部 600 でパターン画像を表示し、距離計測部 100 の座標系に合わせてキャリブレーションを行った可視カメラでパターンを撮影することで、対応点を自

50

動取得することができる。また、距離計測部 1 0 0 が赤外光を検知できる場合、図 1 6 に表したパターンを赤外光で再現すれば、可視カメラは不要となる。これにより、行列 H を求め、座標の変換を行うことができる。

【 0 0 5 4 】

次に、基準面が非平面の場合に、表示部 6 0 0 の座標系と距離計測部 1 0 0 の座標系との対応付けを行う方法について説明する。

表示部 6 0 0 が例えばプロジェクタの場合、凹凸がある面であっても映像を表示することが可能である。そのため、基準面は非平面になり、前述した 2 次元射影変換では対応できない。このような場合には、3 次元射影変換を用いて対応付けを行う。具体的には、距離計測部 1 0 0 の座標系におけるタッチ座標を、実空間の座標（世界座標系）に一旦復元し、その後プロジェクタの座標系に再投影することで、距離計測部 1 0 0 と表示部 6 0 0 との間の座標の対応付けを行う。

10

【 0 0 5 5 】

カメラやプロジェクタにおいて、世界座標系を画像座標に変換するモデルとして、次式の射影モデルが一般的に知られている。

【数 1 1】

$$\left. \begin{aligned} \lambda \tilde{\mathbf{x}} &= \mathbf{A}[\mathbf{R}|\mathbf{T}]\tilde{\mathbf{X}} \\ \tilde{\mathbf{X}} &= (X_1, X_2, X_3, X_4)^T : \text{世界座標系の同次座標} \\ \tilde{\mathbf{x}} &= (x_1, x_2, x_3)^T : \text{画像座標系の同次座標} \end{aligned} \right\} \dots \text{式(11)}$$

20

【 0 0 5 6 】

世界座標 (X , Y , Z) は、 $X = X_1 / X_4$ 、 $Y = X_2 / X_4$ 、 $Z = X_3 / X_4$ の形で導出される。画像座標 (x , y) は、 $x = x_1 / x_3$ 、 $y = x_2 / x_3$ の形で導出される。座標を同次座標で表現する場合、各要素を定数倍しても世界座標および画像座標の値は変わらないという性質がある。その定数倍の不定性を係数 で表す。

【 0 0 5 7 】

30

また、A は、内部パラメータ行列であり、焦点距離や解像度などの内部情報から決定される。R、T は、外部パラメータ行列と呼ばれる行列であり、カメラやプロジェクタの姿勢により決定される。これらは、キャリブレーションにより予め求めておくことができる。

【 0 0 5 8 】

前述した射影モデルに基づく表示部 6 0 0 と距離計測部 1 0 0 との間の座標の対応付けについて説明する。

まず、表示部（この例ではプロジェクタ）6 0 0 の射影モデルを次式のように定義する。

40

【数 1 2】

$$\lambda_p \tilde{\mathbf{x}}_p = \mathbf{A}_p [\mathbf{R}_p | \mathbf{T}_p] \tilde{\mathbf{X}} \quad \dots \text{式(12)}$$

【数 1 3】

$$\lambda_c \tilde{\mathbf{x}}_c = \mathbf{A}_c [\mathbf{R}_c | \mathbf{T}_c] \tilde{\mathbf{X}} \quad \dots \text{式(13)}$$

50

ここで、距離計測部 100 の座標を世界座標系の原点とすると、 $R_c = I$ 、 $T_c = 0$ と置くことができる。また、距離計測部 100 により、画像座標 (x_c, y_c) の距離 $d(x_c, y_c)$ を取得できるため、定数倍の不定性を除去することができる。

【0059】

以上より、式(13)から次式を得ることができ、非平面であっても座標の対応付けを行うことができる。

【数14】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \mathbf{A}_c^{-1} \begin{bmatrix} x_c \cdot d(x_c, y_c) \\ y_c \cdot d(x_c, y_c) \\ d(x_c, y_c) \end{bmatrix} \quad \dots \text{式(14)} \quad 10$$

【0060】

式(14)は、距離計測部 100 の画像座標(右辺)から世界座標(左辺)への変換を意味している。

最後に、変換した世界座標をプロジェクタの射影モデルに代入することで、距離計測部 100 の画像座標からプロジェクタの画像座標への変換が可能となる。

20

【数15】

$$\lambda_p \tilde{\mathbf{x}}_p = \mathbf{A}_p \left[\mathbf{R}_p | \mathbf{T}_p \right] \left[\mathbf{A}_c^{-1} \begin{bmatrix} x_c \cdot d(x_c, y_c) \\ y_c \cdot d(x_c, y_c) \\ d(x_c, y_c) \\ 1 \end{bmatrix} \right] \quad \dots \text{式(15)}$$

【0061】

以上、投影面が平面の場合と、投影面が非平面の場合と、のそれぞれの対応付け方法について説明したが、本発明はこれに限るものではなく、例えば対応付けを事前に手動で行っていても良い。

30

本実施形態によれば、電子ペンのような専用デバイスや、壁や机上面に取り付けるセンサを用いることなく、壁や机上面などを、操作可能な仮想ディスプレイとすることができる。

【0062】

図17は、本実施形態のコンピュータの一例を例示するブロック図である。

コンピュータ800は、決定部400から出力された操作信号に基づいて、例えば、所定の色の線や、所定の種類の線や、所定の図形などを表示部600に表示させる。

【0063】

コンピュータ800は、中央演算部(CPU)801、入力部(input unit)802、出力部(output unit)803、記憶部(memory unit)804と、を含む。入力部802は、記録媒体Mに記録された情報を読み取る機能を含む。

40

【0064】

オペレーティング・システム(OS: Operating System)及び本実施形態の情報処理プログラムは、記憶部804に格納されている。中央演算部801は、決定部400から出力された操作信号と、オペレーティング・システムと、に基づいて、表示部600に表示させる内容を決定し実行する。

【0065】

50

本実施形態の情報処理プログラムは、コンピュータ読取可能な記録媒体Mに記録されていてもよい。記録媒体Mは、ネットワークに接続されたサーバ等の記憶装置であってもよい。また、本実施形態の情報処理プログラムは、ネットワークを介して配信されてもよい。

【0066】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

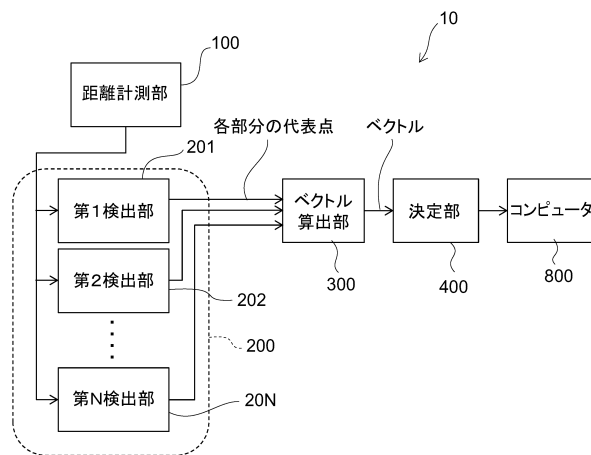
10

【符号の説明】

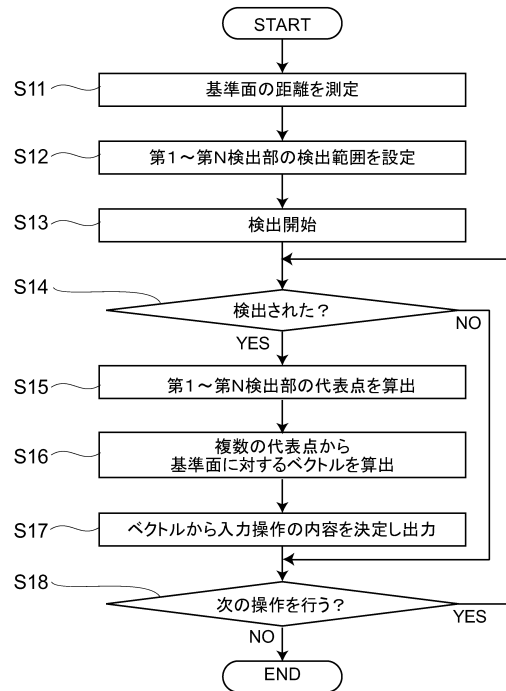
【0067】

10、10a、10b、10c 情報処理装置、 50、60 物体、 100 距離計測部、 200 検出部、 201 第1検出部、 202 第2検出部、 20N 第N検出部、 300 ベクトル算出部、 400 決定部、 500 座標算出部、 600 表示部、 700 変換部、 800 コンピュータ、 801 中央演算部、 802 入力部、 803 出力部、 804 記憶部

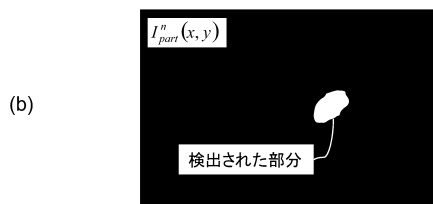
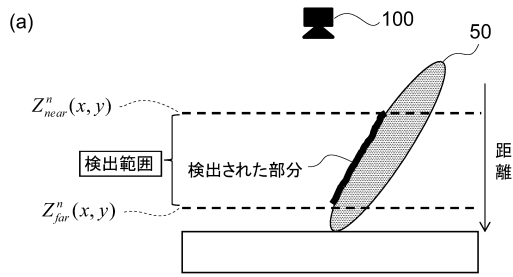
【図1】



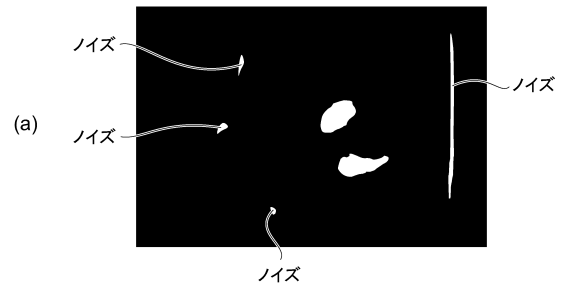
【図2】



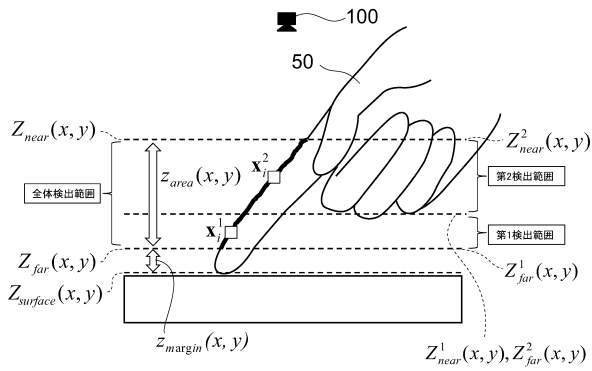
【図3】



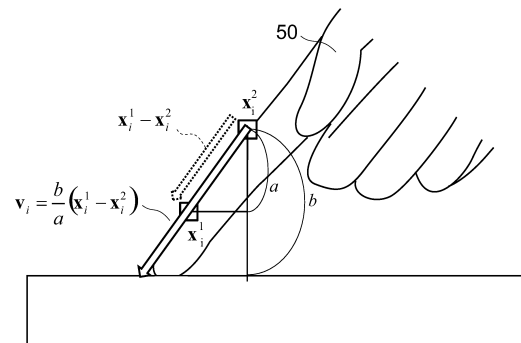
【図4】



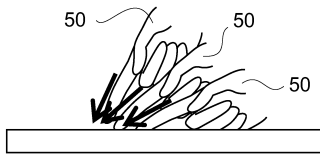
【図5】



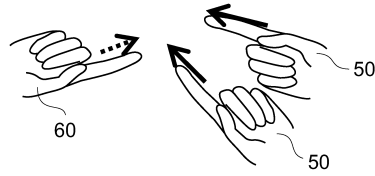
【図6】



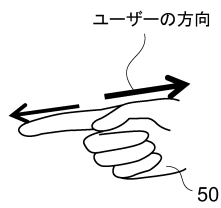
【図7】



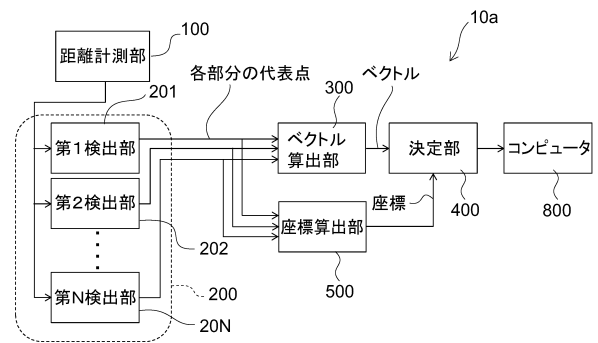
【図8】



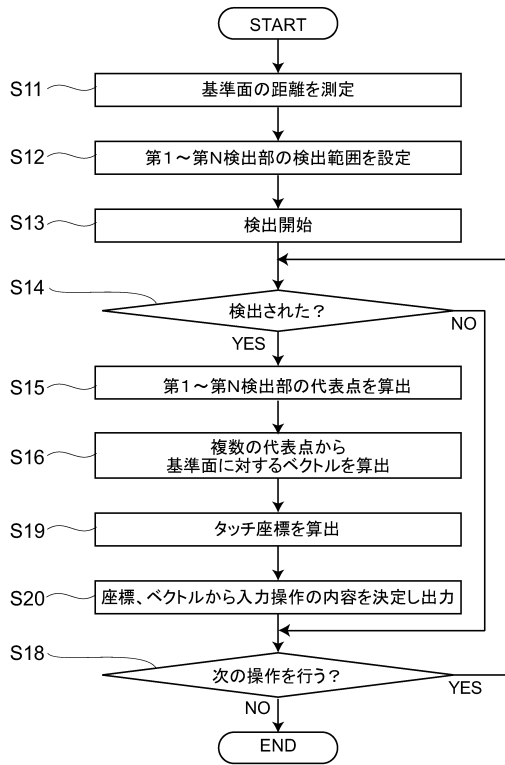
【図9】



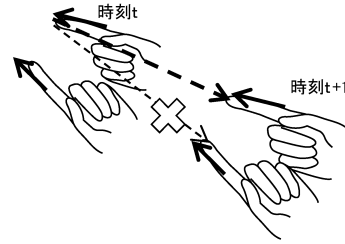
【図10】



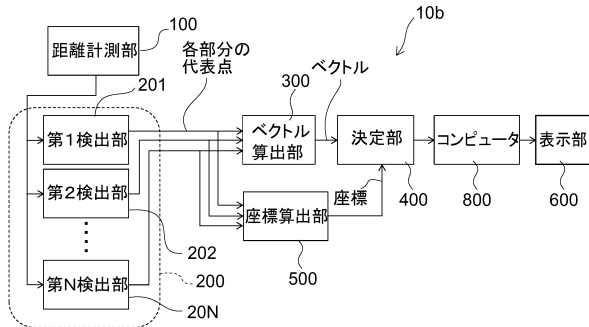
【図11】



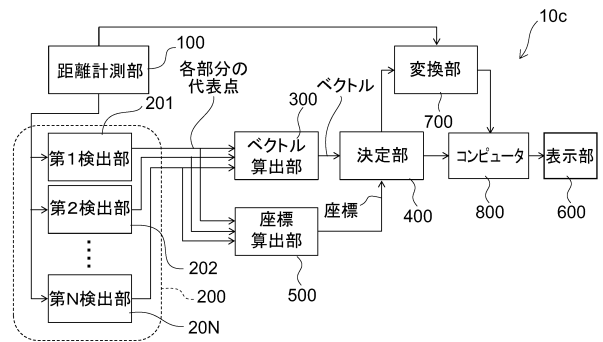
【図12】



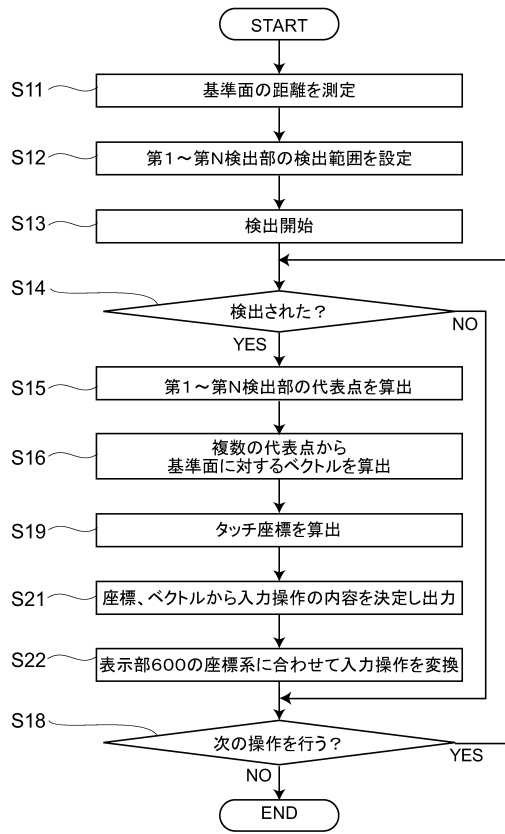
【図13】



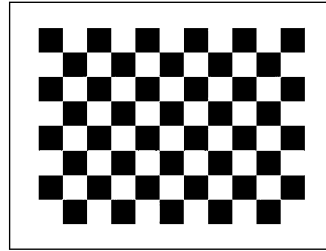
【図14】



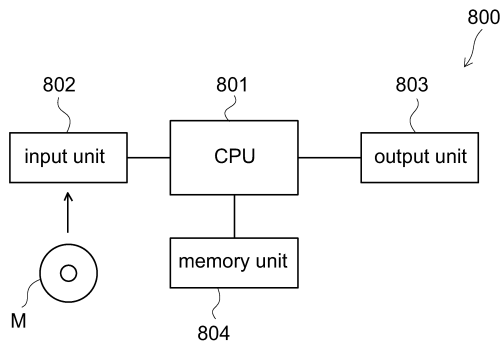
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

審査官 高瀬 勤

(56)参考文献 特開2013-065061(JP,A)
特開2012-220970(JP,A)
特開2012-069095(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 3/01