

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7378354号
(P7378354)

(45)発行日 令和5年11月13日(2023.11.13)

(24)登録日 令和5年11月2日(2023.11.2)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 T 7/20 (2017.01)

G 0 6 T 7/20 3 0 0 Z

請求項の数 17 外国語出願 (全26頁)

(21)出願番号	特願2020-99009(P2020-99009)	(73)特許権者	519448326
(22)出願日	令和2年6月8日(2020.6.8)		コニカ ミノルタ ビジネス ソリューシ
(65)公開番号	特開2021-12684(P2021-12684A)		ョンズ ユー . エス . エー . , インコー
(43)公開日	令和3年2月4日(2021.2.4)		ポレイテッド
審査請求日	令和4年7月20日(2022.7.20)		アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 9
(31)優先権主張番号	16/457,449		4 4 0 4 , フォースター シティ , 1
(32)優先日	令和1年6月28日(2019.6.28)		0 5 1 イー ヒルスデール プールバード
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	スイート 5 1 0
			110001254
		(72)発明者	弁理士法人光陽国際特許事務所
			クルビダ , ジエ
			アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 9
			4 4 0 3 , スイート 1 0 0 サン マテ
			オ , 2 8 5 5 キャンパス ドライブ ,
			コニカ ミノルタ ビジネス ソリューシ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ライブ動画ストリームからの指の押下の検出

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

拡張現実 (A R) 作業領域における指の押下を検出する方法であって、
A R 作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス (G U I) のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、
少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、コンピュータプロセッサにより、
前記 A R 作業領域の画像から手候補を抽出する工程、
予め決められた信頼尺度に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、
前記 G U I のアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、
を備え、
前記 A R 作業領域の背景画像であって、グラフィックユーザーインターフェイス (G U I) のアイコンを含む画像を、前記撮像センサーを使用して取得する工程をさらに含んでおり、
前記手候補を抽出する工程が、
前景マスクを生成するために前記画像と前記背景画像とを比較する工程、及び、
予め設定されたスキン調フィルター及び前記前景マスクを使用し、前記背景画像のホワイトバランスパラメーターに基づいて、つながった色成分を前記画像から抽出する工程、

10

20

を備え、

前記手候補は、予め決められた寸法基準に基づいて、前記つながった色成分から選択されることを特徴とする方法。

【請求項 2】

拡張現実（A R）作業領域における指の押下を検出する方法であって、

A R 作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（G U I）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、

少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、コンピュータプロセッサにより、前記 A R 作業領域の画像から手候補を抽出する工程、

予め決められた信頼尺度に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、

前記 G U I のアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、

を備え、

前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭から複数の凸欠陥を抽出することを含んでおり、

前記予め決められた信頼尺度は、前記複数の凸欠陥における隣り合う凸欠陥の間の距離と、予め決められた指幅の閾値とを含んでおり、

前記指候補は、前記予め決められた指幅の閾値内の対応する距離を有する一対の隣り合う凸欠陥を含むことを特徴とする方法。

【請求項 3】

前記予め決められた信頼尺度は、指の資質尺度、指先の資質尺度、及び隣り合う指候補の存在をさらに含むことを特徴とする、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

拡張現実（A R）作業領域における指の押下を検出する方法であって、

A R 作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（G U I）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、

少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、コンピュータプロセッサにより、前記 A R 作業領域の画像から手候補を抽出する工程、

予め決められた信頼尺度に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、

前記 G U I のアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、

を備え、

前記指候補を抽出する工程が、

前記手候補の輪郭から複数の指候補を抽出する工程、

前記予め決められた信頼尺度に基づいて、前記複数の指候補の個々の信頼スコアを計算する工程、及び、

前記個々の信頼スコアに基づき、指の有力候補として、前記複数の指候補から前記指候補を選択する工程、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 5】

拡張現実（A R）作業領域における指の押下を検出する方法であって、

A R 作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（G U I）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、

少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、コンピュータプロセッサにより、前記 A R 作業領域の画像から手候補を抽出する工程、

予め決められた信頼尺度に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記手

10

20

30

40

50

候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、

前記 G U I のアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、

を備え、

前記指候補を抽出する工程が、

前記手候補の輪郭に基づいて、前記手候補の最小外接矩形を生成する工程、

前記画像の境界線及び前記手候補の輪郭からなる群から選択された少なくとも1つと、前記最小外接矩形との交点に基づいて、前記手候補の輪郭から指先候補を抽出する工程、及び、

前記指先候補及び前記手候補の輪郭に基づいて推定指幅を決定する工程、

を含んでおり、

前記指候補の抽出は、予め決められた指幅の閾値内にある前記推定指幅に基づくことを特徴とする方法。

【請求項6】

前記画像がライブ動画ストリームのフレームである、前記 A R 作業領域の当該ライブ動画ストリームを、前記撮像センサーを使用して取得する工程、

少なくとも、前記画像から抽出された前記指候補の位置に基づいて、前記ライブ動画ストリームから一連の指先移動速度を決定する工程、及び、

前記一連の指先移動速度に基づいて、前記 G U I のアイコン上に置かれた指の停止時間を決定する工程、をさらに備え、

前記指の押下の検出は、予め決められた停止の閾値を超えた前記停止時間に基づくことを特徴とする、請求項1から5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】

拡張現実(A R)作業領域における指の押下を検出するためのプログラムを記憶した非一時的コンピュータ読取可能媒体(C R M)において、前記プログラムは、コンピュータプロセッサによって実行されると、

A R 作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス(G U I)のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、

少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記 A R 作業領域の画像から手候補を抽出する工程、

予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、

前記 G U I のアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、

を実行する機能を備え、

前記プログラムは、前記コンピュータプロセッサによって実行されると、

前記 A R 作業領域の背景画像であって、グラフィックユーザーインターフェイス(G U I)のアイコンを含む画像を、前記撮像センサーを使用して取得する工程、

を実行する機能をさらに備えており、

前記手候補を抽出する工程が、

前景マスクを生成するために前記画像と前記背景画像とを比較する工程、及び、

予め設定されたスキン調フィルター及び前記前景マスクを使用し、前記背景画像のホワイトバランスパラメーターに基づいて、つながった色成分を前記画像から抽出する工程、を備え、

前記手候補は、予め決められた寸法基準に基づいて、前記つながった色成分から選択されることを特徴とするプログラム。

【請求項8】

拡張現実(A R)作業領域における指の押下を検出するためのプログラムを記憶した非一時的コンピュータ読取可能媒体(C R M)において、前記プログラムは、コンピュー

10

20

30

40

50

タープロセッサによって実行されると、

A R 作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス (G U I) のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、

少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記 A R 作業領域の画像から手候補を抽出する工程、

予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、

前記 G U I のアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、

を実行する機能を備え、

前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭から複数の凸欠陥を抽出することを含んでおり、

前記予め決められた信頼尺度は、前記複数の凸欠陥における隣り合う凸欠陥の間の距離と、予め決められた指幅の閾値とを含んでおり、

前記指候補は、前記予め決められた指幅の閾値内の対応する距離を有する一対の隣り合う凸欠陥を含むことを特徴とするプログラム。

【請求項 9】

前記予め決められた信頼尺度は、指の資質尺度、指先の資質尺度、及び隣り合う指候補の存在をさらに含むことを特徴とする、請求項 8 に記載のプログラム。

【請求項 10】

拡張現実 (A R) 作業領域における指の押下を検出するためのプログラムを記憶した非一時的コンピューター読取可能媒体 (C R M) において、前記プログラムは、コンピュータープロセッサによって実行されると、

A R 作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス (G U I) のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、

少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記 A R 作業領域の画像から手候補を抽出する工程、

予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、

前記 G U I のアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、

を実行する機能を備え、

前記指候補を抽出する工程が、

前記手候補の輪郭から複数の指候補を抽出する工程、

前記予め決められた信頼尺度に基づいて、前記複数の指候補の個々の信頼スコアを計算する工程、及び、

前記個々の信頼スコアに基づき、指の有力候補として、前記複数の指候補から前記指候補を選択する工程、

を含むことを特徴とするプログラム。

【請求項 11】

拡張現実 (A R) 作業領域における指の押下を検出するためのプログラムを記憶した非一時的コンピューター読取可能媒体 (C R M) において、前記プログラムは、コンピュータープロセッサによって実行されると、

A R 作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス (G U I) のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、

少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記 A R 作業領域の画像から手候補を抽出する工程、

予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、

前記 G U I のアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの

10

20

30

40

50

手によって実行される前記指の押下を検出する工程、
を実行する機能を備え、

前記指候補を抽出する工程が、
前記手候補の輪郭に基づいて、前記手候補の最小外接矩形を生成する工程、
前記画像の境界線及び前記手候補の輪郭からなる群から選択された少なくとも1つと、
前記最小外接矩形との交点に基づいて、前記手候補の輪郭から指先候補を抽出する工程、
及び、
前記指先候補及び前記手候補の輪郭に基づいて推定指幅を決定する工程、
を含んでおり、

前記指候補の抽出は、予め決められた指幅の閾値内にある前記推定指幅に基づくことを
特徴とするプログラム。

10

【請求項 12】

前記プログラムは、前記コンピュータプロセッサによって実行されると、
前記画像がライブ動画ストリームのフレームである、前記AR作業領域の当該ライブ動
画ストリームを、前記撮像センサーを使用して取得する工程、

少なくとも、前記画像から抽出された前記指候補の位置に基づいて、前記ライブ動画ス
トリームから一連の指先移動速度を決定する工程、及び、

前記一連の指先移動速度に基づいて、前記GUIのアイコン上に置かれた指の停止時間
を決定する工程、

を実行する機能をさらに備えており、

20

前記指の押下の検出は、予め決められた停止の閾値を超えた前記停止時間に基づくこと
を特徴とする、請求項7から11のいずれか一項に記載のプログラム。

【請求項 13】

拡張現実（AR）作業領域における指の押下を検出するためのシステムであって、
メモリーと、

当該メモリーに接続されたコンピュータプロセッサと、
を備えており、前記コンピュータプロセッサが、

AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインター
フェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得し、

少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記AR作業領域の画像から手候補
を抽出し、

30

予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出し、

前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの
手によって実行される前記指の押下を検出し、

前記コンピュータプロセッサがさらに、前記AR作業領域の背景画像であって、グ
ラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、前記撮像セン
サーを使用して取得し、

前記手候補を抽出する工程が、

前景マスクを生成するために前記画像と前記背景画像とを比較する工程、及び、

予め設定されたスキン調フィルター及び前記前景マスクを使用し、前記背景画像のホワ
イトバランスパラメーターに基づいて、つながった色成分を前記画像から抽出する工程、
を備え、

40

前記手候補は、予め決められた寸法基準に基づいて、前記つながった色成分から選択され
ることを特徴とするシステム。

【請求項 14】

拡張現実（AR）作業領域における指の押下を検出するためのシステムであって、
メモリーと、

当該メモリーに接続されたコンピュータプロセッサと、
を備えており、前記コンピュータプロセッサが、

AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインター

50

フェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得し、
少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記AR作業領域の画像から手候補
を抽出し、
予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出し、
前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの
手によって実行される前記指の押下を検出し、
前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭から複数の凸欠陥を抽出することを含
んでおり、
前記予め決められた信頼尺度は、前記複数の凸欠陥における隣り合う凸欠陥の間の距離
と、予め決められた指幅の閾値とを含んでおり、
前記指候補は、前記予め決められた指幅の閾値内の対応する距離を有する一対の隣り合
う凸欠陥を含むことを特徴とするシステム。

10

【請求項15】

拡張現実（AR）作業領域における指の押下を検出するためのシステムであって、
メモリーと、
当該メモリーに接続されたコンピュータプロセッサと、
を備えており、前記コンピュータプロセッサが、
AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインター
フェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得し、
少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記AR作業領域の画像から手候補
を抽出し、
予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出し、
前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの
手によって実行される前記指の押下を検出し、
前記指候補を抽出する工程が、
前記手候補の輪郭から複数の指候補を抽出する工程、
前記予め決められた信頼尺度に基づいて、前記複数の指候補の個々の信頼スコアを計算
する工程、及び、
前記個々の信頼スコアに基づき、指の有力候補として、前記複数の指候補から前記指候
補を選択する工程、
を含むことを特徴とするシステム。

20

30

【請求項16】

拡張現実（AR）作業領域における指の押下を検出するためのシステムであって、
メモリーと、
当該メモリーに接続されたコンピュータプロセッサと、
を備えており、前記コンピュータプロセッサが、
AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインター
フェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得し、
少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記AR作業領域の画像から手候補
を抽出し、
予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出し、
前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの
手によって実行される前記指の押下を検出し、
前記指候補を抽出する工程が、
前記手候補の輪郭に基づいて、前記手候補の最小外接矩形を生成する工程、
前記画像の境界線及び前記手候補の輪郭からなる群から選択された少なくとも1つと、
前記最小外接矩形との交点に基づいて、前記手候補の輪郭から指先候補を抽出する工程、
及び、
前記指先候補及び前記手候補の輪郭に基づいて推定指幅を決定する工程、
を含んでおり、

40

50

前記指候補の抽出は、予め決められた指幅の閾値内にある前記推定指幅に基づくことを特徴とするシステム。

【請求項 17】

前記コンピュータプロセッサがさらに、

前記画像がライブ動画ストリームのフレームである、前記AR作業領域の当該ライブ動画ストリームを、前記撮像センサーを使用して取得し、

少なくとも、前記画像から抽出された前記指候補の位置に基づいて、前記ライブ動画ストリームから一連の指先移動速度を決定し、

前記一連の指先移動速度に基づいて、前記GUIのアイコン上に置かれた指の停止時間を決定し、

前記指の押下の検出は、予め決められた停止の閾値を超えた前記停止時間に基づくことを特徴とする、請求項13から16のいずれか一項に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

拡張現実（AR）を使用すると、ユーザーは、現実世界の環境における物体に重ねられた、又は物体の周囲に重ねられた、コンピューター生成のAR出力とふれあうことができる。場合によっては、ユーザーがスマートフォンを保持したりAR眼鏡を着用したりする必要がないように、コンピューター生成のAR出力が現実世界の環境に投影されてもよい。コンピューターインターフェイスとの最小限の相互作用で、又は直接の相互作用なしで、ARシステムがユーザーの意図を捉える場合、ユーザーの体験が向上することが多い。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0002】

概して言えば、本発明の一態様は、拡張現実（AR）作業領域における指の押下を検出する方法に関する。当該方法は、AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程と、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、コンピュータープロセッサにより、前記AR作業領域の画像から手候補を抽出する工程と、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程と、前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程と、を含み、前記AR作業領域の背景画像であって、グラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、前記撮像センサーを使用して取得する工程をさらに含んでおり、前記手候補を抽出する工程が、前景マスクを生成するために前記画像と前記背景画像とを比較する工程、及び、予め設定されたスキン調フィルター及び前記前景マスクを使用し、前記背景画像のホワイトバランスパラメーターに基づいて、つながった色成分を前記画像から抽出する工程、を備え、前記手候補は、予め決められた寸法基準に基づいて、前記つながった色成分から選択される。

また、当該方法は、AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、コンピュータープロセッサにより、前記AR作業領域の画像から手候補を抽出する工程、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、を備え、前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭から複数の凸欠陥を抽出することを含んでおり、前記予め決められた信頼尺度は、前記複数の凸欠陥における隣り合う凸欠陥の間の距離と、予め決められた指幅の閾値とを含んでおり、前記指候補は、前記予め決められた指幅の閾値内の対応する距離を有する一対の隣り

10

20

30

40

50

合う凸欠陥を含む。

また、当該方法は、ＡＲ作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（ＧＵＩ）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、コンピュータプロセッサにより、前記ＡＲ作業領域の画像から手候補を抽出する工程、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、前記ＧＵＩのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、を備え、前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭から複数の指候補を抽出する工程、前記予め決められた信頼尺度に基づいて、前記複数の指候補の個々の信頼スコアを計算する工程、及び、前記個々の信頼スコアに基づき、指の有力候補として、前記複数の指候補から前記指候補を選択する工程、を含む。

10

また、当該方法は、ＡＲ作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（ＧＵＩ）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、コンピュータプロセッサにより、前記ＡＲ作業領域の画像から手候補を抽出する工程、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、前記ＧＵＩのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記コンピュータプロセッサにより、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、を備え、前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭に基づいて、前記手候補の最小外接矩形を生成する工程、前記画像の境界線及び前記手候補の輪郭からなる群から選択された少なくとも１つと、前記最小外接矩形との交点に基づいて、前記手候補の輪郭から指先候補を抽出する工程、及び、前記指先候補及び前記手候補の輪郭に基づいて推定指幅を決定する工程、を含んでおり、前記指候補の抽出は、予め決められた指幅の閾値内にある前記推定指幅に基づく。

20

【０００３】

概して言えば、本発明の一態様は、拡張現実（ＡＲ）作業領域における指の押下を検出するためのプログラムを記憶した非一時的コンピュータ読取可能媒体（ＣＲＭ）のプログラムに関する。前記プログラムは、コンピュータプロセッサによって実行されると、ＡＲ作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（ＧＵＩ）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程と、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記ＡＲ作業領域の画像から手候補を抽出する工程と、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程と、前記ＧＵＩのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程と、を実行する機能を含み、前記プログラムは、前記コンピュータプロセッサによって実行されると、前記ＡＲ作業領域の背景画像であって、グラフィックユーザーインターフェイス（ＧＵＩ）のアイコンを含む画像を、前記撮像センサーを使用して取得する工程、を実行する機能をさらに備えており、前記手候補を抽出する工程が、前景マスクを生成するために前記画像と前記背景画像とを比較する工程、及び、予め設定されたスキン調フィルター及び前記前景マスクを使用し、前記背景画像のホワイトバランスパラメーターに基づいて、つながった色成分を前記画像から抽出する工程、を備え、前記手候補は、予め決められた寸法基準に基づいて、前記つながった色成分から選択される。

30

40

また、前記プログラムは、コンピュータプロセッサによって実行されると、ＡＲ作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（ＧＵＩ）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記ＡＲ作業領域の画像から手候補を抽出する工程、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、前記ＧＵＩのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、を実行する機能を備え、前記指候

50

補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭から複数の凸欠陥を抽出することを含んでおり、前記予め決められた信頼尺度は、前記複数の凸欠陥における隣り合う凸欠陥の間の距離と、予め決められた指幅の閾値とを含んでおり、前記指候補は、前記予め決められた指幅の閾値内の対応する距離を有する一対の隣り合う凸欠陥を含む。

また、前記プログラムは、コンピュータプロセッサによって実行されると、AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記AR作業領域の画像から手候補を抽出する工程、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、を実行する機能を備え、前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭から複数の指候補を抽出する工程、前記予め決められた信頼尺度に基づいて、前記複数の指候補の個々の信頼スコアを計算する工程、及び、前記個々の信頼スコアに基づき、指の有力候補として、前記複数の指候補から前記指候補を選択する工程、を含む。

10

また、前記プログラムは、コンピュータプロセッサによって実行されると、AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得する工程、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記AR作業領域の画像から手候補を抽出する工程、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出する工程、及び、前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出する工程、を実行する機能を備え、前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭に基づいて、前記手候補の最小外接矩形を生成する工程、前記画像の境界線及び前記手候補の輪郭からなる群から選択された少なくとも1つと、前記最小外接矩形との交点に基づいて、前記手候補の輪郭から指先候補を抽出する工程、及び、前記指先候補及び前記手候補の輪郭に基づいて推定指幅を決定する工程、を含んでおり、前記指候補の抽出は、予め決められた指幅の閾値内にある前記推定指幅に基づく。

20

【0004】

概して言えば、本発明の一態様は、拡張現実（AR）作業領域における指の押下を検出するためのシステムに関する。当該システムは、メモリと、当該メモリに接続されたコンピュータプロセッサとを含んでおり、前記コンピュータプロセッサが、AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得し、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記AR作業領域の画像から手候補を抽出し、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出し、前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出し、前記コンピュータプロセッサがさらに、前記AR作業領域の背景画像であって、グラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、前記撮像センサーを使用して取得し、前記手候補を抽出する工程が、前景マスクを生成するために前記画像と前記背景画像とを比較する工程、及び、予め設定されたスキン調フィルター及び前記前景マスクを使用し、前記背景画像のホワイトバランスパラメーターに基づいて、つながった色成分を前記画像から抽出する工程、を備え、前記手候補は、予め決められた寸法基準に基づいて、前記つながった色成分から選択される。

30

当該システムは、メモリと、当該メモリに接続されたコンピュータプロセッサと、を備えており、前記コンピュータプロセッサが、AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得し、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記AR作業領域の画像から手候補を抽出し、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出し、前記GUIのアイコンとの関係における前記指候

40

50

補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出し、前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭から複数の凸欠陥を抽出することを含んでおり、前記予め決められた信頼尺度は、前記複数の凸欠陥における隣り合う凸欠陥の間の距離と、予め決められた指幅の閾値とを含んでおり、前記指候補は、前記予め決められた指幅の閾値内の対応する距離を有する一対の隣り合う凸欠陥を含む。

当該システムは、メモリーと、当該メモリーに接続されたコンピュータプロセッサと、を備えており、前記コンピュータプロセッサが、AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得し、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記AR作業領域の画像から手候補を抽出し、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出し、前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出し、前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭から複数の指候補を抽出する工程、前記予め決められた信頼尺度に基づいて、前記複数の指候補の個々の信頼スコアを計算する工程、及び、前記個々の信頼スコアに基づき、指の有力候補として、前記複数の指候補から前記指候補を選択する工程、を含む。

当該システムは、メモリーと、当該メモリーに接続されたコンピュータプロセッサと、を備えており、前記コンピュータプロセッサが、AR作業領域の画像であって、ユーザーの手が置かれたグラフィックユーザーインターフェイス（GUI）のアイコンを含む画像を、撮像センサーを用いて取得し、少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、前記AR作業領域の画像から手候補を抽出し、予め決められた信頼尺度に基づいて、前記手候補の輪郭から指候補を抽出し、前記GUIのアイコンとの関係における前記指候補の位置に基づいて、前記ユーザーの手によって実行される前記指の押下を検出し、前記指候補を抽出する工程が、前記手候補の輪郭に基づいて、前記手候補の最小外接矩形を生成する工程、前記画像の境界線及び前記手候補の輪郭からなる群から選択された少なくとも1つと、前記最小外接矩形との交点に基づいて、前記手候補の輪郭から指先候補を抽出する工程、及び、前記指先候補及び前記手候補の輪郭に基づいて推定指幅を決定する工程、を含んでおり、前記指候補の抽出は、予め決められた指幅の閾値内にある前記推定指幅に基づく。

【0005】

本発明の他の態様は、以下の説明及び特許請求の範囲から明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】本発明の1つ以上の実施形態によるシステムを示す図である。

【図2】図2Aから図2Eは、本発明の1つ以上の実施形態による方法のフローチャートを示す図である。

【図3】図3Aから図3Dは、本発明の1つ以上の実施形態による実施例を示す図である。

【図4】本発明の1つ以上の実施形態によるコンピューターシステムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

本発明の具体的な実施形態について、添付の図を参照しつつ詳細に説明する。様々な図の中の同様の要素は、統一のため、同様の参照番号で示す。

【0008】

本発明の実施形態の以下の詳細な説明では、本発明のより完全な理解のために、具体的な細部が多数記載されている。しかしながら、本発明がこれらの具体的な細部なしに実施可能であることは、当業者には明らかであろう。他の例では、説明がいたずらに複雑になることを避けるため、周知の特徴については詳細に説明されてはいない。

【0009】

概して言えば、本発明の実施形態は、拡張現実システムのカメラが撮影したリアルタイム画像を使用して、アプリケーションの投影ユーザーインターフェイス上のユーザーの指

10

20

30

40

50

の押下を検出する方法、非一時的コンピューター読取可能媒体（ＣＲＭ）、及びシステムを提供する。カメラが撮影した一連の画像を分析することによって、ユーザーの指（又は一般的にはジェスチャー）を検出することにより、投影ユーザーインターフェイスとユーザーとの相互作用（例えば、指の押下）を推測する。アプリケーションには、マウスやタッチセンサーなどの専用機器に依存せず、推測結果に基づいて動作を実行するソフトウェアアプリケーション及び／又は機器を含んでもよい。この技術は、１つ又は複数の人間の指の光学的検出と、光学的に検出された指の位置及び速度の分析を含む。投影ユーザーインターフェイス内で指の押下が光学的に検出されると、アプリケーションが通知を受け取る。本発明の１つ以上の実施形態では、投影ユーザーインターフェイスは、カメラと一体化された光学プロジェクターによって投影される。光プロジェクター及びカメラを含む統合装置を、相互捕捉投影（ＰＩＣ）装置と呼ぶ。

10

【００１０】

図１は、本発明の１つ以上の実施形態によるシステムを示す。図１に示すように、システム（１００）は複数の構成要素を有し、例えば、バッファー（１０２）、表示エンジン（１０８）、アプリケーションエンジン（１１０）、手検出エンジン（１１２）、指検出エンジン（１１４）、及び指押下検出エンジン（１１６）を含んでもよい。これらの各構成要素（１０２、１０８、１１０、１１２、１１４、１１６）は、同一のコンピューター装置（例えば、パーソナルコンピューター、ラップトップ、タブレットＰＣ、スマートフォン、複合機、キオスク、サーバー、又は相互捕捉投影（ＰＩＣ）装置）、あるいは、有線及び／又は無線の区間を有する任意のサイズのネットワークによって接続された異なるコンピューター装置上に配置することができる。これらの各構成要素について以下に説明する。

20

【００１１】

バッファー（１０２）は、ハードウェア（すなわち回路）、ソフトウェア、又はこれらの任意の組み合わせにより実現することができる。バッファー（１０２）はＡＲ作業領域画像（１０４）、及びＡＲ作業領域画像（１０４）の抽出された特徴（１０６）を記憶するように構成される。複数のＡＲ作業領域画像（１０４）、及び／又は抽出された特徴（１０６）の複数の組が、バッファー（１０２）に記憶されてもよい。１つ以上の実施形態において、ＡＲ作業領域画像（１０４）はＡＲ作業領域（１０１）の画像である。ＡＲ作業領域（１０１）は、あらゆる種類の面（例えば、机、壁、ホワイトボード、又は床）であってよい。さらにＡＲ作業領域（１０１）は、マット、複数の作業面、凹凸面、又は空間的に分離された面を含むことができるが、特にこれらの構成には限定されない。ＡＲ作業領域画像（１０４）は、あらゆる画像形式（例えば、ＪＰＥＧ画像、ＧＩＦ画像、ビットマップ画像、ＴＩＦＦ画像、又はＰＤＦ文書）でバッファー（１０２）に保存することができる。

30

【００１２】

ＡＲ作業領域画像（１０４）は単一画像でも複数画像でもよい。例えば、複数のＡＲ作業領域画像（１０４）は、ライブ動画ストリーム（例えば、撮像素子によって同時に記録され送信される一連の画像フレーム）中に時間の経過とともに記録されるＡＲ作業領域（１０１）に対応してもよい。言い換えれば、ＡＲ作業領域画像（１０４）のそれぞれが、ライブ動画ストリームのフレームに対応していてもよい。本明細書全体を通して、「フレーム」の語は、ライブ動画ストリーム内のＡＲ作業領域画像を意味する。

40

【００１３】

ＡＲ作業領域画像（１０４）は、ユーザーが使用するソフトウェアアプリケーション又は機器の投影グラフィカルユーザーインターフェイス（ＧＵＩ）の、撮影された画像を含む。例えばＧＵＩは、ＡＲ作業領域（１０１）上に光学的に投影され、ＡＲ作業領域画像（１０４）内に光学的に捕捉されてもよい。ソフトウェアアプリケーションとふれあい、機器を制御するために、ユーザーはＡＲ作業領域（１０１）に投影されたＧＵＩ上に手を置いてよい。具体的には、ユーザーの指（１１８）を、ＧＵＩの一部としてＡＲ作業領域（１０１）に投影されたアイコンの上に置いてよい。ＡＲ作業領域画像（１０４）は

50

、指（１１８）や指（１１８）の一部といった、ユーザーの手の一部の画像を含んでもよい。ＡＲ作業領域（１０１）上に置かれたユーザーの手のような、前景物なしで撮影された１つ以上のＡＲ作業領域画像（１０４）は、背景画像である。１つ以上の実施形態では、背景画像は、前景物なしで撮影された複数のＡＲ作業領域画像（１０４）の平均である。投影されたＧＵＩ上に指（１１８）を置いたＡＲ作業領域画像（１０４）の一例が、図３Ａに描かれている。

【００１４】

具体的には図３Ａが、本発明の１つ以上の実施形態によるＡＲ作業領域画像の例を示す。図３Ａに示されるように、相互捕捉投影（ＰＩＣ）装置（３０１）は撮像部（例えば、２次元及び／又は３次元撮像素子）及び投影部（例えば、光学プロジェクター）を含む。投影部は、撮像部がＡＲ作業領域画像（１０４）を捉えるように、ＧＵＩ（３０２）をＡＲ作業領域（１０１）に投影する。具体的にはＡＲ作業領域画像（１０４）は、アイコン（３０３）上に指（１１８）を置いた状態での、ＧＵＩ（３０２）のアイコン（３０３）の画像を含む。

10

【００１５】

図１の説明に戻ると、抽出された特徴（１０６）は、ＡＲ作業領域画像（１０４）の抽出された内容、及び／又は、抽出された内容から導かれる特徴を含んでもよい。例えば、抽出された特徴（１０６）は、フィルターされた画像、変換された画像、フィルターされた又は変換された画像の色及び／又は輝度パラメータ、フィルターされた又は変換された画像から検出された幾何形状及び／又は輪郭を含み得るが、特にこれらの項目に限定されない。一般に、抽出された特徴（１０６）は、投影されたＧＵＩ上に置かれる指（１１８）に関する情報を含む。

20

【００１６】

投影されたＧＵＩ上での指の押下を検出するにあたり、抽出された特徴（１０６）が、手検出エンジン（１１２）、指検出エンジン（１１４）、及び指押下検出エンジン（１１６）によって生成及び／又は使用される。抽出された特徴（１０６）の例は、図３Ｂから図３Ｄを参照しつつ以下に詳細に説明される手候補、指候補、及び指先の軌道を含む。

【００１７】

上述したように、システム（１００）は表示エンジン（１０８）を含む。表示エンジン（１０８）はハードウェア（すなわち回路）、ソフトウェア、又はこれらの任意の組み合わせにより実現することができる。表示エンジン（１０８）は１つ以上の光及び／又は効果を用いて、ＡＲ出力画像をＡＲ作業領域（１０１）の面に投影するように構成される。１つ以上の実施形態では、ＡＲ出力画像は上述の投影されたＧＵＩである。

30

【００１８】

表示エンジン（１０８）は、デジタル画像をＡＲ作業領域（１０１）上に投影することができる２次元（２Ｄ）及び／又は３次元（３Ｄ）光学プロジェクターを含んでもよい。表示エンジン（１０８）は可視波長領域（例えばカラー又はモノクロ）で動作してもよい。

【００１９】

上述したように、システム（１００）はアプリケーションエンジン（１１０）を含む。アプリケーションエンジン（１１０）は、ハードウェア（すなわち回路）、ソフトウェア、又はそれらの任意の組み合わせにより実現することができる。アプリケーション・エンジン（１１０）は、ユーザーがアプリケーションソフトウェア又は機器にユーザーのためのタスクを実行させるために使用する、アプリケーションソフトウェア又は機器の一部であってもよい。

40

【００２０】

ＧＵＩをレンダリングするアプリケーションエンジン（１１０）に応答して、表示エンジン（１０８）がＡＲ作業領域（１０１）の領域内にＧＵＩを投影してもよい。ＡＲ作業領域（１０１）の領域のサイズ及び形状は、表示エンジン（１０８）及び／又はアプリケーションエンジン（１１０）によって決定され得る。

【００２１】

50

表示エンジン（１０８）は、ユーザーとアプリケーションエンジンとのやり取りを容易にする仮想指標（例えば状態指標）又は仮想制御（例えばボタン、スクロールバー、スイッチ及びノブ）といった、ＧＵＩ内の１つ以上のアイコンを投影してもよい。言い換えれば、仮想指標又は仮想制御は、ユーザーのための前述のタスクを完了するため、ユーザーがアプリケーションソフトウェア又は機器の特徴を誘導及び操作することを可能にしてもよい。

【００２２】

上述のように、システム（１００）は手検出エンジン（１１２）を含む。手検出エンジン（１１２）はハードウェア（すなわち回路）、ソフトウェア、又はこれらの任意の組み合わせにより実現することができる。手検出エンジン（１１２）は、ＡＲ作業領域（１０１）を撮像することによりＡＲ作業領域画像（１０４）を生成するように構成される。例えば、手検出エンジン（１１２）は、ＡＲ作業領域（１０１）のデジタル画像を捉えるために、撮像センサーを有する２次元及び／又は３次元撮像素子（例えば、カメラ又は１つ以上のカメラの組み合わせ）を含んでもよい。さらに、手検出エンジン（１１２）は、ＡＲ作業領域画像（１０４）を分析することにより、ユーザーの手を表す手候補を生成するように構成される。１つ以上の実施形態では、手検出エンジン（１１２）は、図２Ａから図２Ｃを参照しつつ以下に説明する方法を使用して手候補を生成する。手検出エンジン（１１２）によって生成される手候補の例が、図３Ｂから図３Ｃに描かれている。

【００２３】

具体的には図３Ｂが、ＡＲ作業領域画像（１０４）うちの１つにおける画像部分Ａ（３１０）内の手候補Ａ（３１１）の例を示す。手候補Ａ（３１１）は凸包（３１２）で囲まれている。ｃ１及びｃ２としてラベル付けされた２つの凸欠陥が、他のラベルなしの些細な凸欠陥（後述）とともに、手候補Ａ（３１１）（より具体的には手候補Ａ（３１１）の外郭）と凸包（３１２）との間に存在する。具体的には凸欠陥ｃ１は、頂点で接合されて凸包（３１２）から外れた凹角を形成する、隣り合う２辺を含む。頂点は手候補Ａ（３１１）の輪郭上にあり、２辺は頂点を囲む輪郭の線形近似である。各辺は、一端が頂点で終端し、他端が凸包と輪郭との交点で終端する。同様に、凸欠陥ｃ２は、別の頂点で接合されて凸包（３１２）から外れた別の凹角を形成する、隣り合う２辺を含む。各凸欠陥の反時計回りでの前辺を、凸欠陥の辺ｅ１と呼ぶ。反対に、各凸欠陥の反時計回りでの後辺を、凸欠陥の辺ｅ２と呼ぶ。従って、凸欠陥ｃ１の辺ｅ２と凸欠陥ｃ２の辺ｅ１とは互いに隣接している。

【００２４】

図３Ｃは、ＡＲ作業領域画像（１０４）のうちの他の１つにおける画像部分Ｂ（３１４）内の手候補Ｂ（３１３）の一例を示す。例えば、画像部分Ａ（３１１）及び画像部分Ｂ（３１４）は、２つの異なる時点で撮影された２つの異なるＡＲ作業領域画像（１０４）内にあってもよい。具体的には、手候補Ａ（３１１）及び手候補Ｂ（３１４）は、２つの異なる時点におけるユーザーの手の異なる姿勢に対応する。

【００２５】

図３Ｃに示すように、ｃ３及びｃ４とラベル付けされた２つの凸欠陥が、他のラベルなしの些細な凸欠陥とともに、手候補Ｂ（３１４）と対応する凸包との間に存在する。具体的には、凸欠陥ｃ３及びｃ４の各々は、頂点で接合されて凸包から外れた凹角を形成する隣り合う２辺を含む。凸欠陥ｃ４の２辺の長さはｄ１及びｄ２として表される。上記凸欠陥ｃ１、ｃ２、ｃ３、ｃ４の各々において、頂点と、頂点から離れた２つの端点ｅ１、ｅ２とが、全体として三角形をなす。頂点から、対向する辺までの三角形の高さを、凸欠陥の深さと呼ぶ。

【００２６】

図１の説明に戻ると、システム（１００）は指検出エンジン（１１４）を含む。指検出エンジン（１１４）はハードウェア（すなわち回路）、ソフトウェア、又はそれらの任意の組み合わせにより実現することができる。さらに指検出エンジン（１１４）は、ＡＲ作業領域画像（１０４）内の手候補を分析することにより、ユーザーの指（１１８）を表す

10

20

30

40

50

指候補を生成するように構成される。１つ以上の実施形態では、指検出エンジン（１１４）は、図２Ａ及び図２Ｄを参照しつつ以下に説明する方法を使用して指候補を生成する。指検出エンジン（１１４）によって生成された指候補の一例が、図３Ｂ及び図３Ｃに示される。

【００２７】

具体的には、図３Ｂ及び図３Ｃでは各ｃ１、ｃ２及びｃ３について、ｅ１及びｅ２の各々の長さが、予め設定された最短の長さを超える。また、各ｃ１、ｃ２及びｃ３の深さも、予め設定された最少の深さを超える。予め設定された最短の長さ、及び予め設定された最少の深さの両方を満たすことから、各ｃ１、ｃ２及びｃ３は有効な凸欠陥とみなされる。対照的に、ｃ４の長さｄ２は予め設定された最短の長さより短く、ｃ４の深さは予め設定された最少の深さより浅い。予め設定された最短の長さの基準、及び予め設定された最少の深さのどちらも満たさないことから、ｃ４は有効な凸欠陥とはみなされない。言い換えれば、ｃ４は些細な凸欠陥である。

10

【００２８】

図３Ｂは隣り合う一对の有効な凸欠陥ｃ１及びｃ２を示しており、欠陥ｃ１のｅ２と欠陥ｃ２のｅ１とが隣り合う。予め設定された最大指幅閾値内にある、隣り合う凸欠陥ｃ１及びｃ２の隣り合う辺の間の距離に基づいて、隣り合う凸欠陥ｃ１及びｃ２の隣り合う辺が、指候補（３１１ａ）を規定する。１つ以上の実施形態では指候補（３１１ａ）は、図２Ｄを参照しつつ以下に説明する方法を使用して決定される。

【００２９】

20

図３Ｂとは対照的に、図３Ｃは、単一の有効な凸欠陥ｃ３を有する手候補Ｂ（３１３）と、有効な凸欠陥のない手候補Ｃ（３２１）とを示す。両方の手候補において、各手候補の最小外接矩形が「min Rect」で表される。従って、「tip」として示される指先は、手候補の輪郭とmin Rectとの交点として検出される。１つ以上の実施形態では、「tip」として示される指先は、図２Ｄを参照しつつ以下に説明する方法を使用して決定される。

【００３０】

図１の説明に戻ると、１つ以上の実施形態ではシステム（１００）は指押下検出エンジン（１１６）を含む。指押下検出エンジン（１１６）は、ハードウェア（すなわち回路）、ソフトウェア、又はこれらの任意の組み合わせにより実現することができる。また、指押下検出エンジン（１１６）は、ＡＲ作業領域画像（１０４）内の指候補を分析することにより、ユーザーの指の押下を検出するように構成される。一つ以上の実施形態では指押下検出エンジン（１１６）は、図２Ａ及び図２Ｅを参照しつつ以下に説明する方法を用いて、指の押下を検出する。指押下検出エンジン（１１６）によって検出された指の押下の例を図３Ｄに示す。

30

【００３１】

具体的には図３Ｄは、指先の軌道（３３３）を形成する、一連の検出された指先（例えば、検出された指先（３３２））を重ね合わせた画像部分Ｄ（３３０）を示す。具体的には、一連の白い点が連続した指先の軌道に対応するように、検出された各指先が図３Ｄの１つの白い点に対応する。指先の軌道（３３３）における、検出された２つの隣り合う指先の間の距離は、ユーザーの指の移動速度に対応する。場所（３３４）内では、検出された隣り合う指先の間の各距離は、予め設定された最小値を下回る。言い換えれば、ユーザーの指の動きは場所（３３４）内で遅くなるか、あるいは停止する。従って、場所（３３４）内で撮影されたユーザーの指の動きが、指の押下として決定される。１つ以上の実施形態において、ユーザーの指の移動速度に基づいて指の押下を決定するにあたり、図２Ｅを参照しつつ以下に説明する方法が使用される。

40

【００３２】

上記システム（１００）は６つの構成要素（１０２、１０８、１１０、１１２、１１４、１１６）を有するものとして示されているが、本発明の他の実施形態では、システム（１００）は、より多くの又はより少ない構成要素を有してもよい。また、上記各構成要素

50

の機能は複数の構成要素間で共有されてもよい。さらに、各構成要素（１０２、１０８、１１０、１１２、１１４、１１６）は、反復演算を実行するために連続で又は並行して複数回利用されてもよい。

【００３３】

図２Ａから図２Ｅは、本発明の１つ以上の実施形態によるＡＲ作業領域内の指の押下を検出する方法のフローチャートを示す。図２Ａから図２Ｅの１つ以上のステップは、図１を参照しつつ先に説明したシステム（１００）の構成要素によって実行されてもよい。本発明の１つ以上の実施形態において、図２Ａから図２Ｅに示される１つ以上のステップは省略及び／又は繰り返されてもよいし、あるいは図２Ａから図２Ｅに示される順序とは異なる順序で実行されてもよい。つまり、本発明の範囲は、図２Ａから図２Ｅに示される具体的なステップの順序に限定されるとみなすべきではない。

10

【００３４】

図２Ａを参照すると、まずステップ２０１において、撮像センサーを使用してＡＲ作業領域の背景画像を得る。１つ以上の実施形態では、背景画像はグラフィックユーザーインターフェイス（ＧＵＩ）のアイコンを含む。ＧＵＩは例えば光学プロジェクターを使用してＡＲ作業領域に投影することができる。ステップ２０１の細部の例を、図２Ｂを参照しつつ以下に説明する。

【００３５】

ステップ２０２では、ユーザーの手がＡＲ作業領域上に置かれた状態でのＡＲ作業領域の画像が、撮像センサーを使用して取得される。具体的には画像がＧＵＩに加え、ユーザーの手の一部分の投影をも含む。１つ以上の実施形態では、画像は、ＡＲ作業領域上に置かれたユーザーの指を記録するライブ動画ストリームといった、一連の画像のうちの一部である。画像は例えば、再符号化と同時に撮像センサーから送信されるライブ動画ストリームの１フレームである。具体的には、以下に説明するようにステップ２０３からステップ２０６を繰り返すことによって、一連の画像又はライブ動画ストリームが撮影され、分析される。

20

【００３６】

ステップ２０３では少なくともスキン調カラーフィルターに基づいて、コンピュータプロセッサにより、ＡＲ作業領域の画像から手候補が抽出される。１つ以上の実施形態では、手候補を抽出することは、前景マスクを生成するために画像と背景画像とを比較することと、予め決められたスキン調フィルターを用い、背景画像のホワイトバランスパラメーターに基づいて、つながった色成分を画像から抽出することとを含む。具体的には手候補は、予め決められた寸法基準に基づいて、つながった色成分から選択される。ステップ２０３の細部の例を、図２Ｃを参照しつつ以下に説明する。

30

【００３７】

ステップ２０４では、予め決められた信頼尺度に基づいて、コンピュータプロセッサにより、手候補の輪郭から指候補が抽出される。１つ以上の実施形態では、手候補の輪郭から凸欠陥を抽出することに基づいて、指候補が抽出される。１つ以上の実施形態では、予め決められた信頼尺度は、隣り合う凸欠陥と、予め決められた指幅の閾値との間の距離を比較することに基づいている。例えば、指候補は、対応する距離が予め決められた指幅閾値内にある一対の隣り合う凸欠陥に対応する。１つ以上の実施形態では、予め決められた信頼尺度はさらに指の資質尺度、指先の資質尺度、及び隣り合う指候補の存在に基づいている。

40

【００３８】

手候補の輪郭から複数の指候補を抽出してもよく、各指候補の個々の信頼スコアを予め決められた信頼尺度に基づいて計算する。従って、個々の信頼スコアに基づいて指候補から指の有力候補が選択される。例えば指の有力候補は、最も高い信頼スコアを有する指候補として選択されてもよい。ステップ２０４の細部の例を、図２Ｄを参照しつつ以下に説明する。

【００３９】

50

ステップ 205 では、GUI のアイコンに対する指候補の位置に基づいて、コンピュータプロセッサにより、ユーザーの手によって実行される指の押下が検出される。例えば、指候補が GUI 上にあって特定のアイコン内で停止していると検出された場合、特定のアイコン上での指の押下の通知がアプリケーションに送信される。それに従い、アプリケーションは、特定のアイコンに対応する予め決められたタスクを実行する。1 つ以上の実施形態では、GUI 上に置かれた指の速度は、AR 作業領域の一連の記録された（ライブ動画ストリームからの）画像から抽出された指候補の一連の位置から計算される。停止は、特定領域内で遅くなっている指の速度に基づいて決定される。ステップ 205 の細部の例を、図 2 E を参照しつつ以下に説明する。

【0040】

ステップ 206 では、指押下検出を継続すべきか否かの判定がなされる。判定が肯定的、すなわち指押下検出を継続する場合には、ステップ 202 に戻り、一連の画像のうちの次の画像が得られる。判定が否定的、すなわち指押下検出を継続しない場合には、本方法は終了する。

【0041】

図 2 B は、上記図 2 A に示されたステップ 201 の細部の例を示す。1 つ以上の実施形態において、AR 作業領域がいずれの前景物にも干渉されないとき、システム（100）の初期化工程中に、N 個の AR 作業領域画像フレームを平均化することによって背景画像が得られる。N は典型的には 5 に設定される。ホワイトバランスパラメーターが背景画像から計算されることにより、基礎となる RGB 成分が等しくなる。

【0042】

図 2 B を参照すると、最初にステップ 211 において、例えば AR 作業領域を記録しているライブ動画ストリーム内のフレームとして、AR 作業領域画像が得られる。

【0043】

ステップ 212 では、背景画像がすでに利用可能であるかどうかを確認される。背景画像がすでに利用可能である場合、方法は終了する。背景画像がまだ利用可能でない場合、取得したフレームが格納される（ステップ 213）。

【0044】

ステップ 214 では、背景画像を計算するために十分なフレームが記憶されているかどうかを確認される。十分なフレームが利用可能でない場合はステップ 211 に戻る。十分なフレームが利用可能であれば、例えば記憶されたフレームの画素値を平均化することにより、背景画像が計算される（ステップ 215）。

【0045】

ステップ 216 では、ホワイトバランスパラメーターが背景画像から計算される。例えば、図 1 で先に説明したように、算出されたホワイトバランスパラメーターは、抽出された特徴（106）の一部としてバッファ（102）に記憶されてもよい。

【0046】

図 2 C は、上述した図 2 A におけるステップ 203 の細部の例を示す。1 つ以上の実施形態において、手候補を他の物体から区別するための、より計算量の多い操作を適用する前に、手候補を検出して探索領域を絞り込むために、スキン調フィルターが使用される。言い換えれば、スキン調フィルターを使うことにより、リアルタイム性能を達成するために必要な計算資源が低減される。スキン調検出は色成分のみに基づいており、輝度、すなわちスキンの濃度レベルの変動に対して耐性がある。

【0047】

図 2 C を参照すると、ユーザーからの指の押下が予想される実行時間中に、ライブ動画ストリーム内の各入力フレームは、以下のように処理される。最初に、ステップ 221 において、上記初期化工程から導き出された背景フレームに対してフレームを比較することによって、前景マスクが計算される。前景画素は、同じ位置にある背景画素とは大きく異なる画素値を持つ画素として規定される。1 つ以上の実施形態では前景マスク内の値は、前景画素に対して 255、他のすべての画素に対して 0 に設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

ステップ 2 2 2 では、入力フレームと前景マスクとの間でビット単位の A N D 演算を実行することによって、前景マスクが適用される。さらに、画像をぼかすためにローパスフィルターが適用される。また、画像のホワイトバランスは、上記図 2 B に示す初期化工程中に取得したホワイトバランスパラメーターを用いて行われる（ステップ 2 2 3）。ホワイトバランスの後、画像が R G B 空間から Y C r C b 空間に変換されることにより、色成分から輝度が分離される（ステップ 2 2 4）。

【 0 0 4 9 】

ステップ 2 2 6 では、スキン調カラーフィルターとスキン調マスクが、Y C c C b 空間内のホワイトバランス画像に適用される。Y C c C b 空間ではスキン調範囲内の画素値が 2 5 5 に設定され、残りの画素値が 0 に設定される。ノイズのような斑点を除去するために形態的収縮が実行され、穴を埋めるために形態的膨張が実行される。

10

【 0 0 5 0 】

ステップ 2 2 7 において、塊を形成するため、ステップ 2 2 6 からの出力画像内で連結成分が検出される。予め設定された範囲内の寸法を有し、かつ予め設定された指押下検出領域と重複する塊が保持される（ステップ 2 2 7）。従って、保持された塊の各々は、手候補とみなされる。

【 0 0 5 1 】

図 2 D は、図 2 A において上述したステップ 2 0 4 の細部の例を示す。具体的には、上記で検出された各手候補は、指及び指先の有力候補を見つけるために分析される。1 つ以上の実施形態では、指候補を識別するため、手候補の輪郭をなぞることにより、予め規定された一組の基準内の幅及び長さ、例えば、0 . 2 5 から 1 . 2 5 インチの幅、及び 1 インチを超える長さを有する、突出した特徴を探索する。指候補は、突出した特徴の形状又は指の姿勢を何ら仮定することなく識別される。例えば指は、まっすぐでも曲がっていてもよく、また、伸ばしていても、拳の中に収まっていなくてもよい。さらに、目標の位置に 1 本の指さえあれば、指の押下を検出することができる。

20

【 0 0 5 2 】

図 2 D を参照すると、指候補を検出するにあたり、手候補の外郭が抽出されることにより（ステップ 2 3 1）、輪郭の凸包が計算される（ステップ 2 3 2）。従って、輪郭の凸欠陥が検出される（ステップ 2 3 3）。ステップ 2 3 3 において凸欠陥の数が 1 より多い場合、ステップ 2 3 4 から 2 3 9 が、時計回り又は反時計回りのいずれかの順序で、手候補の輪郭に沿って、各凸欠陥について繰り返される。

30

【 0 0 5 3 】

ステップ 2 3 4 では、凸欠陥を分析することにより指先を検出する。まず、上述したように、2 辺 c 1 及び c 2 の長さが計算され、それぞれ d 1 及び d 2 で表される。d 1 又は d 2 のいずれかが予め設定された最小指長閾値より大きい場合、d 1 又は d 2 が指の辺であるとともに凸欠陥が有効な凸欠陥である可能性が高い。d 1 及び d 2 の両方が予め設定された最小指長閾値より小さい場合、又は欠陥深さが予め設定された最小閾値より小さい場合、凸欠陥は些細なものであるとみなされ、無視される。

【 0 0 5 4 】

有効な各凸欠陥に対して、凸欠陥の e 2 を、後続の凸欠陥の e 1 と比較する。2 辺の間の距離が最大指幅の閾値内にある場合、2 辺は指候補をなす。上記図 3 B に示す指候補（3 1 1 a）は、こうして検出された指候補の一例である。

40

【 0 0 5 5 】

隣り合う指が拳内に折り畳まれている図 3 C に示された手候補 B（3 1 3）のように、辺が別の適当な辺と一致しない場合、又は図 3 C に示される手候補 C（3 2 1）のように有効な凸欠陥が存在しない場合、一本の指及び対応する指先を探索しようとする際に以下の工程が行われる。当該工程は、図 3 C に示す例に基づいて説明される。

【 0 0 5 6 】

手候補の最小外接矩形 m i n R e c t を調べ、m i n R e c t の寸法が設定基準内にあ

50

る場合は、次のステップに進む。それ以外の場合は、この候補のための処理を終了する。この例では、手候補 B (3 1 3) 及び手候補 C (3 2 1) は、設定基準に合致するそれぞれの $\min Rect$ を有する。従って、上記工程は、各 $\min Rect$ の境界上で指先候補を探索する。

【 0 0 5 7 】

$\min Rect$ が画像の境界上にある場合、上記工程は、 $\min Rect$ の短い寸法を有する輪郭の交点を見つける。それは画像の境界から最も遠い位置にある。複数の交点が見つかった場合は、中央の交点が指先候補として指定される。指先候補は、手候補 B (3 1 3) 及び手候補 C (3 2 1) のそれぞれに存在し、図 3 C では「tip」と表記されている。他の例では、 $\min Rect$ が画像の境界上にない場合、上記工程は凸包と $\min Rect$ の短辺との間のすべての交点を集める。交点の数が最小となる短辺が、指先の存在する可能性が最も高い辺として選択される。その辺上で複数の交点が見つかった場合、中央の交点が指先候補として指定される。

【 0 0 5 8 】

指先が位置する手候補 B (3 1 3) 及び手候補 C (3 2 1) のそれぞれにおいて、上記工程は、指先から一定の距離（例えば、0.5 インチや 1 インチ）だけ離れた、指の各辺に沿った 2 つの異なる位置における、指の幅を推定する。双方の場所で測定された幅が、予め設定された指幅範囲内にあり、指候補としてのより高い資質を表す場合、指候補は受け入れられる。さらに、指先から離れた位置で測定された幅が、指先に近い位置で測定された幅よりも大きく、指候補としてのさらに高い資質を表す場合、ステップ 236 で後述するように、より高い信頼スコアが与えられる。指候補又は指先が見つからない場合、工程はステップ 239 に進む。

【 0 0 5 9 】

ステップ 236 では、幅の推定（指の資質尺度に対応）、両辺が存在するかどうか（例えば、隣り合う指候補の存在）、形の良い指先が存在するかどうか（指先の資質尺度に対応）、といった要素の組合せを使用して、指候補に対して信頼スコアが計算される。最終的な信頼スコア（C）は、下記数式 1 に示すように、サブスコアの重み付けされた和である。N はサブスコアの合計であり、 a_n 及び S_n はそれぞれ n 番目の寄与因子の重みとサブスコアである。

【数 1】

$$C = \sum_{n=1}^N (a_n S_n)$$

【 0 0 6 0 】

以下の実施例では、指幅（w）に対するサブスコア $S(w)$ の 1 つが、下記数式 2 として定義される。この実施例では 0.5 が、 $S(w) = 1$ の最大サブスコアに対応する平均幅である。w が平均（0.5）から離れると、サブスコア $S(w)$ は減少し、0 に近づく。除数（この例では 0.01）がサブスコアの減少速度を制御する。

【数 2】

$$S(w) = e^{\left(-\frac{(w-0.5)^2}{0.01}\right)}$$

【 0 0 6 1 】

下の表 1 は、実施例における全信頼スコア（C）に寄与する要素としてのサブスコアの例をまとめたものである。表 1 の 1 列目、2 列目、3 列目は、1 つ以上の指の資質尺度と指先の資質尺度に対応していてもよい。表 1 の 4 列目は、隣り合う指候補が存在するか否

かを示すものであってもよい。

【表 1】

名称	重量	サブスコア算出
指幅	1	$S(w) = e^{(-\frac{(w-0.5)^2}{0.01})}$
些細な凸欠陥の数	1	$S(m) = \{1, m \in [1, 5] \text{ 0.5, 他}\}$
先端にかけての幅テーパ	0.5	$S(t) = \{1, \text{先端にかけての幅テーパ 0.25, 他}\}$
対称性 (両側の主な凸欠陥)	0.5	$S(s) = \{1, \text{対称性 0.75, 他}\}$

10

【0062】

表 1 に基づいて、信頼スコアの合計を下記数式 3 のように計算する。

【数 3】

$$C = S(w) + S(m) + 0.5 S(t) + 0.5 S(s)$$

20

【0063】

指候補の信頼スコアが予め設定された閾値を超えると、指候補がリストに追加される (ステップ 238)。予め設定された閾値を超える指候補がない場合、方法はステップ 239 へ進む。

【0064】

ステップ 239 では、処理すべき凸欠陥がさらにあるか否かの判定がなされる。YES の場合、工程はステップ 234 に戻る。NO の場合、工程はステップ 240 へ進み、最も高い信頼値を有するものとして、指先の有力候補が選択される (ステップ 240)。

【0065】

図 2 E は、上述した図 2 A におけるステップ 205 の細部の例を示す。1 つ以上の実施形態では 2D カメラが PIC で使用されるが、これは、ユーザーの指が面に接触していることを確実に直接判別することができない。このような実施形態では、ユーザーの指の動きに基づいて指の押下が推定される。この推定は、意図的な押下が、指の移動軌道における停止を含むことに基づいている。

30

【0066】

図 2 E を参照すると、最初にステップ 251 において、上記工程から検出されたすべての指先位置が、検出が発生した際に時刻印と共に一連の位置に繰り返し追加される。従って、それぞれの時点において指先の移動速度が計算される (ステップ 252)。指押下検出ステートマシン (253) は、ステップ 251 及びステップ 252 が繰り返し (すなわち、反復して) 実行される間、表 2 に列挙された規則に基づいて実行される。

40

【表 2】

- a. 最初、ステートマシンは不明の状態である。
- b. 最初の指先位置を受信すると、ステートマシンは「移動中」状態となる。
- c. 速度が「停止閾値」より低い場合
 - i. 現状が「移動中」の場合、ステートマシンは「停止」状態となり、現在時刻 (T_p) を記録する。
 - ii. 現状が「停止」の場合、 T_p (L) からの経過時間を計算する。
 - 1. L が「停止時間の閾値」 ($D_p = 200$ ミリ秒) 未満の場合、停止状態を保つ。
 - 2. $L > D_p$ の場合、「押下」状態となり、「指の押下」イベントを出力する。
 - iii. 現状が「押下」の場合、「押下」状態を保つ。
- d. 速度が「停止閾値」より高い場合
 - i. 現状が「移動中」の場合、ステートマシンは「移動中」を保つ。
 - ii. 現状が「移動中」でない場合
 - 1. 速度が「移動」閾値より高い (ヒステリシス測定で「停止閾値」より高い) 場合、ステートマシンは「移動中」状態となる。現状が「押下」の場合、「指の押上」イベントが発生する。
 - 2. 速度が「移動閾値」未満の場合、ステートマシンは現状を保つ。
- e. 最後の指先から長い時間が経過すると、「不明」状態となる。

10

20

【0067】

停止閾値は、例えば処理間隔 (例えば 66 ミリ秒) 中に 0.25 インチである。フレーム間隔 (すなわち、ライブ動画ストリーム内の隣り合うフレームの間隔) は、システムの現在の処理負荷に基づいて調整することができ、システムへの負荷が増加するにつれて間隔が増加する。フレーム間隔は通常 33 ~ 99 ミリ秒の範囲である。

30

【0068】

図 3A から図 3D は、本発明の 1 つ以上の実施形態による実施例を示す。図 3A から図 3D に示す実施例は、図 1 及び図 2A から図 2E を参照しつつ上述したシステム及び方法フローチャートに基づいている。本発明の 1 つ以上の実施形態において、図 3A から図 3D に示される 1 つ以上の要素は、省略され、繰り返され、及び / 又は異なる配置で編成されてもよい。つまり、本発明の範囲は、図 3A から図 3D に示される各要素の特定の配置に限定されるものとみなすべきではない。

【0069】

40

図 3A から図 3D の様々な詳細が、上記図 1 の説明と共に説明されてきた。1 つ以上の実施形態において、図 3A から図 3D に示される実施例は、一組のカメラ及びプロジェクターを備えた投影ユーザーインターフェイスに対応する。当該ユーザーインターフェイスにおいてユーザーは、マウス又はタッチスクリーンがない場合に、1 本以上の指を使用して、一般的な現実の面 (机や壁など) 上の投影されたボタンとふれあうことができる。例えば、図 3A 及び図 3D を参照すれば、アイコン (303) と重なる場所 (334) 内のユーザーの指の押下を検出すると、アプリケーションは、従来のユーザーインターフェイスによってマウスクリックイベントが処理されるのと同様にして、アイコン (303) 上での検出された指の押下の通知を受信する。この通知を受けて、アプリケーションは、マウスやタッチセンサーといった専用ユーザーインターフェイス装置に頼ることなく、アイ

50

コン(303)に対応した予め決められたタスクを実行する。

【0070】

本発明の実施形態は、使用されているプラットフォームに関係なく、実質的にあらゆるタイプのコンピューターシステム上で実施可能である。例えば、コンピューターシステムは、1つ以上のモバイル機器(例えば、ラップトップコンピューター、スマートフォン、個人用デジタル補助器、タブレット・コンピューター、その他のモバイル機器)、デスクトップ・コンピューター、サーバー、サーバーシャーシ内のブレードであってよい。あるいは、本発明の1つ以上の実施形態を実行するための最小処理能力、メモリー、及び入出力装置を少なくとも有するあらゆる他のタイプのコンピューター装置又は装置であってもよい。例えば図4に示すように、コンピューターシステム(400)は、1つ以上のコン
10
ピュータープロセッサ(402)、関連するメモリー(404)(例えば、ランダムアクセスメモリー(RAM)、キャッシュメモリー、フラッシュメモリー等)、1つ以上の記憶装置(406)(例えば、ハードディスク、コンパクトディスク(CD)ドライブ又はデジタル汎用ディスク(DVD)ドライブなどの光ドライブ、フラッシュメモリースティック等)、及び多数の他の素子及び機能を含んでもよい。コンピュータープロセッサ(402)は、命令を処理するための集積回路であってもよい。例えば、コンピューター
20
プロセッサは、プロセッサの1つ以上のコア、又はマイクロコアであってもよい。コンピューターシステム(400)は、タッチスクリーン、キーボード、マウス、マイクロフォン、タッチパッド、電子ペン、又は他のあらゆるタイプの入力装置といった、1つ以上の入力装置(410)をさらに含んでもよい。また、コンピューターシステム(400)
20
は、スクリーン(例えば、液晶ディスプレイ(LCD)、プラズマディスプレイ、タッチスクリーン、ブラウン管(CRT)モニター、プロジェクター、又は他の表示装置)、プリンター、外部記憶装置、又は他のあらゆる出力装置といった、1つ以上の出力装置(408)を含んでもよい。1つ以上の出力装置は、入力装置と同じであっても、異なっ
30
ていてもよい。コンピューターシステム(400)は、ネットワークインターフェイス接続(図示せず)を介して、ネットワーク(412)(例えば、ローカルエリアネットワーク(LAN)、インターネットやモバイルネットワークといったワイドエリアネットワーク(WAN)、又は他のあらゆるタイプのネットワーク)に接続されてもよい。入出力装置は、その場で又は(例えば、ネットワーク(412)を介して)遠隔で、コンピューター
30
プロセッサ(402)、メモリー(404)、及び記憶装置(406)に接続されてもよい。多くの異なるタイプのコンピューターシステムが存在しており、前述の入出力装置は他の形態であってもよい。

【0071】

本発明の実施形態を実行するためのコンピューター読取可能プログラムコードの形式におけるソフトウェア命令は、CD、DVD、記憶装置、ディスク、テープ、フラッシュメモリー、物理メモリー、又は他のあらゆるコンピューター読取可能記憶媒体といった、非一時的コンピューター読取可能媒体に、全体的又は部分的に、一時的又は恒久的に記憶されてもよい。具体的には、ソフトウェア命令は、プロセッサによって実行されるときに本発明の実施形態を実行するように構成された、コンピューター読取可能プログラム
40
コードに対応してもよい。

【0072】

また、前述のコンピューターシステム(400)の1つ以上の要素は、遠隔地に配置され、ネットワーク(412)を介して他の要素に接続されてもよい。さらに、本発明の1つ以上の実施形態は、複数のノードを有する分散システム上で実現されてもよく、本発明の各部分は、分散システム内の異なるノード上に配置することができる。本発明の一実施形態では、ノードは別個のコンピューター装置に対応する。あるいはノードは、付属の物理メモリーを有するコンピュータープロセッサに対応していてもよい。あるいはノードは、共有メモリー及び/又はリソースを有するコンピュータープロセッサ又はコンピュータープロセッサのマイクロコアに対応していてもよい。

【0073】

10

20

30

40

50

本発明の１つ以上の実施形態は、以下の利点のうち１つ以上を有することができる。専用ハードウェアなしで一般的なカメラからストリーミングされた低解像度画像（例えばライブ動画）に基づいて、ユーザーの指の押下を検出する能力。ボタン領域内に他の物体が存在することによる誤った手の検出を（人のスキン調及び手の輪郭を使用して）除去／低減する能力。ボタンを押すことを意図していない、カメラの下の手や腕の動きの存在による誤った潜在的誘因を、（「押下」イベントが発生する前に、ユーザーが一定期間、ある場所で一時停止したことを保証するべく、手の動きを分析することにより）除去／低減する能力。応答時間は待ち時間なしで即座に訪れるため、リアルタイムの実行でボタンの押下を検出する能力。深度情報を使用して検出精度を向上させるため、及び／又は、追加のさまざまな手のジェスチャーを認識するため、１つ以上のカメラ（２Ｄ又は３Ｄ）を追加してシステムを拡張する能力。

10

【００７４】

限られた数の実施形態との関連で本発明を説明したが、本開示に触れた当業者ならば、ここに開示される発明の範囲から逸脱しない他の実施形態を考えつくであろう。従って、本発明の範囲は、添付の請求項によってのみ制限されるべきである。

20

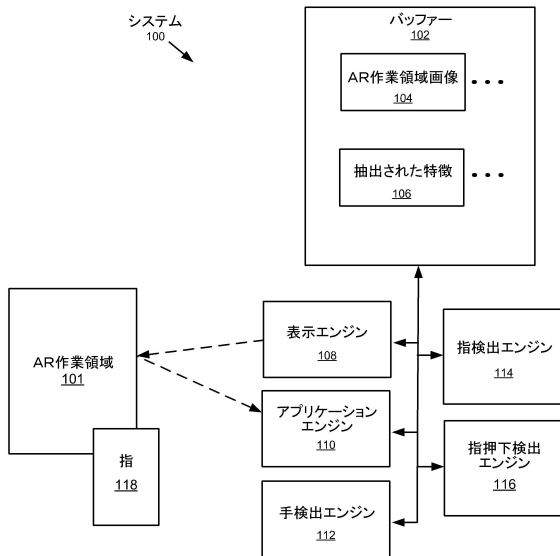
30

40

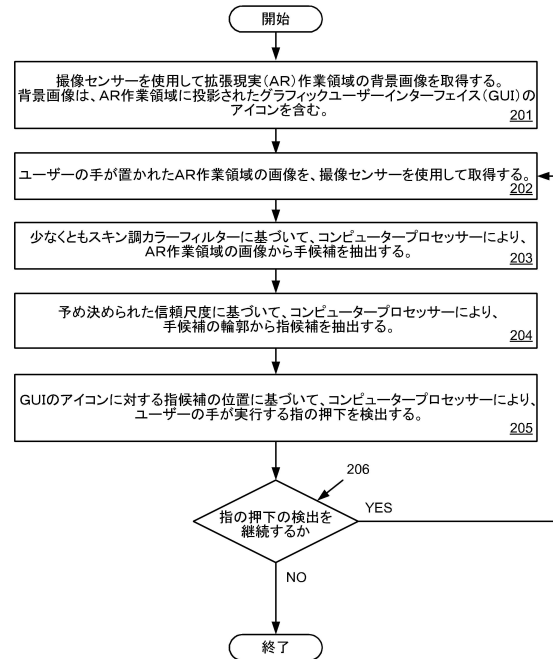
50

【図面】

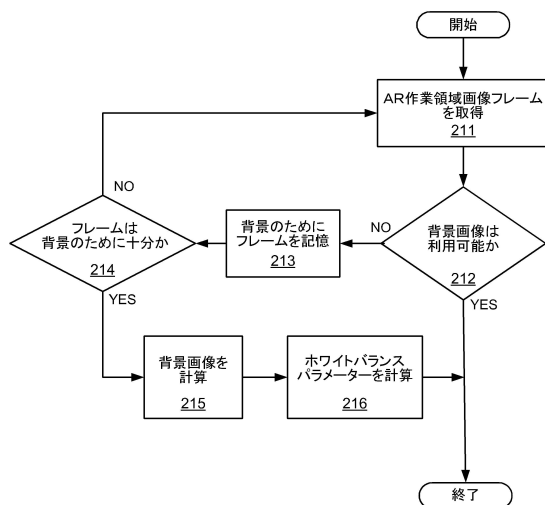
【図 1】



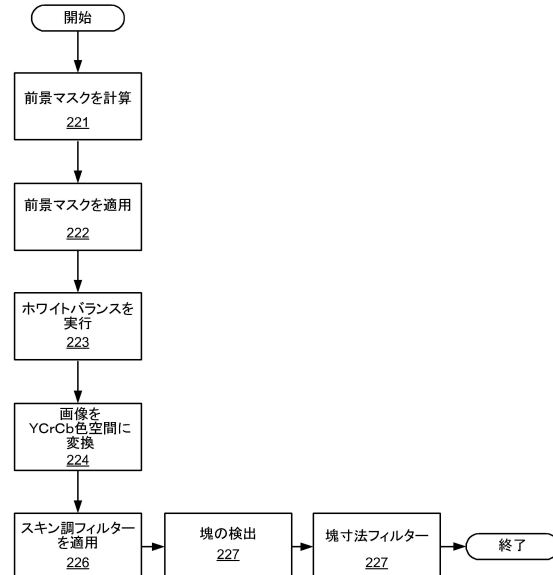
【図 2 A】



【図 2 B】



【図 2 C】



10

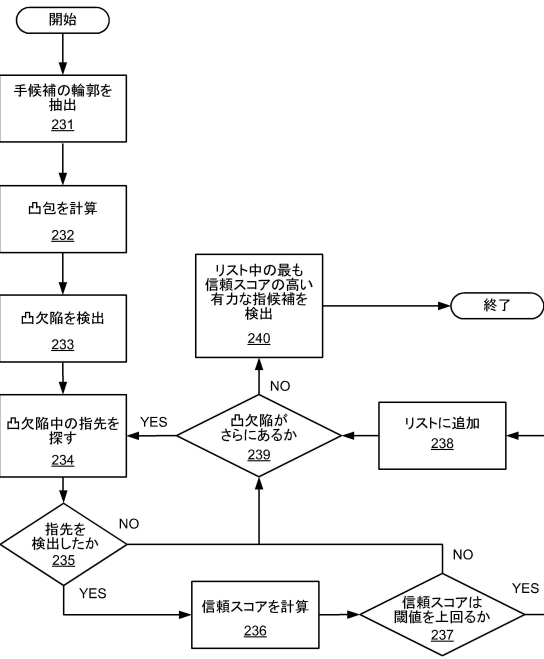
20

30

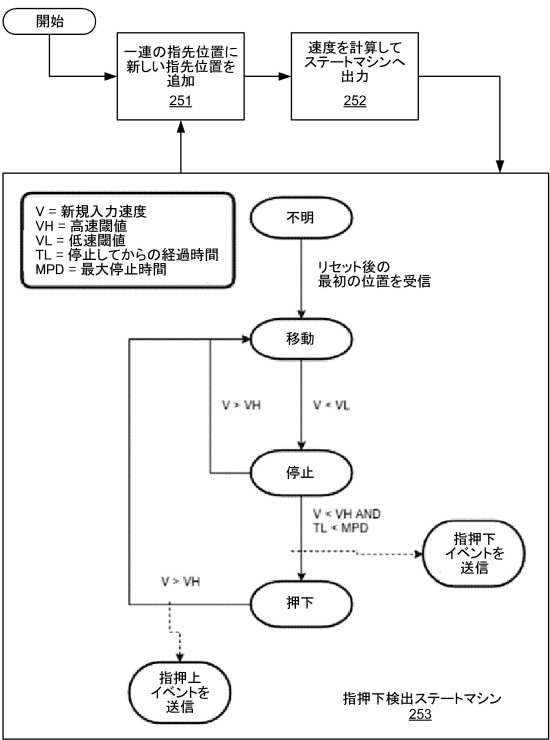
40

50

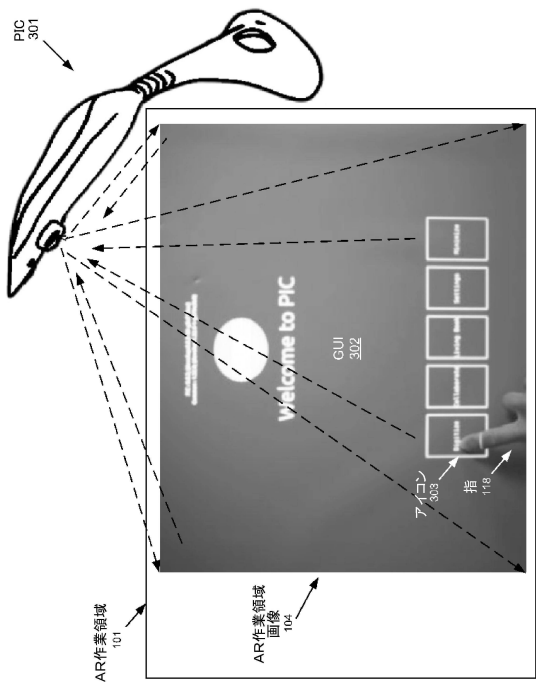
【図 2 D】



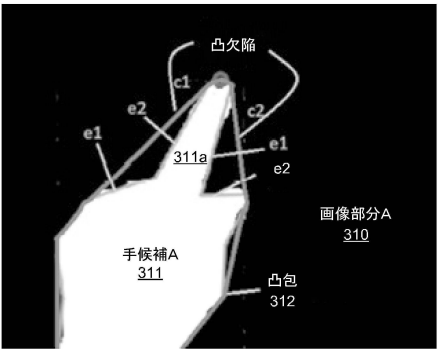
【図 2 E】



【図 3 A】



【図 3 B】



10

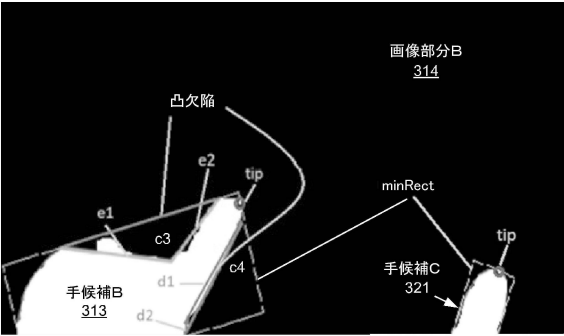
20

30

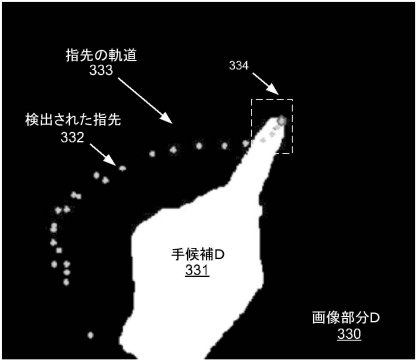
40

50

【図 3 C】



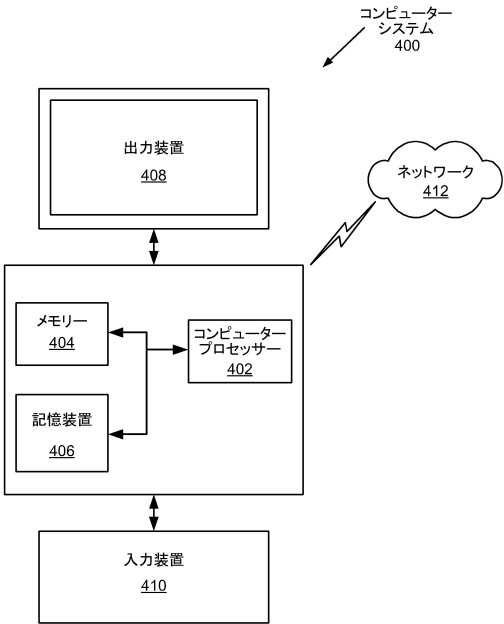
【図 3 D】



10

20

【図 4】



30

40

50

フロントページの続き

ヨンズ ユー . エス . エー . , インコーポレイテッド内

審査官 新井 則和

- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 2 5 9 4 2 3 (U S , A 1)
特開 2 0 1 1 - 0 2 2 9 2 7 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 9 5 0 5 3 (J P , A)
中国特許出願公開第 1 0 1 4 7 0 8 0 0 (C N , A)
中国特許出願公開第 1 0 8 3 6 9 6 3 0 (C N , A)
米国特許第 0 6 1 4 4 3 6 6 (U S , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 6 T 7 / 2 0