

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6760957号
(P6760957)

(45) 発行日 令和2年9月23日 (2020.9.23)

(24) 登録日 令和2年9月7日 (2020.9.7)

(51) Int. Cl. F I
G06T 7/593 (2017.01) G06T 7/593
G06T 7/00 (2017.01) G06T 7/00 660A

請求項の数 17 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2017-548399 (P2017-548399)	(73) 特許権者	510330264
(86) (22) 出願日	平成28年3月8日 (2016.3.8)		アリババ・グループ・ホールディング・リミテッド
(65) 公表番号	特表2018-511874 (P2018-511874A)		ALIBABA GROUP HOLDING LIMITED
(43) 公表日	平成30年4月26日 (2018.4.26)		英国領、ケイマン諸島、グランド・ケイマン、ジョージ・タウン、ワン・キャピタル・プレイス、フォース・フロア、ビー・オー・ボックス 847
(86) 国際出願番号	PCT/CN2016/075837	(74) 代理人	100188558
(87) 国際公開番号	W02016/146001		弁理士 飯田 雅人
(87) 国際公開日	平成28年9月22日 (2016.9.22)	(74) 代理人	100205785
審査請求日	平成31年3月8日 (2019.3.8)		弁理士 ▲高▼橋 史生
(31) 優先権主張番号	201510117117.2	(74) 代理人	100097320
(32) 優先日	平成27年3月17日 (2015.3.17)		弁理士 宮川 貞二
(33) 優先権主張国・地域又は機関	中国 (CN)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元モデリング方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンピュータ実装方法であって：

第1の方向に方向づけられた物体の第1の画像及び第2の方向に方向づけられた前記物体の第2の画像を取得するステップと；

前記第1の画像の前記物体の複数の特徴点を判定するステップと；

前記第1の画像の前記物体と前記第2の画像の前記物体の方向情報に基づいて、前記複数の特徴点に対応する前記第2の画像の複数のプレ対応特徴点を判定するステップと；

前記第2の画像を第2の格子とマッチングするステップと；

前記第1の画像の前記物体の前記複数の特徴点に対応する、前記第2の画像の前記物体の複数の対応特徴点を判定するステップであって、

少なくとも1つのプレ対応特徴点を含む前記第2の格子の格子セルの中心点を、前記第2の画像の前記複数の対応特徴点として判定するステップ

を備える、ステップと；

前記複数の特徴点と前記対応する複数の対応特徴点との間の類似度を計算するステップと；

前記複数の特徴点の奥行き値を計算するステップと；

前記類似度と奥行き値に基づいて、加重した奥行き値を計算するステップと；

前記加重した奥行き値に基づいて、前記物体の3次元モデリングを実行するステップと；を備える、

10

20

コンピュータ実装方法。

【請求項 2】

前記第 1 の画像の前記物体の複数の初期特徴点を判定するステップと；

前記第 1 の画像を複数の格子セルを含む第 1 の格子とマッチングするステップと；をさらに備え、

前記第 1 の画像の前記物体の複数の特徴点を判定するステップは、各格子セル内で特徴点の数が等しくなるまで、前記複数の初期特徴点をフィルタリングするステップであって、各格子セルは少なくとも 1 つの初期特徴点を含む、前記フィルタリングするステップをさらに備える、

請求項 1 に記載のコンピュータ実装方法。

10

【請求項 3】

前記第 1 の画像の前記物体の複数の特徴点を判定するステップは：

前記複数の初期特徴点から、前記複数の初期特徴点が位置する前記格子セルの中心点までの距離を計算するステップと；

少なくとも 1 つの初期特徴点を含む各格子セルについて、前記格子セルの前記中心点に最も近い初期特徴点を前記特徴点として判定するステップと；をさらに備える、

請求項 2 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 4】

前記第 1 の画像の前記物体の複数の特徴点を判定するステップは、前記格子セルが初期特徴点を含まない場合には、格子セルの中心点を前記格子セル内の特徴点として判定するステップをさらに備える、

20

請求項 2 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 5】

前記複数の特徴点と前記対応する複数の対応特徴点との間の類似度を判定するステップは：

少なくとも 1 つの特徴点を含む前記第 1 の格子の前記格子セル内の全ての画素の色値を判定するステップと；

少なくとも 1 つの対応特徴点を含む前記第 2 の格子の前記格子セル内の全ての画素の色値を判定するステップと；

少なくとも 1 つの特徴点を含む前記第 1 の格子の前記格子セル内の全ての前記画素と、少なくとも 1 つの対応特徴点を含む前記第 2 の格子の前記格子セル内の全ての前記画素との間の平均色値の差を計算するステップと；

30

前記平均色値の差に基づいて、前記複数の特徴点と前記対応する複数の対応特徴点との前記類似度を判定するステップと；をさらに備える、

請求項 3 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 6】

加重した奥行き値は、次のように計算される、

加重した奥行き値 = 奥行き値 × (加重した奥行き値計算の対象の特徴点を除く複数の特徴点の平均色値の差の和 / 複数の特徴点の平均色値の差の和)

請求項 5 に記載のコンピュータ実装方法。

40

【請求項 7】

前記第 2 の格子の前記格子セルの面積は、前記第 1 の格子の前記格子セルの面積よりも小さい、

請求項 3 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 8】

前記加重した奥行き値を計算するステップの前に、前記類似度に基づいて、前記複数の特徴点をフィルタリングするステップ；をさらに備える、

請求項 1 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 9】

前記複数の特徴点をフィルタリングするステップは：

50

前記類似度に基づいて、特徴点除去閾値を判定するステップと；
その対応する類似度が前記特徴点除去閾値よりも小さい場合、特徴点を除去するステップと；をさらに備える、

請求項 8 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 10】

前記第 1 の格子の前記格子セルは、三角形の形状を有する、

請求項 2 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 11】

演算を実行するためにコンピュータシステムによって実行可能な 1 つ又は複数の命令を格納する、非一時的なコンピュータ可読媒体であって、

前記演算は：

第 1 の方向に方向づけられた物体の第 1 の画像及び第 2 の方向に方向づけられた前記物体の第 2 の画像を取得することと；

前記第 1 の画像の前記物体の複数の特徴点を判定することと；

前記第 1 の画像の前記物体と前記第 2 の画像の前記物体の方向情報に基づいて、前記複数の特徴点に対応する前記第 2 の画像の複数のプレ対応特徴点を判定することと；

前記第 2 の画像を第 2 の格子とマッチングすることと；

前記第 1 の画像の前記物体の前記複数の特徴点に対応する、前記第 2 の画像の前記物体の複数の対応特徴点を判定することであって、

少なくとも 1 つのプレ対応特徴点を含む前記第 2 の格子の格子セルの中心点を、前記第 2 の画像の前記複数の対応特徴点として判定すること

を備える、判定することと；

前記複数の特徴点と前記対応する複数の対応特徴点との間の類似度を計算することと；

前記複数の特徴点の奥行き値を計算することと；

前記類似度と奥行き値に基づいて、加重した奥行き値を計算することと；

前記加重した奥行き値に基づいて、前記物体の 3 次元モデリングを実行することと；を備える、

非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項 12】

前記第 1 の画像の前記物体の複数の初期特徴点を判定することと；

前記第 1 の画像を複数の格子セルを含む第 1 の格子とマッチングすることと；をさらに備え、

前記第 1 の画像の前記物体の複数の特徴点を判定することは、各格子セル内で特徴点の数が等しくなるまで、前記複数の初期特徴点をフィルタリングすることであって、各格子セルは少なくとも 1 つの初期特徴点を含む、前記フィルタリングすることをさらに備える、

請求項 11 に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項 13】

前記第 1 の画像の前記物体の複数の特徴点を判定することは：

前記複数の初期特徴点から、前記複数の初期特徴点が位置する前記格子セルの中心点までの距離を計算することと；

少なくとも 1 つの初期特徴点を含む各格子セルについて、前記格子セルの前記中心点に最も近い初期特徴点を前記特徴点として判定することと；をさらに備える、

請求項 12 に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項 14】

コンピュータ実装システムであって、

1 台又は複数台のコンピュータと；

前記 1 台又は複数台のコンピュータと相互運用可能に結合され、前記 1 台又は複数台のコンピュータによって実行されると演算を実行する命令を格納する有形の非一時的なマシン可読媒体を有する、1 つ又は複数のコンピュータメモリデバイスと；を備え、

10

20

30

40

50

前記演算は；

第 1 の方向に方向づけられた物体の第 1 の画像及び第 2 の方向に方向づけられた前記物体の第 2 の画像を取得することと；

前記第 1 の画像の前記物体の複数の特徴点を判定することと；

前記第 1 の画像の前記物体と前記第 2 の画像の前記物体の方向情報に基づいて、前記複数の特徴点に対応する前記第 2 の画像の複数のプレ対応特徴点を判定することと；

前記第 2 の画像を第 2 の格子とマッチングすることと；

前記第 1 の画像の前記物体の前記複数の特徴点に対応する、前記第 2 の画像の前記物体の複数の対応特徴点を判定することであって、

少なくとも 1 つのプレ対応特徴点を含む前記第 2 の格子の格子セルの中心点を、前記第 2 の画像の前記複数の対応特徴点として判定すること

10

を備える、判定することと；

前記複数の特徴点と前記対応する複数の対応特徴点との間の類似度を計算することと；

前記複数の特徴点の奥行き値を計算することと；

前記類似度と奥行き値に基づいて、加重した奥行き値を計算することと；

前記加重した奥行き値に基づいて、前記物体の 3 次元モデリングを実行することと；を備える、

コンピュータ実装システム。

【請求項 1 5】

前記第 1 の画像の前記物体の複数の初期特徴点を判定することと；

20

前記第 1 の画像を複数の格子セルを含む第 1 の格子とマッチングすることと；をさらに備え、

前記第 1 の画像の前記物体の複数の特徴点を判定することは、各格子セル内で特徴点の数が等しくなるまで、前記複数の初期特徴点をフィルタリングすることであって、各格子セルは少なくとも 1 つの初期特徴点を含む、前記フィルタリングすることをさらに備える、

請求項 1 4 に記載のコンピュータ実装システム。

【請求項 1 6】

前記第 1 の画像の前記物体の複数の特徴点を判定することは：

前記複数の初期特徴点から、前記複数の初期特徴点が位置する前記格子セルの中心点までの距離を計算することと；

30

少なくとも 1 つの初期特徴点を含む各格子セルについて、前記格子セルの前記中心点に最も近い初期特徴点を前記特徴点として判定することと；をさらに備える、

請求項 1 5 に記載のコンピュータ実装システム。

【請求項 1 7】

前記複数の特徴点と前記対応する複数の対応特徴点との間の類似度を判定することは：

少なくとも 1 つの特徴点を含む前記第 1 の格子の前記格子セル内の全ての画素の色値を判定することと；

少なくとも 1 つの対応特徴点を含む前記第 2 の格子の前記格子セル内の全ての画素の色値を判定することと；

40

少なくとも 1 つの特徴点を含む前記第 1 の格子の前記格子セル内の全ての前記画素と、少なくとも 1 つの対応特徴点を含む前記第 2 の格子の前記格子セル内の全ての前記画素との間の平均色値の差を計算することと；

前記平均色値の差に基づいて、前記複数の特徴点と前記対応する複数の対応特徴点との前記類似度を判定することと；をさらに備える、

請求項 1 6 に記載のコンピュータ実装システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願の相互参照]

50

本出願は、2015年3月17日に提出され中国特許出願第201510117117.2号「3次元モデリング方法及び装置」の優先権を主張し、上記中国特許出願は参照によってその全体が本明細書に組み込まれる。

【0002】

本出願はコンピュータの技術分野、詳細には3次元モデリング方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0003】

コンピュータビジョンの分野では、2次元画像データに基づく物体の3次元モデリングが広く適用されてきた。2次元画像に含まれる情報、例えば光の流れ(light streams)、影及び質感(texture)、を全て用いて物体の奥行きを判定(決定)し、それにより3次元モデルを構成することができる。

10

【0004】

しかし、光の流れ、影、質感などの情報によって奥行き値(depth value)を取得する際の計算量は膨大である。携帯電話のようなモバイルデバイスを例に挙げると、内蔵型プロセッサは、上記情報に対するリアルタイムでの計算が困難なため、携帯電話のようなモバイルデバイスでの3次元モデリングに基づくいくつかのサービス又は機能のアプリケーションは制限されてしまう。

【0005】

他方、情報処理量を減らして携帯電話のようなモバイルデバイスのプロセッサの計算能力に適應させると、3次元モデリングの精度が低下するおそれがある。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本出願の実施の形態は、携帯電話のようなモバイルデバイス上での実施が容易でない膨大な量の計算を要する従来技術の3次元モデリングに伴う問題を解決するための3次元モデリング方法及び装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

3次元モデリング方法は、本出願の実施の形態において提供され：

物体の第1の方向の第1の画像及び第2の方向の第2の画像をそれぞれ取り込むステップと；

30

第1の画像の複数の特徴点を取得するステップと；

複数の特徴点に対応する前記第2の画像の対応特徴点を判定するステップと；

複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度と、複数の特徴点の奥行き値とを計算するステップと；

複数の特徴点と対応する対応特徴点との間の類似度に従って、複数の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行うステップと；

重み付け計算を行った複数の特徴点の奥行き値に基づいて、物体の3次元モデリングを実行するステップとを備える。

【0008】

40

3次元モデリング方法は、本出願の他の実施の形態において提供され：

物体の複数方向の画像を取り込むステップと；

複数の画像のうち一つの画像の複数の特徴点を取得するステップと；

複数の特徴点に対応する対応特徴点を残りの画像にてそれぞれ判定するステップと；

複数の特徴点と残りの画像の対応する対応特徴点との間の類似度と、対応特徴点の奥行き値をそれぞれ計算するステップと；

複数の画像に関する方向情報と対応特徴点の奥行き値とに従って複数の特徴点の奥行き値を計算するステップと；

複数の特徴点と残りの画像の対応する対応特徴点との間の類似度に従って、複数の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行うステップと；

50

重み付け計算を行った複数の特徴点の奥行き値に基づいて、物体の3次元モデリングを実行するステップとを備える。

【0009】

3次元モデリング装置は、本出願の実施の形態において提供され：

物体の第1の方向の第1の画像及び第2の方向の第2の画像をそれぞれ取り込む画像取り込みモジュールと；

第1の画像の複数の特徴点を取得する特徴検出モジュールと；

複数の特徴点に対応する、第2の画像の対応特徴点を判定するマッチングモジュールと；

複数の特徴点と対応する対応特徴点との間の類似度と、複数の特徴点の奥行き値とを計算し、複数の特徴点と対応する対応特徴点との間の類似度に従って複数の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行う計算モジュールと；

重み付け計算を行った後に、複数の特徴点の前記奥行き値に基づいて物体の3次元モデリングを実行するモデル生成モジュールとを備える。

【0010】

3次元モデリング装置は、本出願の他の実施の形態において提供され：

物体の複数方向の画像を取り込む画像取り込みモジュールと；

複数の画像のうちの一つの画像の複数の特徴点を取得する特徴検出モジュールと；

複数の特徴点に対応する対応特徴点を残りの画像にてそれぞれ判定するマッチングモジュールと；

複数の特徴点と残りの画像の対応する対応特徴点との間の類似度と、対応特徴点の奥行き値とをそれぞれ計算し、複数の画像に関する方向情報と、対応特徴点の奥行き値とに従って、複数の特徴点の奥行き値を計算し、複数の特徴点と残りの画像の対応する対応特徴点との間の類似度に従って、複数の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行う計算モジュールと；

重み付け計算を行った後に、複数の特徴点の奥行き値に基づいて物体の3次元モデリングを実行するモデル生成モジュールとを備える。

【0011】

本出願の実施の形態は3次元モデリング方法及び装置を提供する。本方法は、種々の特徴点(feature points)の奥行き値を計算するために、物体の少なくとも異なる2方向で画像を取り込むステップと、これら画像のうち一つの画像の特徴点を取得するステップと、残りの方向の画像の、対応する対応特徴点を判定して種々の特徴点の奥行き値を計算するステップを含み、並びに、特徴点と対応特徴点との間の類似度を用いて種々の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行うステップと、重み付け計算を行った種々の特徴点の奥行き値を利用して、物体の3次元モデリングを実行するステップとを含み、よって3次元モデリングの計算量を効果的に減らせる本方法を、携帯電話のようなモバイルデバイス上で容易に実施でき、比較的高い精度が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

ここで説明する図面は本出願をさらに理解するために使用され、また、本出願の一部を構成する。本出願の例証的な実施の形態及びその記述は、本出願を説明するために使用され、本出願を限定するものではない。それぞれの図面の説明を以下で述べる。

【0013】

【図1】本出願の実施の形態で提供される、3次元モデリングの概略的なフローチャートである。

【図2】本出願の実施の形態で提供される、特徴点を取得するステップのフローチャートである。

【図3】本出願の実施の形態で提供される、第1の画像の特徴点に対応する第2の画像の対応特徴点を判定するステップのフローチャートである。

【図4】本出願の実施の形態で提供される、特徴点と対応特徴点との間の類似度を計算す

10

20

30

40

50

るステップのフローチャートである。

【図5】本出願の実施の形態で提供される、YZ平面上で人物顔をY軸からZ軸へ仰角だけ右方向に回転させた場合の座標の略図である。

【図6】本出願の実施の形態で提供される、XZ平面上で人物顔をX軸からZ軸へ偏向角だけ左方向に回転させた場合の座標の略図である。

【図7】本出願の実施の形態で提供される、XY平面上で人物顔をX軸からY軸へ回転角だけ左方向に回転させた場合の座標の略図である。

【図8】本出願の実施の形態で提供される、第1の画像で取得した初期特徴点の略図である。

【図9】本出願の実施の形態で提供される、第1の格子を利用して初期特徴点をスクリーニングするステップの略図である。

10

【図10】本出願の実施の形態で提供される、第1の画像の特徴点Aに対応する対応特徴点A'を第2の画像で探すステップの略図である。

【図11】本出願の別の実施の形態で提供される3次元モデリング工程の概略フローチャートである。

【図12】本出願の別の実施の形態で提供される、携帯電話を利用して取り込んだ人物顔の正面顔画像、上向きの正面顔画像、左に傾けた正面顔画像、右に傾けた正面顔画像の略図である。

【図13】本出願の一実施の形態で提供される3次元モデリング装置のモジュールの略図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0014】

本出願の目的、技術的な解決策、利点をより明確にするために、以下、本出願の技術的解決策を本出願の特定の実施の形態及び対応する図面に関連させ明瞭かつ完全に記述する。明らかに、これら実施の形態は、本出願の全ての実施の形態ではなく単にそのいくつかでしかない。本出願の実施の形態に基づき、一切の発明努力なく当業者によって得られたその他全ての実施の形態は本出願の保護範囲内に含まれるものとする。

【0015】

図1は、本出願の実施の形態で提供される3次元モデリングの工程であり、以下のステップを備える。

30

【0016】

S11：物体の第1の方向の第1の画像と第2の方向の第2の画像とをそれぞれ取り込むステップ。

【0017】

本出願のこの実施の形態では、物体は3次元構造を有する種々の物体、例えば人物顔、を含む。第1の画像と第2の画像には、互いに対して仰角、偏向角、回転角に関し特定の差異がある。第1の画像と第2の画像は両方ともRGBチャネルを含み（すなわち、第1の画像と第2の画像はカラー画像）、両画像の画素は 392×440 を超える。当然ながら、別の実施の形態では、第1の画像と第2の画像はグレースケールマップであってもよい。

40

【0018】

本出願中で述べる仰角、偏向角、回転角について、図5～図7の参照と併せ、人物顔を例に挙げて説明する。人物顔の正面顔画像を参照すると、X軸は人物顔の正面顔の水平軸として定義され、Y軸は人物顔の正面顔の垂直軸として定義され、一方、Z軸はX軸及びY軸に対して垂直であり、Z軸はまた人物顔の各種特徴の奥行きを示す。図5に示すように、仰角はYZ平面上で人物顔をY軸からZ軸へ右回転させる角度であり、図6に示すように、偏向角はXZ平面上で人物顔をX軸からZ軸へ左回転させる角度であり、図7に示すように、回転角はXY平面上で人物顔をX軸からY軸へ左回転させる角度である。

【0019】

50

S 1 2 : 第 1 の画像の複数の特徴点を取得するステップ。

【 0 0 2 0 】

本出願のこの実施の形態では、第 1 の画像の輝度が大きく変化する点を取得するために、特徴点の取得にエッジ検出法を用いてもよい。同時に、画像エッジ検出は、奥行きの不連続性、表面方向の不連続性、材質の変化、シナリオイルミネーション (scenario illumination) の変化といった画像の重要な構造属性を保持しつつ、データの処理量を大幅に減らすことができる。

【 0 0 2 1 】

図 2 を参照し、ステップ S 1 2 における第 1 の画像の複数の特徴点を取得するステップを説明するが、これは以下のステップを含む。

10

【 0 0 2 2 】

S 1 2 1 : 第 1 の画像のいくつかの初期特徴点を取得するステップ。

【 0 0 2 3 】

図 8 を参照すると、ここでは、初期特徴点 (図 8 中に × 印で示す点) を取得するためにエッジ検出法を用いており、これらの初期特徴点は、特徴的なエッジのプロファイル、すなわち人物顔の 5 つの感覚器を反映する。

【 0 0 2 4 】

S 1 2 2 : 第 1 の画像を予め設定した第 1 の格子とマッチングするステップ。

【 0 0 2 5 】

図 9 を参照すると、本出願のこの実施の形態では、第 1 の格子の格子セルを正方形として画成しているが、当然ながら、第 1 の格子の格子セルは必要に応じて三角形又は正六角形などの複数の形状として画成することもできる。このステップにより、第 1 の画像のいくつかの初期特徴点がそれぞれ第 1 の格子の種々の格子セル内に収まる。留意すべきは、例えば携帯電話における実際のアプリケーションのシナリオでは、第 1 の画像と第 1 の格子のマッチングは、必ずしも視覚的にフィードバックされるのではなく、携帯電話に内蔵のデータプロセッサの操作処理によって達成されることである。

20

【 0 0 2 6 】

S 1 2 3 : 第 1 の格子の格子セル内に保持された初期特徴点の数が等しくなるまでいくつかの初期特徴点をスクリーニングし、これらの特徴点として判定するステップ。

【 0 0 2 7 】

30

引き続き人物顔を例に挙げると、人物顔の特徴部分は均一に分布していないため、初期特徴点を取得するためにエッジ検出を利用した場合に、第 1 の画像のいくつかの領域内の初期特徴点の分布は他の領域と比べて明らかにより集中し得る。しかし、例えば携帯電話のようなモバイルデバイスの用途では、取得した全ての初期特徴点に奥行き計算を実行することは明らかに達成困難かつ不要である。第 1 の格子を利用してこれらの特徴点をスクリーニングすることにより、データの計算量を大幅に減らしつつ、スクリーニング後に初期特徴点が依然として人物顔の基本的形状を反映できるようになる。

【 0 0 2 8 】

この実施の形態では、いくつかの特徴点をスクリーニングするために、第 1 の格子の格子セル内に保持された初期特徴点の数が等しくなるようにすることが基準であるが、代替の実施の形態によっては、その他にも、例えば、種々の格子セル内の初期特徴点の数の差が、予め判定した閾値よりも大きくならないように設定するといったスクリーニング基準を用いてもよい。

40

【 0 0 2 9 】

図 1 0 を参照すると、本出願のこの実施の形態では、初期特徴点の具体的なスクリーニング工程は次の通りである。まず、いくつかの初期特徴点から、これらの点が位置する第 1 の格子の格子セルの中心までの距離を計算し、次に、第 1 の格子の格子セルにおいて、所属する格子セルの中心に最も近い初期特徴点の特徴点として判定する。この工程では、第 1 の格子の特定の格子セルが初期特徴点を含まないケースが生じることがあり、このケースでは、これら格子セルの中心 (図 1 0 の中空円で示す点) をその格子セル内の特徴点

50

として判定する。

【 0 0 3 0 】

当然ながら、代替の実施の形態によっては、種々の格子セルの初期特徴点の平均座標値も明らかにすることができ、得られた平均座標値に対応する点は、対応する第 1 の格子の格子セル内に保持された特徴点として見なされる。

【 0 0 3 1 】

S 1 3 : 複数の特徴点に対応する第 2 の画像の対応特徴点を判定するステップ。

【 0 0 3 2 】

図 9 及び図 1 0 を参照するとともに、引き続き人物画を例に挙げ、鼻先の特徴点 A が第 1 の画像で取得されたと仮定すると、ステップ 1 3 の目的は、第 2 の画像で鼻先がある位置（すなわち、対応特徴点 A ' 座標）を探し、次に、この方法に従って第 1 の画像及び第 2 の画像の複数の特徴点と対応特徴点との間の相互関係を確立することである。

【 0 0 3 3 】

図 3 を参照しながら、以下でステップ 1 3 における対応特徴点を判定する具体的なステップを説明する。この具体的なステップは以下を含む。

【 0 0 3 4 】

S 1 3 1 : 第 1 の画像と第 2 の画像に関する方向情報に従って、複数の特徴点に対応した第 2 の画像のプレ対応特徴点を判定するステップ。

【 0 0 3 5 】

第 1 の画像と第 2 の画像に関する方向情報は、複数の手段によって判定することができる。携帯電話での人物顔の撮影を例に挙げる。

【 0 0 3 6 】

一実施の形態では、カメラを利用して第 1 の画像及び第 2 の画像を連続的に取り込むと、第 1 の画像及び第 2 の画像に関する方向情報が、携帯電話内蔵の動作センサ（ジャイロスコップ、コンパス、加速度計など）によって直接に判定される。

【 0 0 3 7 】

引き続き図 5 乃至図 7 を参照すると、別の実施の形態において、カメラを利用して第 1 の画像及び第 2 の画像をそれぞれ取り込む場合には、第 1 の画像及び第 2 の画像に関する方向情報を、例えば姿勢測定アルゴリズムの手段によって判定できる。具体的には、既存の生体解剖学の知識によって、人物顔の回転が仮定の回転中心 C に基づいて判定されると仮定すると、回転中心の座標 C_x 、 C_y 、 C_z を大まかに推定することができる一方、回転中心 C から人物顔上の両目の間の距離 r を用いて、上述の仰角、偏向角、回転角を測定することができる。これと同時に、大まかに推定できる次の値、すなわち、人物顔が正面顔画像である場合の、人物顔の両目間の中心位置の第 1 の画像の座標（ U_x 、 U_y ）及び第 2 の画像の座標（ V_x 、 V_y ）と両目間の中心位置の奥行き E_z とに基づいて、仰角、偏向角、回転角の計算式は次の通り得られる。

仰角

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{V_y - C_y}{r}\right) - \sin^{-1}\left(\frac{U_y - C_y}{r}\right)$$

ここで、

$$r = \sqrt{(U_y - C_y)^2 + (E_z - C_z)^2}$$

偏向角

$$\beta = \sin^{-1}\left(\frac{V_x - C_x}{r}\right) - \sin^{-1}\left(\frac{U_x - C_x}{r}\right)$$

ここで、

$$r = \sqrt{(U_x - C_x)^2 + (E_z - C_z)^2}$$

回転角

$$\gamma = \tan^{-1}\left(\frac{V_y}{-V_x}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{U_y}{-U_x}\right)$$

【 0 0 3 8 】

S 1 3 2 : 第 2 の画像を予め設定した第 2 の格子とマッチングするステップ。

【 0 0 3 9 】

図 1 0 を参照すると、第 1 の格子と同様、本出願のこの実施の形態では、第 2 の格子の格子セルに正方形を使用している。加えて、下記のステップにおいて対応特徴点の判定の精度を高めるために、第 2 の格子の格子セルの面積は第 1 の格子の格子セルの面積よりも小くなるように設定されている（すなわち、同じ面積の第 1 の格子と第 2 の格子において、第 1 の格子に対し第 2 の格子セルの方がより多くの格子セルに分割されている）。 10

【 0 0 4 0 】

S 1 3 3 : プレ対応特徴点が位置する第 2 の格子の格子セルの中心を、対応する対応特徴点として判定するステップ。

【 0 0 4 1 】

S 1 4 : 複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度と、複数の特徴点の奥行き値とを計算するステップ。

【 0 0 4 2 】

図 4 を参照し、ステップ S 1 4 での特徴点と対応特徴点との間の類似度を計算する具体的なステップを説明する。この具体的なステップは以下を含む。 20

【 0 0 4 3 】

S 1 4 1 ; 複数の特徴点が位置する第 1 の格子の格子セル内の全ての画素の色値を取得するステップ。

【 0 0 4 4 】

S 1 4 2 : 複数の対応特徴点が位置する第 2 の格子の格子セル内の全ての画素の色値を取得するステップ。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 4 1 及びステップ S 1 4 2 で述べた「色値」とは、R、G、B の 3 色のチャンネルにおける画素の色値を意味する。 30

【 0 0 4 6 】

S 1 4 3 : 複数の特徴点が位置する第 1 の格子の格子セル内の全ての画素と、これに対応する対応特徴点が位置する第 2 の格子の格子セル内の全ての画素との間の平均色値誤差をそれぞれ計算し、この平均色値誤差に従って、複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度を判定するステップ。平均色値誤差 S の計算式は次の通りである。

$$S = \lambda \sum_i \sum_j \frac{R(F_{ij}, S_{ij}) + G(F_{ij}, S_{ij}) + B(F_{ij}, S_{ij})}{3\|F\|}$$

ここで、i と j は第 1 の格子の格子セル内の画素の座標値、 F_{ij} は画素が (i , j) の位置にある特徴点、 S_{ij} は画素が (i , j) の位置にある対応特徴点、 $R(F_{ij}, S_{ij})$ は R チャンネル上の点 F_{ij} と点 S_{ij} の間の差の絶対値、 $G(F_{ij}, S_{ij})$ は G チャンネル上の点 F_{ij} と点 S_{ij} の間の差の絶対値、 $B(F_{ij}, S_{ij})$ は B チャンネル上の点 F_{ij} と点 S_{ij} の間の差の絶対値、 $\|F\|$ は第 1 の格子の格子セルの面積（すなわち、第 1 の格子の格子セル内に含まれる画素値）、 λ は定数であり、計算式は次の通りである。 40

$$\lambda = \left(1 + \frac{|\text{sp}.x - \text{fp}.x|}{\max X} + \frac{|\text{sp}.y - \text{fp}.y|}{\max Y}\right)$$

ここで、 $\max X$ と $\max Y$ は、第 1 の格子の一つ一つの格子セル内で対応する特徴点から最も遠く離れた距離値（画素で表す）であり、 $\text{fp}.x$ と $\text{fp}.y$ は特徴点の座標値 50

であり、 $s p . x$ と $s p . y$ は対応特徴点の座標値である。

【 0 0 4 7 】

特徴点と対応特徴点との間の類似度は、計算によって得た平均色値誤差の値に従って判定され、また、平均色値誤差が大きいほど、特徴点と対応特徴点との間の類似度は低くなる。特徴点は、特徴点と対応特徴点との間の類似度を利用してスクリーニングすることができる。具体的には次の通りである。

【 0 0 4 8 】

まず、複数の特徴点とこれらに対応する対応特徴点との間の類似度に従って廃棄閾値を判定し、次に、対応特徴点との類似度がこの廃棄閾値よりも低い特徴点を複数の特徴点から排除する。特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度が廃棄閾値よりも低い場合は、現時点での対応特徴点は、第2の画像の特徴点に実際に対応する点ではないことを示し、さらに、現時点では特徴点マッチングが失敗したと判定される一方、マッチングに失敗したこれらの特徴点は後続の3次元モデリング計算には関与しない。

【 0 0 4 9 】

引き続き図5乃至図7を参照すると、特徴点の奥行き値は、仰角、偏向角、回転角における対応特徴点の奥行きを合成することで得られ、これら各種角度における奥行き値と組み合わせることで、これらの角度の影響が大きくなり、奥行き値の計算結果の精度が高まる。具体的には、

仰角における特徴点の奥行き値は次式で得られ、

$$Z_{\alpha} = C_z - \frac{(V_y - C_y) - (U_y - C_y) \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

偏向角における特徴点の奥行き値は次式で得られ、

$$Z_{\beta} = C_z - \frac{(V_x - C_x) - (U_x - C_x) \cos \beta}{\sin \beta}$$

回転角における特徴点の奥行き値は次式で得られ、

$$Z_{\gamma} = U_y \cos \gamma - U_x \sin \gamma$$

奥行き値Zの計算式は Z_{α} 、 Z_{β} 、 Z_{γ} を次式の通り合成して得られる。

$$Z = Z_{\alpha} \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha + \sin \beta + \sin \gamma} + Z_{\beta} \frac{\sin \beta}{\sin \alpha + \sin \beta + \sin \gamma} + Z_{\gamma} \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha + \sin \beta + \sin \gamma}$$

【 0 0 5 0 】

S 1 5：複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度に従って、複数の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行うステップ。

【 0 0 5 1 】

具体的には、特徴点の奥行き値に重み付け計算を行う式は次の通りである。

加重した奥行き値 = 奥行き値Z × (重み付け計算対象の特徴点を除く全ての特徴点の平均色値誤差の和 / 全ての特徴点の平均色値誤差の和)

【 0 0 5 2 】

S 1 6：重み付け計算を行った複数の特徴点の奥行き値に従って、物体の3次元モデリングを実行するステップ。

【 0 0 5 3 】

本出願のこの実施の形態では、3次元モデリングに三角格子を採用し、三角格子の頂点がそれぞれの特徴点となる。当然ながら、別の代替の実施の形態では、例えばポリゴンモデリングなどの方法を使用してもよい。

【 0 0 5 4 】

図11は、本出願の別の実施の形態で提供される3次元モデリングの工程であり、具体的に以下のステップを含む。

S 2 1：物体の複数方向の画像を取り込むステップ。

S 2 2：複数の画像のうち一つ画像の複数の特徴点を取得するステップ。

S 2 3 : 複数の特徴点に対応する対応特徴点を残りの画像でそれぞれ判定するステップ。

S 2 4 : 複数の特徴点とこれらに対応する残りの画像の対応特徴点との間の類似度と、対応特徴点の奥行き値とをそれぞれ計算するステップ。

S 2 5 : 複数の画像に関する方向情報と対応特徴点の奥行き値とに従って、複数の特徴点の奥行き値を計算するステップ。

S 2 6 : 複数の特徴点と、これに対応する残りの画像の対応特徴点との間の類似度に従って、複数の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行うステップ。

S 2 7 : 重み付け計算を行った複数の特徴点の奥行き値に基づいて、物体の 3 次元モデリングを実行するステップ。

10

【 0 0 5 5 】

図 1 2 を参照し、引き続き、携帯電話を使用する人物顔の 3 次元モデリングの実行を例に挙げて、物体の基準方向の第 1 の画像と、基準方向から逸脱した 3 方向における第 2 の画像、第 3 の画像、第 4 の画像とを取り込む。加えて、第 1 の画像、第 2 の画像、第 3 の画像、第 4 の画像は、それぞれ、人物顔の正面顔画像、上向きの正面顔画像、左に傾けた正面顔画像、右に傾けた正面顔画像である。こうすることで、人物顔の正面顔画像で捕えた特徴点に対応する対応特徴点の全てが、上向きの正面顔画像、左に傾けた正面顔画像、右に傾けた正面顔画像のうち少なくとも一つにて実質的に見つけれられるので、人物顔の正面顔画像の各特徴点の奥行き値の計算工程は各々の角度因子を合成したものであり、その結果、計算で得た奥行き値は確実に一層高精度になる。

20

【 0 0 5 6 】

この実施の形態では、本出願の 3 次元モデリング方法を、4 つの画像の取り込みを例に挙げて説明する。しかし、これは限定ではなく、特定の使用環境及び精度要求の違いに応じて、取り込む画像の枚数は適応的に調整することも可能である。加えて、この実施の形態は一つ前の実施の形態の他のステップの改善に關与するものではないため、これらのステップについては変更がない限りここでは述べない、また、一つ前の実施の形態で詳細に述べた方法及び装置の両方はその全体がこの実施の形態にも適用され得る。

【 0 0 5 7 】

図 1 3 は、本出願の実施の形態で提供される 3 次元モデリング装置の種々のモジュールの略図であり、具体的には下記を含む：

30

物体の第 1 の方向の第 1 の画像と第 2 の方向の第 2 の画像とをそれぞれ取り込む画像取り込みモジュール 3 1 と；

第 1 の画像の複数の特徴点を取得する特徴検出モジュール 3 2 と；

上記複数の特徴点に対応する第 2 の画像の対応特徴点を判定するマッチングモジュール 3 3 と；

複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度と、複数の特徴点の奥行き値とを計算し、複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度に従って、複数の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行う計算モジュール 3 4 と；

重み付け計算を行った複数の特徴点の奥行き値に基づいて、物体の 3 次元モデリングを実行するモデル生成モジュール 3 6 。

40

【 0 0 5 8 】

本出願のこの実施の形態では、特徴検出モジュール 3 2 は、具体的に、第 1 の画像のいくつかの初期特徴点を取得するために、第 1 の画像を予め設定した第 1 の格子とマッチングするために、第 1 の格子の格子セル内に保持された初期特徴点の数が等しくなるまで、いくつかの初期特徴点をスクリーニングするために、及び、これらの初期特徴点を特徴点として判定するために用いられる。

【 0 0 5 9 】

本出願のこの実施の形態では、特徴検出モジュール 3 2 は計算ユニット 3 2 1 を含み、この計算ユニット 3 2 1 は、具体的に、いくつかの初期特徴点から、これら初期特徴点が位置する第 1 の格子の格子セルの中心までの距離を計算するために用いられ、また、特徴

50

検出モジュール 32 は、具体的に、第 1 の格子の格子セル内で、初期特徴点が位置する格子セルの中心に最も近い初期特徴点を特徴点として判定するために使われる。

【0060】

本出願のこの実施の形態において、特徴検出モジュール 32 は、第 1 の格子の格子セルに初期特徴点がない場合に、格子セルの中心をその格子セル内の特徴点として判定するためにさらに用いられる。

【0061】

本出願のこの実施の形態では、マッチングモジュール 33 は、具体的に、第 1 の画像及び第 2 の画像に関する方向情報に従って、複数の特徴点に対応した第 2 の画像のプレ対応特徴点を判定するために、第 2 の画像を予め設定した第 2 の格子とマッチングするために、及び、対応する対応特徴点としてのプレ対応特徴点が位置する第 2 の格子の格子セルの中心を判定するために用いられる。

10

【0062】

本出願のこの実施の形態では、計算モジュール 34 は、具体的に、特徴点が位置する第 1 の格子の格子セル内の全ての画素の色値を取得するために、複数の対応特徴点が位置する第 2 の格子の格子セル内の全ての画素の色値を取得するために、複数の特徴点が位置する第 1 の格子の格子セル内の全ての画素と、対応する対応特徴点が位置する第 2 の格子の格子セル内の全ての画素との間の平均色値誤差をそれぞれ計算するために、及び、平均色値誤差に従って、複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度を判定するために用いられる。

20

【0063】

本出願のこの実施の形態では、複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度に従って、複数の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行う式は次の通りである。

加重した奥行き値 = 奥行き値 $Z \times$ (重み付け計算対象の特徴点を除く全ての特徴点の平均色値誤差の和 / 全ての特徴点の平均色値誤差の和)

【0064】

本出願のこの実施の形態では、第 2 の格子の格子セルの面積は第 1 の格子の格子セルの面積よりも小さい。

【0065】

本出願のこの実施の形態では、本装置はスクリーニングモジュール 35 をさらに含み、スクリーニングモジュール 35 は、複数の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行う前に、複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度に従って、複数の特徴点をスクリーニングする。

30

【0066】

本出願のこの実施の形態では、スクリーニングモジュール 35 は、具体的に、まず、複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度に従って廃棄閾値を判定し、次に、対応する対応特徴点との類似度が廃棄閾値より高い特徴点を複数の特徴点から排除するために用いられる。

【0067】

本出願のこの実施の形態では、モデル生成モジュール 36 は、三角格子を採用することで、物体の 3 次元モデリングを実行する。

40

【0068】

引き続き図 13 を参照すると、本出願の 3 次元モデリング装置の別の実施の形態において、本装置は下記を含む：物体の複数方向の画像を取り込む画像取り込みモジュール 31 と；複数の画像のうち一つの画像の複数の特徴点を取得する特徴検出モジュール 32 と；複数の特徴点に対応する対応特徴点を残りの画像にてそれぞれ判定するマッチングモジュール 33 と；計算モジュール 34 であって、この計算モジュール 34 は、複数の特徴点とこれに対応する残りの画像の対応特徴点との間の類似度と、対応特徴点の奥行き値とをそれぞれ計算し、複数の画像に関する方向情報と対応特徴点の奥行き値とに従って、複数の特徴点の奥行き値を計算し、複数の特徴点とこれに対応する残りの画像の対応特徴点との

50

間の類似度に従って、複数の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行う、計算モジュール 34 と；重み付け計算を行った複数の特徴点の奥行き値に基づいて、物体の 3 次元モデリングを実行するモデル生成モジュール 36。

【0069】

本出願のこの実施の形態では、画像取り込みモジュール 31 は、具体的に、物体の基準方向の第 1 の画像と、基準方向から逸脱した 3 方向における第 2 の画像と、第 3 の画像と、第 4 の画像とを取り込むために用いられる。

【0070】

本出願のこの実施の形態では、物体は人物顔を含む。

【0071】

本出願のこの実施の形態では、第 1 の画像、第 2 の画像、第 3 の画像、及び第 4 の画像はそれぞれ、人物顔の正面顔画像、上向きの正面顔画像、左に傾けた正面顔画像、及び右に傾けた正面顔画像である。

【0072】

本出願のこの実施の形態は、3 次元モデリング方法及び装置を提供する。この方法は、種々の特徴点 (feature points) の奥行き値を計算するために、物体の少なくとも異なる 2 方向で画像を取り込むステップと、これら画像のうち一つの画像の特徴点を取得するステップと、残りの方向の画像の、対応する対応特徴点を判定して種々の特徴点の奥行き値を計算するステップを含み、並びに、特徴点と対応特徴点との間の類似度を用いて種々の特徴点の奥行き値に重み付け計算を行うステップと、重み付け計算を行った種々の特徴点の奥行き値を利用して、物体の 3 次元モデリングを実行するステップとを含み、よって 3 次元モデリングの計算量を効果的に減らせる本方法を、携帯電話のようなモバイルデバイス上で容易に実施でき、比較的高い精度が得られる。

【0073】

当業者は、本発明のこの実施の形態を方法、システム、又はコンピュータプログラム製品として提供できることを理解するだろう。したがって、本発明はハードウェアのみの実施の形態、ソフトウェアのみの実施の形態、又は、ソフトウェアとハードウェアの組み合わせによる実施の形態を採用できる。さらに、本発明は、コンピュータで使用可能なプログラムコードを含む一つ以上のコンピュータで使用可能な記憶媒体 (ディスクメモリ、CD-ROM、光学メモリなどを非限定的に含む) 上で実現されるコンピュータプログラム製品の形態を採用することもできる。

【0074】

本発明の実施の形態による方法、デバイス (システム)、及びコンピュータプログラム製品のフローチャート及び / 又はブロック図を参照して、本発明を説明した。フローチャート及び / 又はブロック図の各フロー及び / 又はブロック、そして、フローチャート及び / 又はブロック図のフロー及び / 又はブロックの任意の組み合わせは、コンピュータプログラム命令によって実施できることは言うまでもない。これらのコンピュータプログラム命令は、汎用コンピュータのプロセッサ、専用コンピュータ、埋込型プロセッサ、又はマシンを生成するその他のプログラム可能なデータ処理デバイスに提供することができ、これにより、コンピュータのプロセッサ又はその他のプログラム可能なデータ処理デバイスによって実行された命令が、フローチャートの一つ以上のフロー、及び / 又は、ブロック図の一つ以上のブロックにおける特定機能を実施する手段を生成できるようになる。

【0075】

これらのコンピュータプログラム命令は、コンピュータ又はその他のプログラム可能なデータ処理デバイスを特定の方法で操作するように誘導し得るコンピュータ可読メモリに記憶することもでき、これにより、コンピュータ可読メモリに記憶された命令が、フローチャートの一つ以上のフロー及び / 又はブロック図の一つ以上のブロックにおける特定機能を実施できる命令手段を含んだ製品を生成することができる。

【0076】

これらのコンピュータプログラム命令をコンピュータ又はその他のプログラム可能なデ

10

20

30

40

50

ータ処理デバイス内にロードして、一連の操作ステップがコンピュータ又はその他のプログラム可能なデバイスによって実行され、コンピュータ実施処理を実現するようにしてもよく、したがって、コンピュータ又はその他のプログラム可能なデバイスによって実行された命令は、フローチャートの一つ以上のフロー及び/又はブロック図の一つ以上のブロックにおける特定機能を実施するステップを提供する。

【0077】

典型的な構成では、コンピューティングデバイスは一つ以上のプロセッサ（CPU）、入/出力インターフェース、ネットワークインターフェース及びメモリを含む。

【0078】

メモリは、非永久的メモリ、ランダムアクセスメモリ（RAM）、及び/又は、コンピュータで読取可能な媒体内の不揮発性メモリ（読取り専用メモリ（ROM）又はフラッシュメモリ（フラッシュRAM））などを含んでよい。メモリはコンピュータ可読媒体の一例である。

【0079】

コンピュータで読取り可能な媒体は、永久的又は非永久的なリムーバブル及び非リムーバブル媒体を備え、また、任意の方法あるいは技術によって情報記憶装置を実現することができる。情報はコンピュータで読取り可能な命令、データ構造、プログラムモジュール又はその他のデータであってよい。コンピュータの記憶媒体の例は、例えば、相変化メモリ（PRAM）、スタティックランダムアクセスメモリ（SRAM）、ダイナミックランダムアクセスメモリ（DRAM）、その他のタイプのランダムアクセスメモリ（RAM）、読出し専用メモリ（ROM）、電氣的消去再書込可能な読出し専用メモリ（EEPROM）、フラッシュメモリ又はその他のメモリ技術、コンパクトディスク読取り専用メモリ（CD-ROM）、デジタル多目的ディスク（DVD）又はその他の光学記憶装置、磁気カセットテープ、磁気テープ及び磁気ディスク記憶デバイス又はその他の磁気記憶デバイス、あるいは任意のその他の非伝送媒体を非限定的に含み、これらは計算デバイスによってアクセス可能な情報を保存するために使用できる。本明細書での定義によれば、コンピュータ可読媒体は、変調データ信号及び搬送波のような一時的にコンピュータで読取り可能な媒体を含まない。

【0080】

さらに、用語「備える」、「含む」、又はこれらのその他のあらゆる適用形は、非排他的な包含をカバーするものであるため、一連の要素を含む工程、方法、商品、デバイスは、このような要素を含むだけでなく、明記されていないその他の要素をも含むか、あるいは、その工程、方法、商品、デバイスに固有の要素をさらに含むことができる点にも留意する必要がある。さらなる限定がなければ、表現「を備える～（comprising a/an...）」によって限定される要素は、その要素含む工程、方法、商品、デバイスに存在しているその他の同一の要素を除外するものではない。

【0081】

当業者は、本出願の実施の形態は方法、システム、コンピュータプログラム製品としての提供が可能であることを理解するだろう。したがって、本出願は、完全なハードウェアの実施の形態、完全なソフトウェアの実施の形態、又はソフトウェアとハードウェアを組み合わせた実施の形態を採用できる。さらに、本出願は、一つ以上のコンピュータで使用可能な記憶媒体（ディスクメモリ、CD-ROM、光学メモリなどを非限定的に含む）上で実施できるコンピュータプログラム製品（コンピュータ使用可能プログラムコードを含む）の形態を採用することが可能である。

【0082】

上述は単に本出願の実施の形態であり、本出願を限定するものではない。当業者にとっては、本出願に様々な変更及び変形を加えることが可能である。本出願の精神及び原理から逸脱せずに為されるあらゆる修正、均等物の置き換え、改良は、本出願の特許請求の範囲内に含まれる。

[第1の局面]

10

20

30

40

50

3次元モデリング方法であって；
物体の第1の方向の第1の画像及び第2の方向の第2の画像を取り込むステップと；
前記第1の画像の複数の特徴点を取得するステップと；
前記複数の特徴点に対応する前記第2の画像の対応特徴点を判定するステップと；
前記複数の特徴点とこれに対応する対応特徴点との間の類似度と、前記複数の特徴点の
奥行き値とを計算するステップと；
前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って、前記複数の
特徴点の前記奥行き値に重み付け計算を行うステップと；
前記重み付け計算を行った前記複数の特徴点の前記奥行き値に基づいて、前記物体の3
次元モデリングを実行するステップと；を備えることを特徴とする、
3次元モデリング方法。

10

[第2の局面]
前記第1の画像の前記複数の特徴点を取得するステップは、具体的に；
前記第1の画像のいくつかの初期特徴点を取得するステップと；
前記第1の画像を予め設定した第1の格子とマッチングするステップと；
前記第1の格子の格子セル内に保持された前記初期特徴点の数が等しくなるまで、前記
いくつかの初期特徴点をスクリーニングし、これらを前記特徴点として判定するステップ
と；を備えることを特徴とする、
第1の局面に記載の方法。

20

[第3の局面]
前記第1の格子の格子セル内に保持された前記初期特徴点の数が等しくなるまで、前記
いくつかの初期特徴点をスクリーニングし、これらを前記特徴点として判定するステップ
は、具体的に；
前記いくつかの初期特徴点からこれらの初期特徴点が位置する前記第1の格子の前記格
子セルの中心までの距離を計算するステップと；
前記第1の格子の前記格子セル内において、所属する前記格子セルの中心に最も近い初
期特徴点を前記特徴点として判定するステップと；を備えることを特徴とする、
第2の局面に記載の方法。

[第4の局面]
前記方法は；
前記第1の格子の格子セルに前記初期特徴点がない場合には、前記格子セルの中心を前
記格子セル内の特徴点と判定するステップと；をさらに備えることを特徴とする、
第2の局面又は第3の局面に記載の方法。

30

[第5の局面]
前記複数の特徴点に対応する前記第2の画像の前記対応特徴点を判定するステップは、
具体的に；
前記第1の画像及び前記第2の画像に関する方向情報に従って、前記複数の特徴点に対
応する前記第2の画像のブレ対応特徴点を判定するステップと；
前記第2の画像を予め設定した第2の格子とマッチングするステップと；
前記ブレ対応特徴点が位置する前記第2の格子の格子セルの中心を、これに対応する対
応特徴点として判定するステップと；を備えることを特徴とする、
第3の局面に記載の方法。

40

[第6の局面]
前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の類似度を計算するステップは、具
体的に；
前記複数の特徴点が位置する前記第1の格子の前記格子セル内の全ての画素の色値を取
得するステップと；
前記複数の対応特徴点が位置する前記第2の格子の前記格子セル内の全ての画素の色値
を取得するステップと；
前記複数の特徴点が位置する前記第1の格子の前記格子セル内の全ての前記画素と、前

50

記対応する対応特徴点が位置する前記第 2 の格子の前記格子セル内の全ての前記画素との間の平均色値誤差をそれぞれ計算し、前記平均色値誤差に従って、前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度を判定するステップと；を備えることを特徴とする、

第 5 の局面に記載の方法。

[第 7 の局面]

前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って前記複数の特徴点の前記奥行き値に重み付け計算を行う式は、

加重した奥行き値 = 奥行き値 × (重み付け計算対象の特徴点を除く全ての前記特徴点の前記平均色値誤差の和 / 全ての前記特徴点の前記平均色値誤差の和) であることを特徴とする、

第 6 の局面に記載の方法。

[第 8 の局面]

前記第 2 の格子の前記格子セルの前記面積は、前記第 1 の格子の前記格子セルの前記面積よりも小さいことを特徴とする、

第 5 の局面乃至第 7 の局面のいずれかに記載の方法。

[第 9 の局面]

前記方法は：

前記複数の特徴点の前記奥行き値に前記重み付け計算を行う前に、前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って前記複数の特徴点をスクリーニングするステップ；をさらに備えることを特徴とする、

第 1 の局面に記載の方法。

[第 10 の局面]

前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って前記複数の特徴点をスクリーニングするステップは、具体的に：

前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って廃棄閾値を判定するステップと；

前記対応する対応特徴点との類似度が前記廃棄閾値よりも低い特徴点を前記複数の特徴点から排除するステップと；をさらに備えることを特徴とする、

第 9 の局面に記載の方法。

[第 11 の局面]

前記物体の 3 次元モデリングを実行するステップが、三角格子を採用することを特徴とする、

第 1 の局面に記載の方法。

[第 12 の局面]

3 次元モデリング方法であって：

物体の複数方向の画像を取り込むステップと；

前記複数の画像のうち一つの画像の複数の特徴点を取得するステップと；

前記複数の特徴点に対応する対応特徴点を残りの画像にてそれぞれ判定するステップと

；

前記複数の特徴点と前記残りの画像の前記対応する対応特徴点との間の類似度と、前記対応特徴点の奥行き値をそれぞれ計算するステップと；

前記複数の画像に関する方向情報と前記対応特徴点の前記奥行き値とに従って前記複数の特徴点の奥行き値を計算するステップと；

前記複数の特徴点と前記残りの画像の前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って、前記複数の特徴点の前記奥行き値に重み付け計算を行うステップと；

前記重み付け計算を行った前記複数の特徴点の前記奥行き値に基づいて、前記物体の 3 次元モデリングを実行するステップと；を備えることを特徴とする、

3 次元モデリング方法。

[第 13 の局面]

10

20

30

40

50

前記物体の複数方向の画像を取り込むステップは、具体的に：

前記物体の基準方向の第 1 の画像と、前記基準方向から逸脱した 3 方向における第 2 の画像、第 3 の画像、及び第 4 の画像を取り込むステップ；を備えることを特徴とする、第 1 2 の局面に記載の方法。

[第 1 4 の局面]

前記物体は、人物顔；を備えることを特徴とする、

第 1 3 の局面に記載の方法。

[第 1 5 の局面]

前記第 1 の画像、第 2 の画像、第 3 の画像、及び第 4 の画像は、それぞれ、前記人物顔の正面顔画像、上向きの正面顔画像、左に傾けた正面顔画像、及び右に傾けた正面顔画像であることを特徴とする、

第 1 4 の局面に記載の方法。

[第 1 6 の局面]

3 次元モデリング装置であって：

物体の第 1 の方向の第 1 の画像及び第 2 の方向の第 2 の画像をそれぞれ取り込む画像取り込みモジュールと；

前記第 1 の画像の複数の特徴点を取得する特徴検出モジュールと；

前記複数の特徴点に対応する、前記第 2 の画像の対応特徴点を判定するマッチングモジュールと；

前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の類似度と、前記複数の特徴点の奥行き値とを計算し、前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って前記複数の特徴点の前記奥行き値に重み付け計算を行う計算モジュールと；

前記重み付け計算を行った前記複数の特徴点の前記奥行き値に基づいて前記物体の 3 次元モデリングを実行するモデル生成モジュールと；を備えることを特徴とする、

3 次元モデリング装置。

[第 1 7 の局面]

前記特徴検出モジュールは、具体的に、前記第 1 の画像のいくつかの初期特徴点を取得するために、前記第 1 の画像を予め設定した第 1 の格子とマッチングするために、前記第 1 の格子の格子セル内にある前記初期特徴点の数が等しくなるまで前記いくつかの初期特徴点をスクリーニングするために、及びこれらを前記特徴点として判定するために用いられることを特徴とする、

第 1 6 の局面に記載の装置。

[第 1 8 の局面]

前記特徴検出モジュールは、具体的に、前記いくつかの初期特徴点からこれらの初期特徴点が位置する前記第 1 の格子の前記格子セルの中心までの距離を計算するために使用される計算ユニット；を備え、

前記特徴検出モジュールは、具体的に、前記第 1 の格子の前記格子セル内において、所属する前記格子セルの中心に最も近い初期特徴点を前記特徴点として判定するために用いられることを特徴とする、

第 1 7 の局面に記載の装置。

[第 1 9 の局面]

前記特徴検出モジュールは、前記第 1 の格子の格子セルに前記初期特徴点がない場合には、前記格子セルの中心を前記格子セル内の特徴点として判定するためにさらに用いられることを特徴とする、

第 1 7 の局面又は第 1 8 の局面に記載の装置。

[第 2 0 の局面]

前記マッチングモジュールは、具体的に、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像に関する方向情報に従って、前記複数の特徴点に対応する前記第 2 の画像のブレ対応特徴点を判定するために、前記第 2 の画像を予め設定した第 2 の格子とマッチングするために、及び、前記ブレ対応特徴点が位置する前記第 2 の格子の格子セルの中心を、これに対応する対応

10

20

30

40

50

特徴点として判定するために用いられることを特徴とする、

第 18 の局面に記載の装置。

[第 21 の局面]

前記計算モジュールは、具体的に、前記複数の特徴点が位置する前記第 1 の格子の前記格子セル内の全ての画素の色値を取得するために、前記複数の対応特徴点が位置する前記第 2 の格子の前記格子セル内の全ての画素の色値を取得するために、前記複数の特徴点が位置する前記第 1 の格子の前記格子セル内の全ての前記画素と、前記対応する対応特徴点が位置する前記第 2 の格子の前記格子セル内の全ての前記画素との間の平均色値誤差をそれぞれ計算するために、及び、前記平均色値誤差に従って、前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度を判定するために用いられることを特徴とする、

10

第 20 の局面に記載の装置。

[第 22 の局面]

前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って前記複数の特徴点の前記奥行き値に重み付け計算を行う式は、

加重した奥行き値 = 奥行き値 × (前記重み付け計算の対象の前記特徴点を除く全ての前記特徴点の前記平均色値誤差の和 / 全ての前記特徴点の前記平均色値誤差の和) であることを特徴とする、

第 21 の局面に記載の装置。

[第 23 の局面]

前記第 2 の格子の前記格子セルの前記面積は、前記第 1 の格子の前記格子セルの前記面積よりも小さいことを特徴とする、

20

第 20 の局面乃至第 22 の局面のいずれかに記載の装置。

[第 24 の局面]

前記装置は、前記複数の特徴点の前記奥行き値に前記重み付け計算を行う前に、前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って前記複数の特徴点をスクリーニングするスクリーニングモジュール；をさらに備えることを特徴とする、

第 16 の局面に記載の装置。

[第 25 の局面]

前記スクリーニングモジュールは、具体的に、前記複数の特徴点と前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って廃棄閾値を判定するために、及び、前記対応する対応特徴点との類似度が前記廃棄閾値よりも高い特徴点を前記複数の特徴点から排除するために用いられることを特徴とする、

30

第 24 の局面に記載の装置。

[第 26 の局面]

前記モデル生成モジュールは、三角格子を採用することにより、前記物体の 3 次元モデリングを実行することを特徴とする、

第 16 の局面に記載の装置。

[第 27 の局面]

3 次元モデリング装置であって：

物体の複数方向の画像を取り込む画像取り込みモジュールと；

40

前記複数の画像のうちの一つの画像の複数の特徴点を取得する特徴検出モジュールと；

前記複数の特徴点に対応する対応特徴点を残りの画像にてそれぞれ判定するマッチングモジュールと；

前記複数の特徴点と前記残りの画像の前記対応する対応特徴点との間の類似度と、前記対応特徴点の奥行き値とをそれぞれ計算し、前記複数の画像に関する方向情報と、前記対応特徴点の前記奥行き値とに従って、前記複数の特徴点の奥行き値を計算し、前記複数の特徴点と前記残りの画像の前記対応する対応特徴点との間の前記類似度に従って、前記複数の特徴点の前記奥行き値に重み付け計算を行う計算モジュールと；

前記重み付け計算を行った前記複数の特徴点の前記奥行き値に基づいて前記物体の 3 次元モデリングを実行するモデル生成モジュールと；を備えることを特徴とする、

50

3次元モデリング装置。[第28の局面]

前記画像取り込みモジュールは、具体的に、前記物体の基準方向の第1の画像と、前記基準方向から逸脱した3方向における第2の画像、第3の画像、及び第4の画像とを取り込むために用いられることを特徴とする、

第27の局面に記載の装置。

[第29の局面]

前記物体は、人物顔；を備えることを特徴とする、

第28の局面に記載の装置。

[第30の局面]

前記第1の画像、第2の画像、第3の画像、及び第4の画像はそれぞれ、前記人物顔の正面顔画像、上向きの正面顔画像、左に傾けた正面顔画像、及び右に傾けた正面顔画像であることを特徴とする、

第29の局面に記載の装置。

10

【図1】

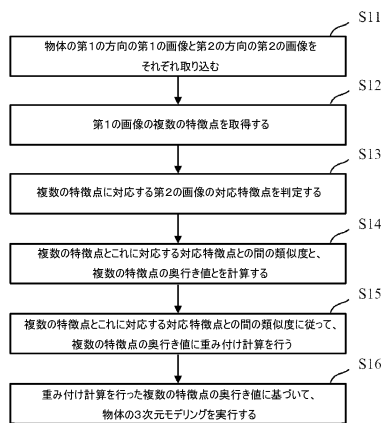


図1

【図2】

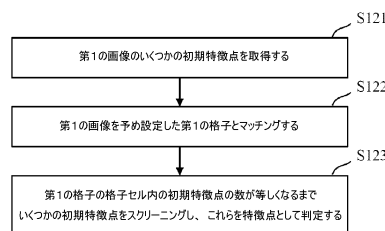


図2

【図3】

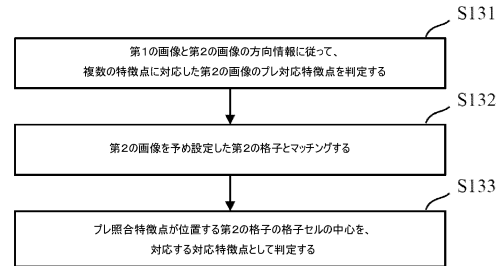


図3

【図4】

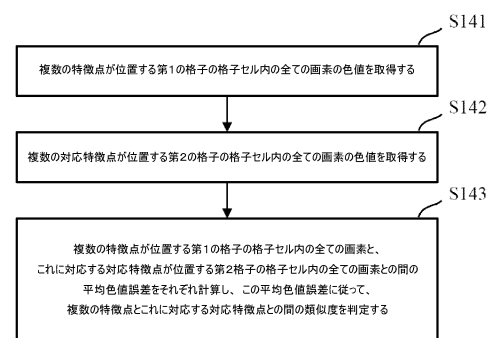


図4

【図5】

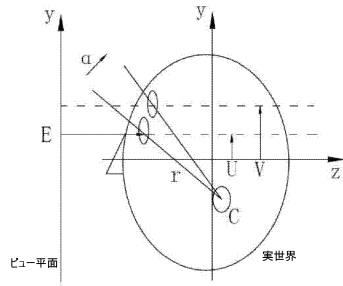


図5

【図6】

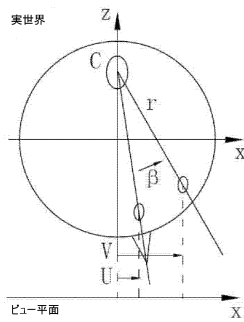


図6

【図7】

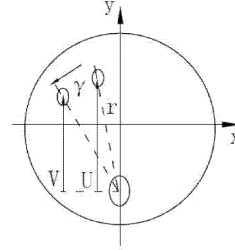


図7

【図8】

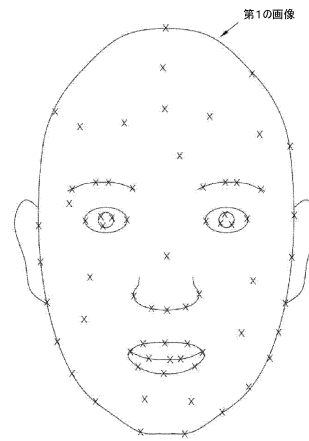


図8

【図9】

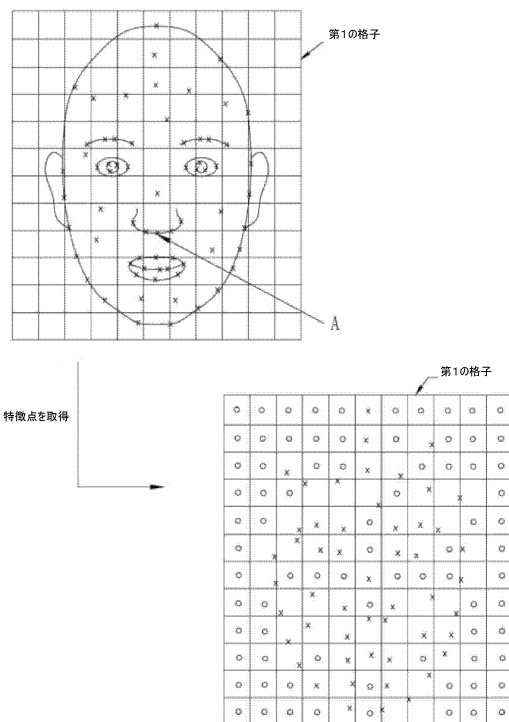


図9

【図10】

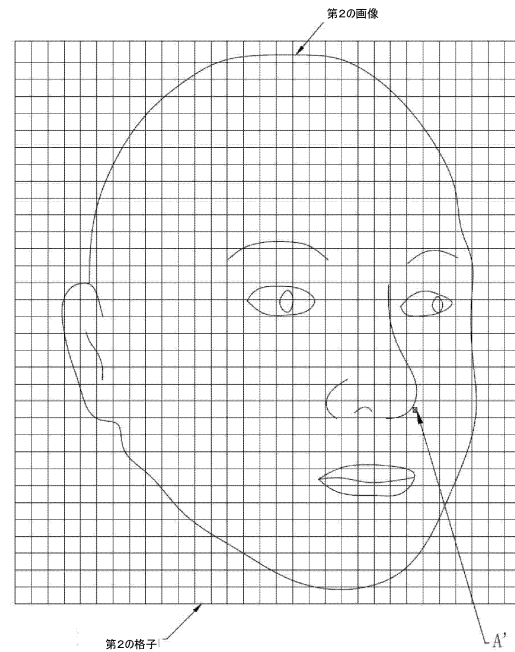


図10

【図 1 1】

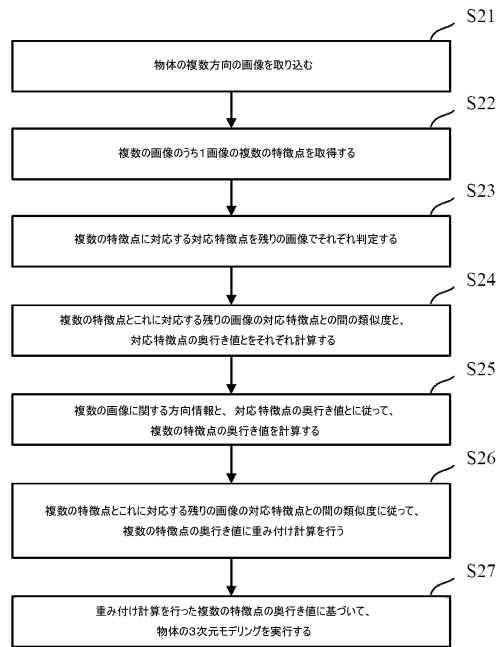


図11

【図 1 2】

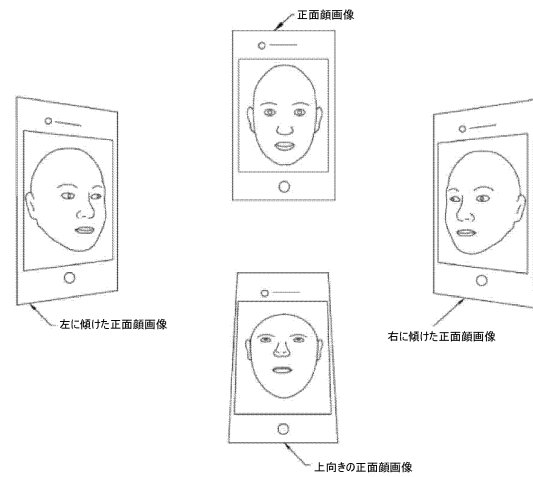


図12

【図 1 3】

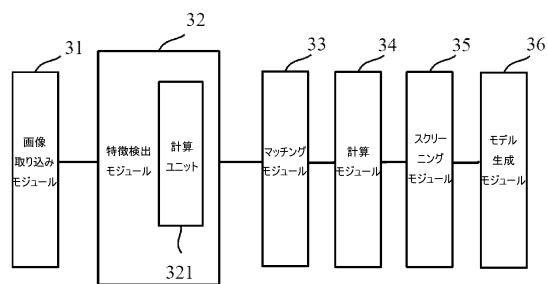


図13

フロントページの続き

(74)代理人 100155192

弁理士 金子 美代子

(74)代理人 100131820

弁理士 金井 俊幸

(74)代理人 100100398

弁理士 柴田 茂夫

(72)発明者 チャン, ジエ

中華人民共和国 310099, ハンジョウ, ナンバー18 ワンタン ロード, ファンロン タイムズ プラザ, ビルディング ビー 17エフ, アンツ パテント チーム内

審査官 佐田 宏史

(56)参考文献 特開2007-102412(JP, A)

特開2003-187261(JP, A)

特開2012-068861(JP, A)

特開2009-110356(JP, A)

特開2014-175702(JP, A)

特開2012-212428(JP, A)

米国特許出願公開第2013/0100256(US, A1)

藤村 恒太、外2名, “マルチカメラを用いた人体頭部3次元モデリングシステムとその応用”, 情報処理学会論文誌, 日本, 社団法人情報処理学会, 2004年 6月15日, Vol.45, No.518(CVIM 9), pp.1-9

Asem M. Ali, "A 3D-Based Pose Invariant Face Recognition at a Distance Framework", IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION FORENSICS AND SECURITY, 米国, IEEE, 2014年10月 8日, Vol. 9, No. 12, pp.2158-2169

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00, 7/00-7/90