

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-117049

(P2021-117049A)

(43) 公開日 令和3年8月10日(2021.8.10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 11/245 (2006.01)	GO 1 B 11/245	2 F 0 6 5
GO 6 T 7/00 (2017.01)	GO 6 T 7/00	6 1 2
GO 6 T 1/00 (2006.01)	GO 6 T 1/00	2 9 0 Z
GO 1 B 11/24 (2006.01)	GO 6 T 7/00	6 6 0 A
	GO 1 B 11/24	K

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2020-9387 (P2020-9387)
 (22) 出願日 令和2年1月23日 (2020.1.23)

特許法第30条第2項適用申請有り (1) ウェブサイトの掲載日2019年1月31日ウェブサイトのアドレス <http://repo.inf.uec.ac.jp/master/>にて公開、及び (2) 開催日2019年2月7日電気通信大学情報学専攻メディア情報学2019年度博士前期課程発表会にて、「口腔認識装置」の技術について公開した。

(71) 出願人 504133110
 国立大学法人電気通信大学
 東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1

(74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和

(74) 代理人 100101247
 弁理士 高橋 俊一

(72) 発明者 安藤 貴広
 東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

(72) 発明者 正木 絢乃
 東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

最終頁に続く

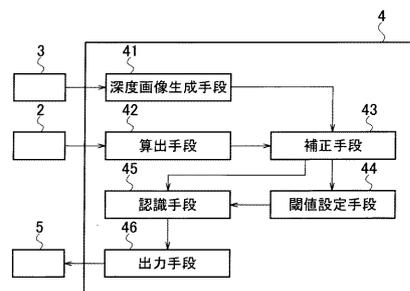
(54) 【発明の名称】 口腔認識装置

(57) 【要約】

【課題】非接触で口腔部の形状や位置を精度よく認識する。

【解決手段】対象物までの距離を深度値として検出する深度センサ3と、対象物を撮像してRGB画像を取得するRGBカメラ2と、RGBカメラ2により取得されたRGB画像に基づいて、撮像したRGB画像から人の頭のロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角を算出する算出手段42と、算出されたロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角に基づいて、撮像された人が正面を向きかつ人の顔の傾きが平行になるように、深度値を補正する補正手段43と、補正手段43により補正された深度値に基づいて、対象物である人の口腔部を認識する認識手段45と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対象物までの距離を深度値として検出する深度センサと、
前記深度センサにより検出された深度値に基づいて、前記対象物である人の口腔部を認識する認識手段と、

を備えたことを特徴とする口腔認識装置。

【請求項 2】

前記対象物を撮像して R G B 画像を取得する R G B カメラと、
前記 R G B カメラにより取得された R G B 画像に基づいて、撮像した R G B 画像から人の頭のロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角を算出する算出手段と、
前記算出されたロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角に基づいて、撮像された人が正面を向きかつ人の顔の傾きが平行になるように、前記深度値を補正する補正手段と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の口腔認識装置。

【請求項 3】

前記対象物を撮像して R G B 画像を取得する R G B カメラと、
前記人ごとに、口腔部が標準状態のときと所定の形状をしたときの前記 R G B 画像と前記深度値とに基づいて、口腔部の所定の形状を判別するための閾値を設定する閾値設定手段と、をさらに備え、

前記認識手段は、

前記 R G B 画像および前記深度値から、前記閾値設定手段により設定された閾値に基づいて口腔部の形状を認識する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の口腔認識装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、人の口腔部の形状や位置を認識する口腔認識装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

舌の運動機能は、嚥下や発話といった日常生活をおくるうえで必要不可欠な活動に深く関わっている。しかしながら、老化による筋力低下や特定疾患などの影響により舌の運動機能が低下することがある。

【0003】

そこで、舌や口の運動機能を維持・向上させるために、口腔筋機能療法と呼ばれる口や舌のトレーニングセットが知られているが、この手法では動作が単調であり長期間継続してトレーニングを行うことは苦痛であった。

【0004】

そのため、非特許文献 1 に記載したような非接触型舌運動計測システムが開発されている。非接触型舌運動計測システムは、非接触で口や舌の形状を検出して、ユーザがゲーム感覚で口腔運動のトレーニングを行うことができるものである。

【先行技術文献】**【非特許文献】****【0005】**

【非特許文献 1】柳 青，宮内 将斗，木村 堯，野嶋 琢也，SITA: 非装着型舌運動計測システムの開発，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，2016，21 巻，2 号，p. 235 241，公開日 2016/09/09，Online ISSN 2423 9593，Print ISSN 1344 011X，<https://doi.org/10.18974/tvrsj.21.2> 235，https://www.jstage.jst.go.jp/article/tvrsj/21/2/21_235/article/char/ja，

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

非特許文献 1 に記載の非装着型舌運動計測システムでは、非接触で口や舌の形状を検出するが、口や舌の形状は個人差が大きく、複雑な形状をしているので、精度よく形状を検出することが困難であった。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、非接触で口や舌などの口腔部の形状や位置を精度よく認識する口腔認識装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の口腔認識装置の第 1 の特徴は、
対象物までの距離を深度値として検出する深度センサと、
前記深度センサにより検出された深度値に基づいて、前記対象物である人の口腔部を認識する認識手段と、
を備えたことにある。

10

【 0 0 0 9 】

本発明の口腔認識装置の第 2 の特徴は、
前記対象物を撮像して R G B 画像を取得する R G B カメラと、
前記 R G B カメラにより取得された R G B 画像に基づいて、撮像した R G B 画像から人の頭のロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角を算出する算出手段と、
前記算出されたロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角に基づいて、
撮像された人が正面を向きかつ人の顔の傾きが平行になるように、前記深度値を補正する補正手段と、
を備えたことにある。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の口腔認識装置の第 3 の特徴は、
前記対象物を撮像して R G B 画像を取得する R G B カメラと、
前記人ごとに、口腔部が標準状態のときと所定の形状をしたときの前記 R G B 画像と前記深度値とに基づいて、口腔部の所定の形状を判別するための閾値を設定する閾値設定手段と、をさらに備え、
前記認識手段は、
前記 R G B 画像および前記深度値から、前記閾値設定手段により設定された閾値に基づいて口腔部の形状を認識することにある。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、非接触で口腔部の形状や位置を精度よく認識することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の実施形態 1 である口腔認識装置のハードウェア構成を示す機器構成図である。

40

【図 2】本発明の実施形態 1 である口腔認識装置の機能構成を示す機器構成図である。

【図 3】(a) は、正面から撮影された人の頭のロール回転角およびヨー回転角を説明した図であり、(b) は、側面から撮影された人の頭のピッチ回転角を説明した図である。

【図 4】閾値設定手段による閾値設定処理の処理内容を示したフローチャートである。

【図 5】閾値の設定のために標準状態における唇の状態を示した図である。(a) は、標準状態におけるユーザ A の口腔部の上唇と下唇とを正面から撮影した R G B 画像であり、(b) は、標準状態におけるユーザ A の口腔部の上唇と下唇とを側面から撮影した R G B 画像である。

【図 6】閾値の設定のために / w u / と発音した状態における唇の状態を示した図である。(a) は、 / w u / と発音した状態におけるユーザ A の口腔部の上唇と、下唇とを正面

50

から撮影したRGB画像であり、(b)は、/wu/と発音した状態におけるユーザAの口腔部の上唇と、下唇とを側面から撮影したRGB画像である。

【図7】本発明の実施形態2である口腔認識装置1において、位置認識処理の処理内容を示したフローチャートである。

【図8】(a)はRGB画像の一例であり、(b)は深度画像の一例であり、(c)は二値化画像の一例であり、(d)は輪郭の抽出の一例であり、(e)は舌先の位置の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。各図面を通じて同一若しくは同等の部位や構成要素には、同一若しくは同等の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、現実のものとは異なることに留意すべきである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている。

10

【0014】

また、以下に示す実施の形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置等を例示するものであって、この発明の技術的思想は、各構成部品の配置等を下記のものに特定するものでない。この発明の技術的思想は、特許請求の範囲において、種々の変更を加えることができる。

【0015】

<実施形態1>

本発明の実施形態1では、人の口腔部の形状を認識する形状認識処理を実行する口腔認識装置を例に挙げて説明する。

20

【0016】

図1は、本発明の実施形態1である口腔認識装置のハードウェア構成を示す機器構成図である。

【0017】

図1に示すように、口腔認識装置1は、RGBカメラ2と、深度センサ3と、コンピュータ4と、モニタ5と、入力デバイス6とを備えている。

【0018】

RGBカメラ2は、対象物、ここではユーザAを撮像してRGB画像を生成する。

30

【0019】

深度センサ3は、ユーザAまでの距離を深度値として検出する。

【0020】

モニタ5は、有機EL(electroluminescence)ディスプレイや、液晶ディスプレイ等の画像出力装置を備えており、コンピュータ4からの出力信号に基づいて画面を表示する。

【0021】

入力デバイス6は、キーボードやマウスなどであり、ユーザ操作に基づいて入力信号をコンピュータ4に供給する。

【0022】

コンピュータ4は、CPUやメモリなどを有しており、RGBカメラ2、深度センサ3、モニタ5、および入力デバイス6と接続されている。コンピュータ4は、RGBカメラ2が撮像したRGB画像を取得し、深度センサ3により計測された深度値を取得し、入力デバイス6から入力信号を取得する。また、コンピュータ4は、モニタ5に口腔筋機能のトレーニング用の画面を表示させたり、入力用の画面などを表示させたりする。

40

【0023】

また、コンピュータ4は、メモリに記憶された口腔認識プログラムを実行することにより、図2に示すように、その機能上、深度画像生成手段41と、算出手段42と、補正手段43と、閾値設定手段44と、認識手段45と、出力手段46とを備える。

【0024】

50

深度画像生成手段 4 1 は、深度センサ 3 により検出された深度値に基づいて、対象物である人（ここでは、ユーザ A）までの距離を濃淡で表現した深度画像を生成する。

【 0 0 2 5 】

算出手段 4 2 は、R G B カメラ 2 により取得された R G B 画像に基づいて、撮像した R G B 画像から、図 3 (a) に示すような正面から撮影された人の頭のロール回転角 1 およびヨー回転角 2 と、図 3 (b) に示すような側面から撮影された人の頭のピッチ回転角 3 とを算出する。このロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角 3 は、顔認識技術を用いて算出される。

【 0 0 2 6 】

補正手段 4 3 は、算出されたロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角 3 に基づいて、図 3 に示すように撮像された人が正面を向きかつ人の顔の傾きが平行になるように、深度画像と R G B 画像とを補正する。すなわち、算出されたロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角 3 がともに、" 0 " 度となるように深度画像と R G B 画像とを補正する。

【 0 0 2 7 】

閾値設定手段 4 4 は、人ごとに、口腔部が標準状態のときと所定の形状をしたときの R G B 画像と深度値とに基づいて、口腔部の所定の形状を判別するための閾値を設定する。口腔部の形状は個人差が大きく、所定の形状をしたか否かを判定するのは困難であるので、ここでは、予め、人（ユーザ）ごとに、口腔部が標準状態のときと、所定の形状をしたときの R G B 画像と深度値とを取得しておき、そのユーザの口腔部が所定の形状となったか否かを正確に判定するための閾値を設定する。なお、口腔部とは、唇および舌を含んでいる。

【 0 0 2 8 】

認識手段 4 5 は、深度センサ 3 により検出された深度値に基づいて、対象物である人の口腔部を認識する。具体的には、認識手段 4 5 は、口腔部の形状を認識する形状認識処理と、口腔部の舌先の位置を認識する位置認識処理とを実行する。

【 0 0 2 9 】

出力手段 4 6 は、認識手段 4 5 により認識した認識結果に基づいて、口腔筋機能のトレーニング用の画面をモニタ 5 に表示させる。

【 0 0 3 0 】

< 閾値設定処理 >

図 4 は、閾値設定手段 4 4 による閾値設定処理の処理内容を示したフローチャートである。

【 0 0 3 1 】

図 4 に示すように、標準状態（ユーザ A が意図的に唇の形状を変えるのではなく通常の状態）におけるデータの取得が要求されたか否かを判定する（ステップ S 1 0 1）。例えば、モニタ 5 に「普通の顔をして、画面上の「撮影ボタン」を押してください。」というメッセージを表示させ、ユーザが入力デバイス 6 から「撮影ボタン」を押下操作することにより、データの取得が要求される。

【 0 0 3 2 】

標準状態におけるデータの取得が要求されると（ステップ S 1 0 1；YES）、算出手段 4 2 は R G B カメラ 2 により撮像された R G B 画像を取得する（ステップ S 1 0 3）。

【 0 0 3 3 】

次に、深度画像生成手段 4 1 は、深度センサ 3 により検出された深度値に基づいて、ユーザ A までの距離を濃淡で表現した深度画像を生成する（ステップ S 1 0 5）。

【 0 0 3 4 】

そして、R G B 画像と深度画像を補正する（ステップ S 1 0 7）。具体的には、算出手段 4 2 が、R G B カメラ 2 により取得された R G B 画像に基づいて、撮像した R G B 画像から、ロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角 3 を算出し、補正手段 4 3 が、算出されたロール回転角 1、ヨー回転角 2、およびピッチ回転角 3 に基づ

10

20

30

40

50

いて、撮像されたユーザ A が正面を向きかつユーザ A の顔の傾きが平行になるように、RGB 画像と深度画像を補正する。

【0035】

次に、所定の形状（ここでは、/wu/と発音したときの形状、および/yi/と発音したときの形状）をした状態におけるデータの取得が要求されたか否かを判定する（ステップS201）。例えば、モニタ5に「/wu/と発音して、画面上の「撮影ボタン」を押してください。」や、「/yi/と発音して、画面上の「撮影ボタン」を押してください。」というメッセージを表示させ、ユーザが入力デバイス6から「撮影ボタン」を押下操作することにより、データの取得が要求される。

【0036】

所定の形状におけるデータの取得が要求されると（ステップS109；YES）、算出手段42はRGBカメラ2により撮像されたRGB画像を取得する（ステップS111）。

【0037】

次に、深度画像生成手段41は、深度センサ3により検出された深度値に基づいて、ユーザAまでの距離を濃淡で表現した深度画像を生成する（ステップS113）。

【0038】

そして、ステップS107と同様に、RGB画像と深度画像を補正する（ステップS115）。

【0039】

次に、閾値設定手段44は、ユーザAの閾値を算出する（ステップS117）。

【0040】

図5は、閾値の設定のために標準状態における唇の状態を示した図である。（a）は、標準状態におけるユーザAの口腔部の上唇101aと下唇101bとを正面から撮影したRGB画像であり、（b）は、標準状態におけるユーザAの口腔部の上唇101aと下唇101bとを側面から撮影したRGB画像である。

【0041】

図5（a）に示すように、標準状態における上唇101aと下唇101bとの高さ（Z1-Z2方向の距離）をh1、上唇101aと下唇101bとの左右方向（X1-X2方向）の長さをw1とすると、標準状態における縦横比R_Nは、下記の（数式1）で算出される。

【0042】

$$R_N = h_1 / w_1 \quad \dots \text{（数式1）}$$

また、図5（b）に示すように、標準状態における上唇101aと下唇101bとの深さ（Y1-Y2方向の距離）をD_Nとする。具体的には、平均面102と、上唇101aまたは下唇101bの先端位置103との距離をD_Nとする。

【0043】

図6は、閾値の設定のために/wu/と発音した状態における唇の状態を示した図である。（a）は、/wu/と発音した状態におけるユーザAの口腔部の上唇101aと、下唇101bとを正面から撮影したRGB画像であり、（b）は、/wu/と発音した状態におけるユーザAの口腔部の上唇101aと、下唇101bとを側面から撮影したRGB画像である。

【0044】

図6（a）に示すように、/wu/と発音した状態における上唇101aと下唇101bとの高さ（Z1-Z2方向の距離）をh2、上唇101aと下唇101bとの左右方向（X1-X2方向）の長さをw2とすると、/wu/形状の縦横比R_{wu}は、下記の（数式2）で算出される。

【0045】

$$R_{wu} = h_2 / w_2 \quad \dots \text{（数式2）}$$

また、図6（b）に示すように、標準状態における上唇101aと下唇101bとの深

10

20

30

40

50

さ (Y 1 - Y 2 方向の距離) を D_{wu} とする。

【 0 0 4 6 】

なお、 / y i / と発音したときの上唇 1 0 1 a および下唇 1 0 1 b の縦横比 R_{yi} についても、 / w u / 形状の縦横比 R_{wu} と同様に算出する。

【 0 0 4 7 】

そして、閾値設定手段 4 4 は、下記の (数式 3) ~ (数式 5) を用いて、閾値 Th_1 、 Th_2 、 Th_3 を設定する。

$$Th_1 = (R_{wu} + R_N) / 2 \quad \dots (\text{数式 3})$$

$$Th_2 = (R_{yi} + R_N) / 2 \quad \dots (\text{数式 4})$$

$$Th_3 = (D_{wu} + D_N) / 2 \quad \dots (\text{数式 5})$$

ここで、 Th_1 は、 / w u / 形状判定の縦横比閾値であり、 Th_2 は、 / y i / 形状判定の縦横比閾値であり、 Th_3 は、 / w u / 形状判定の深度閾値である。

【 0 0 4 8 】

そして、閾値設定手段 4 4 は、算出した Th_1 、 Th_2 、 Th_3 を、ユーザ A を識別するユーザ ID と関連付けて、メモリに記憶する (ステップ S 1 1 9) 。

【 0 0 4 9 】

このように、ユーザごとに、閾値 Th_1 、 Th_2 、 Th_3 が記憶されているので、この閾値を用いることにより、認識手段 4 5 は、口腔部の形状を認識する形状認識処理を実行することができる。

【 0 0 5 0 】

具体的には、補正手段 4 3 により補正された深度画像と RGB 画像とが供給されると、認識手段 4 5 は、供給された深度画像と RGB 画像とから、縦横比 R と深さ D を算出する。

【 0 0 5 1 】

そして、縦横比 R が閾値 Th_1 を超え、かつ、深さ D が Th_3 を超えている場合に、認識手段 4 5 は、ユーザ A が / w u / 形状をしていると認識する。また、縦横比 R が閾値 Th_2 を超えている場合に、認識手段 4 5 は、ユーザ A が / y i / 形状をしていると認識する。

【 0 0 5 2 】

以上のように、本発明の実施形態 1 である口腔認識装置 1 によれば、深度センサ 3 により検出された深度値に基づいて、対象物である人の口腔部を認識するので、正確に口腔部の形状を認識することができる。さらに、RGB カメラ 2 により撮像された RGB 画像も用いて対象物である人の口腔部を認識することで、さらに正確に口腔部の形状を認識することができる。

【 0 0 5 3 】

また、RGB カメラ 2 により取得された RGB 画像に基づいて、撮像した RGB 画像から人の頭のロール回転角 θ_1 、ヨー回転角 θ_2 、およびピッチ回転角 θ_3 を算出し、算出されたロール回転角 θ_1 、ヨー回転角 θ_2 、およびピッチ回転角 θ_3 に基づいて、撮像された人が正面を向きかつ人の顔の傾きが平行になるように、深度画像を補正するので、ユーザがどの方向を向いていたとしても、安定的に正確な深度値を得ることができるので、より正確に口腔部の形状を認識することができる。

【 0 0 5 4 】

さらに、人ごとに、口腔部が標準状態のときと所定の形状をしたときの RGB 画像と深度値とに基づいて、口腔部の所定の形状を判別するための閾値を設定し、RGB 画像および深度値から、設定された閾値に基づいて口腔部の形状を認識するので、口腔部の形状の個人差にかかわらず、より正確に口腔部の形状を認識することができる。

【 0 0 5 5 】

< 実施形態 2 >

本発明の実施形態 2 では、口腔部の舌先の位置を認識する位置認識処理を実行する口腔認識装置 1 を例に挙げて説明する。なお、本発明の実施形態 2 である口腔認識装置 1 の構

10

20

30

40

50

成については、図 1 および図 2 に示した本発明の実施形態 1 である口腔認識装置 1 の構成と同一であるので、説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

図 7 は、本発明の実施形態 2 である口腔認識装置 1 において、位置認識処理の処理内容を示したフローチャートである。図 7 に示したステップ S 1 0 3 ~ S 1 0 7 の処理については、図 4 に示したステップ S 1 0 3 ~ S 1 0 7 の処理と同一であるので、説明を省略する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 0 7 において、R G B 画像と深度画像が補正されると、認識手段 4 5 は、図 8 (a) に示す R G B 画像に基づいて、図 8 (b) に示す深度画像から、顔認識技術を用いて人 (ここでは、ユーザ A) の口腔部を抽出する (ステップ S 2 0 9)。

10

【 0 0 5 8 】

そして、認識手段 4 5 は、深度画像から口腔部の平均深度値を算出する (ステップ S 2 1 1)。認識手段 4 5 は、算出した平均深度値を超えたか否かを判定することにより、深度画像を二値化し (ステップ S 2 1 3)、さらにノイズを除去する (ステップ S 2 1 5)

【 0 0 5 9 】

図 8 (c) は、深度画像に対して二値化およびノイズ除去処理が施された二値化画像である。

【 0 0 6 0 】

図 8 (c) に示すように、二値化されることにより、上部抽出画像 2 0 1 a と下部抽出画像 2 0 1 b とが出現する。人 (ユーザ A) が舌を出している状態では、上部抽出画像 2 0 1 a が上唇の画像に対応し、下部抽出画像 2 0 1 b が舌の画像に対応する。

20

【 0 0 6 1 】

そして、認識手段 4 5 は、上部抽出画像 2 0 1 a および下部抽出画像 2 0 1 b の輪郭を抽出する (ステップ S 2 1 7)。具体的には、認識手段 4 5 は、図 8 (d) に示すように、上部抽出画像 2 0 1 a を囲む最小の面積となるような上部矩形領域 2 0 2 a を設定するとともに、下部抽出画像 2 0 1 b を囲む最小の面積となるような下部矩形領域 2 0 2 b を設定する。

【 0 0 6 2 】

人 (ユーザ A) が舌を出している状態では、下部抽出画像 2 0 1 b が舌の画像に対応しているので、図 8 (e) に示すように、認識手段 4 5 は、下部抽出画像 2 0 1 b の矩形の中心位置を舌先 3 0 1 として抽出する (ステップ S 2 2 1)。

30

【 0 0 6 3 】

以上のように、本発明の実施形態 2 である口腔認識装置 1 によれば、深度センサ 3 により検出された深度値に基づいて、対象物である人の口腔部を認識するので、正確に口腔部の形状を認識することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

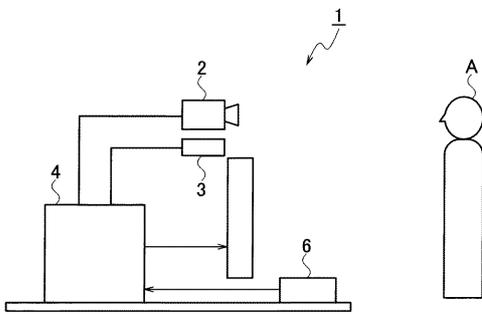
- 1 口腔認識装置
- 2 R G B カメラ
- 3 深度センサ
- 4 コンピュータ
- 5 モニタ
- 6 入力デバイス
- 4 1 深度画像生成手段
- 4 2 算出手段
- 4 3 補正手段
- 4 4 閾値設定手段
- 4 5 認識手段

40

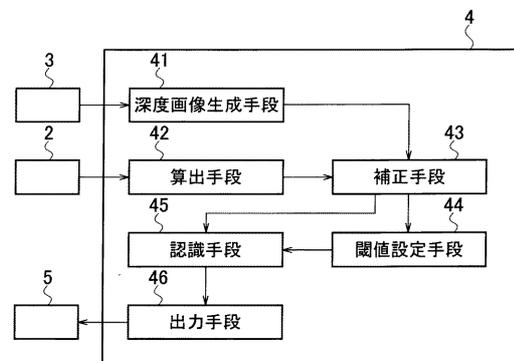
50

4 6 出力手段

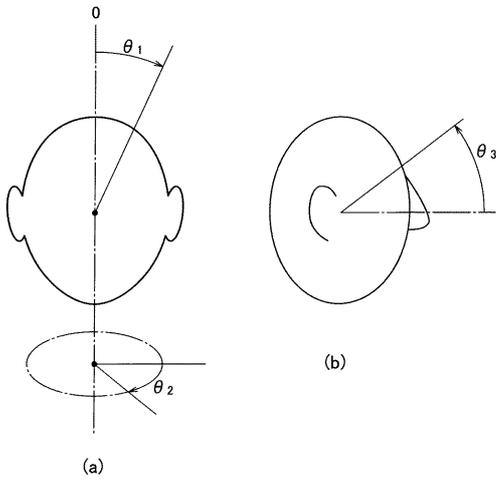
【 図 1 】



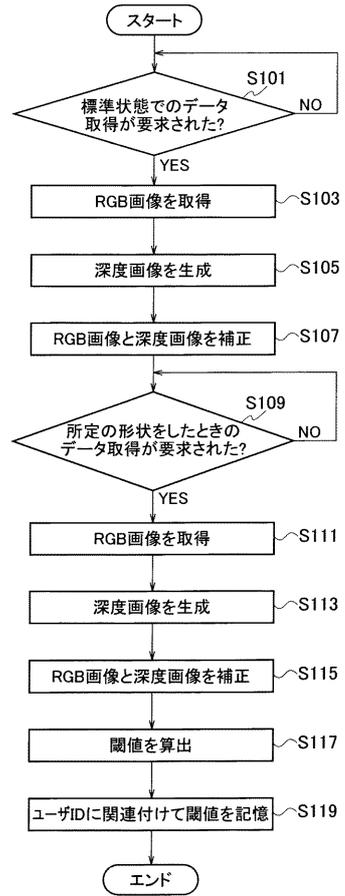
【 図 2 】



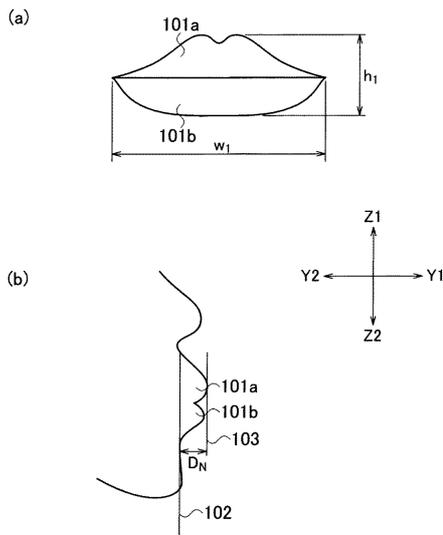
【図3】



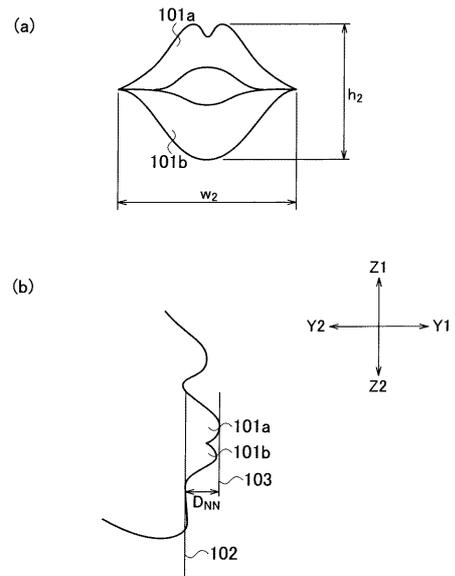
【図4】



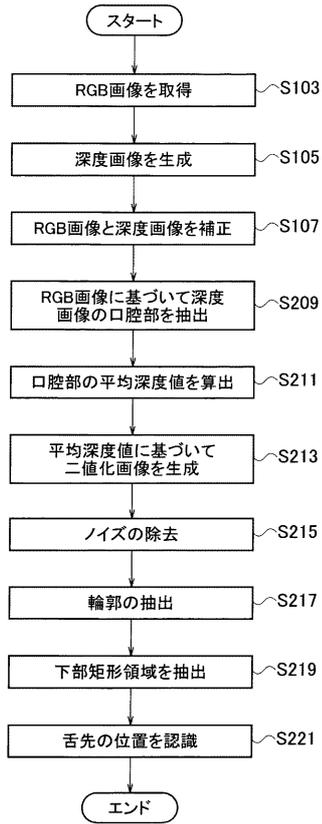
【図5】



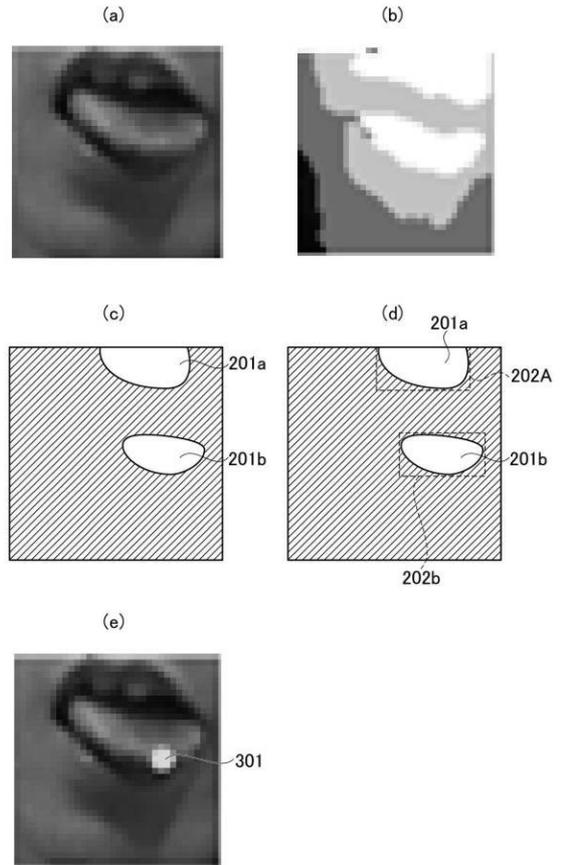
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 柳 青

東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

(72)発明者 野嶋 琢也

東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA14 AA37 AA53 BB05 CC16 DD03 FF01 FF04 GG04
HH04 JJ01 JJ03 MM16 PP22 QQ03 QQ21 QQ24 QQ25 QQ28
QQ31 UU05
5B057 AA07 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16
CD03 DA01 DB02 DB09 DC08 DC09
5L096 AA02 AA06 AA09 BA06 CA02 EA16 FA67 GA51