

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 10 月 6 日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/159255 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 1/00 (2006.01) *A61B 5/107* (2006.01)
A61B 3/113 (2006.01) *A61B 10/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/060713
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 31 日(31.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-073089 2015 年 3 月 31 日(31.03.2015) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人静岡大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒4228529 静岡県静岡市駿河区大谷 8 3 6 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 海老澤 嘉伸(EBISAWA Yoshinobu); 〒4328561 静岡県浜松市中区城北 3 丁目 5 - 1 国立大学法人静岡大学大学院工学研究科内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

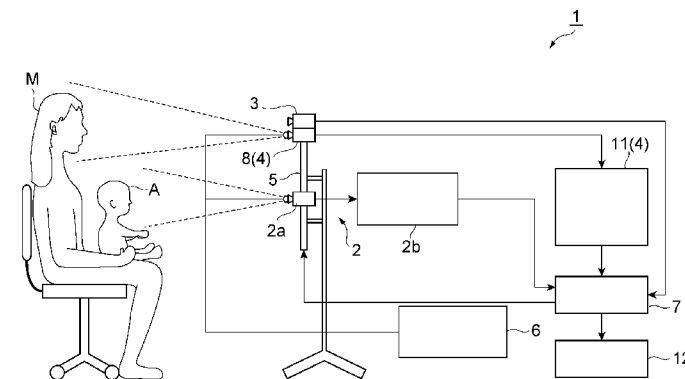
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MOUTH REGION DETECTION DEVICE AND MOUTH REGION DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 口領域検出装置及び口領域検出方法

[図1]



(57) Abstract: This invention addresses the problem of accurately detecting images of mouth regions in facial images acquired in different photography conditions, the images being taken of various subjects. An autistic infant diagnostic apparatus 1 is provided with: a color camera 3 and pupil detection camera 9 for acquiring a facial image by imaging the face of a mother M; a pupil position calculator 11 for calculating the positions of the left and right pupils of the mother M on the basis of the facial image, and calculating the position and size of a mouth region, which is a region including the mouth of the mother M, on the basis of the positions of the right and left pupils; and a data analysis unit 7 for using a facial image of a range equivalent to the mouth region to generate a normalized mouth image including the mouth of the mother M and having a predetermined number of pixels.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/159255 A1

様々な対象者を対象に異なる撮影条件で取得された顔画像中における口領域の画像を正確に検出することを課題とする。自閉症乳幼児診断装置 1 は、母親 M の顔を撮像することで顔画像を取得するカラーカメラ 3 及び瞳孔検出用カメラ 9 と、顔画像を基に母親 M の右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出し、右の瞳孔の位置及び左の瞳孔の位置を基に、母親 M の口を含む領域である口領域の位置及びサイズを算出する瞳孔位置算出部 11 と、口領域に相当する範囲の顔画像を用いて、母親 M の口を含む既定の画素数の正規化口画像を生成するデータ解析部 7 と、を備える。

明 細 書

発明の名称：口領域検出装置及び口領域検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、人の顔画像から口の領域を検出する口領域検出装置及び口領域検出方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、自閉症診断装置等において注視点検出技術が利用されてきている。一般に、健常乳幼児が人間と対面したときは相手の眼を見る傾向があるのに対して、自閉症乳幼児は口などの動く部分を見る傾向にある。また、健常乳幼児は、口を見ることがあってもすぐに視線が目に戻る傾向にあるが、自閉症乳幼児は、口を見続ける傾向にある。

[0003] 上記の性質を利用した診断装置としては、下記特許文献1記載の装置がある。この装置では、カメラで取得した付添者等の顔の動画像をリアルタイムでモニタ画面に映しながら、その動画像を乳幼児に見せたときに乳幼児が顔の動画像中のどこを見ているかを計測する手法が採用されている。この手法では、顔の動画像中のどこに口が位置しているかを検出することが不可欠である。下記非特許文献1に記載の装置では、顔を写したカラー画像中で検出した2つの瞳孔の座標とそれらを結ぶ直線の傾きを用いて、瞳孔座標から所定の距離に位置する口領域を算出している。

[0004] 一方、下記非特許文献2には、カメラで取得した入力画像から顔領域を検出し、この顔領域から口の位置を検出することにより口唇動作を認識する技術が記載されている。詳細には、口唇動作を認識するために、画像中の唇領域の重心を求め、その重心を用いて検出された顔の大きさに対応して認識範囲を決定する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-206542号公報

非特許文献

- [0006] 非特許文献1：T.Maeda, K.Fukumoto, Y.Ebisawa, 「顔動画像上の注視点に基づく乳幼児自閉症診断補助装置の提案」, ライフエンジニアリング部門シンポジウム2013, 201-2, pp.299-304, 2013年9月12日-14日
- 非特許文献2：高橋真人 他, 「口領域の形状特徴と低解像度画像を特徴量とした口唇動作認識」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2010講演論文集, 1A2-G02, 2010年6月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、上述した従来の装置では、顔画像中における顔のサイズはカメラから顔までの距離が変化すれば変化するし、そもそも顔の形状及び大きさは個人差があり、2つの瞳孔に対する口の位置も個人差がある。そのため、正確に顔画像中の口の領域を決定することには限界がある。また、画像中から唇領域の重心を求め、その重心を基に口の位置を検出する方法では、唇は発声中には動作が激しいために口の位置を安定して切り出して正確に検出することは限界がある。
- [0008] 本発明は、上記課題に鑑みて為されたものであり、様々な対象者を対象に異なる撮影条件で取得された顔画像中における口領域の画像を正確に検出することが可能な口領域検出装置及び口領域検出方法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

- [0009] 上記課題を解決するため、本発明の一形態にかかる口領域検出装置は、対象者の顔を撮像することで顔画像を取得する画像取得部と、顔画像を基に対象者の右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出する瞳孔位置算出部と、右の瞳孔の位置及び左の瞳孔の位置を基に、対象者の口を含む領域である口領域の位置及びサイズを算出する領域算出部と、口領域に相当する範囲の顔画像を用いて、対象者の口を含む既定の画素数の正規化口画像を生成する口画

像生成部と、を備える。

[0010] 或いは、本発明の他の形態にかかる口領域検出方法は、画像取得部が、対象者の顔を撮像することで顔画像を取得するステップと、瞳孔位置算出部が、顔画像を基に対象者の右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出するステップと、領域算出部が、右の瞳孔の位置及び左の瞳孔の位置を基に、対象者の口を含む領域である口領域の位置及びサイズを算出するステップと、口画像生成部が、口領域に相当する範囲の顔画像を用いて、対象者の口を含む既定の画素数の正規化口画像を生成するステップと、を備える。

[0011] 上記形態の口領域検出装置或いは口領域検出方法によれば、対象者の顔を撮像することで顔画像が取得され、その顔画像から右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とが算出され、それらの位置を基に対象者の口領域の位置及びサイズが算出され、算出された口領域に相当する顔画像から正規化口画像が生成される。これにより、顔画像を撮像する画像取得部と対象者の顔との距離が変化したり、対象者が様々入れ替わった場合であっても、正確に口領域の画像を得ることができる。なおかつ、正規化された画像を生成することで、その画像に対する処理も安定して実行させることができる。

発明の効果

[0012] 本発明の一形態によれば、様々な対象者を対象に異なる撮影条件で取得された顔画像中における口領域の画像を正確に検出することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の第1実施形態に係る自閉症乳幼児診断装置の全体構成を示す概略構成図である。

[図2]図1のカラーカメラ及び瞳孔位置検出光学系の配置を示す平面図である。

[図3]図1の瞳孔位置算出部11によって算出された顔画像上の口領域ウィンドウのイメージを示す図である。

[図4]図1の瞳孔位置算出部11によって算出された顔画像上の口領域ウィンドウのイメージを示す図である。

[図5]図1の瞳孔位置算出部11によって算出された顔画像上の口領域ウィンドウのイメージを示す図である。

[図6]本発明の第2実施形態に係る瞳孔位置算出部11によって算出された顔画像上の口領域ウィンドウのイメージを示す図である。

[図7]本発明の第3実施形態に係る瞳孔位置算出部11によって算出された顔画像上の口領域ウィンドウのイメージを示す図である。

[図8]本発明の第4実施形態に係る瞳孔位置算出部11によって3次元空間内で算出された口領域ウィンドウを顔の横方向から見たイメージを示す図である。

[図9]本発明の第4実施形態に係る瞳孔位置算出部11によって3次元空間内で算出された口領域ウィンドウを顔の正面方向から見たイメージを示す図である。

[図10]本発明の第4実施形態に係るデータ解析部7によって口領域ウィンドウを基に生成される正規化口画像のイメージを示す図である。

[図11]本発明の第5実施形態に係る瞳孔位置算出部11によって3次元空間内で算出された口領域ウィンドウのイメージを示す図である。

[図12]本発明の第6実施形態に係るデータ解析部7による処理対象の正規化口画像のイメージを示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照しつつ本発明に係る口領域検出装置及び口領域検出方法の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては、同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0015] [第1実施形態]

口領域検出装置の第1実施形態にかかる自閉症診断支援用装置は、母親等の付添者（対象者）の顔を撮影して顔画像をディスプレイ（被験者が相対して見る対象）に表示しながら乳幼児（被験者）の注視点検出を行うことにより乳幼児の自閉症を診断する装置である。

[0016] 図1には、本実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置1の概略構成を示し

ている。同図に示すように、自閉症乳幼児診断装置 1 は、乳幼児 A の注視点を実時間で計測できる注視点検出部 2 と、母親 M の顔の画像を撮影するカラーカメラ（画像取得部） 3 と、母親 M の瞳孔の空間座標を実時間計測するための瞳孔位置検出部 4 と、母親 M の顔を映す表示用ディスプレイ 5 と、光源発光回路 6 と、データ解析部 7 とを備える。注視点検出部 2 の構成としては、本願発明者による特許公報 US 7, 533, 989 に記載の三次元視点計測装置の構成を採用できる。具体的には、注視点検出部 2 は、注視点検出光学系 2 a と注視点検出演算部 2 b とによって構成される。また、瞳孔位置検出部 4 としては、本願発明者による国際公開公報 W0 2007/023798 に記載の瞳孔検出装置及び瞳孔検出方法を採用できる。

[0017] このような構成によって、表示用ディスプレイ 5 上の母親の目の位置からの乳幼児の注視点のずれが即座に容易に定量化できる。また、表示の対象として、必ずしも検診に同伴している母親ではなく予め撮影した人の顔画像を用いる場合においても、顔画像の撮影時に顔画像上における目の位置が正確に検出できる。

[0018] 図 2 には、カラーカメラ 3 及び瞳孔位置検出部 4 の光学系の配置を示している。カラーカメラ 3 は、母親 M の顔を撮像することで顔画像をカラー画像として取得する。このカラーカメラ 3 と、瞳孔位置検出部 4 を構成する瞳孔座標計測用の瞳孔位置検出用光学系 8 とは、同図に示すように母親 M と相対するように配置されている。この瞳孔位置検出用光学系 8 は、赤外線光に感度を持つカメラ（瞳孔検出用カメラ） 9 と近赤外光源 10 とを組み合わせた構成を 2 組有する。また、瞳孔位置検出部 4 として瞳孔位置算出部 11（図 1 参照）も含まれており、瞳孔位置算出部 11 は、ステレオ校正された瞳孔位置検出用光学系 8 からの出力画像（顔画像）を基に、母親 M の右の瞳孔及び左の瞳孔のそれぞれの 3 次元座標（位置）を算出する。また、母親 M の顔を撮影するためのカラーカメラ 3 は、2 組の瞳孔位置検出用光学系 8 によって挟まれた位置に配置される。

[0019] なお、カラーカメラ 3、及び 2 つの瞳孔検出用カメラ 9 は、それらの位置

関係が、それぞれが得た画像上に母親Mの顔のほぼ同じ範囲が映るように、最初に設定される。これらの瞳孔検出用カメラ9とカラーカメラ3とは、本実施形態における顔画像を取得する画像取得部として機能する。

[0020] 瞳孔検出用カメラ9及びカラーカメラ3は、それぞれ予めカメラ較正が行われている。カメラ較正では、カメラの位置を表す3自由度、カメラの方向を表す3自由度、および、カメラの画素数、開口比值（レンズF値）、ひずみなどが同時に計測される。カメラ較正においては、世界座標系における座標 (X_w, Y_w, Z_w) と各カメラのカメラ座標系における座標 (X_c, Y_c, Z_c) との間には（式1）の関係があると仮定され、

[数1]

$$\begin{pmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix} + T \quad \dots(\text{式 } 1)$$

（式2）で示す回転行列Rと並進ベクトルTの要素が、各カメラ毎に決定される。

[数2]

$$R = \begin{pmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ r_4 & r_5 & r_6 \\ r_7 & r_8 & r_9 \end{pmatrix}, \quad T = \begin{pmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{pmatrix} \quad \dots(\text{式 } 2)$$

[0021] 瞳孔位置算出部11は、カメラ較正の結果を利用して、2台の瞳孔検出用カメラ9を含む瞳孔位置検出用光学系8で瞳孔の世界座標系における3次元座標（位置）を算出した後に、3次元座標をカラーカメラ3に関する（式1）に相当する式に代入することで、カラーカメラ3のカメラ座標系における瞳孔の座標（位置）を算出する。瞳孔位置算出部11は、それをさらに画像中の座標に変換する（実単位系から画像のピクセル単位系に変換する）ことで母親Mのカラー画像中の瞳孔位置を定める。もしくは、カラーカメラ3の

カメラ座標系を上述の世界座標系に置き換えて、そのカメラ座標系における他の瞳孔検出用カメラ 9 のカメラ較正值を求めるカメラ較正法を用いてもよい。その場合、2 台の瞳孔検出用カメラ 9 によって求まる瞳孔の 3 次元座標は、カラーカメラ 3 のカメラ座標系における座標として求まる。それをカラーカメラ 3 のカラー画像中の座標に変換することで母親 M の瞳孔位置が定められる。このとき、瞳孔位置算出部 11 は、上述した処理を繰り返すことによりカラー画像中における右の瞳孔及び左の瞳孔の座標（位置）を算出する。

[0022] また、データ解析部 7 は、注視点検出部 2 から乳幼児の注視点座標の入力を受け、その注視点座標をカラーカメラ 3 によって撮影されたカラー画像中の座標に変換する。さらに、データ解析部 7 は、瞳孔位置検出部 4 から母親の右の瞳孔及び左の瞳孔の座標を得て、注視点座標と右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とカラー画像とを利用して各種演算を行って、演算結果を外部のデータ表示ディスプレイ 12 に表示させる。ここでの演算は、例えば、注視点座標と瞳孔の位置とから両者の距離を演算したり、注視点座標と口領域との関係をカラー画像を用いて演算したり、母親 M のカラー画像上に注視点軌跡を表示させたり、2 次元瞳孔座標系上に注視点の 2 次元分布を表示させることが考えられる。そのため、データ解析部 7 は、カラー画像中から規定の縦横の画素数の母親の口を含む正規化口画像を生成し、その正規化口画像を利用して口の動きのタイミング又は口の中心位置を解析する。

[0023] 上記の瞳孔位置算出部 11、注視点検出演算部 2b、及びデータ解析部 7 は、画像データを演算処理する演算回路及びメモリを内蔵するパーソナルコンピュータ等の画像処理装置であり、1 つの画像処理装置内で実現されてもよいし、複数の画像処理装置上に分散されて実現されてもよい。

[0024] 次に、瞳孔位置算出部 11 及びデータ解析部 7 における正規化口画像の生成に係る機能について詳細に説明する。

[0025] 瞳孔位置算出部 11 は、2 台の瞳孔検出用カメラ 9 のそれぞれで撮影された母親 M の顔画像を対象に、顔画像上の母親 M の口を含む領域である口領域

の位置及びサイズを算出する領域算出部としても機能する。詳細には、瞳孔位置算出部 11 は、顔画像上で母親 M の右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出し、それらの位置を基に口領域の境界を示す口領域ウィンドウの位置及びサイズを算出する。

[0026] 図 3 は、瞳孔位置算出部 11 によって算出された顔画像上の口領域ウィンドウのイメージを示す図である。同図に示すように、瞳孔位置算出部 11 は、顔画像 G_1 上で検出した右瞳孔の位置 P_1 及び左瞳孔の位置 P_2 の間の距離 W_P を算出する。また、瞳孔位置算出部 11 は、顔画像 G_1 上の右瞳孔の位置 P_1 及び左瞳孔の位置 P_2 の間の中点の位置 P_M を算出し、右瞳孔の位置 P_1 及び左瞳孔の位置 P_2 を結ぶ直線に垂直な位置 P_M を通る直線上において、位置 P_M から下記（式 3）で計算される距離 D_{PM} ほど離れた点の位置 M_C を算出し、その位置 M_C を口元の中心の位置とする（ a_1 は予め設定された定数）。

$$D_{PM} = a_1 \times W_P \quad \dots \text{（式 3）}$$

[0027] さらに、瞳孔位置算出部 11 は、算出した口元の中心位置 M_C を基準とした位置において、縦横のサイズが距離 W_P を基に下記（式 4）及び下記（式 5）で計算されたサイズを有する長方形の口領域ウィンドウ WD_1 を設定する。すなわち、瞳孔位置算出部 11 は、口領域ウィンドウ WD_1 の水平方向のサイズ H_M を下記（式 4）；

$$H_M = a_2 \times W_P \quad \dots \text{（式 4）}$$

により算出し（ a_2 は予め設定された定数）、口領域ウィンドウ WD_1 の垂直方向のサイズ V_M を下記（式 5）；

$$V_M = a_3 \times W_P \quad \dots \text{（式 5）}$$

により算出する（ a_3 は予め設定された定数）。

[0028] 従って、瞳孔位置算出部 11 は、図 4（a）に示すように、母親 M と瞳孔検出用カメラ 9 との距離が離れた際には、その距離に対応して中点の位置 P_M からの距離 D_{PM} 及び縦横のサイズが調整された口領域ウィンドウ WD_1 を設定する。これにより、母親 M と瞳孔検出用カメラ 9 との距離が変わっても口を正確に含む口領域ウィンドウ WD_1 を設定することが可能である。また、瞳孔

位置算出部 11 は、図 4 (b) に示すように、母親 M の顔の向きが傾いて右瞳孔の位置 P_1 及び左瞳孔の位置 P_2 を結ぶ直線が角度 θ だけ水平線 L_H から傾いた場合には、口領域ウィンドウ WD_1 も角度 θ だけ水平線 L_H から傾くように設定する。これにより、母親 M の顔の向きが瞳孔検出用カメラ 9 の光軸に垂直な面に沿って傾いても、口を正確に含む口領域ウィンドウ WD_1 を設定することが可能である。なお、瞳孔位置算出部 11 は、必ずしも口領域ウィンドウ WD_1 の中心が口元の中心位置に一致するように設定する必要は無い。口領域ウィンドウ WD_1 の中心が口元の中心位置に一致するように設定された場合、口の動きが小さいときは比較的口領域ウィンドウ WD_1 のサイズが小さくても口がその口領域ウィンドウ WD_1 内に収まる (図 5 (a))。これに対して、同様の場合に、口の動きが大きいときは下唇が大きく上下するので、口領域ウィンドウ WD_1 のサイズを大きくしないと口がその口領域ウィンドウ WD_1 内に収まらない (図 5 (b))。そこで、瞳孔位置算出部 11 は、口領域ウィンドウ WD_1 の中心が口元の中心位置から下にずれるように設定することが好ましい。

[0029] そして、瞳孔位置算出部 11 は、2 台の瞳孔検出用カメラ 9 から得られた顔画像それぞれについて、口元の中心位置 M_C 及び口領域ウィンドウ WD_1 の位置範囲を算出する。さらに、瞳孔位置算出部 11 は、上述した瞳孔の座標の算出と同様にして、カメラ校正の結果を利用して、2 つの顔画像それぞれから得られた口元の中心位置 M_C 及び口領域ウィンドウ WD_1 の位置範囲を、カラーカメラ 3 のカラー画像中の座標に変換する。そして、瞳孔位置算出部 11 は、変換した口元の中心位置 M_C の座標と、変換した口領域ウィンドウ WD_1 の位置範囲とをデータ解析部 7 に引き渡す。

[0030] データ解析部 7 は、瞳孔位置算出部 11 から引き渡されたカラー画像上の口領域ウィンドウ WD_1 の位置範囲を参照することにより、口領域ウィンドウ WD_1 に相当する範囲のカラー画像を抽出する。そして、データ解析部 7 は、抽出したカラー画像を画像変換して母親 M の口を含む正規化口画像を生成する。すなわち、データ解析部 7 は、本実施形態における口画像生成部として

機能する。そして、データ解析部 7 は、時系列で連続的に取得された顔画像を対象に時系列で連続的に生成された複数の正規化口画像を画像解析することにより、母親 M の口の動きのタイミングを計算する。さらに、データ解析部 7 は、そのタイミング、及びカラー画像中の口元の中心位置 M_c を利用することにより、自閉症の診断結果を生成する。

[0031] 具体的には、データ解析部 7 は、口領域ウィンドウ WD_1 の範囲内のカラー画像を対象に、平行移動処理、拡大処理、縮小処理、及び回転処理を含むアフィン変換を施すことにより、縦横が既定の画素数の正規化口画像を生成する。その際、データ解析部 7 は、既定の画素数の画像を得るために、必要に応じて、バイリニア補間等の画像補間処理も併せて実行する。さらに、データ解析部 7 は、時系列で得られた複数フレームの正規化口画像を対象にして、前後のフレーム間で画像差分および絶対値演算を実行することで絶対値差分画像を生成し、その差分画像を 2 値化を行うことによりフレーム間で唇が動いた部分を抽出することができる。また、データ解析部 7 は、時系列で得られた差分画像の絶対値を求め、所定回数分（例えば 120 回分）の加算平均等を行った後に 2 値化を行い、その結果得られた 2 値化画像の重心を求めれば正確な口元の中心を検出することができる。なお、上述の口領域の重心を求める場合は、瞳孔検出カメラから得られた画像において重心を求め、それをカラー画像中に変換しても用いてもよいし、カラー画像において直接、重心を求めてもよい。さらに、最初は、前者の方法で求め、その後、後者の方法を利用するなどしてもよい。

[0032] ここで、瞳孔位置算出部 11 は、時系列で瞳孔検出用カメラ 9 によって取得された複数フレームの顔画像を利用して、顔画像上の口領域ウィンドウ WD_1 の位置を補正してもよい。すなわち、瞳孔位置算出部 11 は、複数フレームの顔画像 G_1 上で設定した口領域ウィンドウ WD_1 の範囲内の顔画像 G_1 を対象に、データ解析部 7 の処理と同様にして正規化口画像を生成する。さらに、瞳孔位置算出部 11 は、データ解析部 7 の上記処理と同様にして、顔画像 G_1 上の口元の中心位置を算出し、その位置を口元の中心位置 M_c の座標とす

る。そして、瞳孔位置算出部 11 は、中点の位置 P_M と口元の中心位置 M_C との距離 D_{PM} を算出し、距離 D_{PM} を用いて上記（式 3）を逆算することにより、定数 a_1 を補正する。その後、瞳孔位置算出部 11 は、後続するフレームの顔画像 G_1 の処理においては、上記の補正後の a_1 を利用して口領域ウィンドウ WD_1 の位置を算出することにより、その位置を補正する。このような複数フレームの顔画像 G_1 を対象とした処理においては、瞳孔位置算出部 11 は、最初に設定する口領域ウィンドウ WD_1 のサイズを大きめに設定してもよい。

[0033] また、データ解析部 7 は、瞳孔位置算出部 11 が顔画像 G_1 上で口元の中心位置 M_C 及び口領域ウィンドウ WD_1 の位置範囲を算出する代わりに、カラー画像上の座標に変換された左右の瞳孔の位置を用いて、カラー画像上で口元の中心位置 M_C 及び口領域ウィンドウ WD_1 の位置範囲の両方を算出してもよい。また、データ解析部 7 は、カラー画像上の座標に変換された左右の瞳孔の位置及び口元の中心位置 M_C を用いて、カラー画像上で口領域ウィンドウ WD_1 の位置範囲のみを算出してもよい。

[0034] 次に、上述した自閉症乳幼児診断装置 1 における瞳孔位置算出部 11 及びデータ解析部 7 を利用した口領域検出方法の手順について説明する。

[0035] まず、自閉症乳幼児診断装置 1 による診断処理が開始されると、時間的に連続してカラーカメラ 3 及び瞳孔検出用カメラ 9 による母親 M の顔画像が取得される。それに合わせて、注視点検出部 2 による乳幼児 A の注視点の計測と、瞳孔位置検出部 4 による母親 M の右瞳孔と左瞳孔の 3 次元空間内での座標の計測が開始される。その後、瞳孔位置検出部 4 を構成する瞳孔位置算出部 11 により、カラーカメラ 3 によって取得されるカラー画像上での口元の中心位置 M_C 、及びカラー画像上で口領域ウィンドウ WD_1 の位置範囲が算出される。さら、データ解析部 7 によって、口領域ウィンドウ WD_1 の位置範囲に相当する範囲のカラー画像を用いて正規化口画像が生成される。このような正規化口画像の生成は、カラーカメラ 3 及び瞳孔検出用カメラ 9 による顔画像の連続的な取得に応じて、連続して繰り返される。

[0036] 以上説明した自閉症乳幼児診断装置 1 による口領域検出方法によれば、母

親Mの顔を撮像することで顔画像が取得され、その顔画像から右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とが算出され、それらの位置を基に顔画像における母親Mの口領域の位置及びサイズが算出され、算出された口領域に相当する顔画像から正規化口画像が生成される。これにより、顔画像を撮像する画像取得部と母親Mの顔との距離が変化したり、母親Mが様々入れ替わった場合であっても、正確に母親Mの口を含む口領域の画像を得ることができる。なおかつ、正規化された画像を生成することで、その画像に対する自閉症診断のための解析処理も安定して実行させることができる。特に、カラー画像から正規化口画像を生成することで、口の動きの検出等の解析処理の検出精度を向上させることができる。正規化口画像を解析することで母親Mの口が動いたタイミングが分かるので、乳幼児Aの口の動きに対する反応の傾向（口の動きに対する視線方向の傾向）が分析でき、自閉症診断の精度も向上させることができる。一般に、母親Mが乳幼児Aに話しかけたりあやすときには、母親Mの口が発声により動くだけでなく、母親の顔が前後及び上下に動いたりするが、そのような状況下でも、自閉症乳幼児診断装置1によれば母親の口領域の画像を実時間で正確に捉えることができる。

[0037] ここで、瞳孔位置算出部11は、複数の顔画像に対応して生成された複数の正規化口画像を用いて特定された口の位置を用いて口領域の位置を補正する。これにより、母親Mが様々入れ替わった場合であっても、より正確に口領域の画像を得ることができる。

[0038] また、瞳孔位置算出部11は、瞳孔検出用カメラ9によって撮像された顔画像上の母親Mの右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出し、その顔画像上の口領域の位置及びサイズを算出し、データ解析部7は、口領域内のカラー画像を画像変換することにより正規化口画像を生成する。これにより、顔画像上で口領域の計算が行われるので、計算が簡素化され、安定して口領域の画像を得ることができる。

[0039] また、瞳孔位置算出部11は、顔画像上の右の瞳孔と左の瞳孔との距離を算出し、当該距離から、右の瞳孔及び左の瞳孔を基準とした口領域の位置及

び口領域のサイズを算出する。この場合には、画像取得部と母親Mの顔との距離が変化した場合に顔画像中の口領域をその距離に応じて正確に切り出すことができる。加えて、顔の大きさが異なる母親Mに入れ替わっても顔画像中の口領域をその顔の大きさに応じて正確に切り出すことができる。さらには、母親の画像取得部に対する顔の傾きが変わっても正確に口領域の画像を切り出すことができる。

[0040] [第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置の構成について説明する。本実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置の構成は、第1実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置1の構成と下記の点で異なっている。

[0041] すなわち、第2実施形態にかかる瞳孔位置算出部11は、以下のようにして、瞳孔検出用カメラ9によって取得された顔画像上で口領域ウィンドウの位置及びサイズを算出する。上述した第1実施形態では、口元の中心位置が不明な初期のタイミングでは、対象者によってパラメータ a_1 の値が異なるため、口を確実に含む正規化口画像を生成するためには口領域ウィンドウのサイズを大きめに設定する必要がある。また、口の下唇付近の動きが大きくなりがちなので、口を確実に含む正規化口画像を生成するための口領域ウィンドウの位置を、様々な顔形状の対象者に対応して設定するのは難しい。また、対象者の顔の方向が変わった場合にその顔の方向に対応して口ウィンドウの位置を設定することも難しい。特に、顔の左右の傾きだけでなく顔の縦方向及び横方向の回転に対して口ウィンドウの位置を設定することも難しい。正しい位置に口ウィンドウを設定できない場合、特に顔の背景や鼻孔を口ウィンドウ内に含むことが多くなり、誤検出につながりやすくなるか、複雑な画像処理をしなければならない。そこで、本実施形態では、顔画像上で右の鼻孔の位置と左の鼻孔の位置をさらに算出して、それらの位置を利用して口領域ウィンドウの位置及びサイズを算出する。

[0042] 図6は、瞳孔位置算出部11によって算出された顔画像上の口領域ウィンドウのイメージを示す図である。同図に示すように、瞳孔位置算出部11は

、顔画像 G_1 上で、右瞳孔の位置 P_1 及び左瞳孔の位置 P_2 に加えて、右の鼻孔の位置 N_1 及び左の鼻孔の位置 N_2 を算出する。また、瞳孔位置算出部 11 は、顔画像 G_1 上において、右瞳孔の位置 P_1 及び左瞳孔の位置 P_2 の間の中点の位置 P_M に加えて、右の鼻孔の位置 N_1 及び左の鼻孔の位置 N_2 の間の中点の位置 N_M を算出し、中点の位置 P_M と中点の位置 N_M との間の距離 D_{PN} を算出する。そして、瞳孔位置算出部 11 は、右瞳孔の位置 P_1 及び左瞳孔の位置 P_2 を結ぶ直線に垂直な位置 P_M を通る直線上において、位置 P_M から下記（式 6）で計算される距離 D_{PM} ほど離れた点の位置 M_C を算出し、その位置 M_C を口元の中心の位置とする（ a_1 は予め設定された定数）。この際、瞳孔位置算出部 11 は、顔画像から鼻孔位置を検出する手法としては、本願発明者らによる文献「“Face Pose Estimation Based on 3D Detection of Pupils and Nostrials”, Proceedings of the VECIMS 2005 - 2005 IEEE International Conference on Virtual Environments, Human-Computer Interfaces, and Measurement Systems, pp.92-97 (2005)」に記載の手法を用いる。

$$D_{PM} = a_1 \times D_{PN} \quad \dots \text{（式 6）}$$

[0043] さらに、瞳孔位置算出部 11 は、算出した口元の中心位置 M_C を基準とした位置において、縦横のサイズが左右の瞳孔間の距離 W_P 、及び中点間の距離 D_{PN} を基に下記（式 7）及び下記（式 8）で計算されたサイズを有する長方形の口領域ウィンドウ WD_2 を設定する。すなわち、瞳孔位置算出部 11 は、口領域ウィンドウ WD_2 の水平方向のサイズ H_M を下記（式 7）；

$$H_M = a_2 \times W_P \quad \dots \text{（式 7）}$$

により算出し（ a_2 は予め設定された定数）、口領域ウィンドウ WD_2 の垂直方向のサイズ V_{MU} 、 V_{MB} を下記（式 8）；

$$V_{MU} = a_3 \times D_{PN}, \quad V_{MB} = a_4 \times D_{PN} \quad \dots \text{（式 8）}$$

により算出する（ a_3 、 a_4 は予め設定された定数）。このとき、瞳孔位置算出部 11 は、口領域ウィンドウ WD_2 の基準位置である口元の中心位置 M_C から上限までのサイズ V_{MU} と、口元の中心位置 M_C から下限までのサイズ V_{MB} とを別に算出する。このように、サイズ H_M を瞳孔間距離と比例関係にあるとす

ることで、母親Mの頭部の横方向の回転を許容でき、サイズ V_{MU} 、 V_{MB} を中点間の距離 D_{PN} と比例関係にあるとすることで、母親Mの頭部の縦方向の回転を許容できるようになる。

[0044] 本実施形態によれば、瞳孔位置算出部11が顔画像 G_1 上の母親Mの右の鼻孔の位置と左の鼻孔の位置とをさらに算出し、右の瞳孔及び左の瞳孔と、右の鼻孔及び左の鼻孔との位置関係を算出し、当該位置関係から、口領域の位置及び口領域のサイズを算出する。この場合には、母親Mの画像取得部に対する姿勢が変わっても、4点の位置関係を用いて口領域を算出することで、顔画像中の口領域を正確に切り出すことができる。特に、母親Mの頭部の左右の傾きだけでなく縦方向及び横方向の回転に対しても対応して正規化口画像を生成することができる。

[0045] [第3実施形態]

次に、本発明の第3実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置の構成について説明する。本実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置の構成は、第1実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置1の構成と下記の点で異なっている。

[0046] すなわち、第3実施形態にかかる瞳孔位置算出部11は、以下のようにして、瞳孔検出用カメラ9によって取得された顔画像上で口領域ウィンドウの位置及びサイズを算出する。上述した第1実施形態及び第2実施形態では、母親Mの頭部が瞳孔検出用カメラ9に対して正面を向いているのが前提であった。本実施形態では、母親Mの頭部の正面に対して斜め方向を向くようにカメラを設置した場合（例えば、正面方向に対して30度傾いた方向から見上げるようにカメラを設置した場合）において、口領域ウィンドウを口の範囲に応じて適切に設定することができる。

[0047] 図7は、瞳孔位置算出部11によって算出された顔画像上の口領域ウィンドウのイメージを示す図である。同図に示すように、正面方向に対して斜め方向から見上げるように瞳孔検出用カメラ9を設置した場合、顔画像上では母親Mが水平方向を向いていたとしても2個の瞳孔の位置 P_1 、 P_2 を結ぶ直線に傾きが現れる。同時に、顔画像上では瞳孔の位置 P_1 、 P_2 を結ぶ直線と

、瞳孔間中点と鼻孔間中点 N_M とを結ぶ直線とは必ずしも垂直にはならない。

そこで、瞳孔位置算出部11は、顔画像 G_1 上において、右瞳孔の位置 P_1 、左瞳孔の位置 P_2 、及び鼻孔間の中点の位置 N_M から、それらの重心を顔中心の位置 F_C として算出し、その顔中心の位置 F_C から真下の位置であって、線分 P_1 、 P_2 上から下記（式9）で計算される距離 D'_{PM} の位置を口元の中心の位置 M_C と算出する（ a_1 は予め設定された定数、 D'_{PN} は、線分 P_1P_2 と線分 N_1N_2 との垂直方向の距離）。

$$D'_{PM} = a_1 \times D'_{PN} \quad \dots \text{（式9）}$$

[0048] さらに、瞳孔位置算出部11は、算出した口元の中心位置 M_C を基準とした位置において、縦横のサイズが左右の瞳孔間の水平方向の距離 W'_P 、及び垂直方向の距離 D'_{PN} を基に下記（式10）及び下記（式11）で計算されたサイズを有する平行四辺形 $ABCD$ の口領域ウィンドウ WD_3 を設定する。ここで、平行四辺形 $ABCD$ は、辺 AD 、 BC が線分 P_1P_2 と平行になり、辺 AB 、 CD が垂直方向となるように設定される。具体的には、瞳孔位置算出部11は、口領域ウィンドウ WD_3 の口元の中心位置 M_C から辺 AB 及び辺 CD までの水平方向のサイズ $H'_M/2$ を下記（式10）；

$$H_M = a_2 \times W'_P \quad \dots \text{（式10）}$$

により算出し（ a_2 は予め設定された定数、 W'_P は、左右の瞳孔間の水平方向の距離）、口領域ウィンドウ WD_3 の口元の中心位置 M_C からの垂直方向のサイズ V'_{MU} 、 V'_{MB} を下記（式11）；

$$V'_{MU} = a_3 \times D'_{PN}, \quad V'_{MB} = a_4 \times D'_{PN} \quad \dots \text{（式11）}$$

により算出する（ a_3 、 a_4 は予め設定された定数）。このとき、瞳孔位置算出部11は、口元の中心位置 M_C から上限までの垂直方向のサイズ V'_{MU} と、口元の中心位置 M_C から下限までの垂直方向のサイズ V'_{MB} とを別に算出する。

[0049] これに対して、データ解析部7は、カラー画像上の口領域ウィンドウ WD_3 の位置範囲を基に正規化口画像を生成する際には、口領域ウィンドウ WD_3 に相当する範囲のカラー画像を抽出して、抽出したカラー画像を対象に拡大・

縮小処理、及びスキュー（せん断）処理を含むアフィン変換を施すことにより、長方形の正規化口画像を生成する。

[0050] このような第3実施形態によれば、母親Mの頭部の正面に対して斜め方向を向くようにカメラを設置した場合であっても（例えば、正面方向に対して30度傾いた方向から見上げるようにカメラを設置した場合）、口領域ウィンドウを母親Mの口の範囲を含むように適切に設定することができる。

[0051] [第4実施形態]

次に、本発明の第4実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置の構成について説明する。本実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置の構成は、第1実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置1の構成と下記の点で異なっている。

[0052] すなわち、第4実施形態にかかる瞳孔位置算出部11は、以下のようにして、2つの瞳孔検出用カメラ9によって取得された顔画像を用いて3次元空間内で口領域ウィンドウの位置及びサイズを算出する。上述した第3実施形態では、母親Mの頭部が瞳孔検出用カメラ9に対して斜めを向いている場合にも対応していたが、頭部のカメラに対する傾きに対応して口領域ウィンドウを設定していなかった。本実施形態では、母親Mの頭部の正面に対して斜め方向を向くようにカメラを設置した場合（例えば、正面方向に対して30度傾いた方向から見上げるようにカメラを設置した場合）において、頭部の傾きに対応して口領域ウィンドウを適切に設定することができる。

[0053] 図8は、瞳孔位置算出部11によって3次元空間内で算出された口領域ウィンドウを顔の横方向から見たイメージを示す図、図9は、瞳孔位置算出部11によって3次元空間内で算出された口領域ウィンドウを顔のほぼ正面方向から見たイメージを示す図である。瞳孔位置算出部11は、2台の瞳孔検出用カメラ9によって得られた顔画像を利用して、右の瞳孔および左の瞳孔の世界座標系における3次元空間内での座標を算出するとともに、同様にして、右の鼻孔および左の鼻孔の世界座標系における3次元空間内での3次元座標を算出する。そして、これらの図に示すように、世界座標系の座標を3次元空間内での顔座標系（基準座標系） $X_F - Y_F - Z_F$ の座標に変換すること

により、顔座標系 $X_F - Y_F - Z_F$ における右の瞳孔の位置 P_1 、左の瞳孔の位置 P_2 、右の鼻孔の位置 N_1 、および左の鼻孔の位置 N_2 を算出する。この顔座標系 $X_F - Y_F - Z_F$ は、その原点を左右の鼻孔間の中点の位置 N_M とし、 X_F 軸を左右の鼻孔を結ぶ直線（軸） $N_1 N_2$ に一致するようにし、 Y_F 軸を中点の位置 N_M を通り左右の瞳孔間を結ぶ線分 $P_1 P_2$ に垂直とするように設定される。このような顔座標系 $X_F - Y_F - Z_F$ においては、口の領域が固定されているため、頭部が回転または移動しても口領域の座標は変化しない。

[0054] そこで、瞳孔位置算出部11は、顔座標系 $X_F - Y_F - Z_F$ を基準にして口領域ウィンドウ WD_4 の位置を算出する。具体的には、 $X_F Y_F$ 平面に対して角度 δ だけ傾斜した原点を通る平面を想定し、その平面から顔の後方に距離 D_{gap} だけ離れた平面上の所定位置に口領域ウィンドウ WD_4 の位置を設定する。このとき、瞳孔位置算出部11は、口領域ウィンドウ WD_4 の位置を、顔座標系 $X_F - Y_F - Z_F$ 上の原点から距離 V_{gap} だけ顔の下方方向に離れ、口領域ウィンドウ WD_4 の縦横方向のサイズ H_M 、 V_{MU} 、 V_{MB} が上記（式7）及び上記（式8）で算出した値になるように設定する。また、瞳孔位置算出部11は、瞳孔間を結ぶ線分 $P_1 P_2$ と、鼻孔間を結ぶ線分 $N_1 N_2$ と、口領域ウィンドウ WD_4 の辺 AD 及び辺 BC とは平行になるように設定する。ただし、眼球回転（視線移動）が発生すると瞳孔位置 P_1 、 P_2 は上下左右に移動する。さらに、瞳孔位置算出部11は、口領域ウィンドウ WD_4 の顔座標系 $X_F - Y_F - Z_F$ での座標を、世界座標系を経由してカラー画像上での座標に変換する。

[0055] これに対して、データ解析部7は、3次元空間内の座標からカラー画像上の座標に変換された口領域ウィンドウ WD_4 の位置範囲を基に、その位置範囲に相当する箇所のカラー画像を用いて正規化口画像を生成する。すなわち、データ解析部7は、カラー座標上の座標に変換された口領域ウィンドウ WD_4 の4つの頂点 A 、 B 、 C 、 D の座標を取得し、それらの頂点に囲まれた四角形領域内の画像を画像変換することにより正規化口画像を生成する。その際には、カラー座標上の座標に変換された口領域ウィンドウ WD_4 は形状が歪んでいるので、所定の縦横の画素サイズの長方形の正規化口画像を生成するた

めに射影変換を実行する。射影変換の手法は、文献「“認識で欠かせない！ 実用画像補正テクニック”、Interface 2014年1月号、p153-157」に記載の手法が採用される。

[0056] また、データ解析部7は、次のようにして正規化口画像を生成してもよい。図10に示すように、データ解析部7は、3次元空間内での口領域ウィンドウ WD_4 の長方形の範囲を、辺AD間を $(m-1)$ 等分、辺AB間を $(n-1)$ 等分(m 、 n は所定の整数)するように区切ることにより、2次元状のグリッドで分けられた $m \times n$ 個の3次元空間内での座標を算出する。さらに、データ解析部7は、グリッドで区切られた3次元空間内の $m \times n$ 個の座標を順次カラー画像上の座標に変換し、変換された座標に相当する位置のカラー画像の画素値を求め、それらの画素値を順次 $m \times n$ の2次元配列の画像データに割り当てることで正規化口画像 G_2 を生成する。このとき、データ解析部7は、変換したカラー画像上の座標は必ずしもカラー画像の画素の位置に一致しないため、必要に応じて、バイリニア補間などの補間処理を行うことによりその座標に相当する位置の画素値を求める。

[0057] なお、ここでは、左右の瞳孔と左右の鼻孔の3次元座標を検出して、瞳孔検出用カメラ9で取得された白黒画像の顔画像 G_1 を利用して正規化口画像を生成してもよい。

[0058] このような第4実施形態によれば、母親Mの頭部の正面に対して斜め方向を向くようにカメラを設置した場合において、頭部の傾きに対応して口領域ウィンドウを適切に設定することができる。また、顔座標系 $X_F - Y_F - Z_F$ で口領域ウィンドウ WD_4 の位置範囲を設定する際に、 Y_F 軸を鼻孔間の中点位置 N_M から瞳孔間を結ぶ線分 P_1P_2 上の点 P_P に下した垂線と一致するように設定することにより、視線が動いても顔姿勢に対する顔座標系 $X_F - Y_F - Z_F$ が安定して設定される。これは、鼻孔間の中心は頭部に対して固定されているのに対し、2つの瞳孔はそれらを結ぶ線の平行性は保ちながら上下左右に移動すると考えられるためである。そのため、頭部がどのように回転あるいは移動しても、鼻孔中心を原点とした顔座標系 $X_F - Y_F - Z_F$ を用いて口領域

が正確に設定される。

[0059] [第5実施形態]

次に、本発明の第5実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置の構成について説明する。本実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置の構成は、第4実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置1の構成と下記の点で異なっている。

[0060] すなわち、第5実施形態にかかる瞳孔位置算出部11は、2つの瞳孔検出用カメラ9によって取得された顔画像を用いて3次元空間内で曲面によって形成される口領域ウィンドウの位置及びサイズを算出する。図11(a)は、本実施形態にかかる瞳孔位置算出部11によって3次元空間内で算出された口領域ウィンドウを顔の横方向から見た図であり、図11(b)は、本実施形態にかかる瞳孔位置算出部11によって3次元空間内で算出された口領域ウィンドウを顔の上方向から見た図である。これらの図に示すように、瞳孔位置算出部11は、第4実施形態のように長方形の口領域ウィンドウを算出する代わりに、円柱の側面形状を有する口領域ウィンドウを算出する。

[0061] 詳細には、瞳孔位置算出部11は、 Y_F 軸に対して $Y_F Z_F$ 平面に沿って角度 δ だけ傾斜した線に沿った中心軸を有する所定半径 R_1 の円柱曲面上に、口領域ウィンドウ WD_5 の位置を設定する。このとき、瞳孔位置算出部11は、口領域ウィンドウ WD_5 の位置範囲を、鼻孔間中点 N_M から顔の下方に距離 V_{gap} だけ離れ、顔の上下方向（中心軸方向）に所定のサイズ V_M を有し、円柱側面の顔の水平方向の所定の中心角 θ_1 に対応する範囲に設定する。

[0062] また、データ解析部7は、3次元空間内での口領域ウィンドウ WD_5 の円柱面上の範囲を、横方向に沿って $(m-1)$ 等分、上下方向に $(n-1)$ 等分（ m 、 n は所定の整数）するように区切ることにより、2次元状のグリッドで分けられた $m \times n$ 個の3次元空間内での座標を算出する。このとき、口領域ウィンドウ WD_5 を横方向に沿って区切る際には、中心角を等角度で区切ることができる。その後、第4実施形態と同様にして、データ解析部7は、カラー画像の画素値を用いて正規化口画像 G_2 を生成する。

[0063] このような構成の第5実施形態によれば、平面の口領域ウィンドウを用い

る場合に比べて、より高精度に正規化口画像を生成することができる。つまり、口領域ウィンドウを円柱側面上に張り付いていると仮定することで、実際の顔形状により一致して口の領域を正確に定めることができる。

[0064] [第6実施形態]

次に、本発明の第6実施形態にかかる装置の構成について説明する。本実施形態では、第1～第5実施形態の構成の装置を口の動きを検出することにより読唇、すなわち会話内容の認識を実行する認識装置に応用する。本実施形態にかかる認識装置の構成は、第1～第5実施形態にかかる自閉症乳幼児診断装置1の構成と下記の点で異なっている。

[0065] すなわち、本実施形態の認識装置は、図1に示す構成のうち、認識対象者Sを撮影するカラーカメラ3と、認識対象者Sの瞳孔の空間座標を検出するための瞳孔位置検出部4と、光源発光回路6と、データ解析部7とを備える。データ解析部7は、上述した第1～第5実施形態の手法によって得られた複数の時系列の正規化口画像の画像差分を用いて、認識対象者Sの唇の動きを検出する。

[0066] 詳細には、データ解析部7は、画像差分により得られた差分画像を対象に、差分値の絶対値をPタイル法等により予め設定された適切な閾値で二値化することにより、二値化画像を生成する。そして、データ解析部7は、取得した二値化画像中のエッジを検出することにより、上唇の下の境界ライン（上唇のエッジ）と、下唇の上の境界ライン（下唇のエッジ）を検出する。さらに、データ解析部7は、上唇のエッジと下唇のエッジとの距離を計測することにより、口の開き具合を数値化して検出する。このとき、データ解析部7は、正規化画像における口の横方向に沿った複数個所でエッジ間の距離を数値化する。例えば、図12（a）及び図12（b）には、データ解析部7によるエッジ計測の対象となる正規化口画像の一例を示している。図12（a）に示すように、認識対象者Sが「あ」、「い」を発音した際には口が横に広がった状態となり、図12（b）に示すように、認識対象者Sが「お」を発音した際には小さく丸まった状態となる。データ解析部7は、検出した

上唇のエッジ E_U 及び下唇のエッジ E_L の距離を二値化画像において予め規定された横方向座標の5か所（図12（a）及び図12（b）の矢印の箇所）で算出することにより、口の開き方の形状を認識する。そして、データ解析部7は、時系列の正規化画像に対して順次得られた複数の二値化画像に対して口形状の認識を繰り返すことにより、口の開き方の形状の時系列変化を認識する。その結果、データ解析部7は、認識対象者Sの会話内容を認識することができる。ここで、データ解析部7は、正規化画像を対象に認識処理を実行することで、図12（c）に示すように、カラーカメラ3で得られた画像において認識対象者Sの顔が回転していたような場合であっても、画像上で検出された認識対象者Sの瞳孔の位置 P_1 、 P_2 を基準に切り出された正規化口画像を基に、口の2つのエッジ E_U 、 E_L 間の距離を測る方向及び位置を適切に定めることができる。

[0067] このような第6実施形態によれば、認識対象者Sの口の開き方の形状を時系列に認識することができる。例えば、「お」と発音したときの口が小さく丸まった状態と、「あ」、「い」と発音したときの口が横に広がった状態を正確に区別して認識することができる。また、「わ」と発音したときに最初に口を尖らせてその後に口を開く状態も認識することができる。その結果、発声により唇が動作する場合においても、口の位置が安定して切り出された正規化口画像を用いることにより、正確に認識対象者Sの唇の動きを検出することができる。ただし、認識対象者Sの照明状態が悪ければ、必ずしも、上唇の下の境界ライン（上唇のエッジ）と、下唇の上の境界ライン（下唇のエッジ）は検出できない場合も考えられる。例えば、下唇に関しては、下唇の下の境界ラインと上の境界ラインのほぼ中間位置などが検出される場合である。その場合でも、下唇の動きが検出できるだけでなく、前述のような形状もおおよそ検出できる。さらに、本手法によれば、いつも同じ位置およびサイズの正規化口画像が得られるので、特にカラー画像からは、画像処理範囲を狭めながら、効率的な画像処理、または、色を考慮した画像処理が容易であり、唇のエッジが容易に検出できる。

[0068] 本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。

[0069] 上記第1～第6実施形態においては、2台の瞳孔位置検出用光学系8を用いて瞳孔或いは鼻孔の3次元空間内の3次元座標を検出していたが、1台のカメラを含む光学系で瞳孔或いは鼻孔の3次元座標を検出してもよい。このような構成としては、本発明者による特許第4431749号に記載の構成を採用できる。この構成の場合は、2台の瞳孔位置検出用光学系8を左右に離して配置して、これらの検出結果を統合することにより、母親Mあるいは認識対象者Sの顔姿勢の広い範囲で正規化口画像を生成することができる。その結果、母親Mあるいは認識対象者Sの顔の左右の大きな回転にも対応できる。母親Mあるいは認識対象者Sの顔の正面から大きく外れた方向から顔画像を撮影しその顔画像から正規化された口画像を生成すると、口角のあたりにおいては正規化された画像が正確ではない。しかし、その場合でも、第5実施形態のように曲面の口領域ウィンドウを設定することで精度を改善できる。

[0070] このように瞳孔位置検出用光学系を1台とした場合には、1つの光学系のみで白黒画像の正規化口画像を得ることができる。また、1台の瞳孔位置検出用光学系と1台のカラーカメラを用いることで、カラー画像の正規化口画像を得ることもできる。また、1台のカメラとして分割された画素ごとにカラー画像と白黒画像を得ることができるカメラを用いれば、1台のカメラでカラー画像の正規化口画像を得ることができる。このようにカラー画像の正規化口画像を得ることで、より正確に口の動きを検出できる。

[0071] 第1実施形態に係るデータ解析部7は、カラー画像を用いて正規化口画像を生成する代わりに、瞳孔位置算出部11によって設定された口領域ウィンドウWD₁の位置範囲内の顔画像G₁を用いて、白黒画像から正規化口画像を生成してもよい。

[0072] また、上記第4および第5実施形態においては、口領域ウィンドウとして平面状又は円柱の側面形状のウィンドウを算出していたが、このような形状には限定されず、様々な曲面、平面、あるいはそれらの組み合わせで構成さ

れるウィンドウを算出してもよい。

[0073] ここで、上記実施形態において、画像取得部は、複数の顔画像を連続して取得し、領域算出部は、複数の顔画像に対応して生成された複数の正規化口画像を用いて、複数の正規化口画像における対象者の口の位置を特定し、特定した口の位置を用いて口領域の位置を補正することとしてもよい。この場合、対象者が様々入れ替わった場合であっても、より正確に口領域の画像を得ることができる。

[0074] また、瞳孔位置算出部は、顔画像上の対象者の右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出し、領域算出部は、顔画像上の口領域の位置及びサイズを算出し、口画像生成部は、口領域内の顔画像を画像変換することにより正規化口画像を生成することとしてもよい。この場合には、顔画像上で口領域の計算が行われるので、計算が簡素化され、安定して口領域の画像を得ることができる。

[0075] また、領域算出部は、顔画像上の右の瞳孔と左の瞳孔との距離を算出し、当該距離から、右の瞳孔及び左の瞳孔を基準とした口領域の位置及び口領域のサイズを算出することとしてもよい。この場合には、画像取得部と対象者の顔との距離が変化した場合に顔画像中の口領域をその距離に応じて正確に切り出すことができる。加えて、顔の大きさが異なる対象者に入れ替わっても顔画像中の口領域をその顔の大きさに応じて正確に切り出すことができる。

[0076] また、瞳孔位置算出部は、顔画像上の対象者の右の鼻孔の位置と左の鼻孔の位置とをさらに算出し、領域算出部は、右の瞳孔及び左の瞳孔と、右の鼻孔及び左の鼻孔との位置関係を算出し、当該位置関係から、口領域の位置及び口領域のサイズを算出することとしてもよい。この場合には、対象者の画像取得部に対する姿勢が変わっても、4点の位置関係を用いて口領域を算出することで、顔画像中の口領域を正確に切り出すことができる。

[0077] また、瞳孔位置算出部は、3次元空間内での対象者の右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出し、領域算出部は、3次元空間内での口領域の位置及

びサイズを算出し、口画像生成部は、口領域に相当する箇所の顔画像を用いることにより正規化口画像を生成することとしてもよい。この場合、対象者の画像取得部に対する姿勢が変わっても、3次元空間内で口領域を算出することで、顔画像中の口領域をより正確に切り出すことができる。

[0078] また、瞳孔位置算出部は、3次元空間内での対象者の右の鼻孔の位置と左の鼻孔の位置とをさらに算出し、領域算出部は、右の瞳孔、左の瞳孔、右の鼻孔、及び左の鼻孔の位置関係から基準座標系を決定し、当該基準座標系を基準にして口領域の位置を算出することとしてもよい。この場合は、対象者の画像取得部に対する姿勢が変わっても、4点の3次元の位置関係を用いて口領域を算出することで、顔画像中の口領域をより正確に切り出すことができる。

[0079] さらに、領域算出部は、右の鼻孔と左の鼻孔とを結ぶ軸を第1の座標軸とし、右の鼻孔と左の鼻孔との中点を通り、右の瞳孔と左の瞳孔とを結ぶ線に対する垂線を第2の座標軸とした座標系を決定することでもよい。こうすれば、対象者の視線変化により目が動いた場合であっても安定して対象者の顔姿勢が特定でき、その結果、視線変化にかかわらず顔画像中の口領域を正確に切り出すことができる。

[0080] また、口画像生成部は、口領域に相当する箇所の顔画像を射影変換することにより正規化口画像を生成することでもよい。こうすれば、画像取得部に対する対象者の顔姿勢が変化しても、顔画像から正規化された口画像を生成することができる。

[0081] また、口画像生成部は、口領域をグリッド分けした複数の位置を顔画像上の複数の座標に変換し、変換した複数の座標のそれぞれにおける顔画像の画素値を割り当てることにより正規化口画像を生成することでもよい。こうすれば、画像取得部に対する対象者の顔姿勢が変化しても、顔画像から正規化された口画像を生成することができる。

[0082] さらに、領域算出部は、円柱の側面形状の口領域の位置及びサイズを算出することでもよい。こうすれば、対象者の顔形状により一致した口画像を生

成することができる。

[0083] また、上記形態の口領域検出方法は、正規化口画像を利用することによって対象者以外の被験者の注視点と口領域との関係を演算する自閉症診断のためのステップをさらに備えていてもよい。また、正規化口画像を利用することによって対象者の上唇と下唇との間の距離を基に対象者の口形状の認識を行う読唇のためのステップをさらに備えていてもよい。

産業上の利用可能性

[0084] 本発明の一側面は、口領域検出装置及び口領域検出方法を使用用途とし、様々な対象者を対象に異なる撮影条件で取得された顔画像中における口領域の画像を正確に検出するものである。

符号の説明

[0085] M…母親（対象者）、S…認識対象者、 N_1 、 N_2 …左右の鼻孔の位置、 P_1 、 P_2 …左右の瞳孔の位置、 WD_1 、 WD_2 、 WD_3 、 WD_4 、 WD_5 …口領域ウィンドウ、1…自閉症乳幼児診断装置、3…カラーカメラ（画像取得部）、7…データ解析部（口画像生成部）、9…瞳孔検出用カメラ（画像取得部）、11…瞳孔位置算出部（領域算出部）。

請求の範囲

- [請求項1] 対象者の顔を撮像することで顔画像を取得する画像取得部と、
前記顔画像を基に前記対象者の右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出する瞳孔位置算出部と、
前記右の瞳孔の位置及び前記左の瞳孔の位置を基に、前記対象者の口を含む領域である口領域の位置及びサイズを算出する領域算出部と、
前記口領域に相当する範囲の前記顔画像を用いて、前記対象者の口を含む既定の画素数の正規化口画像を生成する口画像生成部と、
を備える口領域検出装置。
- [請求項2] 前記画像取得部は、複数の前記顔画像を連続して取得し、
前記領域算出部は、前記複数の顔画像に対応して生成された複数の正規化口画像を用いて、前記複数の正規化口画像における前記対象者の口の位置を特定し、特定した前記口の位置を用いて前記口領域の位置を補正する、
請求項 1 記載の口領域検出装置。
- [請求項3] 前記瞳孔位置算出部は、前記顔画像上の前記対象者の右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出し、
前記領域算出部は、前記顔画像上の前記口領域の位置及びサイズを算出し、
前記口画像生成部は、前記口領域内の前記顔画像を画像変換することにより前記正規化口画像を生成する、
請求項 1 又は 2 記載の口領域検出装置。
- [請求項4] 前記領域算出部は、前記顔画像上の前記右の瞳孔と前記左の瞳孔との距離を算出し、当該距離から、前記右の瞳孔及び前記左の瞳孔を基準とした前記口領域の位置及び前記口領域のサイズを算出する、
請求項 3 記載の口領域検出装置。
- [請求項5] 前記瞳孔位置算出部は、前記顔画像上の前記対象者の右の鼻孔の位

置と左の鼻孔の位置とをさらに算出し、

前記領域算出部は、前記右の瞳孔及び前記左の瞳孔と、前記右の鼻孔及び前記左の鼻孔との位置関係を算出し、当該位置関係から、前記口領域の位置及び前記口領域のサイズを算出する、
請求項 3 記載の口領域検出装置。

[請求項6] 前記瞳孔位置算出部は、3次元空間内での前記対象者の右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出し、

前記領域算出部は、3次元空間内での前記口領域の位置及びサイズを算出し、

前記口画像生成部は、前記口領域に相当する箇所の前記顔画像を用いることにより前記正規化口画像を生成する、
請求項 1 又は 2 記載の口領域検出装置。

[請求項7] 前記瞳孔位置算出部は、3次元空間内での前記対象者の右の鼻孔の位置と左の鼻孔の位置とをさらに算出し、

前記領域算出部は、前記右の瞳孔、前記左の瞳孔、前記右の鼻孔、及び前記左の鼻孔の位置関係から基準座標系を決定し、当該基準座標系を基準にして前記口領域の位置を算出する、
請求項 6 記載の口領域検出装置。

[請求項8] 前記領域算出部は、前記右の鼻孔と前記左の鼻孔とを結ぶ軸を第 1 の座標軸とし、前記右の鼻孔と前記左の鼻孔との中点を通り、前記右の瞳孔と前記左の瞳孔とを結ぶ線に対する垂線を第 2 の座標軸とした座標系を決定する、

請求項 7 に記載の口領域検出装置。

[請求項9] 前記口画像生成部は、前記口領域に相当する箇所の前記顔画像を射影変換することにより前記正規化口画像を生成する、
請求項 6～8 のいずれか 1 項に記載の口領域検出装置。

[請求項10] 前記口画像生成部は、前記口領域をグリッド分けした複数の位置を前記顔画像上の複数の座標に変換し、変換した前記複数の座標のそれ

それぞれにおける前記顔画像の画素値を割り当てることにより前記正規化口画像を生成する、

請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の口領域検出装置。

[請求項11] 前記領域算出部は、円柱の側面形状の口領域の位置及びサイズを算出する、

請求項 6 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の口領域検出装置。

[請求項12] 画像取得部が、対象者の顔を撮像することで顔画像を取得するステップと、

瞳孔位置算出部が、前記顔画像を基に前記対象者の右の瞳孔の位置と左の瞳孔の位置とを算出するステップと、

領域算出部が、前記右の瞳孔の位置及び前記左の瞳孔の位置を基に、前記対象者の口を含む領域である口領域の位置及びサイズを算出するステップと、

口画像生成部が、前記口領域に相当する範囲の前記顔画像を用いて、前記対象者の口を含む既定の画素数の正規化口画像を生成するステップと、

を備える口領域検出方法。

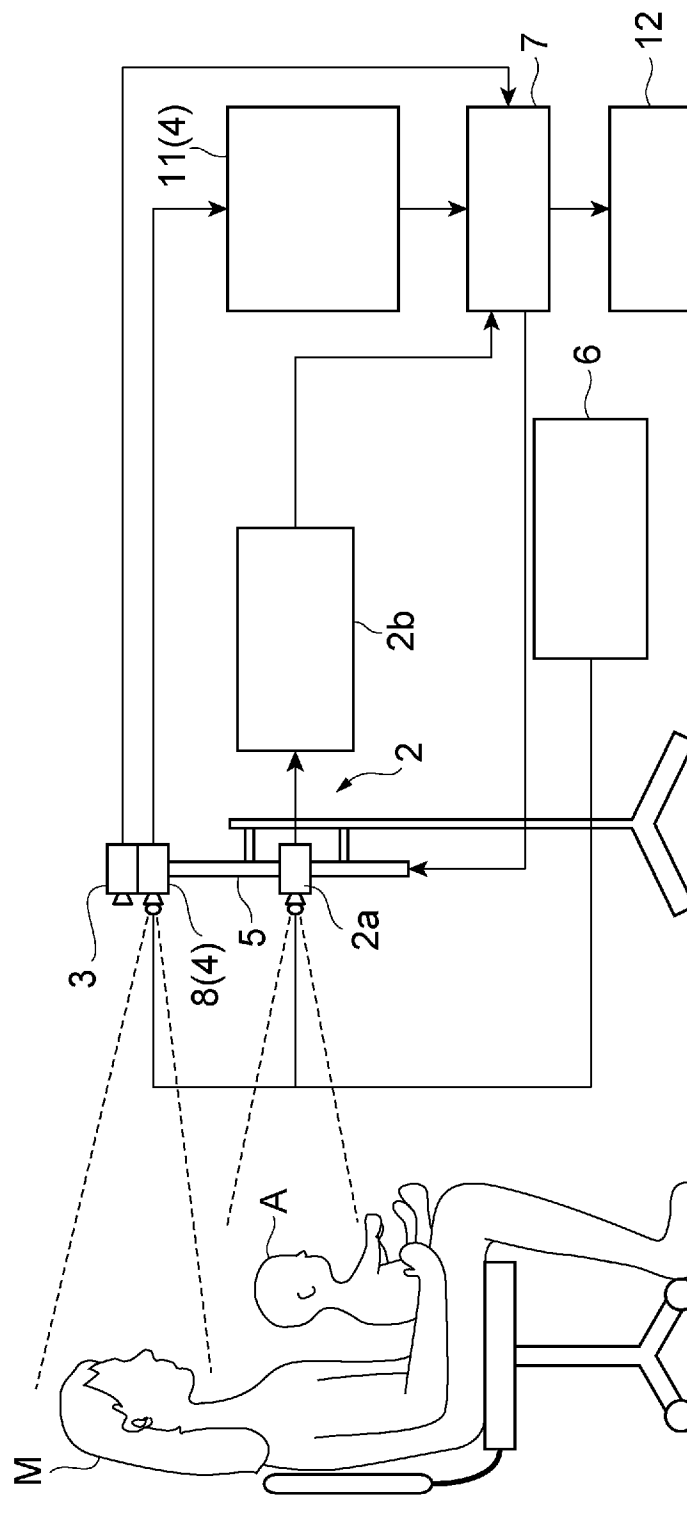
[請求項13] 前記正規化口画像を利用することによって前記対象者以外の被験者の注視点と前記口領域との関係を演算する自閉症診断のためのステップをさらに備える、

請求項 12 記載の口領域検出方法。

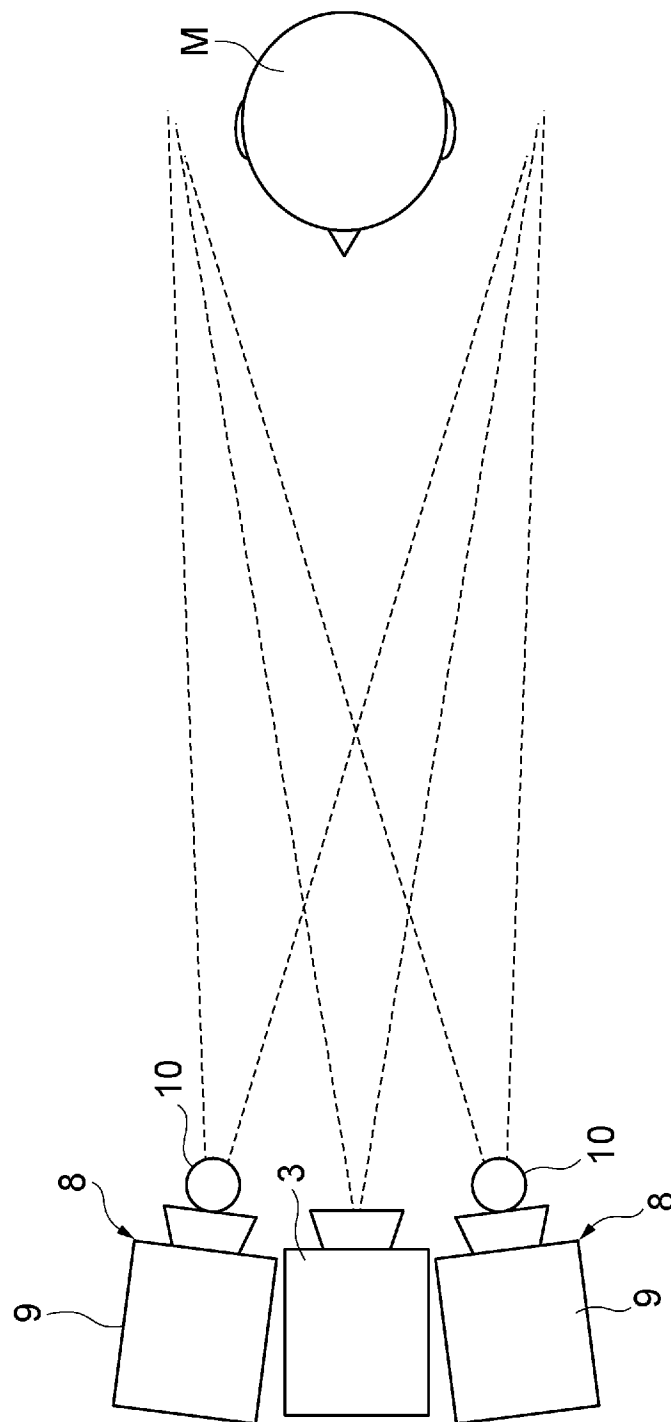
[請求項14] 前記正規化口画像を利用することによって前記対象者の上唇と下唇との間の距離を基に前記対象者の口形状の認識を行う読唇のためのステップをさらに備える、

請求項 12 記載の口領域検出方法。

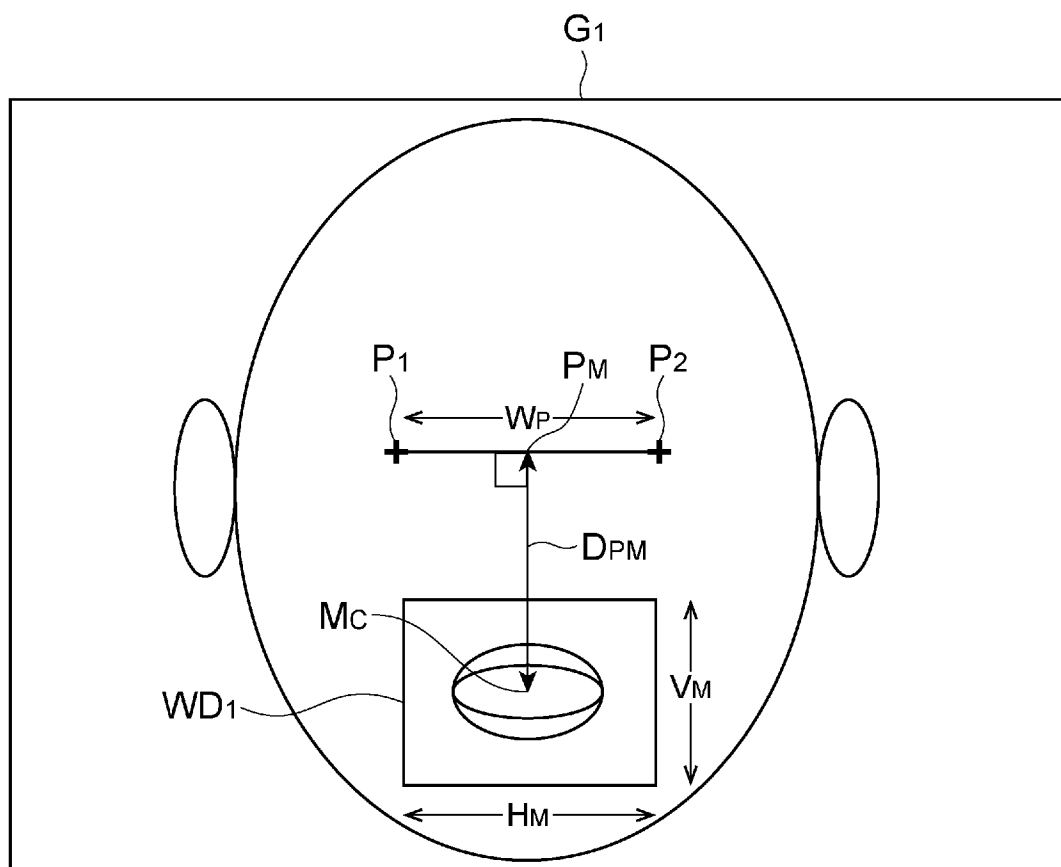
[図1]



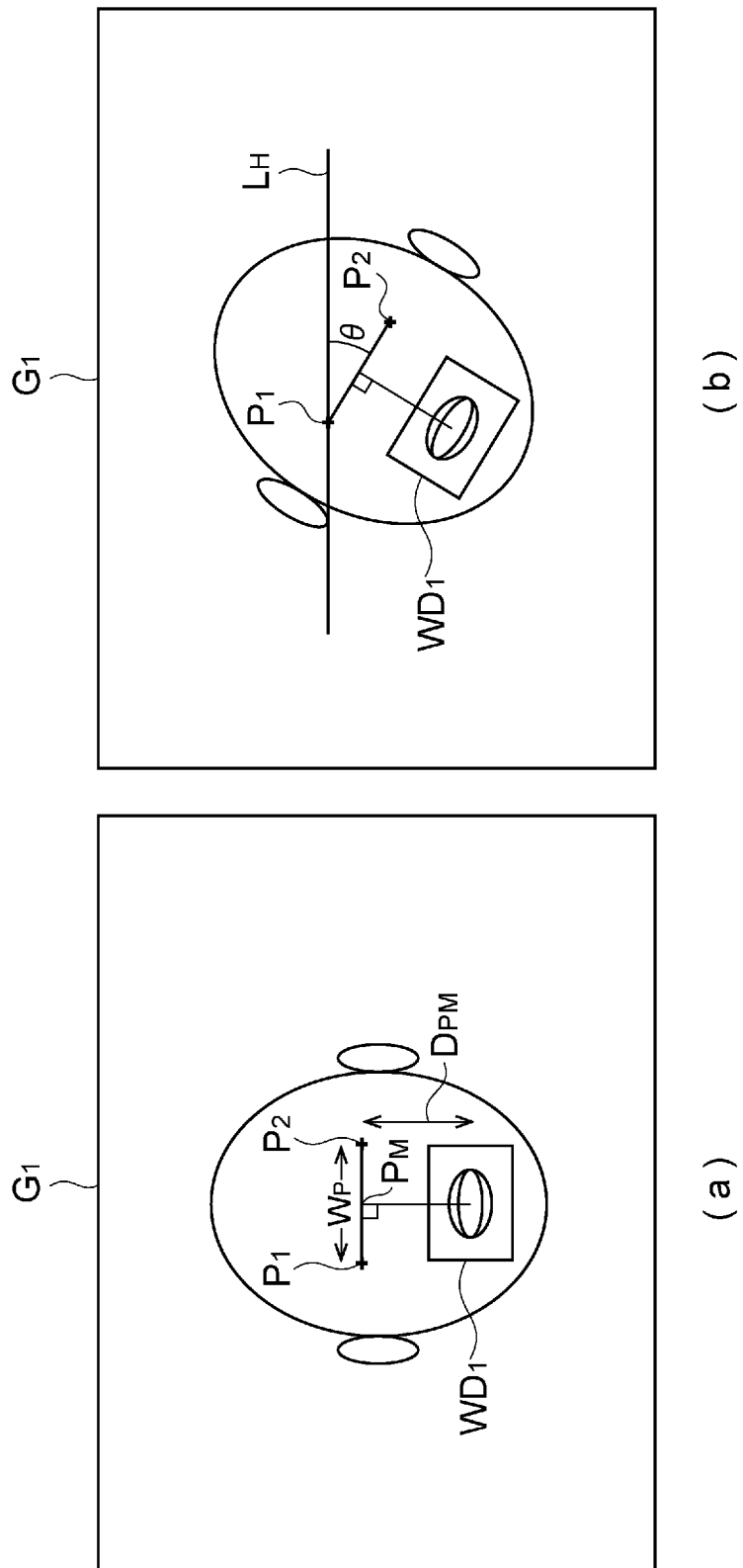
[図2]



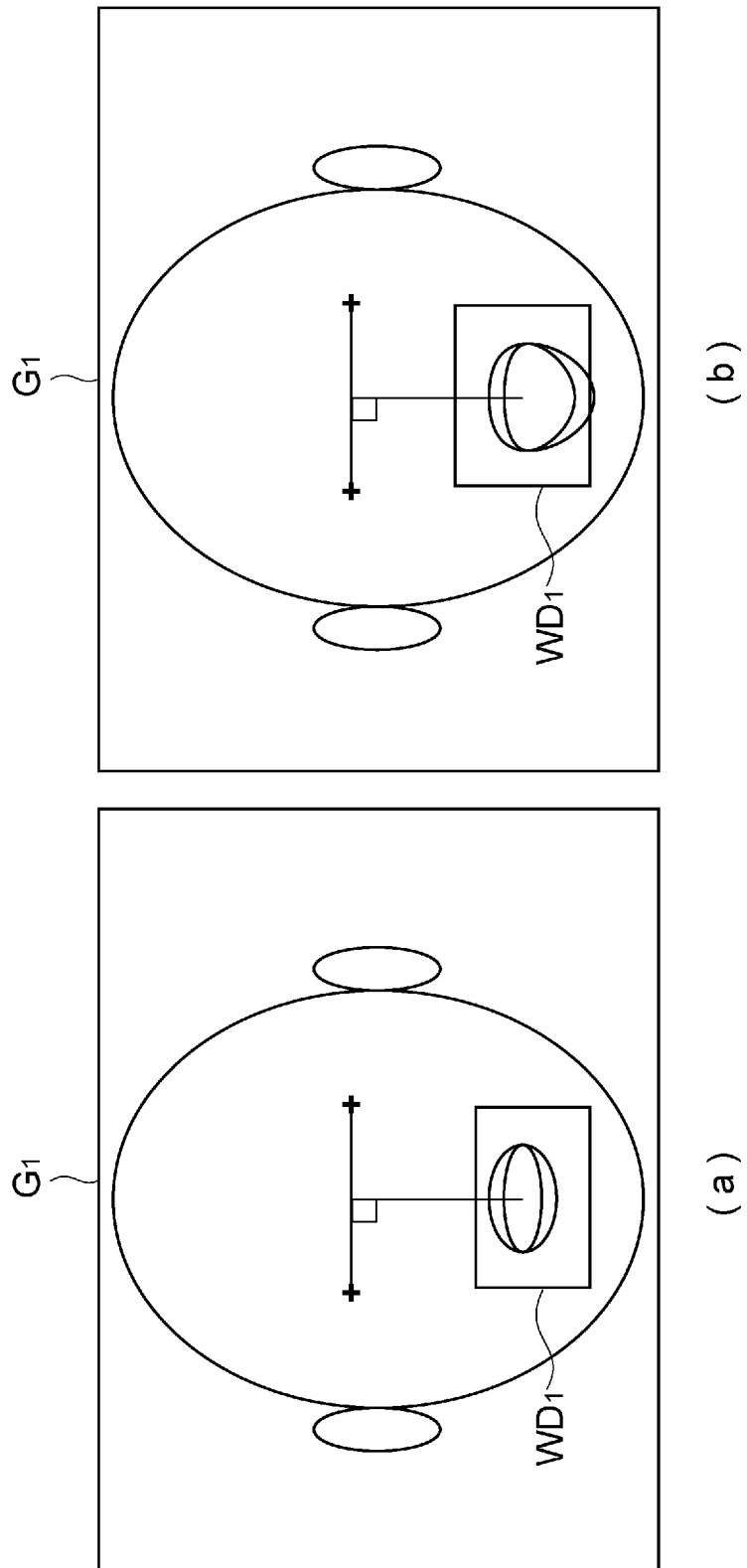
[図3]



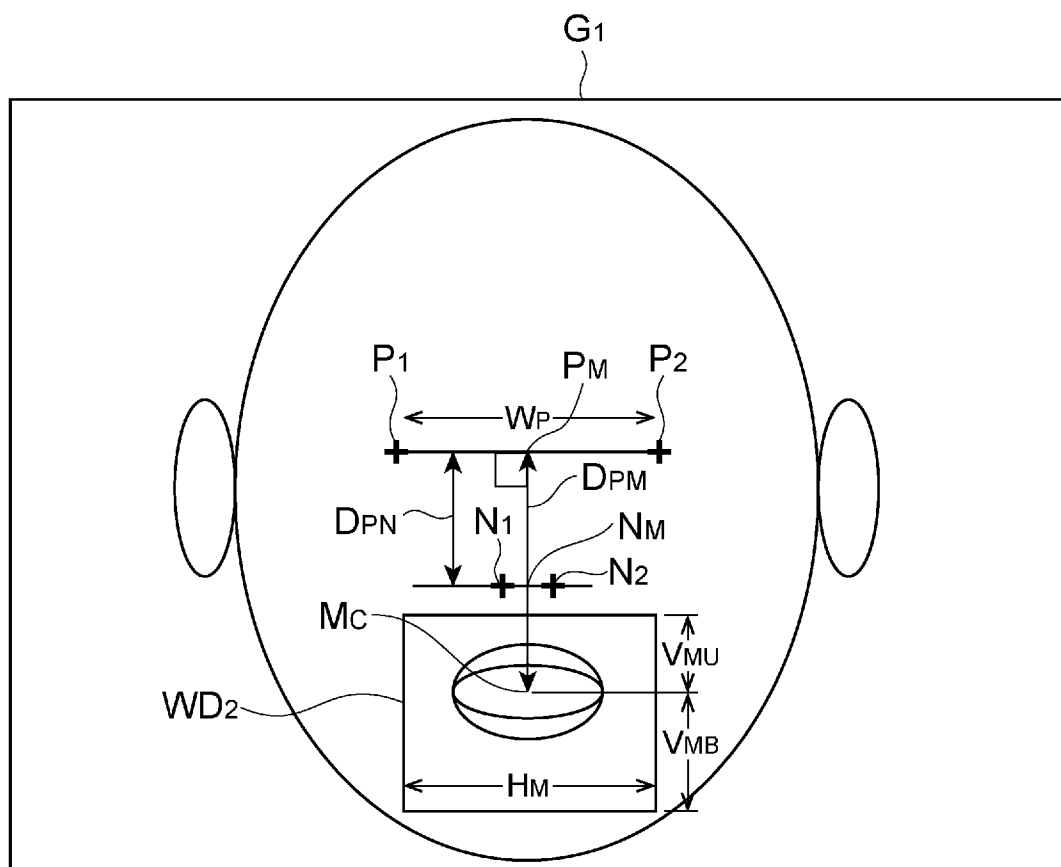
[図4]



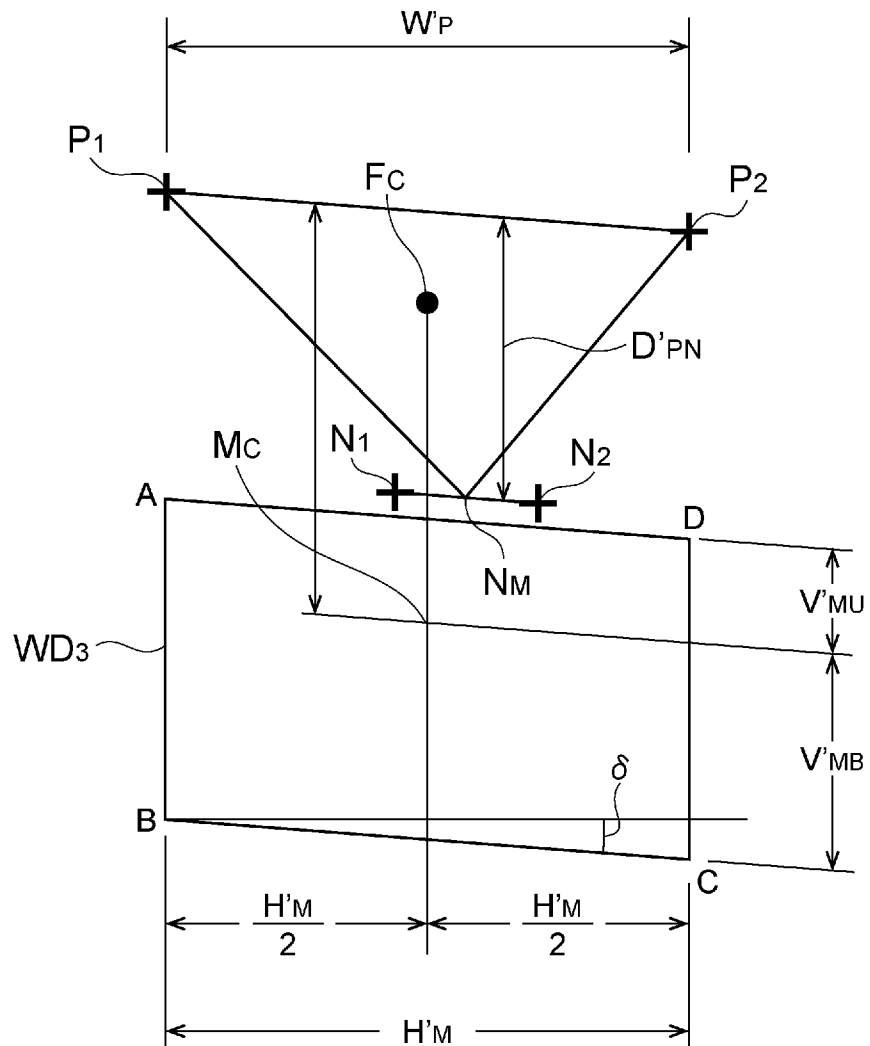
[図5]



[図6]

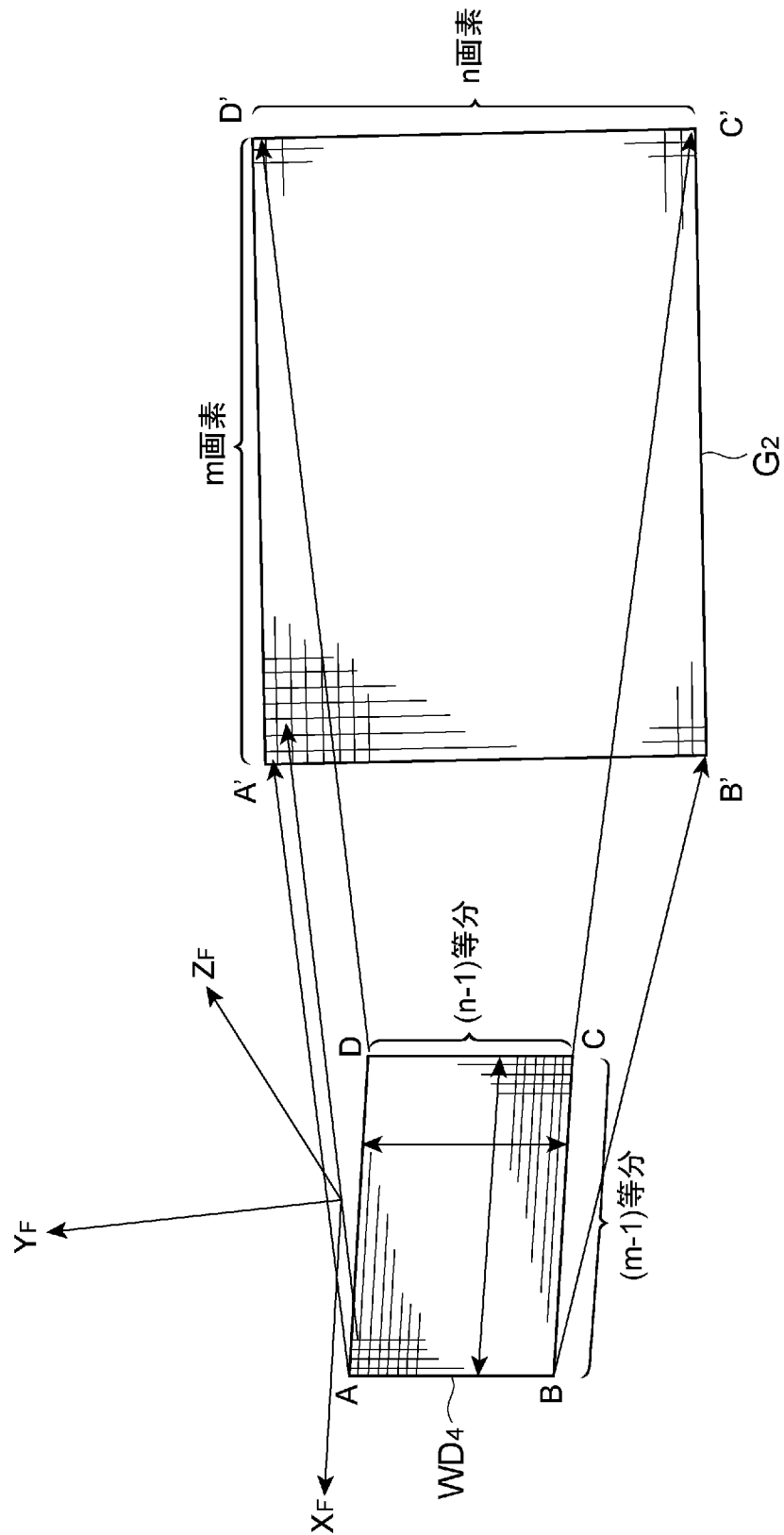


[図7]

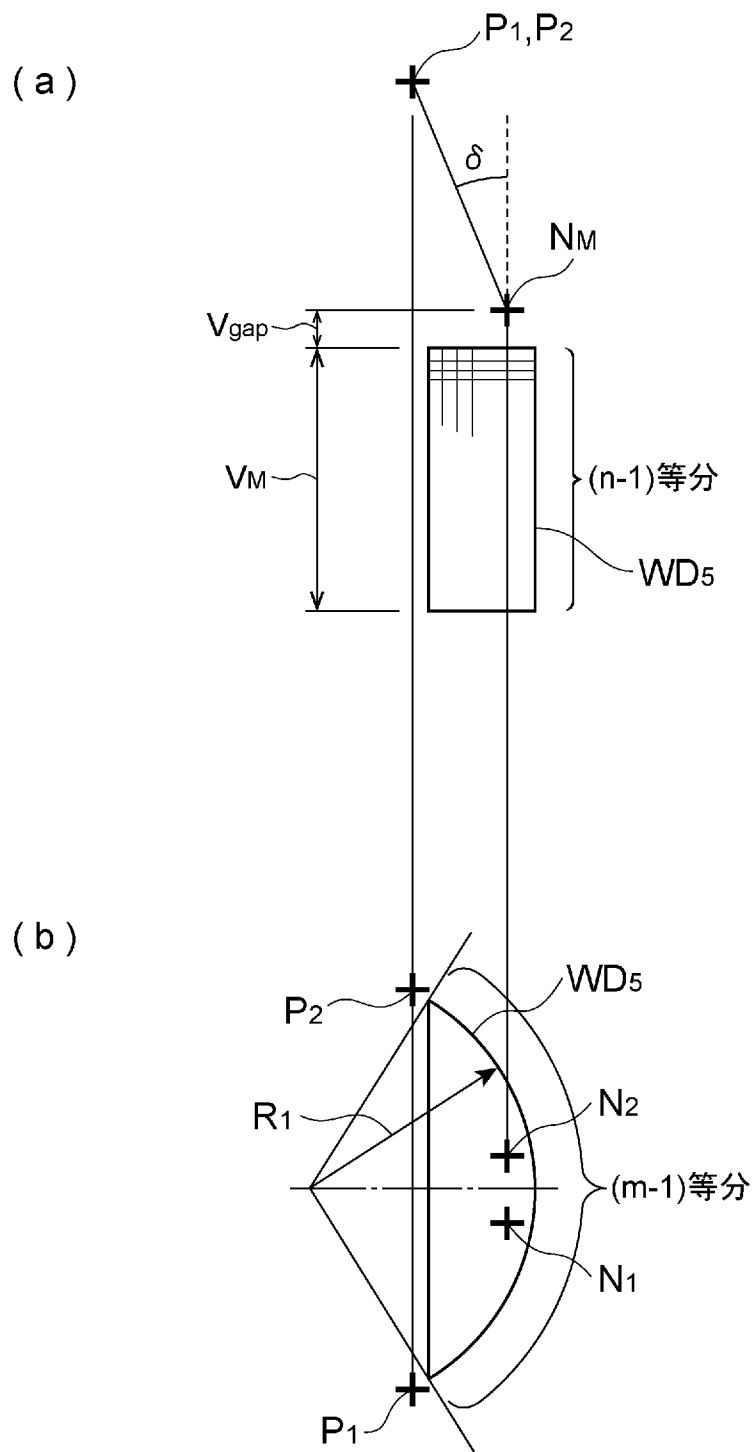


The diagram illustrates a four-bar linkage mechanism with vertices labeled A, B, C, and D. A horizontal line segment represents the ground link, with points N1 and N2 marked on it. A vertical line segment represents the coupler link, with point M marked on it. A horizontal line segment represents the follower link, with points P1 and P2 marked on it. A coordinate system (X_F, Y_F) is centered at N1, and another coordinate system (Z_F, W_F) is centered at P1. A force vector P_P is applied at P1, and a force vector N_M is applied at M. The distance between N1 and N2 is labeled H_M. The distance between N1 and M is labeled V_{MB}. The distance between M and P1 is labeled V_{MU}. The distance between P1 and P2 is labeled W_{D4}. The distance between M and C is labeled M_C. The distance between N1 and N2 is labeled H_M. The distance between N1 and M is labeled V_{MB}. The distance between M and P1 is labeled V_{MU}. The distance between P1 and P2 is labeled W_{D4}. The distance between M and C is labeled M_C.

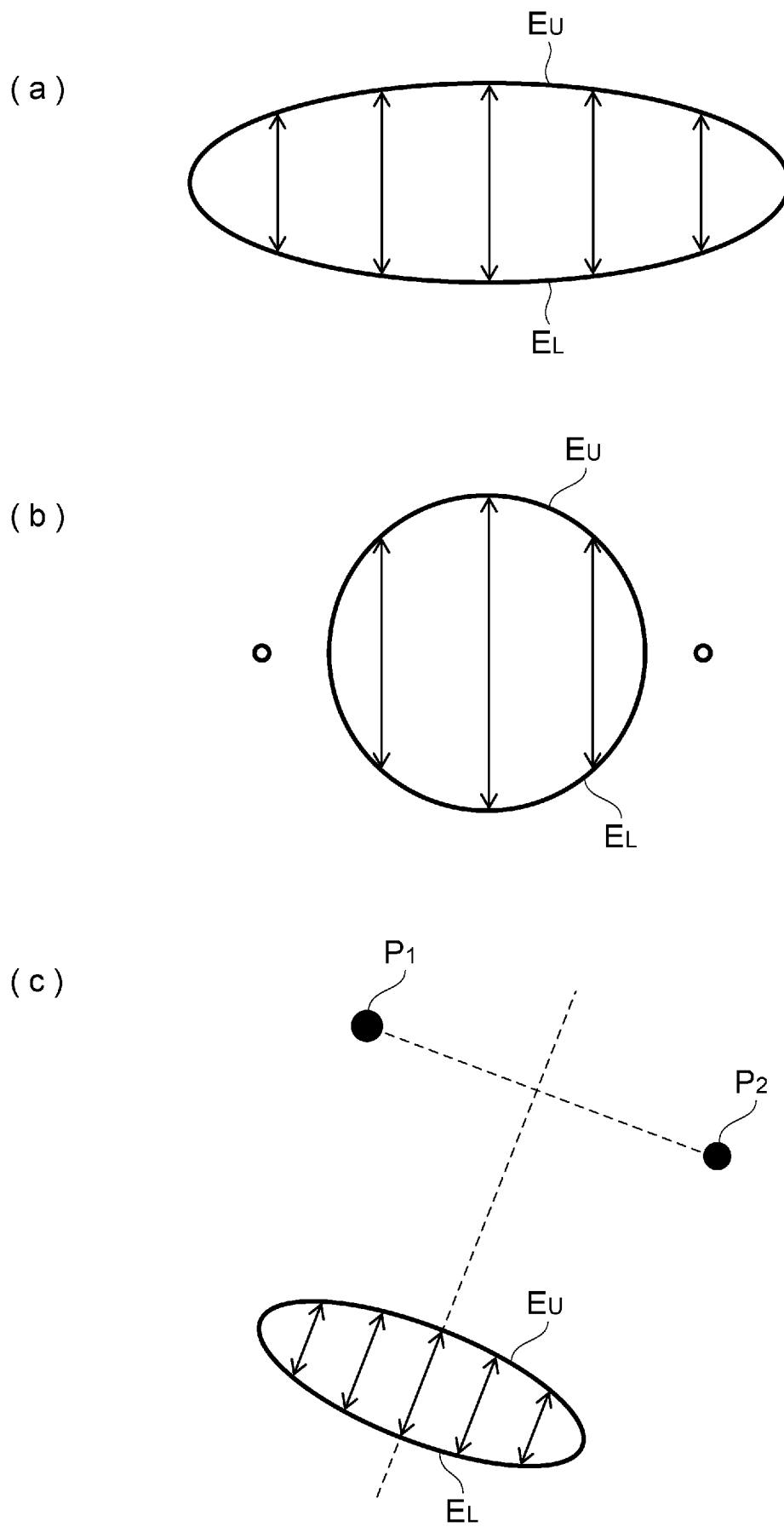
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/060713

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T1/00(2006.01)i, A61B3/113(2006.01)i, A61B5/107(2006.01)i, A61B10/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T1/00, A61B3/113, A61B5/107, A61B10/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Yuhei NAKASHIMA, "Image processing of learner's face for an utterance traing system", IEICE Technical Report, 2004, vol.104, no.494, pages 73 to 78	1, 3, 4, 6, 9-12, 14 2, 5, 7, 8, 13
Y A	Atsushi SAYO, "A Study on Multimodal Biometrics Authentication Method Using Features in Utterance", IEICE Technical Report, 2012, vol.111, no.467, pages 287 to 292	1, 3, 4, 6, 9-12, 14 2, 5, 7, 8, 13
Y	Takeshi SAITO, "Lip Reading Based on Trajectory Feature", The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2007, vol.J99-D, no.4, pages 1105 to 1114	14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 June 2016 (16.06.16)

Date of mailing of the international search report
28 June 2016 (28.06.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/060713

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-40232 A (Canon Inc.), 09 February 2006 (09.02.2006), entire text; all drawings & US 2009/0169101 A1 entire text; all drawings & WO 2006/011635 A1 & EP 1774466 A & CN 1993707 A	1-14
A	WO 2012/169251 A1 (Omron Corp.), 13 December 2012 (13.12.2012), entire text; all drawings & JP 2012-256131 A & JP 4998637 B1 & US 2014/0105487 A1 entire text; all drawings & EP 2720194 A1 & CN 103562964 A & KR 10-2014-0004230 A	1-14
A	US 2010/0220925 A1 (KAO CORP.), 02 September 2010 (02.09.2010), entire text; all drawings & JP 2007-286923 A & JP 2007-200289 A & WO 2007/074844 A1 & EP 1970859 A1 & CN 101390128 A & TW 200809686 A	1-14
A	US 2011/0242486 A1 (EBISAWA, Yoshinobu), 06 October 2011 (06.10.2011), entire text; all drawings & JP 2011-206542 A	1-14
A	JOHNES, Warren, Attention to eyes is present but in decline in 2-6-month-old infants later diagnosed with autism, Nature, 2013, Vol.504, pp.427-431	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T1/00(2006.01)i, A61B3/113(2006.01)i, A61B5/107(2006.01)i, A61B10/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T1/00, A61B3/113, A61B5/107, A61B10/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	中島 雄平, 日本語発話訓練のための顔画像処理, 電子情報通信学会技術研究報告, 2004, Vol. 104, No. 494, pp. 73-78	1, 3, 4, 6, 9-12 , 14 2, 5, 7, 8, 13
Y A	佐用 敦, 発話に伴う特徴を用いたマルチモーダル生体認証手法に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告, 2012, Vol. 111, No. 467, pp. 287-292	1, 3, 4, 6, 9-12 , 14 2, 5, 7, 8, 13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 6 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

松本 隆彦

2 Q

2 9 1 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	齊藤 剛史, トラジェクトリ特徴量に基づく単語読唇, 電子情報通信学会論文誌, 2007, Vol. J99-D, No. 4, pp. 1105-1114	14
A	JP 2006-40232 A (キヤノン株式会社) 2006.02.09, 全文、全図 & US 2009/0169101 A1 全文、全図 & WO 2006/011635 A1 & EP 1774466 A & CN 1993707 A	1-14
A	WO 2012/169251 A1 (オムロン株式会社) 2012.12.13, 全文、全図 & JP 2012-256131 A & JP 4998637 B1 & US 2014/0105487 A1 全文、全図 & EP 2720194 A1 & CN 103562964 A & KR 10-2014-0004230 A	1-14
A	US 2010/0220925 A1 (KAO CORPORATION) 2010.09.02, 全文、全図 & JP 2007-286923 A & JP 2007-200289 A & WO 2007/074844 A1 & EP 1970859 A1 & CN 101390128 A & TW 200809686 A	1-14
A	US 2011/0242486 A1 (EBISAWA, Yoshinobu) 2011.10.06, 全文、全図 & JP 2011-206542 A	1-14
A	JOHNES, Warren, Attention to eyes is present but in decline in 2-6-month-old infants later diagnosed with autism, Nature, 2013, Vol. 504, pp. 427-431	1-14