

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7057483号
(P7057483)

(45)発行日 令和4年4月20日(2022.4.20)

(24)登録日 令和4年4月12日(2022.4.12)

(51)国際特許分類	F I		
A 6 1 B 10/00 (2006.01)	A 6 1 B 10/00		H
A 6 1 B 3/113(2006.01)	A 6 1 B 3/113		

請求項の数 8 (全23頁)

(21)出願番号	特願2018-233988(P2018-233988)	(73)特許権者	308036402 株式会社JVCケンウッド
(22)出願日	平成30年12月14日(2018.12.14)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目1 2番地
(65)公開番号	特開2020-92924(P2020-92924A)	(73)特許権者	504300181 国立大学法人浜松医科大学
(43)公開日	令和2年6月18日(2020.6.18)		静岡県浜松市東区半田山一丁目20番1 号
審査請求日	令和2年12月25日(2020.12.25)	(74)代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
(出願人による申告)平成30年度 国立研究開発法人 日本医療研究開発機構「ICTを活用した診療支援技術 研究開発プロジェクト 注視点検出技術を活用した発達障 がい診断システムの開発」委託研究開発、産業技術力強 化法第19条の適用を受ける特許出願		(72)発明者	箱嶋 修二 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目1 2番地
		(72)発明者	土屋 賢治 静岡県浜松市東区半田山一丁目20番1 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 評価装置、評価方法、及び評価プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

評価用画像を表示する表示部と、
前記表示部を観察する被験者の注視点の位置データを検出する注視点検出部と、
前記表示部における前記評価用画像に対応する位置に判定領域を設定する領域設定部と、
前記注視点の位置データに基づいて、前記注視点が前記判定領域の内部に存在するか否かをそれぞれ判定する判定部と、
前記判定部の判定結果に基づいて、所定時間に前記注視点が存在する前記判定領域の数を算出する演算部と、
前記演算部が算出した前記注視点が存在する前記判定領域の数に基づいて、前記被験者が発達障がい者である可能性を評価する評価データを求める評価部と、
を備え、
前記領域設定部は、ASD(Autism Spectrum Disorder)の可能性が高い被験者と、
ASDの可能性が低い被験者とで注視するか否かの傾向に差異が出る領域の少なくとも一部に判定領域を設定する、
評価装置。

【請求項2】

前記評価部は、前記演算部が算出した前記注視点が存在する前記判定領域の数が多し程、
評価データの値が大きくなる計算式に基づいて、前記被験者の評価データを求め、前記評
価データの値が多し程、被験者が発達障がい者である可能性が低いと評価する、

請求項 1 に記載の評価装置。

【請求項 3】

前記評価部は、さらに前記評価データの値が所定のしきい値以上であるか否かを判断し、評価の判定を行う、

請求項 1 または 2 に記載の評価装置。

【請求項 4】

評価用画像を表示する表示部と、

前記表示部を観察する被験者の注視点の位置データを検出する注視点検出部と、

前記表示部における前記評価用画像に対応する位置に判定領域を設定する領域設定部と、

前記注視点の位置データに基づいて、前記注視点が前記判定領域の内部に存在するか否かをそれぞれ判定する判定部と、

10

前記判定部の判定結果に基づいて、所定時間に前記注視点が存在する前記判定領域の数を算出する演算部と、

前記演算部が算出した前記注視点が存在する前記判定領域の数に基づいて、前記被験者が発達障がい者である可能性を評価する評価データを求める評価部と、

を備え、

前記評価用画像は、自然画と幾何学画像とを含み、

前記領域設定部は、前記自然画が表示された領域の少なくとも一部と、前記幾何学画像が表示された領域の少なくとも一部とにそれぞれ判定領域を設定し、

前記評価部は、前記自然画に設定された評価領域の方が前記幾何学画像に設定された評価領域よりも判定値が高くなるように前記判定値の重み付けを行い、前記判定値を積算することにより前記評価データを算出する評価装置。

20

【請求項 5】

被験者が発達障がい者である可能性を評価する評価装置が行う評価方法であって、

表示部に評価用画像を表示する表示ステップと、

前記表示部を観察する前記被験者の注視点の位置データを検出する注視点検出ステップと、

前記表示部における A S D (Autism Spectrum Disorder) の可能性が高い被験者と、

A S D の可能性が低い被験者とで注視するか否かの傾向に差異が出る領域の少なくとも一部に判定領域を設定する領域設定ステップと、

前記注視点の位置データに基づいて、前記注視点が前記判定領域の内部に存在するか否かをそれぞれ判定し、判定データを出力する判定ステップと、

30

前記判定ステップにおける判定結果である前記判定データに基づいて、所定時間に前記注視点が存在する前記判定領域の数を算出する演算ステップと、

前記演算ステップによって算出された前記注視点が存在する前記判定領域の数に基づいて、前記被験者が発達障がい者である可能性を評価する評価データを求める評価ステップと、を含む評価方法。

【請求項 6】

表示部に評価用画像を表示する表示ステップと、

前記表示部を観察する被験者の注視点の位置データを検出する注視点検出ステップと、

前記表示部における A S D (Autism Spectrum Disorder) の可能性が高い被験者と、

A S D の可能性が低い被験者とで注視するか否かの傾向に差異が出る領域の少なくとも一部に判定領域を設定する領域設定ステップと、

40

前記注視点の位置データに基づいて、前記注視点が前記判定領域の内部に存在するか否かをそれぞれ判定し、判定データを出力する判定ステップと、

前記判定ステップにおける判定結果である前記判定データに基づいて、所定時間に前記注視点が存在する前記判定領域の数を算出する演算ステップと、

前記演算ステップによって算出された前記注視点が存在する前記判定領域の数に基づいて、前記被験者が発達障がい者である可能性を評価する評価データを求める評価ステップと、をコンピュータに実行させる評価プログラム。

【請求項 7】

50

被験者が発達障がい者である可能性を評価する評価装置が行う評価方法であって、
 表示部に評価用画像を表示する表示ステップと、
 前記表示部を観察する前記被験者の注視点の位置データを検出する注視点検出ステップ
 と、
 前記表示部における前記評価用画像に対応する位置に判定領域を設定する領域設定ス
 テップと、
 前記注視点の位置データに基づいて、前記注視点の前記判定領域の内部に存在するか否
 かをそれぞれ判定し、判定データを出力する判定ステップと、
 前記判定ステップの判定結果である前記判定データに基づいて、所定時間に前記注視点
 が存在する前記判定領域の数を算出する演算ステップと、
 前記演算ステップが算出した前記注視点が存在する前記判定領域の数に基づいて、前記
 被験者が発達障がい者である可能性を評価する評価データを求める評価ステップと、
 を含み、
 前記評価用画像は、自然画と幾何学画像とを含み、
 前記領域設定ステップは、前記自然画が表示された領域の少なくとも一部と、前記幾何
 学画像が表示された領域の少なくとも一部とにそれぞれ判定領域を設定し、
 前記評価ステップは、前記自然画に設定された評価領域の方が前記幾何学画像に設定さ
 れた評価領域よりも判定値が高くなるように前記判定値の重み付けを行い、前記判定値を
 積算することにより前記評価データを算出する評価方法。

10

【請求項 8】

20

表示部に評価用画像を表示する表示ステップと、
 前記表示部を観察する被験者の注視点の位置データを検出する注視点検出ステップと、
 前記表示部における前記評価用画像に対応する位置に判定領域を設定する領域設定ス
 テップと、
 前記注視点の位置データに基づいて、前記注視点の前記判定領域の内部に存在するか否
 かをそれぞれ判定し、判定データを出力する判定ステップと、
 前記判定ステップの判定結果である前記判定データに基づいて、所定時間に前記注視点
 が存在する前記判定領域の数を算出する演算ステップと、
 前記演算ステップが算出した前記注視点が存在する前記判定領域の数に基づいて、前記
 被験者が発達障がい者である可能性を評価する評価データを求める評価ステップと、
 を行い、
 前記評価用画像は、自然画と幾何学画像とを含み、
 前記領域設定ステップは、前記自然画が表示された領域の少なくとも一部と、前記幾何
 学画像が表示された領域の少なくとも一部とにそれぞれ判定領域を設定し、
 前記評価ステップは、前記自然画に設定された評価領域の方が前記幾何学画像に設定さ
 れた評価領域よりも判定値が高くなるように前記判定値の重み付けを行い、前記判定値を
 積算することにより前記評価データを算出することをコンピュータに実行させる評価プロ
 グラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、評価装置、評価方法、及び評価プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発達障がい者が増加傾向にあると言われている。発達障がいは、早期に発見し療育
 を開始することで症状を軽減し、社会に適応できる効果が高くなることがわかっている。
 被験者が相対する人の目を見ている時間と他所を見ている比率の差から被験者は自閉症の
 特徴を有するかを判断する診断支援用装置に関する技術が知られている（例えば、特許文
 献 1 参照）。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2011-206542号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

自閉スペクトラム症（ASD：Autism Spectrum Disorder）であると診断された被験者は、他者の存在への無関心、人より物への興味の強さ、特定の物への興味（こだわり）が一般的な傾向である。これらの傾向を適切に検出することによって、発達障がいの可能性が高いか低いかの評価を高精度に行うことが求められていた。

10

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、発達障がいの可能性が高いか低いかの評価を高精度に行うことが可能な評価装置、評価方法、及び評価プログラム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】

【0006】

本発明に係る評価装置は、画像を表示する表示部と、前記表示部を観察する被験者の注視点の位置データを検出する注視点検出部と、前記表示部において、判定領域を設定する領域設定部と、前記注視点の位置データに基づいて、前記注視点が前記判定領域の内部に存在するか否かをそれぞれ判定する判定部と、前記判定部の判定結果に基づいて、所定時間に前記注視点が存在する前記判定領域の総数を算出する演算部と、前記演算部が算出した前記注視点が存在する前記判定領域の総数に基づいて、前記被験者の評価データを求める評価部とを備える。

20

【0007】

本発明に係る評価方法は、表示部に画像を表示する表示ステップと、前記表示部を観察する被験者の注視点の位置データを検出する注視点検出ステップと、前記表示部において、判定領域を設定する領域設定ステップと、前記注視点の位置データに基づいて、前記注視点が前記判定領域の内部に存在するか否かをそれぞれ判定する判定ステップと、前記判定ステップにおける判定結果に基づいて、所定時間に前記注視点が存在する前記判定領域の総数を算出する演算ステップと、前記演算ステップによって算出された前記注視点が存在する前記判定領域の総数に基づいて、前記被験者の評価データを求める評価ステップとを含む。

30

【0008】

本発明に係る評価プログラムは、表示部に画像を表示する表示ステップと、前記表示部を観察する被験者の注視点の位置データを検出する注視点検出ステップと、前記表示部において、判定領域を設定する領域設定ステップと、前記注視点の位置データに基づいて、前記注視点が前記判定領域の内部に存在するか否かをそれぞれ判定する判定ステップと、前記判定ステップにおける判定結果に基づいて、所定時間に前記注視点が存在する前記判定領域の総数を算出する演算ステップと、前記演算ステップによって算出された前記注視点が存在する前記判定領域の総数に基づいて、前記被験者の評価データを求める評価ステップとをコンピュータに実行させる。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、発達障がいの可能性が高いか低いかの評価を高精度に行うことが可能な評価装置、評価方法、及び評価プログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、本実施形態に係る視線検出装置の一例を模式的に示す斜視図である。

【図2】図2は、本実施形態に係る視線検出装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

50

【図 3】図 3 は、本実施形態に係る視線検出装置の一例を示す機能ブロック図である。

【図 4】図 4 は、本実施形態に係る角膜曲率中心の位置データの算出方法を説明するための模式図である。

【図 5】図 5 は、本実施形態に係る角膜曲率中心の位置データの算出方法を説明するための模式図である。

【図 6】図 6 は、本実施形態に係るキャリブレーション処理の一例を説明するための模式図である。

【図 7】図 7 は、本実施形態に係る注視点検出処理の一例を説明するための模式図である。

【図 8】図 8 は、評価用画像の一例を示す図である。

【図 9】図 9 は、図 8 の評価用画像に設定された判定領域の一例を示す図である。

10

【図 10】図 10 は、評価用画像の他の例を示す図である。

【図 11】図 11 は、図 10 の評価用画像に設定された判定領域の一例を示す図である。

【図 12】図 12 は、図 8 の評価用画像に対する注視点の一例を示す図である。

【図 13】図 13 は、図 8 の評価用画像に対する注視点の他の例を示す図である。

【図 14】図 14 は、図 10 の評価用画像に対する注視点の一例を示す図である。

【図 15】図 15 は、図 10 の評価用画像に対する注視点の他の例を示す図である。

【図 16】図 16 は、評価用画像の他の例を示す図である。

【図 17】図 17 は、図 16 の評価用画像に設定された判定領域の一例を示す図である。

【図 18】図 18 は、本実施形態に係る評価方法の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

20

【0011】

以下、本発明に係る評価装置、評価方法、及び評価プログラムの実施形態を図面に基づいて説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

【0012】

以下の説明においては、三次元グローバル座標系を設定して各部の位置関係について説明する。所定面の第 1 軸と平行な方向を X 軸方向とし、第 1 軸と直交する所定面の第 2 軸と平行な方向を Y 軸方向とし、第 1 軸及び第 2 軸のそれぞれと直交する第 3 軸と平行な方向を Z 軸方向とする。所定面は X Y 平面を含む。

30

【0013】

[視線検出装置]

図 1 は、第 1 実施形態に係る視線検出装置 100 の一例を模式的に示す斜視図である。視線検出装置 100 は、発達障がいの可能性が高いか低いかの評価を行う評価装置として用いられる。図 1 に示すように、視線検出装置 100 は、表示装置 101 と、ステレオカメラ装置 102 と、照明装置 103 とを備える。

【0014】

表示装置 101 は、液晶ディスプレイ (liquid crystal display : LCD) または有機 EL ディスプレイ (organic electroluminescence display : OLED) のようなフラットパネルディスプレイを含む。本実施形態において、表示装置 101 は、表示部 101 S を有する。表示部 101 S は、画像を表示する。本実施形態において、表示部 101 S は、例えば被験者の視機能の評価するための指標を表示する。表示部 101 S は、X Y 平面と実質的に平行である。X 軸方向は表示部 101 S の左右方向であり、Y 軸方向は表示部 101 S の上下方向であり、Z 軸方向は表示部 101 S と直交する奥行方向である。

40

【0015】

ステレオカメラ装置 102 は、第 1 カメラ 102 A 及び第 2 カメラ 102 B を有する。ステレオカメラ装置 102 は、表示装置 101 の表示部 101 S よりも下方に配置される。第 1 カメラ 102 A と第 2 カメラ 102 B とは X 軸方向に配置される。第 1 カメラ 102 A は、第 2 カメラ 102 B よりも - X 方向に配置される。第 1 カメラ 102 A 及び第 2 カメラ 102 B はそれぞれ、赤外線カメラを含み、例えば波長 850 [nm] の近赤外光を

50

透過可能な光学系と、その近赤外光を受光可能な撮像素子とを有する。

【0016】

照明装置103は、第1光源103A及び第2光源103Bを有する。照明装置103は、表示装置101の表示部101Sよりも下方に配置される。第1光源103Aと第2光源103BとはX軸方向に配置される。第1光源103Aは、第1カメラ102Aよりも-X方向に配置される。第2光源103Bは、第2カメラ102Bよりも+X方向に配置される。第1光源103A及び第2光源103Bはそれぞれ、LED(light emitting diode)光源を含み、例えば波長850[nm]の近赤外光を射出可能である。なお、第1光源103A及び第2光源103Bは、第1カメラ102Aと第2カメラ102Bとの間に配置されてもよい。

10

【0017】

照明装置103は、検出光である近赤外光を射出して、被験者の眼球111を照明する。ステレオカメラ装置102は、第1光源103Aから射出された検出光が眼球111に照射されたときに第2カメラ102Bで眼球111の一部(以下、これを含めて「眼球」とする)を撮影し、第2光源103Bから射出された検出光が眼球111に照射されたときに第1カメラ102Aで眼球111を撮影する。

【0018】

第1カメラ102A及び第2カメラ102Bの少なくとも一方からフレーム同期信号が出力される。第1光源103A及び第2光源103Bは、フレーム同期信号に基づいて検出光を射出する。第1カメラ102Aは、第2光源103Bから射出された検出光が眼球111に照射されたときに、眼球111の画像データを撮影する。第2カメラ102Bは、第1光源103Aから射出された検出光が眼球111に照射されたときに、眼球111の画像データを撮影する。

20

【0019】

眼球111に検出光が照射されると、その検出光の一部は瞳孔112で反射し、その瞳孔112からの光がステレオカメラ装置102に入射する。また、眼球111に検出光が照射されると、角膜の虚像である角膜反射像113が眼球111に形成され、その角膜反射像113からの光がステレオカメラ装置102に入射する。

【0020】

第1カメラ102A及び第2カメラ102Bと第1光源103A及び第2光源103Bとの相対位置が適切に設定されることにより、瞳孔112からステレオカメラ装置102に入射する光の強度は低くなり、角膜反射像113からステレオカメラ装置102に入射する光の強度は高くなる。すなわち、ステレオカメラ装置102で撮影される瞳孔112の画像は低輝度となり、角膜反射像113の画像は高輝度となる。ステレオカメラ装置102は、撮影される画像の輝度に基づいて、瞳孔112の位置及び角膜反射像113の位置を検出することができる。

30

【0021】

図2は、本実施形態に係る視線検出装置100のハードウェア構成の一例を示す図である。図2に示すように、視線検出装置100は、表示装置101と、ステレオカメラ装置102と、照明装置103と、コンピュータシステム20と、入出力インターフェース装置30と、駆動回路40と、出力装置50と、入力装置60とを備える。

40

【0022】

コンピュータシステム20と、駆動回路40と、出力装置50と、入力装置60とは、入出力インターフェース装置30を介してデータ通信する。コンピュータシステム20は、演算処理装置20A及び記憶装置20Bを含む。演算処理装置20Aは、CPU(central processing unit)のようなマイクロプロセッサを含む。記憶装置20Bは、ROM(read only memory)及びRAM(random access memory)のようなメモリまたはストレージを含む。演算処理装置20Aは、記憶装置20Bに記憶されているコンピュータプログラム20Cに従って演算処理を実施する。

【0023】

50

駆動回路 40 は、駆動信号を生成して、表示装置 101、ステレオカメラ装置 102、及び照明装置 103 に出力する。また、駆動回路 40 は、ステレオカメラ装置 102 で撮影された眼球 111 の画像データを、入出力インターフェース装置 30 を介してコンピュータシステム 20 に供給する。

【0024】

出力装置 50 は、フラットパネルディスプレイのような表示装置を含む。なお、出力装置 50 は、印刷装置を含んでもよい。入力装置 60 は、操作されることにより入力データを生成する。入力装置 60 は、コンピュータシステム用のキーボードまたはマウスを含む。なお、入力装置 60 が表示装置である出力装置 50 の表示部に設けられたタッチセンサを含んでもよい。

10

【0025】

本実施形態においては、表示装置 101 とコンピュータシステム 20 とは別々の装置である。なお、表示装置 101 とコンピュータシステム 20 とが一体でもよい。例えば視線検出装置 100 がタブレット型パーソナルコンピュータを含む場合、そのタブレット型パーソナルコンピュータに、コンピュータシステム 20、入出力インターフェース装置 30、駆動回路 40、及び表示装置 101 が搭載されてもよい。

【0026】

図 3 は、本実施形態に係る視線検出装置 100 の一例を示す機能ブロック図である。図 3 に示すように、入出力インターフェース装置 30 は、入出力部 302 を有する。

【0027】

駆動回路 40 は、表示装置 101 を駆動するための駆動信号を生成して表示装置 101 に出力する表示装置駆動部 402 と、第 1 カメラ 102 A を駆動するための駆動信号を生成して第 1 カメラ 102 A に出力する第 1 カメラ入出力部 404 A と、第 2 カメラ 102 B を駆動するための駆動信号を生成して第 2 カメラ 102 B に出力する第 2 カメラ入出力部 404 B と、第 1 光源 103 A 及び第 2 光源 103 B を駆動するための駆動信号を生成して第 1 光源 103 A 及び第 2 光源 103 B に出力する光源駆動部 406 とを有する。また、第 1 カメラ入出力部 404 A は、第 1 カメラ 102 A で撮影された眼球 111 の画像データを、入出力部 302 を介してコンピュータシステム 20 に供給する。第 2 カメラ入出力部 404 B は、第 2 カメラ 102 B で撮影された眼球 111 の画像データを、入出力部 302 を介してコンピュータシステム 20 に供給する。

20

30

【0028】

コンピュータシステム 20 は、視線検出装置 100 を制御する。コンピュータシステム 20 は、表示制御部 202 と、光源制御部 204 と、画像データ取得部 206 と、入力データ取得部 208 と、位置検出部 210 と、曲率中心算出部 212 と、注視点検出部 214 と、領域設定部 216 と、判定部 218 と、演算部 220 と、記憶部 222 と、評価部 224 と、出力制御部 226 とを有する。コンピュータシステム 20 の機能は、演算処理装置 20 A 及び記憶装置 20 B によって発揮される。

【0029】

表示制御部 202 は、表示装置駆動部 402 を制御して、被験者に視認させる評価用画像を表示装置 101 の表示部 101 S に表示させる。評価用画像は、静止画と動画とを含む。評価用画像は、例えば複数用意される。表示制御部 202 は、当該複数の評価用画像を表示装置 101 に順次表示する。また、表示制御部 202 は、表示部 101 S 上において所望の位置に注視点 P を位置させるためのアイキャッチ映像を表示装置 101 に表示させてもよい。

40

【0030】

光源制御部 204 は、光源駆動部 406 を制御して、第 1 光源 103 A 及び第 2 光源 103 B の作動状態を制御する。光源制御部 204 は、第 1 光源 103 A と第 2 光源 103 B とが異なるタイミングで検出光を射出するように第 1 光源 103 A 及び第 2 光源 103 B を制御する。

【0031】

50

画像データ取得部 206 は、第 1 カメラ 102 A 及び第 2 カメラ 102 B を含むステレオカメラ装置 102 によって撮影された被験者の眼球 111 の画像データを、入出力部 302 を介してステレオカメラ装置 102 から取得する。

【0032】

入力データ取得部 208 は、入力装置 60 が操作されることにより生成された入力データを、入出力部 302 を介して入力装置 60 から取得する。

【0033】

位置検出部 210 は、画像データ取得部 206 で取得された眼球 111 の画像データに基づいて、瞳孔中心の位置データを検出する。また、位置検出部 210 は、画像データ取得部 206 で取得された眼球 111 の画像データに基づいて、角膜反射中心の位置データを検出する。瞳孔中心は、瞳孔 112 の中心である。角膜反射中心は、角膜反射像 113 の中心である。位置検出部 210 は、被験者の左右それぞれの眼球 111 について、瞳孔中心の位置データ及び角膜反射中心の位置データを検出する。

10

【0034】

曲率中心算出部 212 は、画像データ取得部 206 で取得された眼球 111 の画像データに基づいて、眼球 111 の角膜曲率中心の位置データを算出する。

【0035】

注視点検出部 214 は、画像データ取得部 206 で取得された眼球 111 の画像データに基づいて、被験者の注視点 P の位置データを検出する。本実施形態において、注視点 P の位置データとは、三次元グローバル座標系で規定される被験者の視線ベクトルと表示装置 101 の表示部 101 S との交点の位置データをいう。注視点検出部 214 は、眼球 111 の画像データから取得された瞳孔中心の位置データ及び角膜曲率中心の位置データに基づいて、被験者の左右それぞれの眼球 111 の視線ベクトルを検出する。視線ベクトルが検出された後、注視点検出部 214 は、視線ベクトルと表示部 101 S との交点を示す注視点 P の位置データを検出する。

20

【0036】

領域設定部 216 は、表示装置 101 の表示部 101 S に表示された評価用画像に対応した判定領域を設定する。領域設定部 216 は、評価用画像に含まれる人物、物体、模様などに判定領域を設定する。本実施形態では、領域設定部 216 は、表示部 101 S において評価用画像の少なくとも一部に判定領域を設定する。判定領域は、複数設定されることが好ましい。領域設定部 216 は、表示部 101 S において自然画と幾何学画像とが表示される場合、例えば、自然画が表示された領域の少なくとも一部と、幾何学画像が表示された領域の少なくとも一部とにそれぞれ判定領域を設定してもよい。判定領域は、評価用映像に含まれる物体に対して設定されることが好ましい。判定領域は、自然画に対して設定される場合、例えば、人物または人物の顔といった物体毎に設定することが好ましい。判定領域は、表示部 101 S には表示されない。判定領域の形状は、例えば、矩形、円形、楕円形、多角形などであってもよく、限定されない。複数の判定領域の大きさは、異なってもよい。複数の判定領域は、重なって設定されてもよい。判定領域は、ASD の可能性が高い被験者と、ASD の可能性が低い被験者とで注視するか否かの傾向に差異が出る、評価用画像中の領域に設定されることが好ましい。

30

40

【0037】

判定部 218 は、注視点 P の位置データに基づいて、注視点 P が判定領域に存在するか否かをそれぞれ判定し、判定データを出力する。例えば、判定部 218 は、注視点 P が判定領域に存在すると判定する場合、当該判定領域の判定値を「1」とし、存在しないと判定する場合、当該判定領域の判定値を「0」とした判定データを出力する。判定部 218 は、注視点 P が判定領域に存在すると判定する場合、判定領域を注視した時間および注視した回数によらず、判定値を「1」とする。判定部 218 は、注視した時間が長くても短くても判定値を「1」とする。判定部 218 は、注視点 P が判定領域とその他の領域とを往復して、複数回、判定領域に存在すると判定する場合でも、判定値を「1」とする。判定部 218 は、例えば一定時間毎に注視点 P が判定領域に存在するか否かを判定する。一定

50

時間としては、例えば第1カメラ102A及び第2カメラ102Bから出力されるフレーム同期信号の周期（例えば20[msec]毎）とすることができる。

【0038】

演算部220は、判定部218の判定データに基づいて、所定時間に注視点Pが存在する判定領域の総数を算出する。言い換えると、演算部220は、所定時間に評価用画像中の判定領域を被験者がいくつ見たかを算出する。演算部220は、各判定領域の判定値を積算して、注視点Pが存在する判定領域の総数を算出する。

【0039】

演算部220は、映像の再生時間を管理する管理タイマと、表示部101Sに映像が表示されてからの経過時間を検出する検出タイマを有する。

10

【0040】

評価部224は、演算部220が算出した注視点Pが存在する判定領域の総数に基づいて、被験者の評価データを求める。評価データは、表示動作において表示部101Sに表示される判定領域を被験者が注視した数を評価するデータである。評価データは、例えば、判定領域を注視した時間および注視した回数に関わらず、注視した判定領域の数を評価する。評価部224は、注視点Pが存在する判定領域毎に重みをつけて評価データを求めてもよい。評価部224は、さらに評価データが所定のしきい値以上であるか否かを判断し、評価の判定を行う。

【0041】

記憶部222は、上記の判定データ、及び評価データを記憶する。また、記憶部222は、画像を表示する処理と、表示部を観察する被験者の注視点Pの位置を検出する処理と、表示部において、判定領域を設定する処理と、注視点Pの位置データに基づいて、注視点Pが判定領域に存在するか否かをそれぞれ判定し、判定データを出力する処理と、判定データに基づいて、被験者の評価データを求める処理と、評価データを出力する処理とをコンピュータに実行させる評価プログラムを記憶する。

20

【0042】

出力制御部226は、表示装置101及び出力装置50の少なくとも一方にデータを出力する。

【0043】

次に、本実施形態に係る曲率中心算出部212の処理の概要について説明する。曲率中心算出部212は、眼球111の画像データに基づいて、眼球111の角膜曲率中心の位置データを算出する。図4及び図5は、本実施形態に係る角膜曲率中心110の位置データの算出方法を説明するための模式図である。図4は、1つの光源103Cで眼球111が照明される例を示す。図5は、第1光源103A及び第2光源103Bで眼球111が照明される例を示す。

30

【0044】

まず、図4に示す例について説明する。光源103Cは、第1カメラ102Aと第2カメラ102Bとの間に配置される。瞳孔中心112Cは、瞳孔112の中心である。角膜反射中心113Cは、角膜反射像113の中心である。図4において、瞳孔中心112Cは、眼球111が1つの光源103Cで照明されたときの瞳孔中心を示す。角膜反射中心113Cは、眼球111が1つの光源103Cで照明されたときの角膜反射中心を示す。角膜反射中心113Cは、光源103Cと角膜曲率中心110とを結ぶ直線上に存在する。角膜反射中心113Cは、角膜表面と角膜曲率中心110との中間点に位置付けられる。角膜曲率半径109は、角膜表面と角膜曲率中心110との距離である。角膜反射中心113Cの位置データは、ステレオカメラ装置102によって検出される。角膜曲率中心110は、光源103Cと角膜反射中心113Cとを結ぶ直線上に存在する。曲率中心算出部212は、その直線上において角膜反射中心113Cからの距離が所定値となる位置データを、角膜曲率中心110の位置データとして算出する。所定値は、一般的な角膜の曲率半径値などから事前に定められた値であり、記憶部222に記憶されている。

40

【0045】

50

次に、図5に示す例について説明する。本実施形態においては、第1カメラ102A及び第2光源103Bと、第2カメラ102B及び第1光源103Aとは、第1カメラ102Aと第2カメラ102Bとの中間位置を通る直線に対して左右対称の位置に配置される。第1カメラ102Aと第2カメラ102Bとの中間位置に仮想光源103Vが存在するとみなすことができる。角膜反射中心121は、第2カメラ102Bで眼球111を撮影した画像における角膜反射中心を示す。角膜反射中心122は、第1カメラ102Aで眼球111を撮影した画像における角膜反射中心を示す。角膜反射中心124は、仮想光源103Vに対応する角膜反射中心を示す。角膜反射中心124の位置データは、ステレオカメラ装置102で撮影された角膜反射中心121の位置データ及び角膜反射中心122の位置データに基づいて算出される。ステレオカメラ装置102は、ステレオカメラ装置102に規定される三次元ローカル座標系において角膜反射中心121の位置データ及び角膜反射中心122の位置データを検出する。ステレオカメラ装置102について、事前にステレオ較正法によるカメラ較正が実施され、ステレオカメラ装置102の三次元ローカル座標系を三次元グローバル座標系に変換する変換パラメータが算出される。その変換パラメータは、記憶部222に記憶されている。曲率中心算出部212は、ステレオカメラ装置102で撮影された角膜反射中心121の位置データ及び角膜反射中心122の位置データを、変換パラメータを使って、三次元グローバル座標系における位置データに変換する。曲率中心算出部212は、三次元グローバル座標系で規定される角膜反射中心121の位置データ及び角膜反射中心122の位置データに基づいて、三次元グローバル座標系における角膜反射中心124の位置データを算出する。角膜曲率中心110は、仮想光源103Vと角膜反射中心124とを結ぶ直線123上に存在する。曲率中心算出部212は、直線123上において角膜反射中心124からの距離が所定値となる位置データを、角膜曲率中心110の位置データとして算出する。所定値は、一般的な角膜の曲率半径値などから事前に定められた値であり、記憶部222に記憶されている。

【0046】

このように、光源が2つある場合でも、光源が1つである場合の方法と同様の方法で、角膜曲率中心110が算出される。

【0047】

角膜曲率半径109は、角膜表面と角膜曲率中心110との距離である。したがって、角膜表面の位置データ及び角膜曲率中心110の位置データが算出されることにより、角膜曲率半径109が算出される。

【0048】

次に、本実施形態に係る視線検出方法の一例について説明する。図6は、本実施形態に係るキャリブレーション処理の一例を説明するための模式図である。キャリブレーション処理では、被験者に注視させるため、目標位置130が設定される。目標位置130は、三次元グローバル座標系において規定される。本実施形態において、目標位置130は、例えば表示装置101の表示部101Sの中央位置に設定される。なお、目標位置130は、表示部101Sの端部位置に設定されてもよい。出力制御部226は、設定された目標位置130に目標画像を表示する。直線131は、仮想光源103Vと角膜反射中心113Cとを結ぶ直線である。直線132は、目標位置130と瞳孔中心112Cとを結ぶ直線である。角膜曲率中心110は、直線131と直線132との交点である。曲率中心算出部212は、仮想光源103Vの位置データと、目標位置130の位置データと、瞳孔中心112Cの位置データと、角膜反射中心113Cの位置データとに基づいて、角膜曲率中心110の位置データを算出することができる。

【0049】

次に、注視点検出部214の注視点検出処理について説明する。注視点検出処理は、キャリブレーション処理の後に実施される。注視点検出部214は、眼球111の画像データに基づいて、被験者の視線ベクトル及び注視点Pの位置データを算出する。図7は、本実施形態に係る注視点検出処理の一例を説明するための模式図である。図7において、注視点165は、一般的な曲率半径値を用いて算出された角膜曲率中心から求めた注視点Pを

10

20

30

40

50

示す。注視点 1 6 6 は、キャリブレーション処理で求められた距離 1 2 6 を用いて算出された角膜曲率中心から求めた注視点 P を示す。瞳孔中心 1 1 2 C は、キャリブレーション処理において算出された瞳孔中心を示し、角膜反射中心 1 1 3 C は、キャリブレーション処理において算出された角膜反射中心を示す。直線 1 7 3 は、仮想光源 1 0 3 V と角膜反射中心 1 1 3 C とを結ぶ直線である。角膜曲率中心 1 1 0 は、一般的な曲率半径値から算出した角膜曲率中心の位置である。距離 1 2 6 は、キャリブレーション処理により算出した瞳孔中心 1 1 2 C と角膜曲率中心 1 1 0 との距離である。角膜曲率中心 1 1 0 H は、距離 1 2 6 を用いて角膜曲率中心 1 1 0 を補正した補正後の角膜曲率中心の位置を示す。角膜曲率中心 1 1 0 H は、角膜曲率中心 1 1 0 が直線 1 7 3 上に存在すること、及び瞳孔中心 1 1 2 C と角膜曲率中心 1 1 0 との距離が距離 1 2 6 であることから求められる。これにより、一般的な曲率半径値を用いる場合に算出される視線 1 7 7 は、視線 1 7 8 に補正される。また、表示装置 1 0 1 の表示部 1 0 1 S 上の注視点 P は、注視点 1 6 5 から注視点 1 6 6 に補正される。

10

【 0 0 5 0 】

[評価方法]

次に、本実施形態に係る評価方法について説明する。本実施形態に係る評価方法では、上記の視線検出装置 1 0 0 を用いることにより、被験者の視機能として、発達障がい进行评估する。

【 0 0 5 1 】

表示制御部 2 0 2 は、評価用画像を表示部 1 0 1 S に表示する。表示制御部 2 0 2 は、評価用画像を表示する前に、アイキャッチ映像を表示部 1 0 1 S に表示して、表示部 1 0 1 S 上において所望の位置に被験者の注視点 P を位置させてもよい。

20

【 0 0 5 2 】

まず、図 8 ないし図 1 1 を用いて、評価用画像の例について説明する。図 8 は、評価用画像の一例を示す図である。図 9 は、図 8 の評価用画像に設定された判定領域の一例を示す図である。図 1 0 は、評価用画像の他の例を示す図である。図 1 1 は、図 1 0 の評価用画像に設定された判定領域の一例を示す図である。

【 0 0 5 3 】

ここで示す評価用画像は、自然画と幾何学画像とを含む。発達障がい者は、自然画よりも幾何学画像の映像を好むためである。また、ASD であると診断された被験者は、他者の存在への無関心、人より物への興味の強さ、特定の物への興味（こだわり）が一般的な傾向とされるためである。自然画は、幾何学画像以外の、自然物または自然物を連想させるような画像であればよい。例えば、人物、動物、植物、及び自然の景観などをカメラで撮像した画像（静止画、動画）を自然画として用いてもよい。また、人物及び動物などを模したキャラクタの画像（静止画、動画）を自然画として用いてもよい。

30

【 0 0 5 4 】

図 8 に示す評価用画像は、左側に自然画 F 1 である人物映像を表示し、右側に幾何学画像 G 1 を表示している。ここでは、自然画 F 1 と幾何学画像 G 1 との色彩、輝度、動きなどを近いように設計されている。

【 0 0 5 5 】

また、図 9 に示すように、評価のため、評価用画像には、人物の顔付近に円形状の判定領域 A 1 1、判定領域 A 1 2 及び判定領域 A 1 3 を設定し、幾何学模様部分に円形状の判定領域 A 1 4、判定領域 A 1 5、判定領域 A 1 6 及び判定領域 A 1 7 を設定している。判定領域 A 1 1、判定領域 A 1 2、判定領域 A 1 3、判定領域 A 1 4、判定領域 A 1 5、判定領域 A 1 6 及び判定領域 A 1 7 は、表示部 1 0 1 S には表示されない。これらの判定領域を注視したかを示す判定値を積算した、評価データである評価値を求めることにより、被験者が定型発達に近いが、発達障がいの可能性が高いか低いかを評価する。

40

【 0 0 5 6 】

図 1 0 に示す評価用画像は、図 8 に対して、右側に自然画 F 2 を表示し、左側に幾何学画像 G 2 を表示している。図 1 1 に示すように、人物の顔付近に円形状の判定領域 A 2 2 及

50

び判定領域 A 2 3 を設定し、幾何学模様部分に円形状の判定領域 A 2 1 を設定している。これは、このような評価用画像を見せる場合、被験者の癖で右から見始める場合や、左をより多く見る場合などがあり、この影響を軽減するために左右配置の異なった映像を同数制作し、これを見せる方法（カウンターバランス）がある。しかしながら、この影響を完全に取ることは困難である。

【 0 0 5 7 】

通常、複数の自然画と幾何学画像との組み合わせであるパターンなど複数の評価用画像を被験者に見せて、総合的に発達障がいの可能性が高いか低いかを評価する。これは、偶然性を排除するためと、たまたま好みに近い映像が出て、発達障がいの特性と異なる見方をしてしまう場合の影響を軽減するためである。そこで、例えば、評価用画像を図 8 図 1 0 というように視聴してもらう。

10

【 0 0 5 8 】

上記のような評価用画像を被験者に視認させると、被験者が発達障がい者である場合、人物映像よりも幾何学画像に対して興味を示す傾向にある。また、被験者が発達障がい者である場合、特定の物への興味を示す傾向がある。この場合、注視点 P が幾何学画像に移動し、幾何学画像を人物映像よりも注視する傾向にある。一方、被験者が発達障がい者ではない場合、特定の物への興味を示す傾向がないため、特定の画像を強い興味を示す傾向は見られない。この場合、注視点 P は画像中を多く移動して、多くの領域を注視する傾向にある。

【 0 0 5 9 】

このため、例えば以下の手順を行うことにより、被験者を評価することが可能である。本実施形態では、表示部 1 0 1 S に評価画像を提示しながら、同時に被験者の注視点 P を測定し、評価画像中に設定された判定領域に対する注視判定を行う。被験者の注視点 P が判定領域に入った場合、その被験者は該当の注視対象を見たと判断し、複数の評価用画像に対して被験者が見た判定領域の総数を評価値とする。A S D 被験者は上記の理由によって相対的に評価値が低くなる傾向があるため、精度良く A S D の診断支援を行うことが可能である。

20

【 0 0 6 0 】

判定部 2 1 8 は、注視点 P が判定領域に入った場合、判定領域の判定値を「 1 」とする。演算部 2 2 0 は、注視点 P が存在する判定領域の積算した総数を算出する。

30

【 0 0 6 1 】

本実施形態において、評価部 2 2 4 は、例えば、複数の画像における判定領域毎の判定値を積算することで、評価の判定を行うことが可能である。評価部 2 2 4 は、評価値が大きいほど、被験者の関心度は特定の物への興味を示す傾向はないと評価を判定することが可能である。また、この場合、被験者が発達障がい者である可能性は低いと評価することが可能である。評価部 2 2 4 は、評価値が小さいほど、被験者の関心度は幾何学画像の方が高い、または、特定の物への興味を示す傾向がある、と評価を判定することが可能である。また、この場合、被験者が発達障がい者である可能性は高いと評価を判定することが可能である。

【 0 0 6 2 】

ここで、図 8 に示す評価用画像の判定領域毎の判定値を、X [判定領域] と表す。例えば、判定領域 A 1 1 の判定値は、X [A 1 1] と表し、判定領域 A 1 4 の判定値は、X [A 1 4] と表す。なお、注視点 P が一度も内部に存在しなかった判定領域の判定値は「 0 」、注視点 P が内部に存在した判定領域の判定値は「 1 」である。

40

【 0 0 6 3 】

この場合、図 8 に示す評価用画像に対する評価値 A N S 1 は、各判定領域の判定値を積算し、

$$A N S 1 = X [A 1 1] + X [A 1 2] + X [A 1 3] + X [A 1 4] + X [A 1 5] + X [A 1 6] + X [A 1 7]$$

と表される。

50

【 0 0 6 4 】

図 1 0 に示す評価用画像に対する評価値 $A N S 2$ は、各判定領域の判定値を積算し、
 $A N S 2 = X [A 2 1] + X [A 2 2] + X [A 2 3]$
 と表される。

【 0 0 6 5 】

これらより、図 8 に示す評価用画像に対する評価値 $A N S 1$ と図 1 0 に示す評価用画像に
 に対する評価値 $A N S 2$ とを積算して、被験者の評価値 $A N S$ は、例えば、
 $A N S = A N S 1 + A N S 2$

と表される。

【 0 0 6 6 】

図 1 2、図 1 4 を用いて、被験者 A の評価値 $A N S$ について説明する。図 1 2 は、図 8 の
 評価用画像に対する注視点の一例を示す図である。図 1 4 は、図 1 0 の評価用画像に対す
 る注視点の一例を示す図である。

【 0 0 6 7 】

被験者 A の図 8 に示す評価用画像に対する評価値 $A N S 1$ は、
 $A N S 1 = 1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 0 + 0 = 3$

と算出される。

【 0 0 6 8 】

被験者 A の図 1 0 に示す評価用画像に対する評価値 $A N S 2$ は、
 $A N S 2 = 1 + 0 + 1 = 2$

と算出される。

【 0 0 6 9 】

これらより、被験者 A の評価値 $A N S$ は、

$$A N S = 3 + 2 = 5$$

と算出される。

【 0 0 7 0 】

例えば、ASD の可能性が高いか否かを判断するしきい値を「7」とすると、被験者 A の
 評価値 $A N S$ はしきい値以上ではないので、「ASD の可能性が高い」と判断する。

【 0 0 7 1 】

図 1 3、図 1 5 を用いて、被験者 B の評価値 $A N S$ について説明する。図 1 3 は、図 8 の
 評価用画像に対する注視点の他の例を示す図である。図 1 5 は、図 1 0 の評価用画像に対
 する注視点の他の例を示す図である。

【 0 0 7 2 】

被験者 B の図 8 に示す評価用画像に対する評価値 $A N S 1$ は、
 $A N S 1 = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0 = 6$

と算出される。

【 0 0 7 3 】

被験者 B の図 1 0 に示す評価用画像に対する評価値 $A N S 2$ は、
 $A N S 2 = 1 + 1 + 1 = 3$

と算出される。

【 0 0 7 4 】

これらより、被験者 B の評価値 $A N S$ は、

$$A N S = 6 + 3 = 9$$

と算出される。

【 0 0 7 5 】

例えば、ASD の可能性が高いか否かを判断するしきい値を「7」とすると、被験者 B の
 評価値 $A N S$ はしきい値以上であるので、「ASD の可能性が低い」と判断する。

【 0 0 7 6 】

また、評価値は、判定領域毎の判定値に重み付けをして算出してもよい。

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

重み付けの第一の方法は、同一画像内の判定領域毎に重み付けを行う方法である。例えば、自然画に設定された判定領域に対して重み付けを行う。この場合、評価値 $A N S 1$ 、評価値 $A N S 2$ は、以下のように表される。なお、 K は、重みづけのための係数である。係数 K は、適宜設定することができる。

$$A N S 1 = X [A 1 1] \cdot K + X [A 1 2] \cdot K + X [A 1 3] \cdot K + X [A 1 4] + X [A 1 5] + X [A 1 6] + X [A 1 7]$$

$$A N S 2 = X [A 2 1] + X [A 2 2] \cdot K + X [A 2 3] \cdot K$$

【 0 0 7 8 】

ここで、係数 K を「 2 」とした場合、被験者 A の評価値は、以下のように算出される。

$$A N S 1 = 2 + 0 + 2 + 1 + 0 + 0 + 0 = 5$$

$$A N S 2 = 1 + 0 + 2 = 3$$

$$A N S = 8$$

【 0 0 7 9 】

重み付けを行う、言い換えると、重要視する判定領域の選定方法は、既知の臨床的な知見によるもの、または、計測結果から診断感度が高くなるように選択する方法などが考えられる。また、係数 K の値は判定領域毎に異なる値を設定することもできる。

【 0 0 8 0 】

重み付けの第二の方法は、評価用画像毎に重み付けを行う方法である。例えば、図 1 0 に示す評価用画像に対して重み付けを行う。この場合、評価値 $A N S 1$ 、評価値 $A N S 2$ は、以下のように表される。

$$A N S 1 = X [A 1 1] + X [A 1 2] + X [A 1 3] + X [A 1 4] + X [A 1 5] + X [A 1 6] + X [A 1 7]$$

$$A N S 2 = (X [A 2 1] + X [A 2 2] + X [A 2 3]) \cdot K$$

【 0 0 8 1 】

ここで、係数 K を「 2 」とした場合、被験者 A の評価値は、以下のように算出される。

$$A N S 1 = 3$$

$$A N S 2 = 4$$

$$A N S = 7$$

【 0 0 8 2 】

重み付けを行う、言い換えると、重要視する評価用画像の選定方法は、既知の臨床的な知見によるもの、または、計測結果から診断感度が高くなるように選択する方法などが考えられる。また、係数 K の値は評価用画像毎に異なる値を設定することもできる。

【 0 0 8 3 】

図 1 6、図 1 7 を用いて、評価用画像の他の例について説明する。図 1 6 は、評価用画像の他の例を示す図である。図 1 7 は、図 1 6 の評価用画像に設定された判定領域の一例を示す図である。評価用画像は、自然画と幾何学画像とを含むものに限定されない。評価用画像は、複数の物体を含む 1 つの自然画であってもよい。

【 0 0 8 4 】

図 1 6 に示す評価用画像は、複数の物体を含む自然画 $F 3$ である。自然画 $F 3$ には、例えば、自動車、自動車の運転手、信号機、点灯中の青信号、看板、看板に書かれた文字、歩行者、動物、横断歩道などが含まれる。

【 0 0 8 5 】

また、図 1 7 に示すように、評価のため、評価用画像には、自動車に判定領域 $A 3 1$ 、自動車の運転者に判定領域 $A 3 2$ 、信号機に判定領域 $A 3 3$ 、点灯中の青信号に判定領域 $A 3 4$ 、看板に判定領域 $A 3 5$ 、看板に書かれた文字に判定領域 $A 3 6$ 、歩行者に判定領域 $A 3 7$ 、動物に判定領域 $A 3 8$ 、及び、横断歩道に判定領域 $A 3 9$ を設定している。また、判定領域 $A 3 1$ の中に判定領域 $A 3 2$ を設定し、判定領域 $A 3 3$ の中に判定領域 $A 3 4$ を設定し、判定領域 $A 3 5$ の中に判定領域 $A 3 6$ を設定している。この場合、内側の判定領域 $A 3 2$ 、判定領域 $A 3 4$ 、及び、判定領域 $A 3 6$ の内部に注視点 P が存在すると判定する場合、外側の判定領域 $A 3 1$ 、判定領域 $A 3 3$ 、及び、判定領域 $A 3 5$ の内部にも注

10

20

30

40

50

視点 P が存在するとして判定する。

【 0 0 8 6 】

評価部 2 2 4 は、評価データである評価値 A N S が所定のしきい値以上か否かを判断して、評価の判定を行う。例えば評価値 A N S がしきい値以上である場合、被験者が A S D である可能性は低いと評価を判定することができる。また、評価値 A N S が所定のしきい値以上ではない場合、被験者が A S D である可能性は高いと評価を判定することができる。

【 0 0 8 7 】

本実施形態において、出力制御部 2 2 6 は、評価部 2 2 4 が評価結果を出力した場合、評価結果に応じて、例えば「被験者は発達障がい者である可能性が低いと思われます」の文字データや、「被験者は発達障がい者である可能性が高いと思われます」の文字データ等

10

【 0 0 8 8 】

次に、本実施形態に係る評価方法の一例について、図 1 8 を参照しながら説明する。図 1 8 は、本実施形態に係る評価方法の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 8 9 】

注視点検出部 2 1 4 は、注視点検出を開始させる（ステップ S 1 0 1）。そして、ステップ S 1 0 2 に進む。

【 0 0 9 0 】

表示制御部 2 0 2 は、表示部 1 0 1 S に 1 枚目の評価用画像を表示させる（ステップ S 1 0 2）。本実施形態では、表示制御部 2 0 2 は、表示部 1 0 1 S に図 8 に示す評価用画像を表示させる。そして、ステップ S 1 0 3 に進む。

20

【 0 0 9 1 】

演算部 2 2 0 は、1 枚目の評価用画像に設定された判定領域の判定値を「0」にする（ステップ S 1 0 3）。本実施形態では、演算部 2 2 0 は、1 枚目の評価用画像に設定された判定領域 A 1 1 ないし判定領域 A 1 7 の判定値を「0」にする。そして、ステップ S 1 0 4 に進む。

【 0 0 9 2 】

注視点検出部 2 1 4 は、被験者の評価用画像における注視点 P を取得する（ステップ S 1 0 4）。より詳しくは、注視点検出部 2 1 4 は、表示装置 1 0 1 に表示された 1 枚目の評価用画像を被験者に見せた状態で、規定のサンプリング周期（例えば 2 0 [m s e c]）

30

【 0 0 9 3 】

判定部 2 1 8 は、注視点 P の座標が判定領域 A 1 1 ないし判定領域 A 1 7 の内部に存在するかを判定する（ステップ S 1 0 5）。より詳しくは、判定部 2 1 8 は、サンプリング周期（例えば 2 0 [m s e c]）毎に、注視点検出部 2 1 4 が検出した位置データに基づいて注視点 P が存在する判定領域を判定する。

【 0 0 9 4 】

注視点 P が判定領域 A 1 1 ないし判定領域 A 1 7 の内部に存在すると判定された場合（ステップ S 1 0 5 で Y e s）、判定部 2 1 8 は、注視点 P が存在すると判定された判定領域の判定値を「1」に変更する（ステップ S 1 0 6）。そして、ステップ S 1 0 7 に進む。

40

【 0 0 9 5 】

注視点 P が判定領域 A 1 1 ないし判定領域 A 1 7 の内部に存在しないと判定された場合（ステップ S 1 0 5 で N o）、ステップ S 1 0 7 に進む。

【 0 0 9 6 】

演算部 2 2 0 は、検出タイマの検出結果に基づいて、1 枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達したか否かを判断する（ステップ S 1 0 7）。本実施形態では、1 枚目の評価用映像の再生開始から 3 [s e c] が経過すると、1 枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達したと判断する。演算部 2 2 0 により 1 枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達したと判断された場合（ステップ S 1 0 7 の Y e s）、ステップ S 1 0 8 に進

50

む。本実施形態では、1枚目の評価用映像の再生開始から3 [s e c] が経過していないと、1枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達していないと判断する。演算部220により1枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達していないと判断された場合(ステップS107のNo)、上記のステップS104以降の処理を繰り返し行う。

【0097】

演算部220により1枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達したと判断された場合(ステップS107のYes)、表示制御部202は、表示部101Sに2枚目の評価用画像を表示させる(ステップS108)。本実施形態では、表示制御部202は、表示部101Sに図10に示す評価用画像を表示させる。そして、ステップS109に進む。

【0098】

演算部220は、2枚目の評価用画像に設定された判定領域の判定値を「0」にする(ステップS109)。本実施形態では、演算部220は、2枚目の評価用画像に設定された判定領域A21ないし判定領域A23の判定値を「0」にする。そして、ステップS110に進む。

【0099】

注視点検出部214は、被験者の評価用画像における注視点Pを取得する(ステップS110)。より詳しくは、注視点検出部214は、表示装置101に表示された2枚目の評価用画像を被験者に見せた状態で、規定のサンプリング周期(例えば20 [m s e c])毎に、表示装置101の表示部101Sにおける被験者の注視点Pの位置データを検出する。そして、ステップS111に進む。

【0100】

判定部218は、注視点Pの座標が判定領域A21ないし判定領域A23の内部に存在するかを判定する(ステップS111)。より詳しくは、判定部218は、サンプリング周期(例えば20 [m s e c])毎に、注視点検出部214が検出した位置データに基づいて注視点Pが存在する判定領域を判定する。

【0101】

注視点Pが判定領域A21ないし判定領域A23の内部に存在すると判定された場合(ステップS111でYes)、判定部218は、注視点Pが存在する判定領域の判定値を「1」に変更する(ステップS112)。そして、ステップS113に進む。

【0102】

注視点Pが判定領域A21ないし判定領域A23の内部に存在しないと判定された場合(ステップS111でNo)、ステップS113に進む。

【0103】

演算部220は、検出タイマの検出結果に基づいて、2枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達したか否かを判断する(ステップS113)。本実施形態では、2枚目の評価用映像の再生開始から3 [s e c] が経過すると、2枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達したと判断する。演算部220により2枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達したと判断された場合(ステップS113のYes)、ステップS114に進む。本実施形態では、2枚目の評価用映像の再生開始から3 [s e c] が経過していないと、2枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達していないと判断する。演算部220により2枚目の評価用映像の再生が完了する時刻に到達していないと判断された場合(ステップS113のNo)、上記のステップS110以降の処理を繰り返し行う。

【0104】

評価部224は、注視点Pが存在する判定領域の総数に基づいて、被験者の評価値を算出する(ステップS114)。演算部220は、1枚目の評価用画像に対する判定値を積算して評価値ANS1を算出する。また、演算部220は、2枚目の評価用画像に対する判定値を積算して評価値ANS2を算出する。評価部224は、1枚目の評価用画像に対する評価値ANS1と、2枚目の評価用画像に対する評価値ANS2とを積算して、被験者の評価値ANSを算出する。そして、ステップS115に進む。

【0105】

10

20

30

40

50

評価部 2 2 4 は、算出した評価値 A N S がしきい値以上であるか否かを判断する（ステップ S 1 1 5）。本実施形態では、評価部 2 2 4 は、評価値 A N S がしきい値「7」以上であるか否かを判断する。

【0106】

評価部 2 2 4 は、算出した評価値 A N S がしきい値以上ではないと判断する場合（ステップ S 1 1 5 で N o）、被験者は「A S D の可能性が高い」と評価を判定する（ステップ S 1 1 6）。その後、出力制御部 2 2 6 は、評価部 2 2 4 で判定した評価結果を出力して、処理を終了する。

【0107】

評価部 2 2 4 は、算出した評価値 A N S がしきい値以上であると判断する場合（ステップ S 1 1 5 で Y e s）、被験者は「A S D の可能性が低い」と評価を判定する（ステップ S 1 1 7）。その後、出力制御部 2 2 6 は、評価部 2 2 4 で判定した評価結果を出力して、処理を終了する。

10

【0108】

以上のように、本実施形態に係る評価装置は、画像を表示する表示部 1 0 1 S と、表示部 1 0 1 S を観察する被験者の注視点 P の位置を検出する注視点検出部 2 1 4 と、表示部 1 0 1 S において、判定領域を設定する領域設定部 2 1 6 と、注視点 P の位置データに基づいて、注視点 P が判定領域の内部に存在するか否かをそれぞれ判定する判定部 2 1 8 と、判定部 2 1 8 の判定結果に基づいて、注視点 P が存在する判定領域の総数を算出する演算部 2 2 0 と、演算部 2 2 0 が算出した注視点 P が存在する判定領域の総数に基づいて、被験者の評価データを求める評価部 2 2 4 とを備える。

20

【0109】

また、本実施形態に係る評価方法は、表示部 1 0 1 S に画像を表示する表示ステップと、表示部 1 0 1 S を観察する被験者の注視点 P の位置を検出する注視点検出ステップと、表示部 1 0 1 S において、判定領域を設定する領域設定ステップと、注視点 P の位置データに基づいて、注視点 P が判定領域の内部に存在するか否かをそれぞれ判定する判定ステップと、判定ステップにおける判定結果に基づいて、注視点 P が存在する判定領域の総数を算出する演算ステップと、演算ステップによって算出された注視点 P が存在する判定領域の総数に基づいて、被験者の評価データを求める評価ステップとを含む。

【0110】

また、本実施形態に係る評価プログラムは、表示部 1 0 1 S に画像を表示する表示ステップと、表示部 1 0 1 S を観察する被験者の注視点 P の位置を検出する注視点検出ステップと、表示部 1 0 1 S において、判定領域を設定する領域設定ステップと、注視点 P の位置データに基づいて、注視点 P が判定領域の内部に存在するか否かをそれぞれ判定する判定ステップと、判定ステップにおける判定結果に基づいて、注視点 P が存在する判定領域の総数を算出する演算ステップと、演算ステップによって算出された注視点 P が存在する判定領域の総数に基づいて、被験者の評価データを求める評価ステップとをコンピュータに実行させる。

30

【0111】

本実施形態によれば、注視点 P が存在する判定領域の総数に基づいて、言い換えると、評価用画像中の判定領域をいくつ見たかによって、被験者の評価データを求めることができる。本実施形態は、被験者の A S D の診断支援を簡単かつ高精度に行うことができる。

40

【0112】

本実施形態では、領域設定部 2 1 6 は、画像に含まれる人物、物体、模様などに判定領域を複数設定する。A S D の被験者は、特定の物への強い興味を示す傾向があるので、複数の判定領域のうちいずれかをより注視する可能性が高い。このように、本実施形態によれば、高精度の評価データを効率的に得ることができる。

【0113】

本実施形態では、評価部 2 2 4 は、注視点 P が存在する判定領域毎に重みをつけて評価データを求める。これにより、既知の臨床的な知見によるもの、または、計測結果から診断

50

感度が高くなるように選択する方法などを使用して、各データに適切に優先順位をつけることができる。本実施形態によれば、より高精度の評価データを得ることができる。

【0114】

本実施形態では、評価部224は、評価データが所定のしきい値以上であるか否かを判断することによって、評価の判定を行う。本実施形態によれば、より高精度の評価データを容易に得ることができる。

【0115】

本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更を加えることができる。例えば、上記各実施形態では、視線検出装置100を、ASDである可能性を評価する評価装置として用いる場合を例に挙げて説明したが、これに限定されない。例えば、視線検出装置100を、注意欠陥・多動性障がい(ADHD: Attention-deficit hyperactivity disorder)であるか可能性を評価する評価装置にも適用可能である。

10

【符号の説明】

【0116】

A11～A17...判定領域、A21～A23...判定領域、P...注視点、ANS...評価値、20...コンピュータシステム、100...視線検出装置、101...表示装置、101S...表示部、102...ステレオカメラ装置、103...照明装置、202...表示制御部、214...注視点検出部、216...領域設定部、218...判定部、220...演算部、222...記憶部、224...評価部、226...出力制御部

20

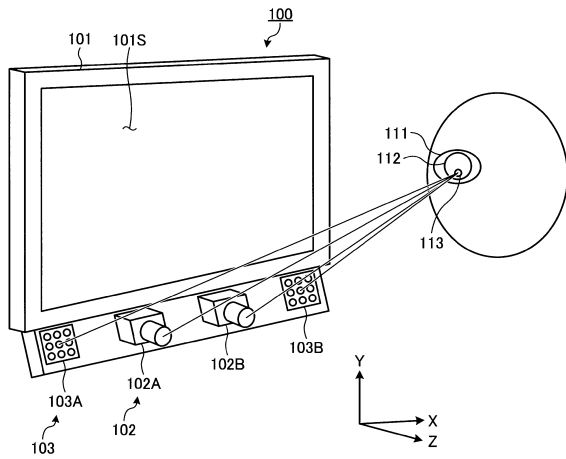
30

40

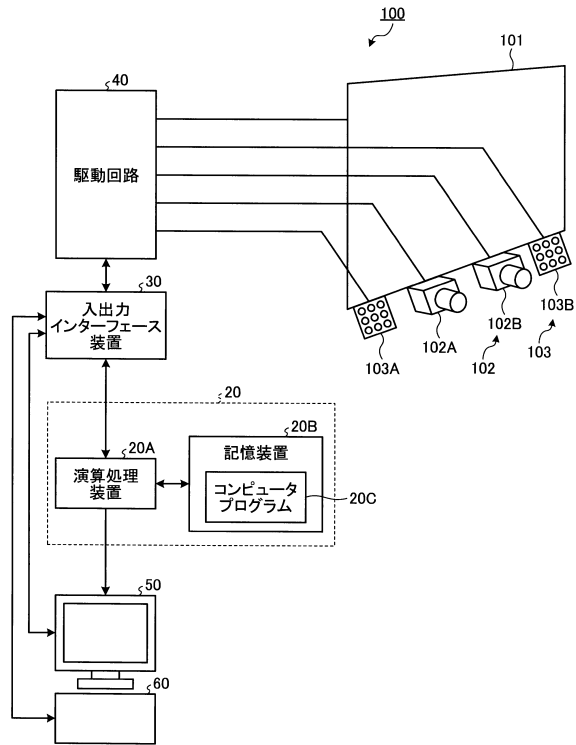
50

【 図面 】

【 図 1 】



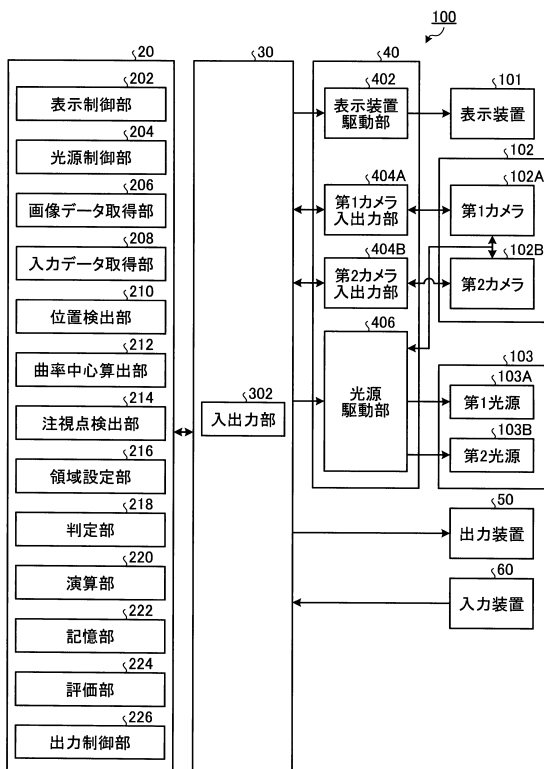
【 図 2 】



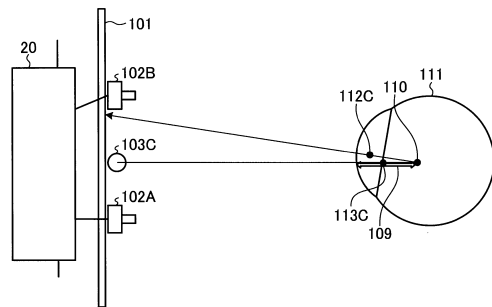
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

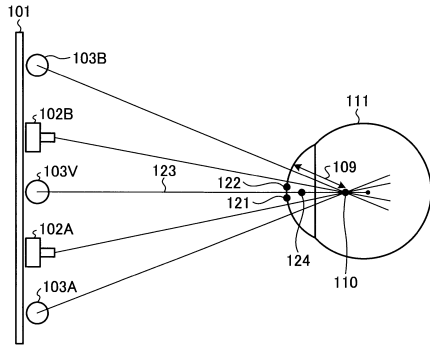


30

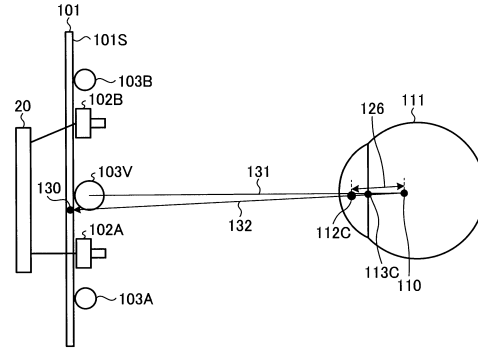
40

50

【 図 5 】

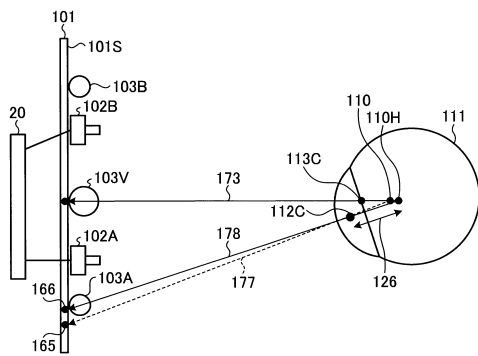


【 図 6 】

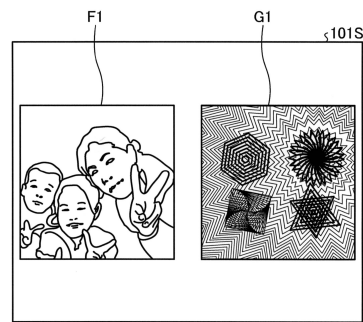


10

【 図 7 】

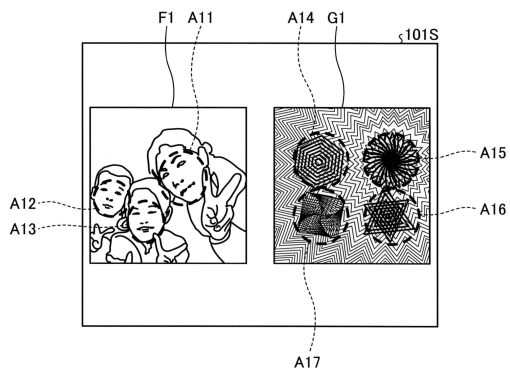


【 図 8 】

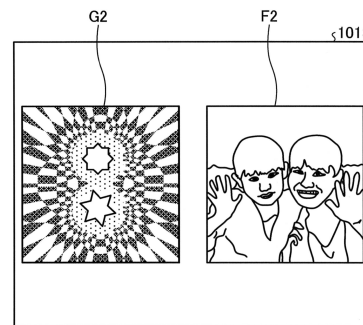


20

【 図 9 】



【 図 10 】

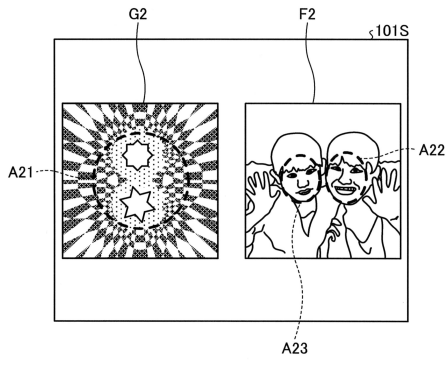


30

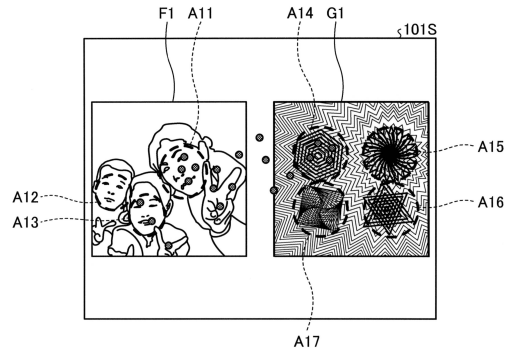
40

50

【図 1 1】

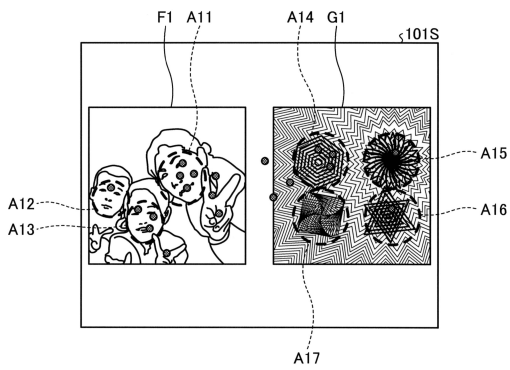


【図 1 2】

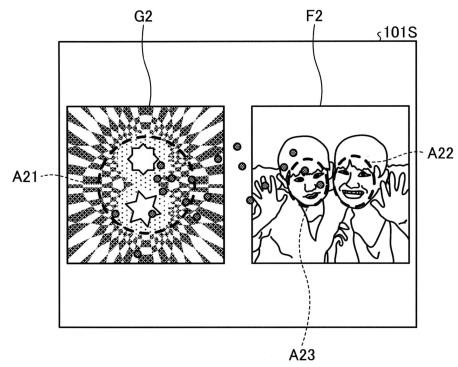


10

【図 1 3】

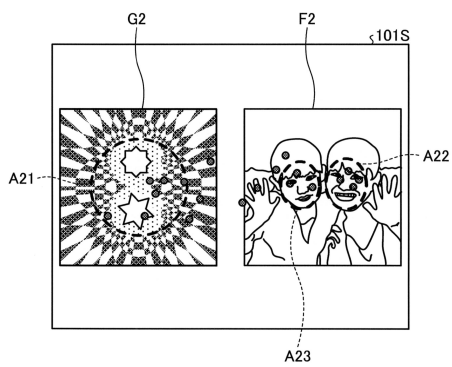


【図 1 4】

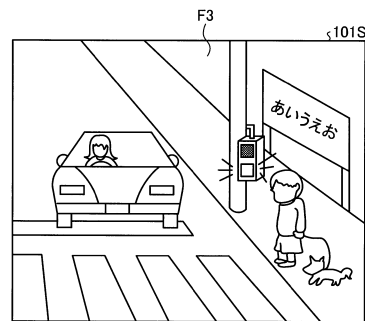


20

【図 1 5】



【図 1 6】

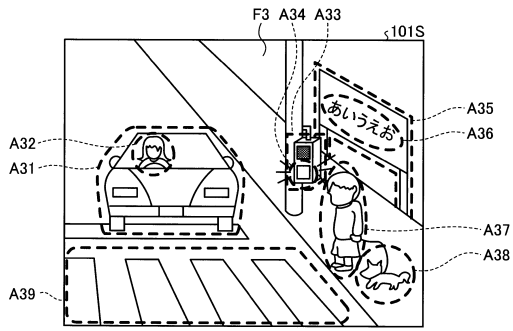


30

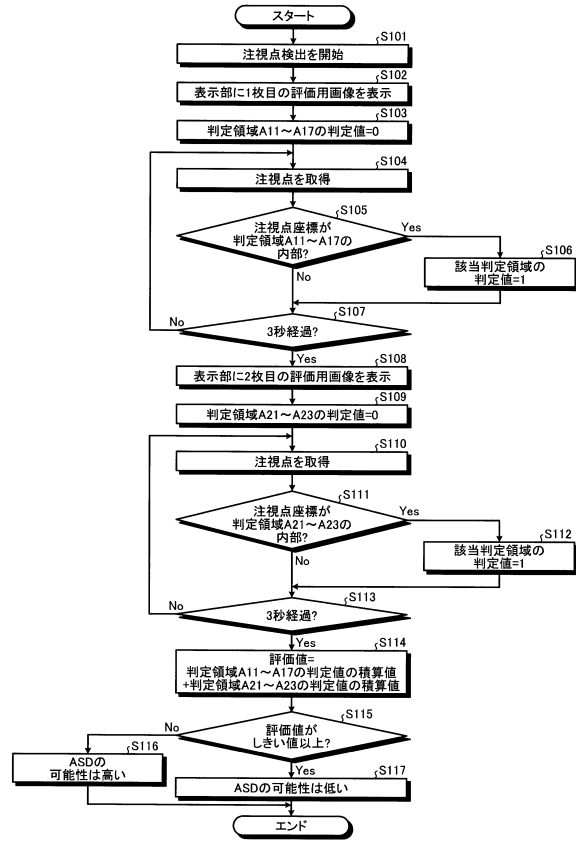
40

50

【図17】



【図18】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

号 国立大学法人浜松医科大学内

審査官 高 原 悠 佑

(56)参考文献 国際公開第2016/052646(WO, A1)

特開2017-099513(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A61B 10/00

A61B 3/00 - 3/18