

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7640946号
(P7640946)

(45)発行日 令和7年3月6日(2025.3.6)

(24)登録日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(51)国際特許分類		F I			
A 6 1 B	3/113(2006.01)	A 6 1 B	3/113		
A 6 1 B	3/11 (2006.01)	A 6 1 B	3/11		
A 6 1 B	5/11 (2006.01)	A 6 1 B	5/11		
A 6 1 B	5/16 (2006.01)	A 6 1 B	5/16	1 2 0	

請求項の数 10 (全22頁)

(21)出願番号	特願2022-556425(P2022-556425)	(73)特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(86)(22)出願日	令和3年8月11日(2021.8.11)	(73)特許権者	504137912 国立大学法人 東京大学 東京都文京区本郷七丁目3番1号
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/029657	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
(87)国際公開番号	WO2022/085276	(72)発明者	谷内田 尚司 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(87)国際公開日	令和4年4月28日(2022.4.28)	(72)発明者	井上 満晶 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
審査請求日	令和5年4月11日(2023.4.11)	(72)発明者	末石 智大
(31)優先権主張番号	特願2020-176066(P2020-176066)		
(32)優先日	令和2年10月20日(2020.10.20)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理システム、目状態測定システム、情報処理方法およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1撮像手段から、被験者の頭部を第1画角で撮像した第1画像にかかる画像データを取得する第1取得手段と、

第2撮像手段から、前記被験者の目領域を前記第1画角よりも狭い第2画角で撮像した第2画像にかかる画像データを取得する第2取得手段と、

前記第1画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第2撮像手段の視野範囲を移動させる移動制御手段と、

前記第2画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する状態評価手段と

を備え、

前記第1取得手段は、前記第2取得手段が前記第2画像にかかる画像データを取得するフレームレート以上のフレームレートで前記第1画像にかかる画像データを取得し、

前記第1取得手段のフレームレートは、480[fps]以上1000[fps]以下であり、

前記第2取得手段のフレームレートは、120[fps]以上1000[fps]以下である、情報処理システム。

【請求項2】

前記移動制御手段は、前記第1画像の時系列データに基づいて前記被験者の前記頭部の位置の変化情報を生成し、前記変化情報に基づいて前記第2撮像手段の視野範囲を移動さ

せる

請求項 1 に記載の情報処理システム。

【請求項 3】

前記第 2 画像中の前記被験者の瞳孔の重心の位置と、目尻および目頭の少なくとも一方の位置とをそれぞれ推定する要素位置推定手段を有し、

前記状態評価手段は、前記目尻および前記目頭の少なくとも一方の位置情報と前記瞳孔の重心の位置情報とに基づいて、前記被験者の瞳孔の振動状態を評価する

請求項 1 または 2 に記載の情報処理システム。

【請求項 4】

前記状態評価手段は、前記目尻の位置および前記目頭の位置を結ぶ直線に対する前記瞳孔の重心の相対位置を算出し、前記相対位置に基づいて前記被験者の瞳孔の振動状態を評価する

10

請求項 3 に記載の情報処理システム。

【請求項 5】

前記状態評価手段は、前記第 2 画像の時系列データに基づいて前記被験者の瞳孔の収縮量を評価する

請求項 1 または 2 に記載の情報処理システム。

【請求項 6】

被験者の頭部を第 1 画角で撮像する第 1 撮像手段と、

前記被験者の目領域を前記第 1 画角よりも狭い第 2 画角で撮像する第 2 撮像手段と、
情報処理装置と

20

を備える目状態測定システムであって、

前記情報処理装置は、

前記第 1 撮像手段から第 1 画像にかかる画像データを取得する第 1 取得手段と、

前記第 2 撮像手段から第 2 画像にかかる画像データを取得する第 2 取得手段と、

前記第 1 画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第 2 撮像手段の視野範囲を移動させる移動制御手段と、

前記第 2 画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する状態評価手段と

を有し、

30

前記第 1 撮像手段は、前記第 2 撮像手段のフレームレート以上のフレームレートで被写体を撮像し、

前記第 1 撮像手段のフレームレートは、 4.80 [fps] 以上 1.000 [fps] 以下であり、

前記第 2 撮像手段のフレームレートは、 1.20 [fps] 以上 1.000 [fps] 以下である、目状態測定システム。

【請求項 7】

前記第 2 撮像手段の光軸を移動させる可動ミラーと、

前記可動ミラーを回転させる駆動手段と

をさらに備え、

40

前記移動制御手段は、前記第 1 画像の時系列データに基づいて前記被験者の前記頭部の位置の変化情報を生成し、前記変化情報に基づいて前記可動ミラーの回転量を算出する

請求項 6 に記載の目状態測定システム。

【請求項 8】

前記可動ミラーは、前記第 1 撮像手段および前記第 2 撮像手段の光軸を移動させる

請求項 7 に記載の目状態測定システム。

【請求項 9】

第 1 撮像手段から、被験者の頭部を第 1 画角で撮像した第 1 画像にかかる画像データを取得し、

第 2 撮像手段から、前記被験者の目領域を前記第 1 画角よりも狭い第 2 画角で撮像した

50

第2画像にかかる画像データを取得し、

前記第1画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第2撮像手段の視野範囲を移動させ、

前記第2画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する情報処理方法であって、

前記第1撮像手段は、前記第2撮像手段のフレームレート以上のフレームレートで被写体を撮像し、

前記第1撮像手段のフレームレートは、480[fps]以上1000[fps]以下であり、

前記第2撮像手段のフレームレートは、120[fps]以上1000[fps]以下である、情報処理方法。

10

【請求項10】

第1撮像手段から、被験者の頭部を第1画角で撮像した第1画像にかかる画像データを取得する第1取得処理と、

第2撮像手段から、前記被験者の目領域を前記第1画角よりも狭い第2画角で撮像した第2画像にかかる画像データを取得する第2取得処理と、

前記第1画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第2撮像手段の視野範囲を移動させる移動制御処理と、

前記第2画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する状態評価処理と

20

をコンピュータに実行させる、プログラムであって、

前記第1撮像手段は、前記第2撮像手段のフレームレート以上のフレームレートで被写体を撮像し、

前記第1撮像手段のフレームレートは、480[fps]以上1000[fps]以下であり、

前記第2撮像手段のフレームレートは、120[fps]以上1000[fps]以下である、プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本開示は、情報処理システム、目状態測定システム、情報処理方法およびプログラムに関し、特に被験者の目の状態変化を評価する情報処理システム、目状態測定システム、情報処理方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

被験者の目の撮像画像に基づいて被験者の目の状態変化を評価する技術が提案されている。例えば特許文献1では、運転者の顔の撮像画像に基づいて検出した瞳孔位置の変化から、瞳孔運動を算出する方法が開示されている。しかし上述の特許文献1に記載の方法では、頭部が移動してカメラの視野範囲から眼球が外れてしまった場合には、瞳孔位置を検出できない。したがって被験者は、カメラの視野範囲から眼球が外れないように頭部を固定する必要がある。

40

【0003】

また特許文献2では、基準画像の白目領域の血管像の位置を示す基準位置と、検出用画像の白目領域の血管像の位置との間の差に基づいて眼球の移動量を検出する方法が開示されている。この方法では、目頭および目尻の位置を含む3点位置からAffine変換により検出用画像の眼球画像を基準画像の位置に戻すので、映像ブレを防止することができる。しかしこの方法においても、被験者は、カメラの視野範囲から眼球が外れないように頭部をある程度固定することが求められる。

【0004】

一方、画角の異なるカメラを用いて、指定された領域を拡大して撮影する方法が知られ

50

ている。特許文献3には、広角の第1カメラで撮影した画像において指定されたターゲット領域を、狭角の第2カメラで撮影する情報処理システムが開示されている。しかし上述の特許文献3には、第2カメラは、人の顔などを撮影するにとどまり、微小領域である目領域を撮影することについては開示されていない。また上述の特許文献3には、微小な目の状態変化を測定し、評価するための技術についても開示されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2019-195377号公報

【文献】国際公開第2016/195066号

10

【文献】国際公開第2012/001755号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本開示の目的は、上述した課題に鑑み、頭部を固定せずリラックスした状態で、好適に被験者の目の状態変化を評価する情報処理システム、目状態測定システム、情報処理方法および非一時的なコンピュータ可読媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一態様にかかる情報処理システムは、第1取得手段と、第2取得手段と、移動制御手段と、状態評価手段とを備える。前記第1取得手段は、第1撮像手段から、被験者の頭部を第1画角で撮像した第1画像にかかる画像データを取得する。前記第2取得手段は、第2撮像手段から、前記被験者の目領域を前記第1画角よりも狭い第2画角で撮像した第2画像にかかる画像データを取得する。前記移動制御手段は、前記第1画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第2撮像手段の視野範囲を移動させる。前記状態評価手段は、前記第2画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する。

20

【0008】

本開示の一態様にかかる目状態測定システムは、第1撮像手段と、第2撮像手段と、情報処理装置とを備える。前記第1撮像手段は、被験者の頭部を第1画角で撮像する。前記第2撮像手段は、前記被験者の目領域を前記第1画角よりも狭い第2画角で撮像する。前記情報処理装置は、第1取得手段と、第2取得手段と、移動制御手段と、状態評価手段とを有する。前記第1取得手段は、第1撮像手段から、被験者の頭部を第1画角で撮像した第1画像にかかる画像データを取得する。前記第2取得手段は、第2撮像手段から、前記被験者の目領域を前記第1画角よりも狭い第2画角で撮像した第2画像にかかる画像データを取得する。前記移動制御手段は、前記第1画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第2撮像手段の視野範囲を移動させる。前記状態評価手段は、前記第2画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する。

30

【0009】

本開示の一態様にかかる情報処理方法は、第1撮像手段から、被験者の頭部を第1画角で撮像した第1画像にかかる画像データを取得し、第2撮像手段から、前記被験者の目領域を前記第1画角よりも狭い第2画角で撮像した第2画像にかかる画像データを取得し、前記第1画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第2撮像手段の視野範囲を移動させ、前記第2画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する。

40

【0010】

本開示の一態様にかかるプログラムは、第1取得処理と、第2取得処理と、移動制御処理と、状態評価処理とをコンピュータに実行させる。前記第1取得処理は、第1撮像手段から、被験者の頭部を第1画角で撮像した第1画像にかかる画像データを取得する処理である。前記第2取得処理は、第2撮像手段から、前記被験者の目領域を前記第1画角より

50

も狭い第2画角で撮像した第2画像にかかる画像データを取得する処理である。前記移動制御処理は、前記第1画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第2撮像手段の視野範囲を移動させる処理である。前記状態評価処理は、前記第2画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する処理である。

【発明の効果】

【0011】

本開示により、頭部を固定せずリラックスした状態で、好適に被験者の目の状態変化を評価する情報処理システム、目状態測定システム、情報処理方法およびプログラムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態1にかかる情報処理システムの機能構成を示すブロック図である。

【図2】実施形態1にかかる情報処理システムのハードウェア構成を示すブロック図である。

【図3】実施形態2にかかる情報処理システムが適用されることが可能な目状態測定システムのシステム構成図である。

【図4】実施形態2にかかる情報処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図5】実施形態2にかかる移動制御部による移動制御処理を説明するための図である。

【図6】実施形態2にかかる移動制御部による焦点位置制御処理を説明するための図である。

【図7】実施形態2にかかる状態評価部による状態評価処理を説明するための図である。

【図8】実施形態2にかかる情報処理装置の情報処理の手順を示すフローチャートである。

【図9】実施形態3にかかる目状態測定システムのシステム構成図である。

【図10】実施形態4にかかる目状態測定システムのシステム構成図である。

【図11】実施形態4にかかる情報処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、実施形態を通じて本開示を説明するが、請求の範囲にかかる発明を以下の実施形態に限定するものではない。また、実施形態で説明する構成の全てが課題を解決するための手段として必須であるとは限らない。説明の明確化のため、以下の記載および図面は、適宜、省略、および簡略化がなされている。なお、各図面において、同一の要素には同一の符号が付されている。

【0014】

<実施形態1>

まず図1～2を用いて、本開示の実施形態1について説明する。図1は、実施形態1にかかる情報処理システム10の機能構成を示すブロック図である。情報処理システム10は、被験者の目の状態変化を評価するコンピュータ装置である。情報処理システム10は、第1取得部11と、第2取得部12と、移動制御部13と、状態評価部15とを備える。

【0015】

第1取得部11は、第1取得手段とも呼ばれる。第1取得部11は、第1撮像部30に通信可能に接続され、第1撮像部30から、被験者の頭部を第1画角で撮像した第1画像にかかる画像データ(第1画像データ)を取得する。ここで第1撮像部30は、被験者の頭部を第1画角で撮像するカメラである。第1撮像部30は、第1撮像手段とも呼ばれる。

【0016】

第2取得部12は、第2取得手段とも呼ばれる。第2取得部12は、第2撮像部40に通信可能に接続され、第2撮像部40から、被験者の目領域を第2画角で撮像した第2画像にかかる画像データ(第2画像データ)を取得する。ここで第2撮像部40は、被験者の目領域を第2画角で撮像するカメラである。第2撮像部40は、第2撮像手段とも呼ばれる。第2画角は、第1画角よりも狭い。また目領域は、眼球、または眼球を含む周辺領域であってよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

移動制御部 1 3 は、移動制御手段とも呼ばれる。移動制御部 1 3 は、第 1 画像に基づいて取得される被験者の頭部の位置情報に基づいて、第 2 撮像部 4 0 の視野範囲を移動させる。第 2 撮像部 4 0 の視野範囲は、第 2 撮像部 4 0 が撮像する範囲であり、キャプチャボリュームとも呼ばれる。視野範囲は、画角とカメラ光軸とに基づいて画定され、画角が大きいほど広い。

【 0 0 1 8 】

状態評価部 1 5 は、状態評価手段とも呼ばれる。状態評価部 1 5 は、第 2 画像の時系列データに基づいて被験者の目の状態変化を評価する。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、実施形態 1 にかかる情報処理システム 1 0 のハードウェア構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 0 】

情報処理システム 1 0 は、主要なハードウェア構成として、プロセッサ 1 0 0 と、ROM 1 0 1 (Read Only Memory) と、RAM 1 0 2 (Random Access Memory) と、インターフェース部 1 0 3 (I F ; Interface) とを有する。プロセッサ 1 0 0、ROM 1 0 1、RAM 1 0 2 およびインターフェース部 1 0 3 は、データバスなどを介して相互に接続されている。

【 0 0 2 1 】

プロセッサ 1 0 0 は、制御処理および演算処理等を行う演算装置としての機能を有する。プロセッサ 1 0 0 は、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、FPGA (field-programmable gate array)、DSP (digital signal processor) またはASIC (application specific integrated circuit) 並びにこれらの組み合わせであってよい。ROM 1 0 1 は、プロセッサ 1 0 0 によって実行される制御プログラムおよび演算プログラム等を記憶するための機能を有する。RAM 1 0 2 は、処理データ等を一時的に記憶するための機能を有する。インターフェース部 1 0 3 は、有線または無線を介して外部と信号の入出力を行う。また、インターフェース部 1 0 3 は、ユーザによるデータの入力を受け付け、ユーザに対して情報を表示する。例えば、インターフェース部 1 0 3 は、第 1 撮像部 3 0 および第 2 撮像部 4 0 と通信を行う。

【 0 0 2 2 】

このように実施形態 1 の情報処理システム 1 0 によれば、広角の第 1 画像に基づいて取得した被験者の頭部の位置情報に基づいて狭角のカメラの視野範囲を移動させることで、目領域を拡大撮像し、目の状態変化を評価する。したがって被験者の頭部が固定されていなくても、狭角のカメラの視野範囲から目領域が外れることを回避できる。これにより、情報処理システム 1 0 は、頭部を固定せずリラックスした状態で、好適に被験者の目の状態変化を評価できる。

【 0 0 2 3 】

< 実施形態 2 >

図 3 は、実施形態 2 にかかる情報処理システム (以下、情報処理装置と呼ぶ) が適用されることができる目状態測定システム 1 a のシステム構成図である。なお本図では、被験者 P の左右方向を X 軸方向とし、被験者 P の前後方向を Y 軸方向とし、被験者 P の上下方向を Z 軸方向とする。

【 0 0 2 4 】

ここで目状態測定システム 1 a は、被験者の目の状態変化を測定し、評価するコンピュータシステムである。本実施形態 2 では、目状態測定システム 1 a は、サカド現象に由来する瞳孔の振動状態を測定し、評価する。目状態測定システム 1 a は、情報処理装置 1 0 a と、第 1 撮像部 3 0 a と、第 2 撮像部 4 0 と、可動ミラー 5 0 と、駆動部 5 1 と、光源 6 1 とを備える。なお Y 軸方向における第 1 撮像部 3 0 a と被験者 P との距離は、D である。D は、例えば 2 ± 0.5 [m] である。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

情報処理装置 10 a は、図 1 の情報処理システム 10 に対応する。情報処理装置 10 a は、第 1 撮像部 30 a、第 2 撮像部 40 および駆動部 51 に接続される。情報処理装置 10 a は、第 1 撮像部 30 a から第 1 画像データを受信したことに応じて、被験者 P の目領域が第 2 撮像部 40 の視野範囲に収まるために必要な制御信号と、被験者 P の目領域で第 2 撮像部 40 を合焦させるために必要な制御信号とを生成する。そして情報処理装置 10 a は、X 軸および Z 軸方向の視野範囲の制御信号については駆動部 51 に、焦点位置の制御信号については第 2 撮像部 40 に送信する。

【0026】

第 1 撮像部 30 a は、図 1 の第 1 撮像部 30 と同様の機能を有するカメラである。本実施形態 2 では、第 1 撮像部 30 a は、広角カメラ 31 を有する。広角カメラ 31 は、被験者 P の少なくとも顔を第 1 画角で撮像し、第 1 画像データを生成する。広角カメラ 31 の焦点距離は、D[m]だけ離れた被験者 P の顔が撮像できるように予め設定される。例えば広角カメラ 31 の焦点距離は、200[mm]未満であってよく、好ましくは 70[mm]未満であってよく、本実施形態 2 では 28[mm]である。なお広角カメラ 31 の焦点距離は、12[mm]であってよい。

10

【0027】

広角カメラ 31 のフレームレートは、被験者 P の頭部の揺れに伴う目領域の揺れを追跡でき、かつデータ量の過度の増大を抑制するために予め設定される。例えば広角カメラ 31 のフレームレートは、120[fps]以上 1200[fps]以下であってよく、好ましくは 240[fps]以上 1000[fps]以下であってよく、さらに好ましくは 480[fps]以上 1000[fps]以下であってよく、本実施形態 2 では 500[fps]である。ここで広角カメラ 31 は、後述する第 2 撮像部 40 のフレームレート以上のフレームレートで被写体を撮像してよい。これにより目領域の揺れに応じて第 2 撮像部 40 の視野範囲を好適に制御することが容易となる。

20

広角カメラ 31 は、第 1 画像データを生成したことに応じて、情報処理装置 10 a に第 1 画像データを送信する。

【0028】

第 2 撮像部 40 は、被験者の目領域を、第 1 画角よりも狭い第 2 画角で撮像し、第 2 画像データを生成するカメラである。後述する瞳孔検出を容易にするために、第 2 撮像部 40 は、近赤外線カメラであってよい。第 2 撮像部 40 の受光素子の検出波長を瞳孔検出用波長と呼ぶと、瞳孔検出用波長は、一例として 940[nm]の波長である。また第 2 撮像部 40 は、望遠レンズと、液体レンズとを有する。液体レンズは、焦点位置(フォーカスポイント)を決定するレンズであり、情報処理装置 10 a による焦点位置の制御信号に基づいて制御されてよい。第 2 撮像部 40 の焦点距離は、可動ミラー 50 から D[m]だけ離れた被験者 P の目領域が撮像できるように設定され、広角カメラ 31 の焦点距離よりも長い。例えば第 2 撮像部 40 の焦点距離は、100[mm]以上であってよく、好ましくは 150[mm]以上であり、本実施形態 2 では 200 ± 50[mm]である。ここで第 2 撮像部 40 は、その焦点距離が長いこと、被写界深度が非常に狭くなる。したがって第 2 撮像部 40 は、目領域に焦点(フォーカス)を合わせるために、その距離情報に基づき焦点位置の制御をおこなう。また第 2 撮像部 40 のフレームレートは、目の状態変化、本例ではサッカード現象、が観察でき、かつデータ量の過度の増大を抑制するために予め設定される。例えば第 2 撮像部 40 のフレームレートは、120[fps]以上 1000[fps]以下であってよく、好ましくは 240[fps]以上 1000[fps]以下、さらに好ましくは 500[fps]以上 1000[fps]以下であり、本実施形態 2 では 500[fps]である。第 2 撮像部 40 は、第 2 画像データを生成したことに応じて、情報処理装置 10 a に第 2 画像データを送信する。

30

40

【0029】

可動ミラー 50 は、第 2 撮像部 40 の光軸を移動させる一対のミラーである。可動ミラー 50 は、第 1 の可動ミラー 50 - 1 と、第 2 の可動ミラー 50 - 2 とを有する。以下では、第 1 の可動ミラー 50 - 1 と第 2 の可動ミラー 50 - 2 とを区別しない場合、単に可

50

動ミラー 50 と呼ぶ。各可動ミラー 50 は、支持部（不図示）を介して駆動部 51 に予め定められた傾斜角度を有するように固定的に接続され、支持部が回転することによりその傾斜角度を変更できるように構成される。例えば第 1 の可動ミラー 50 - 1 は、接続先の支持部が Z 軸周りに回転するように構成され、第 2 の可動ミラー 50 - 2 は、接続先の支持部が X 軸周りに回転するように構成される。これにより可動ミラー 50 は、第 2 撮像部 40 の光軸を X 軸方向および Z 軸方向に移動させ、すなわち第 2 撮像部 40 の視野範囲を X 軸および Z 軸方向に移動させることができる。

【0030】

なお本実施形態 1 では、可動ミラー 50 は、質量が比較的小さく、応答性の高いガルバノミラーである。これにより目状態測定システム 1a は、第 2 撮像部 40 の視野範囲を被験者 P の頭部の微小で高速な移動に連動させて目領域を撮像することが容易となる。

10

【0031】

駆動部 51 は、駆動手段とも呼ばれる。駆動部 51 は、支持部を介して各可動ミラー 50 を回転させる駆動モータである。駆動部 51 は、第 1 の可動ミラー 50 - 1 に対応する第 1 の駆動部 51 - 1 と、第 2 の可動ミラー 50 - 2 に対応する第 2 の駆動部 51 - 2 とを有する。なお第 1 の駆動部 51 - 1 および第 2 の駆動部 51 - 2 についても、単に駆動部 51 と呼ぶことがある。ここで駆動部 51 は、情報処理装置 10a の X 軸および Z 軸方向に関する視野範囲の制御信号に従って、可動ミラー 50 を回転させる。

【0032】

光源 61 は、被験者 P の顔を照射する光源である。光源 61 は、瞳孔検出用波長に対応する波長領域を有する光源であり、本実施形態 2 では 940 [nm] の近赤外光源である。

20

【0033】

つまり第 2 撮像部 40 は、被験者 P の目領域 第 1 の可動ミラー 50 - 1 第 2 の可動ミラー 50 - 2 第 2 撮像部 40 という経路の光が入射することで、被験者 P の目領域を撮像する。

【0034】

図 4 は、実施形態 2 にかかる情報処理装置 10a の機能構成を示すブロック図である。図 4 の情報処理装置 10a は、図 1 の情報処理装置 10 の構成要素に加えて、要素位置推定部 14 および出力部 16 を有する。

【0035】

第 1 取得部 11 は、第 1 撮像部 30a（広角カメラ 31）に接続され、第 1 撮像部 30a から第 1 画像データを受信し、取得する。第 1 取得部 11 は、第 2 取得部 12 が第 2 画像データを取得するフレームレート以上のフレームレートで第 1 画像データを取得してよい。第 1 取得部 11 は、取得した第 1 画像データを移動制御部 13 に供給する。

30

【0036】

第 2 取得部 12 は、第 2 撮像部 40 に接続され、第 2 撮像部 40 から第 2 画像データを受信し、取得する。第 2 取得部 12 は、取得した第 2 画像データを要素位置推定部 14 に供給する。また第 2 取得部 12 は、取得した第 2 画像データを移動制御部 13 に供給してよい。

【0037】

移動制御部 13 は、第 1 画像の時系列データに基づいて、X 軸および Z 軸方向における被験者 P の顔の位置の変化情報を生成する。移動制御部 13 は、該変化情報に基づいて第 1 の可動ミラー 50 - 1 および第 2 の可動ミラー 50 - 2 それぞれの回転量を算出する。移動制御部 13 は、当該回転量の算出に、変化情報に加えて第 2 画像データを用いてもよい。そして移動制御部 13 は、各回転量に基づいて X 軸および Z 軸方向に関する視野範囲の制御信号を生成し、Z 軸方向に関する視野範囲の制御信号を第 1 の駆動部 51 - 1 に、X 軸方向に関する視野範囲の制御信号を第 2 の駆動部 51 - 2 に送信する。また移動制御部 13 は、第 1 画像および第 2 画像の時系列データに基づいて焦点位置制御処理を行い、Y 軸方向における被験者 P の顔の位置の変化情報を生成し、焦点位置の制御信号を生成する。そして移動制御部 13 は、第 2 撮像部 40 に対して当該制御信号を送信することで、

40

50

液体レンズを制御する。このように第2撮像部40は、顔の位置の変化情報に基づいてその視野範囲および焦点位置（フォーカスポイント）を移動させる。

【0038】

要素位置推定部14は、要素位置推定手段とも呼ばれる。要素位置推定部14は、第2画像中の目の要素の位置を推定する。本実施形態2では、要素位置推定部14が推定する目の要素の位置は、被験者Pの瞳孔の重心位置と、目尻および目頭の位置とを含む。なお目尻および目頭の位置については、いずれか一方であってもよく、これに代えて他の任意の不動点の位置であってもよい。要素位置推定部14は、目の要素の位置情報を状態評価部15に供給する。

【0039】

状態評価部15は、第2画像中の目の要素の位置の差分情報を生成し、差分情報に基づいて被験者Pの瞳孔の振動状態を評価する。瞳孔の振動状態は、瞳孔の振動量、振動方向、振動周波数および振動持続時間のうち少なくとも1つであってよい。状態評価部15は、瞳孔の振動状態に関する情報を出力部16に供給する。

【0040】

出力部16は、出力手段とも呼ばれる。出力部16は、瞳孔の振動状態に関する情報を評価結果として出力する。出力部16は、評価結果を表示する表示部（不図示）を有してよい。また出力部16は、評価結果を外部装置（不図示）に送信する送信部（不図示）を有してもよい。

【0041】

ここで図5を用いて、移動制御処理の詳細を説明する。図5は、実施形態2にかかる移動制御部13による移動制御処理を説明するための図である。本図には、第2画像IMG_bが示されている。第2画像IMG_bには被験者Pの目頭I_bおよび目尻O_bを含む目領域が撮像されている。

【0042】

まず移動制御部13は、第1画像中の目領域の位置座標（目位置座標と呼ぶ）を算出する。本実施形態2では、目位置座標は、第1画像中の目領域を略楕円形の領域と近似した場合の目領域の重心の位置座標であるが、これに限らず、第1画像中の目領域の位置座標範囲であってもよい。次に移動制御部13は、第1画像中の目領域を第2画像IMG_bに仮想的に投影した場合の、第1画像中の目位置座標に対応する第2画像中の画像領域（投影領域）VAの重心VCの位置座標を算出する。このとき移動制御部13は、前回と現在の撮影タイミングとの間の第1画像の目位置座標の差分情報と、前回の撮影タイミングでの第2画像とに基づいて、投影領域VAの重心VCの位置座標を算出してよい。なお目位置座標の差分情報は、前述した顔の位置の変化情報の一例である。そして移動制御部13は、投影領域VAの重心VCが第2画像の中心Cに配置されるように第1の可動ミラー50-1および第2の可動ミラー50-2の回転量を算出する。これにより移動制御部13は、常に第2画像IMG_bの中央に目領域Aが配置されるように、第2撮像部40の視野範囲をX軸およびZ軸方向に移動させることができる。なお本図では、投影領域VAおよび目領域Aは、長軸および短軸に対して対称な略楕円形の領域であり、投影領域VAおよび目領域Aの各々について両端に位置する目尻O_bと目頭I_bとの間の中点とその重心と一致している。

【0043】

なお第2画像IMG_bに含まれる目領域の幅方向の画素数は、第2画像IMG_bの幅方向の画素数に対して所定範囲内になるように設定されている。第2画像IMG_bの幅方向の画素数は、 x_b であり、高さ方向の画素数は、 z_b である。一例として $x_b \times z_b = 640 \times 480$ である。また第2画像IMG_bに撮像される被験者Pの目頭I_bから目尻O_bまでの画素数は、 x_1 である。つまり x_1 / x_b は、予め定められた範囲内に維持される。例えば x_1 / x_b は、0.5以上1未満であってよく、好ましくは0.8以上1未満である。これにより情報処理装置10aは、第2画像IMG_bから精度よく瞳孔を検出することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

ここで、第2画像IMG__bの中央に目領域Aが配置されるように、移動制御部13が第1および第2の可動ミラー50-1, 50-2を移動制御する際、Y軸方向におけるカメラと被験者Pとの間の距離Dによってその回転量が異なってくる。したがって移動制御部13は、第2画像IMG__bの焦点を調整することが必要となる。

【 0 0 4 5 】

ここで図6は、実施形態2にかかる移動制御部13による焦点位置制御処理を説明するための図である。本図は、上側に被験者P、第1撮像部30aおよび第2撮像部40の上面模式図を示し、下側に第1撮像部30aの第1画像IMG__aおよび第2撮像部40の第2画像IMG__bを示している。

【 0 0 4 6 】

まず移動制御部13は、第1画像中IMG__a中の被験者Pの目頭Iaの位置座標(x_{ai} , z_{ai})を算出する。そして移動制御部13は、可動ミラー50の回転制御を行うことで、第2画像IMG__bを取得する。このときの可動ミラー50の角度をG(x_g , z_g)と表す。移動制御部13は、第2画像IMG__bの目頭Ibの位置座標(x_{bi} , z_{bi})を算出する。移動制御部13は、第1画像中IMG__aの目頭Iaの位置座標(x_{ai} , z_{ai})、第2画像IMG__bの目頭Ibの位置座標(x_{bi} , z_{bi})および可動ミラー50の角度G(x_g , z_g)を用いて、ステレオ画像法により距離Dを算出する。そして移動制御部13は、距離Dに基づいて第2撮像部40の焦点位置を決定し、当該焦点位置に焦点を移動させるための制御情報を生成する。つまり移動制御部13は、第1撮像部30aと第2撮像部40とをステレオカメラのように扱い、被写界深度が狭い第2撮像部40の焦点が、被験者Pの目位置で合焦するように調整する。

なお上述の例では、移動制御部13は、目頭Ia、Ibの位置座標を用いたが、これらに代えて目尻Oa, Obの位置座標を用いてもよい。

【 0 0 4 7 】

次に図7を用いて、状態評価処理の詳細を説明する。図7は、実施形態2にかかる状態評価部15による状態評価処理を説明するための図である。本図にも、第2画像IMG__bが示されている。

【 0 0 4 8 】

まず状態評価部15は、各撮影タイミングにおける第2画像IMG__bについて、動点である瞳孔の重心Gの、基準点からの相対位置を算出する。基準点は、瞼の開き度合または視線の移動によってはその位置がほぼ変化しない不動点であることが好ましい。ここで状態評価部15は、基準点として、角膜反射像の位置を用いることもできるが、本実施形態2では、目尻Obおよび目頭Ibの少なくとも一方の位置に基づく点を用いる。つまり、状態評価部15は、目尻Obおよび目頭Ibの少なくとも一方の位置情報と瞳孔の重心Gの位置情報とに基づいて、相対位置を算出する。例えば状態評価部15は、目尻Obの位置および目頭Ibの位置を結ぶ直線Lと瞳孔の重心Gとの間の相対位置を算出する。状態評価部15は、瞳孔の重心Gの相対位置として、目尻Obと目頭Ibの midpoint (第2画像IMG__bの中心Cと一致してよい) から重心GまでのX軸およびZ軸方向の距離 x , z を算出する。状態評価部15は、X軸およびZ軸方向の距離 x , z を距離 x_1 で規格化した値を、その第2画像IMG__bにおける瞳孔の重心Gの相対位置として算出してもよい。なお状態評価部15は、目尻Obおよび目頭Ibのいずれか一方の位置のみを基準点として用いてもよい。そして状態評価部15は、瞳孔の重心Gの相対位置の、隣接する撮影タイミング間の差分情報に基づいて、瞳孔の振動状態を評価する。

【 0 0 4 9 】

このように状態評価部15は、基準点として目尻Obおよび目頭Ibの少なくとも一方の位置を用いる。したがって目状態測定システム1aは、角膜反射像を用いる場合に比べて、角膜反射像形成用の赤外光源を備える必要がなく、システム構成が簡易となる。また状態評価部15は、相対位置算出のための計算が簡易であり計算量が低減されるため、高速な処理や装置の小型化が可能となる。したがって、本実施形態2では情報処理装置10

10

20

30

40

50

aを独立のコンピュータ装置として説明したが、情報処理装置10aは、第1撮像部30a内または第2撮像部40内に実装されることも可能である。

【0050】

図8は、実施形態2にかかる情報処理装置10aの情報処理の手順を示すフローチャートである。

【0051】

まず第1取得部11は、第1撮像部30aから $t = t_i$ における第1画像データを所定のフレームレートで取得する(ステップS10)。

【0052】

次に移動制御部13は、第1画像から被験者Pの顔を検出する(ステップS11)。例えば移動制御部13は、第1画像を入力とする学習済の畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いて、被験者Pの顔を検出してよい。そして移動制御部13は、被験者Pの顔に対応する画像領域を切り出した正規化画像を生成してよい。

10

【0053】

次に移動制御部13は、第1画像における目位置座標を算出する(ステップS12)。例えば移動制御部13は、生成した正規化画像からテンプレートマッチングにより被験者Pの目領域を検出し、第1画像における目領域の重心の位置座標を目位置座標として算出してよい。

【0054】

そして移動制御部13は、 $t = t_i$ における第1画像の目位置座標が $t = t_{i-1}$ における第1画像の目位置座標と比較して変更したか否かを判定する(ステップS13)。移動制御部13は、目位置座標が変更していない場合(ステップS13でNo)、一連の撮影を終了するか否かを判定し(ステップS16)、終了しない場合(ステップS16でNo)は処理をステップS10に戻す。一方、移動制御部13は、目位置座標が変更した場合(ステップS13でYes)、前述の図5に示した方法により次の撮影タイミング(例えば $t = t_{i+1}$)における可動ミラー50の回転量を算出する(ステップS14)。このとき移動制御部13は、第2撮像部40から現在または以前の撮影タイミングの第2画像データ(例えば $t = t_{i-1}$ の第2画像データ)を取得してよく、目位置座標および該第2画像に基づいて可動ミラー50の回転量を算出してよい。そして移動制御部13は、算出した回転量に基づいてX軸およびZ軸方向に関する視野範囲の制御信号を生成する。なお移動制御部13は、これに加えて図6に示した方法により第2撮像部40の焦点位置の移動量を算出し、移動量に基づいて焦点位置の制御信号を生成する。

20

30

【0055】

次に移動制御部13は、第2撮像部40の視野範囲および焦点位置の移動を制御する(ステップS15)。具体的には、移動制御部13は、X軸およびZ軸方向に関する視野範囲の制御信号を駆動部51に対して送信する。また移動制御部13は、焦点位置の制御信号を液体レンズに対して送信する。

【0056】

次に移動制御部13は、一連の撮影を終了するか否かを判定する(ステップS16)。移動制御部13は、終了しない場合(ステップS16でNo)は、処理をステップS10に戻し、終了する場合は(ステップS16でYes)、処理をステップS17に進める。

40

【0057】

ステップS17において、第2取得部12は、第2撮像部40から第2画像データを取得する。

【0058】

ここで情報処理装置10aは、ステップS18~19の処理を、取得した第2画像のフレーム数だけ繰り返す。

【0059】

ステップS18において、要素位置推定部14は、第2画像から、例えばテンプレートマッチングにより目領域を検出し、目の要素(目尻、目頭、瞳孔の重心)の位置座標を推

50

定する。瞳孔の重心の位置座標については、要素位置推定部 14 は、例えば二値化、エッジ検出およびハフ変換により瞳孔の画像領域を検出し、画像領域の重心の位置座標を算出することで推定してよい。

【0060】

そしてステップ S19 において、状態評価部 15 は、前述の図 7 に示した方法によって瞳孔の重心の相対位置を算出し、相対位置の差分情報を生成することで、振動状態を評価する。

【0061】

次にステップ S20 において、出力部 16 は、評価した振動状態の情報を出力する。

【0062】

なおステップ S17 ~ 19 の処理は、ステップ S10 ~ 16 の処理と並行して実行されてもよい。また各ステップの具体的処理については、上述の説明に限定されない。

【0063】

このように実施形態 2 の情報処理装置 10 a は、実施形態 1 と同様の効果を奏することができる。特に眼球の微振動を測定するためには、頭部の振動を厳格に抑制する必要があるため、頭部をしっかりと固定させる必要がある。したがって被験者が脳疾患により頭部の手術を行った直後では頭部を固定することが困難であるため、サカード現象等の目状態の検査を行うことができなかった。また現状の技術では、頭部の固定により緊張状態にある脳の反応についてしか検査することができなかった。このことは、脳疾患の回復状況の検査においてのみならず、被験者が映像を見た場合の映像に対する興味度を判定する場合等においても同様である。

【0064】

しかし実施形態 2 の情報処理システム 10 a によれば、このような課題を解決することができる。これにより例えば情報処理システム 10 a により評価された評価値を脳疾患のリハビリテーションの移行段階の判断材料として活用することが可能となり、医療従事者が患者である被験者の負担を軽減しつつ、病状の回復の程度を容易に診断できる。また情報処理システム 10 a により評価された評価値を、消費者である被験者の広告画像に対する興味度として収集することで、企業がその広告の効果を定量的に測ることが可能となる。

【0065】

<実施形態 3>

次に図 9 を用いて、本開示の実施形態 3 について説明する。実施形態 3 は、被験者の頭部の移動に応じて第 1 撮像部の視野範囲が移動し、第 2 撮像部の視野範囲もそれに伴って移動することに特徴を有する。

【0066】

図 9 は、実施形態 3 にかかる目状態測定システム 1 b のシステム構成図である。

実施形態 3 にかかる目状態測定システム 1 b は、実施形態 2 にかかる目状態測定システム 1 a と基本的に同様の構成および機能を有する。ただし目状態測定システム 1 b は、第 1 撮像部 30 a、情報処理装置 10 a に代えて第 1 撮像部 30 b、情報処理装置 10 b を有し、さらに光源 63、ロングパスフィルタ 70 およびハーフミラー 71 を有する点で目状態測定システム 1 a と相違する。

【0067】

第 1 撮像部 30 b は、その視野範囲が被験者 P の頭部の移動に応じて移動するトラッキングカメラ 32 を有する。本実施形態 3 では、トラッキングカメラ 32 の視野範囲は、被験者 P の目領域が第 1 画像の中央に撮像されるように、被験者 P の目領域の移動に応じて移動される。具体的にはトラッキングカメラ 32 の視野範囲は、第 2 撮像部 40 と同様に、情報処理装置 10 b の視野範囲の制御信号に従った駆動部 51 による可動ミラー 50 の回転により移動する。つまり可動ミラー 50 は、第 2 撮像部 40 の光軸に加えて、第 1 撮像部 30 b の光軸を移動させる。その結果、第 2 撮像部 40 の視野範囲は、トラッキングカメラ 32 の視野範囲の移動に連動して移動する。ここでトラッキングカメラ 32 の受光素子の検出波長をトラッキング用波長と呼ぶと、トラッキング用波長は、第 2 撮像部 40

10

20

30

40

50

の受光素子の検出波長である瞳孔検出用波長よりも小さい。一例としてトラッキング用波長は、850[nm]である。なおトラッキングカメラ32の画角、焦点距離およびフレームレートは、実施形態2の広角カメラ31と同様である。

【0068】

光源63は、被験者Pの目領域を照射する光源である。光源63は、トラッキング用波長に対応する波長領域を有する光源であり、本実施形態3では850[nm]の近赤外光源である。

【0069】

ハーフミラー71は、光源63から入射した850[nm]の光の一部をロングパスフィルタ70に向かって反射させるハーフミラーである。またハーフミラー71は、ロングパスフィルタ70から入射した850[nm]の光の一部をトラッキングカメラ32に向かって透過させる。なおハーフミラー71は、ハーフミラーに代えて透過および反射の比率が任意のビームスプリッタであってもよい。

10

【0070】

ロングパスフィルタ70は、瞳孔検出用波長の光を透過させ、トラッキング用波長を反射させる光学フィルタである。ロングパスフィルタ70は、第2撮像部40と可動ミラー50との間に配設され、可動ミラー50から入射した瞳孔検出用波長の光を第2撮像部40に向かって透過させる。またロングパスフィルタ70は、可動ミラー50から入射したトラッキング用波長の光をハーフミラー71に向かって反射させる。

【0071】

つまり光源63の光の一部は、ハーフミラー71 ロングパスフィルタ70 第2の可動ミラー50 - 2 第1の可動ミラー50 - 1という経路を通過して被験者Pの目領域に到達する。

20

そして第1撮像部30bのトラッキングカメラ32は、被験者Pの目領域（または顔）

第1の可動ミラー50 - 1 第2の可動ミラー50 - 2 ロングパスフィルタ70 ハーフミラー71 トラッキングカメラ32という経路の光が入射することで、被験者Pの目領域（または顔）を第1画角で撮像する。

【0072】

また第2撮像部40は、被験者Pの目領域 第1の可動ミラー50 - 1 第2の可動ミラー50 - 2 ロングパスフィルタ70 第2撮像部40という経路の光が入射することで、被験者Pの目領域を第2画角で撮像する。

30

【0073】

情報処理装置10bは、情報処理装置10aと基本的に同様の構成および機能を有するが、移動制御部13によるX軸およびZ軸方向の移動制御処理が、実施形態2（図5および図8のステップS14に示す処理）と異なる。

【0074】

実施形態3では移動制御部13は、まず第1画像中の目位置座標を算出する。そして移動制御部13は、次の撮影タイミングにおいて第1画像中の目領域の重心が第1画像の中心に配置されるように、第1の可動ミラー50 - 1および第2の可動ミラー50 - 2の回転量を算出する。ここで第1撮像部30bのトラッキングカメラ32は、第2撮像部40のフレームレート以上のフレームレートを有するため、第2撮像部40が撮像する第2画像においても被験者Pの目領域が画像中央に写ることとなる。

40

【0075】

このように実施形態3によれば、情報処理装置10bは、より精度良く被験者Pの頭部の移動に追従して、第2撮像部40の視野範囲を移動させることができる。これにより、情報処理装置10bは、頭部を固定せずリラックスした状態で、好適に被験者Pの目の状態変化を評価できる。

【0076】

<実施形態4>

次に図10～11を用いて、本開示の実施形態4について説明する。実施形態4は、最

50

も広角の画像により最も狭角のカメラの視野範囲の位置を粗調整し、中間の大きさの画角の画像により該視野範囲の位置を微調整することに特徴を有する。

【0077】

図10は、実施形態4にかかる目状態測定システム1cのシステム構成図である。実施形態4にかかる目状態測定システム1cは、実施形態3にかかる目状態測定システム1bと基本的に同様の構成および機能を有する。ただし目状態測定システム1cは、第3撮像部33と、情報処理装置10bに代えて情報処理装置10cとを有する点で目状態測定システム1bと相違する。

【0078】

第3撮像部33は、被験者Pの少なくとも顔を第3画角で撮像し、第3画像にかかる第3画像データを生成するカメラである。第3画角は、トラッキングカメラ32の第1画角よりも大きく、かつ第2撮像部40の第2画角よりも大きい。第3撮像部33は、第3画像データを生成したことに応じて、情報処理装置10cに第3画像データを送信する。

10

【0079】

情報処理装置10cは、情報処理装置10bと基本的に同様の機能を有するが、第3画像データに基づいてトラッキングカメラ32および第2撮像部40の視野範囲の移動制御を粗調整をする点で情報処理装置10bと相違する。

【0080】

図11は、実施形態4にかかる情報処理装置10cの機能構成を示すブロック図である。情報処理装置10cは、情報処理装置10bの構成に加えて、第3取得部17を有する。第3取得部17は、第3撮像部33から第3画像データを受信、取得し、第3画像データを移動制御部13に供給する。

20

【0081】

移動制御部13は、第3画像から被験者Pの顔を検出し、第3画像における目位置座標を算出し、該目位置座標に基づいて第1画像中に目領域が収まるような可動ミラー50の回転量を算出する。そして移動制御部13は、該回転量に基づく視野範囲の制御信号を駆動部51に送信し、可動ミラー50の傾斜角度を粗調整する。

【0082】

このような粗調整処理は、図8のステップS10の前に実行されてよい。また粗調整処理は、処理時間の増大を抑制するため、例えば図8のステップS11で第1画像中に被験者Pの顔が検出されなかった場合やステップS12で第1画像中に被験者Pの目領域が検出されなかった場合にのみ実行されてもよい。

30

【0083】

なお第3画像よりも狭い第1画角の第1画像を用いた移動制御処理は、図8のステップS10～15に対応する処理であるが、微調整処理と呼ぶこともできる。本実施形態4の第1画角は、被験者Pの少なくとも目領域を撮像するために必要な画角であればよく、実施形態2～3の第1画角よりも狭くてよい。この場合、微調整処理において、図8のステップS11に対応する顔検出処理は省略されてよい。これにより粗調整処理が追加されたことによる一連の処理時間の増大を抑制できる。

【0084】

このように実施形態4の情報処理装置10cは、被験者Pの頭部が大きく移動したとしても、被験者Pの目領域が第2撮像部40の視野範囲から外れないように第2撮像部40の視野範囲を移動させることができる。これにより被験者Pは撮影中でも自由に動くことができるため、情報処理装置10cは、よりリラックスした状態での目の状態変化を評価できる。

40

【0085】

以上、実施形態を参照して本開示を説明したが、本願発明は上記によって限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。例えば評価対象である目の状態は、瞳孔の収縮量であり、状態評価部15は、第2画像の時系列データに基づいて被験者Pの瞳孔の収縮量を評価しても

50

よい。そして状態評価部 15 は、瞳孔の収縮量に基づいて広告画像等の画像を見た場合の興味度を評価してよい。

【0086】

上述の実施形態では、本開示をハードウェアの構成として説明したが、本開示は、これに限定されるものではない。本開示は、状態評価方法にかかる各種処理を、プロセッサにコンピュータプログラムを実行させることにより実現することも可能である。

【0087】

上述の例において、プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM (Random Access Memory)) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

【0088】

上述の実施形態ではコンピュータは、パーソナルコンピュータやワードプロセッサ等を含むコンピュータシステムで構成される。しかしこれに限らず、コンピュータは、LAN (ローカル・エリア・ネットワーク) のサーバ、コンピュータ (パソコン) 通信のホスト、インターネット上に接続されたコンピュータシステム等によって構成されることも可能である。また、ネットワーク上の各機器に機能分散させ、ネットワーク全体でコンピュータを構成することも可能である。

【0089】

上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

(付記 1)

第 1 撮像部から、被験者の頭部を第 1 画角で撮像した第 1 画像にかかる画像データを取得する第 1 取得部と、

第 2 撮像部から、前記被験者の目領域を前記第 1 画角よりも狭い第 2 画角で撮像した第 2 画像にかかる画像データを取得する第 2 取得部と、

前記第 1 画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第 2 撮像部の視野範囲を移動させる移動制御部と、

前記第 2 画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する状態評価部と

を備える情報処理システム。

(付記 2)

前記移動制御部は、前記第 1 画像の時系列データに基づいて前記被験者の前記頭部の位置の変化情報を生成し、前記変化情報に基づいて前記第 2 撮像部の視野範囲を移動させる付記 1 に記載の情報処理システム。

(付記 3)

前記第 1 取得部は、前記第 2 取得部が前記第 2 画像にかかる画像データを取得するフレームレート以上のフレームレートで前記第 1 画像にかかる画像データを取得する

付記 2 に記載の情報処理システム。

(付記 4)

前記第 2 画像中の前記被験者の瞳孔の重心位置と、目尻および目頭の少なくとも一方の

位置とをそれぞれ推定する要素位置推定部を有し、

前記状態評価部は、前記目尻および前記目頭の少なくとも一方の位置情報と前記瞳孔の重心位置情報とに基づいて、前記被験者の瞳孔の振動状態を評価する

付記 1 から 3 のいずれか一項に記載の情報処理システム。

(付記 5)

前記状態評価部は、前記目尻の位置および前記目頭の位置を結ぶ直線に対する前記瞳孔の重心の相対位置を算出し、前記相対位置に基づいて前記被験者の瞳孔の振動状態を評価する

付記 4 に記載の情報処理システム。

(付記 6)

前記状態評価部は、前記第 2 画像の時系列データに基づいて前記被験者の瞳孔の収縮量を評価する

付記 1 から 3 のいずれか一項に記載の情報処理システム。

(付記 7)

被験者の頭部を第 1 画角で撮像する第 1 撮像部と、

前記被験者の目領域を前記第 1 画角よりも狭い第 2 画角で撮像する第 2 撮像部と、
情報処理装置と

を備える目状態測定システムであって、

前記情報処理装置は、

前記第 1 撮像部から第 1 画像にかかる画像データを取得する第 1 取得部と、

前記第 2 撮像部から第 2 画像にかかる画像データを取得する第 2 取得部と、

前記第 1 画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第 2 撮像部の視野範囲を移動させる移動制御部と、

前記第 2 画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する状態評価部と

を有する目状態測定システム。

(付記 8)

前記第 2 撮像部の光軸を移動させる可動ミラーと、

前記可動ミラーを回転させる駆動部と

をさらに備え、

前記移動制御部は、前記第 1 画像の時系列データに基づいて前記被験者の前記頭部の位置の変化情報を生成し、前記変化情報に基づいて前記可動ミラーの回転量を算出する

付記 7 に記載の目状態測定システム。

(付記 9)

前記可動ミラーは、前記第 1 撮像部および前記第 2 撮像部の光軸を移動させる

付記 8 に記載の目状態測定システム。

(付記 10)

前記第 1 撮像部は、前記第 2 撮像部のフレームレート以上のフレームレートで被写体を撮像する

付記 7 から 9 のいずれか一項に記載の目状態測定システム。

(付記 11)

第 1 撮像部から、被験者の頭部を第 1 画角で撮像した第 1 画像にかかる画像データを取得する第 1 取得段階と、

第 2 撮像部から、前記被験者の目領域を前記第 1 画角よりも狭い第 2 画角で撮像した第 2 画像にかかる画像データを取得する第 2 取得段階と、

前記第 1 画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第 2 撮像部の視野範囲を移動させる移動制御段階と、

前記第 2 画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する状態評価段階と

を備える情報処理方法。

10

20

30

40

50

(付記 1 2)

第 1 撮像部から、被験者の頭部を第 1 画角で撮像した第 1 画像にかかる画像データを取得する第 1 取得処理と、

第 2 撮像部から、前記被験者の目領域を前記第 1 画角よりも狭い第 2 画角で撮像した第 2 画像にかかる画像データを取得する第 2 取得処理と、

前記第 1 画像に基づいて取得される前記被験者の前記頭部の位置情報に基づいて、前記第 2 撮像部の視野範囲を移動させる移動制御処理と、

前記第 2 画像の時系列データに基づいて前記被験者の目の状態変化を評価する状態評価処理と

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

10

【0090】

この出願は、2020年10月20日に出願された日本出願特願2020-176066を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【産業上の利用可能性】

【0091】

本開示にかかる情報処理システムは、被験者の目の状態変化を評価するために利用可能である。

【符号の説明】

【0092】

1 a , 1 b , 1 c 目状態測定システム

20

1 0 , 1 0 a , 1 0 b , 1 0 c 情報処理システム (情報処理装置)

1 1 第 1 取得部

1 2 第 2 取得部

1 3 移動制御部

1 4 要素位置推定部

1 5 状態評価部

1 6 出力部

1 7 第 3 取得部

3 0 , 3 0 a , 3 0 b 第 1 撮像部

3 1 広角カメラ

30

3 2 トラッキングカメラ

3 3 第 3 撮像部

4 0 第 2 撮像部

5 0 可動ミラー

5 1 駆動部

6 1 光源

6 3 光源

7 0 ロングパスフィルタ

7 1 ハーフミラー

1 0 0 プロセッサ

40

1 0 1 R O M

1 0 2 R A M

1 0 3 インターフェース部 (I F)

P 被験者

I M G _ a 第 1 画像

I M G _ b 第 2 画像

【図面】

【図 1】

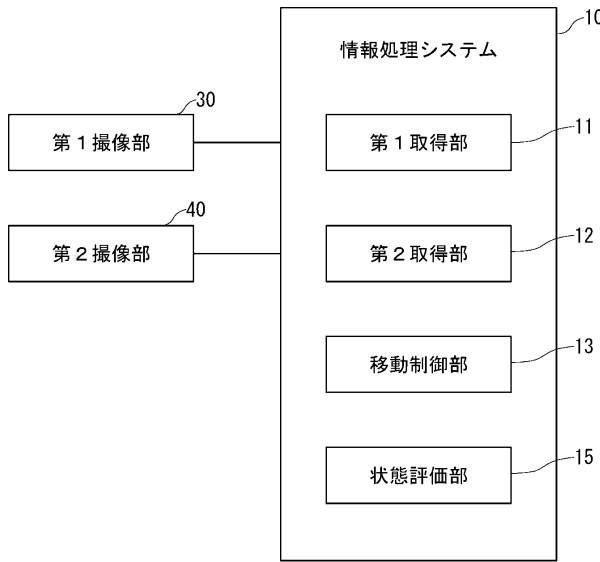


Fig. 1

【図 2】

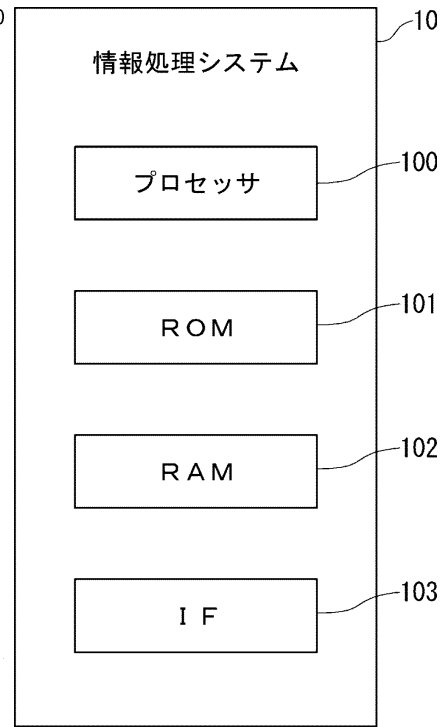


Fig. 2

10

20

30

40

50

【図3】

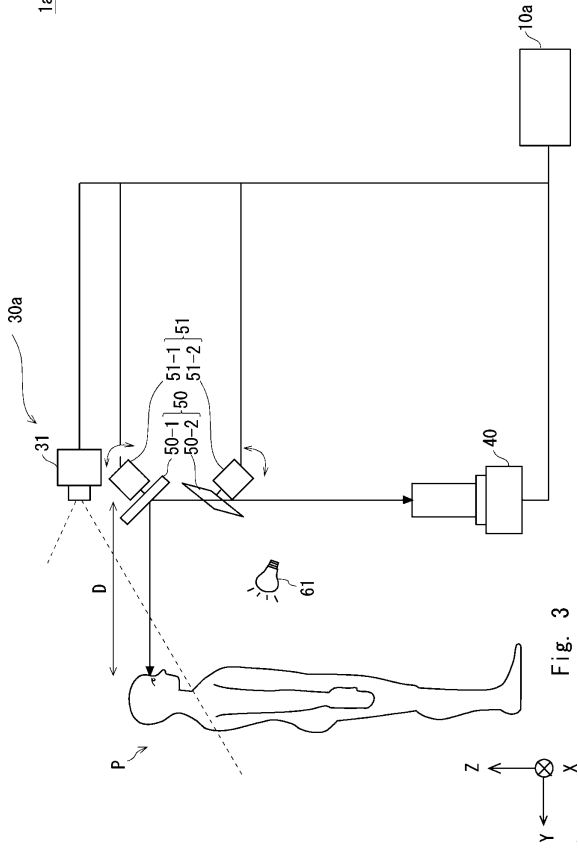


Fig. 3

【図4】

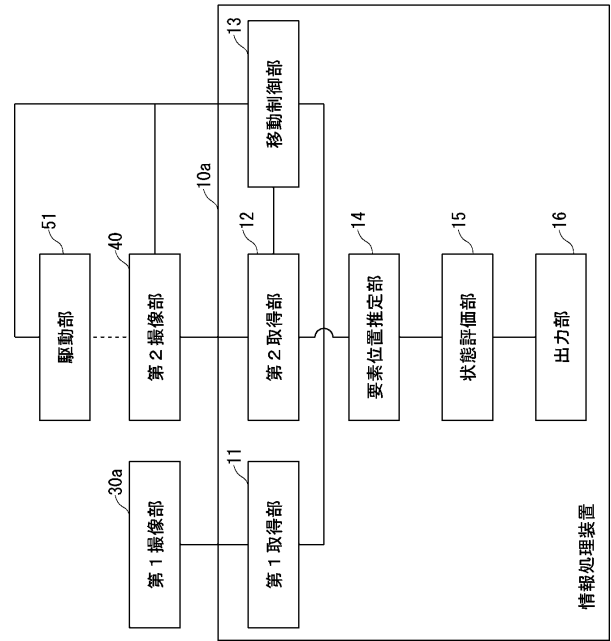


Fig. 4

【図5】

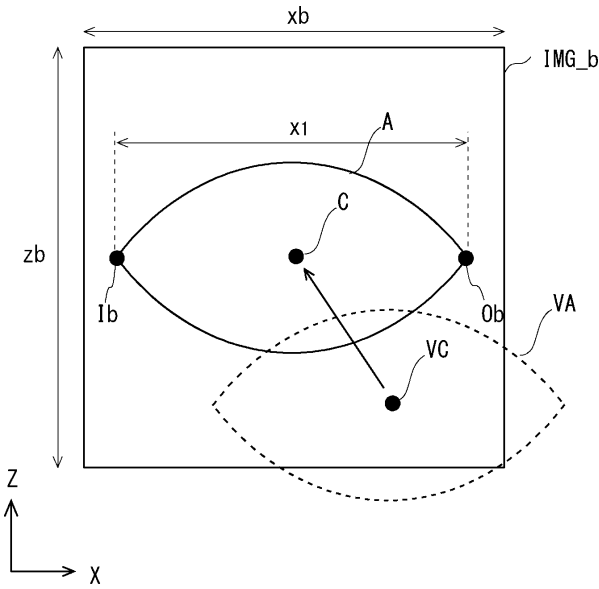


Fig. 5

【図6】

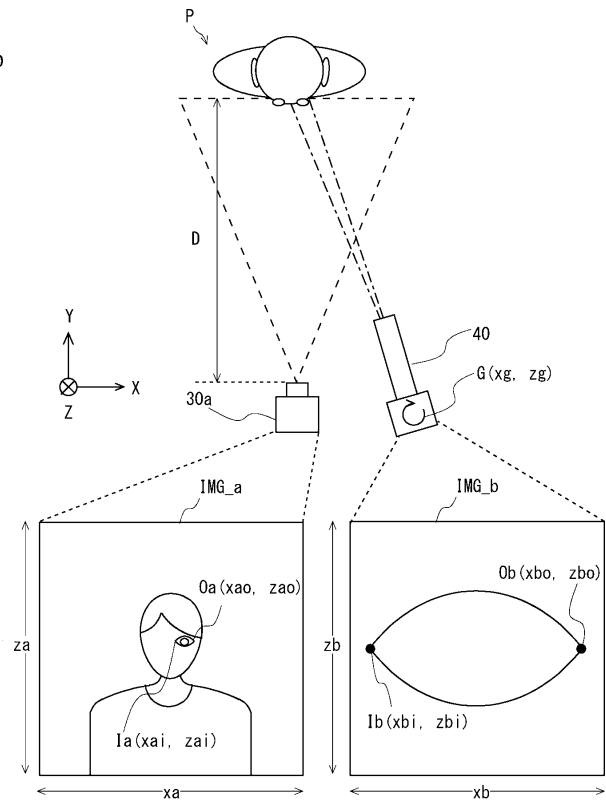


Fig. 6

10

20

30

40

50

【図7】

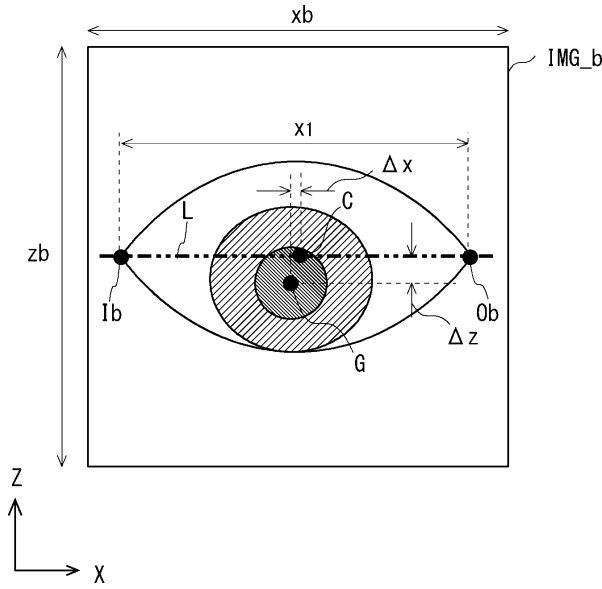


Fig. 7

【図8】

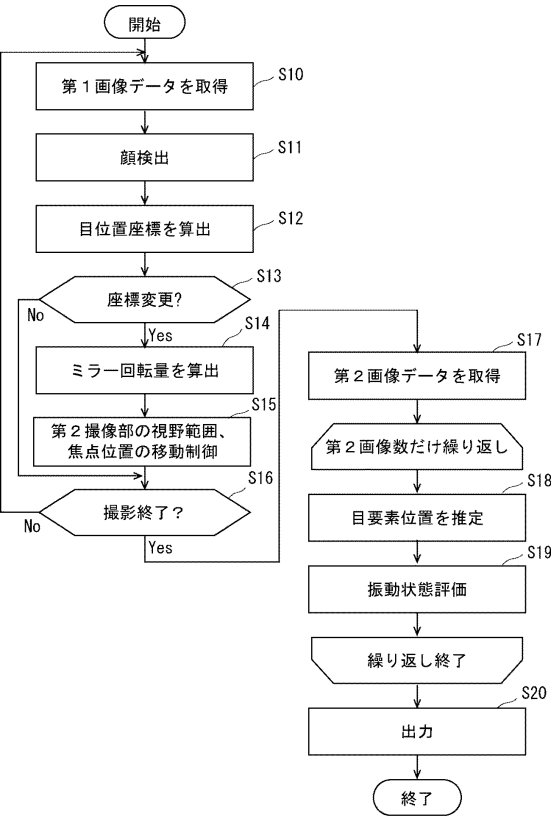


Fig. 8

【図9】

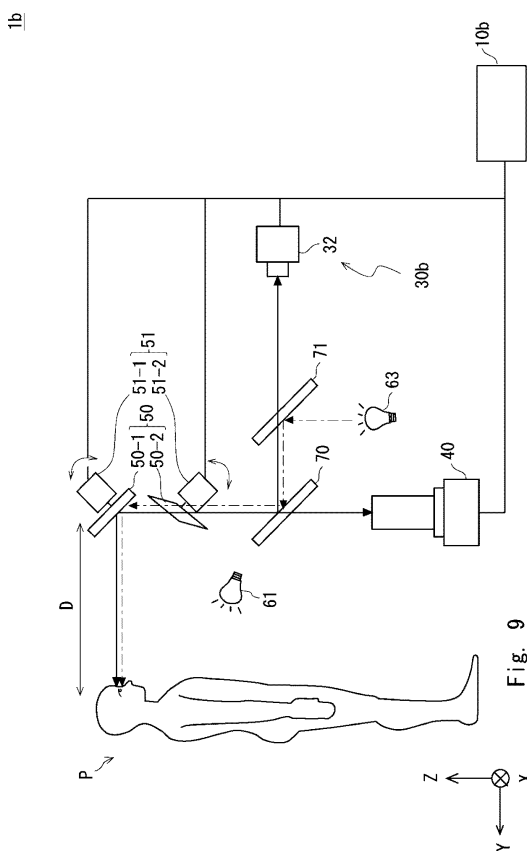


Fig. 9

【図10】

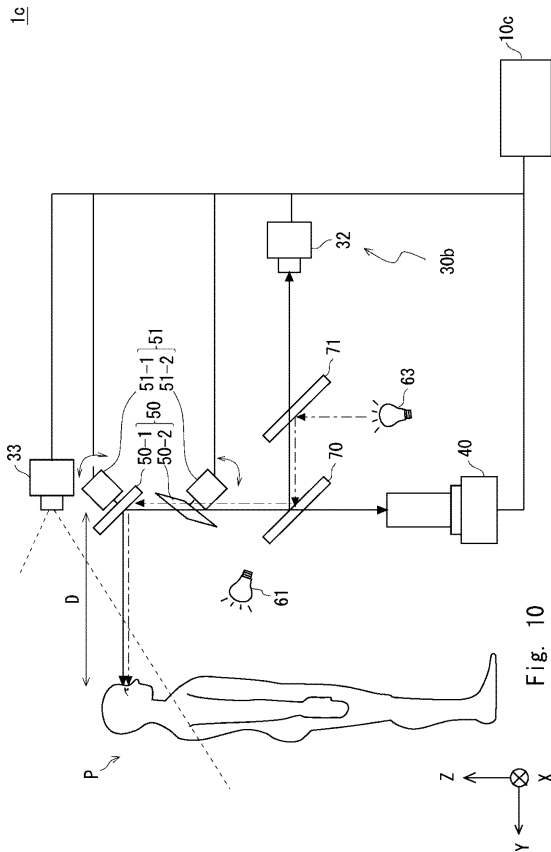


Fig. 10

10

20

30

40

50

【図 11】

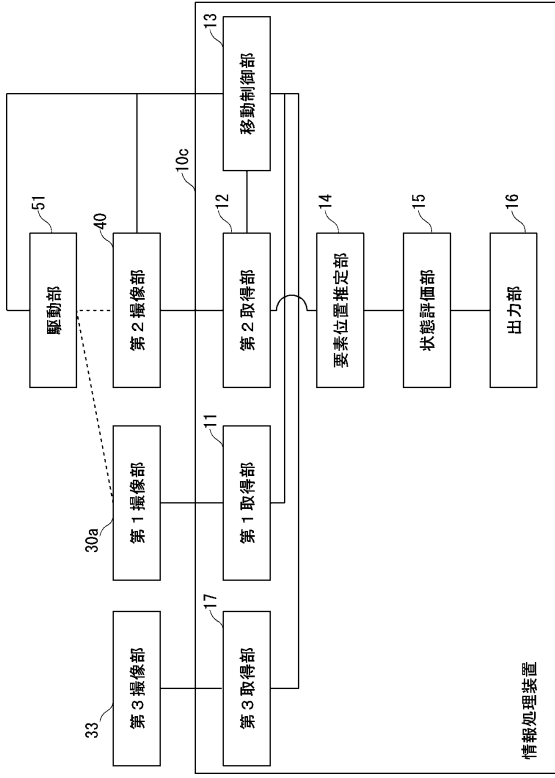


Fig. 11

10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

審査官 渡戸 正義

- (56)参考文献 特開2018-088647(JP,A)
国際公開第2020/188629(WO,A1)
米国特許出願公開第2019/0121105(US,A1)
特開2016-220801(JP,A)
特開2018-103745(JP,A)
米国特許出願公開第2018/0232507(US,A1)
特開平10-040386(JP,A)
特開2005-323905(JP,A)
米国特許出願公開第2020/0326773(US,A1)
国際公開第2012/001755(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A61B 3/00 - 3/18