

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4580678号
(P4580678)

(45) 発行日 平成22年11月17日(2010.11.17)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 3/113 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 3/10

B

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2004-132981 (P2004-132981)
 (22) 出願日 平成16年4月28日(2004.4.28)
 (65) 公開番号 特開2005-312605 (P2005-312605A)
 (43) 公開日 平成17年11月10日(2005.11.10)
 審査請求日 平成19年4月23日(2007.4.23)

(73) 特許権者 501389246
 株式会社ディテクト
 千葉県市川市新田1丁目15番1号
 (74) 代理人 100099748
 弁理士 佐藤 克志
 (72) 発明者 浮谷 卓匡
 東京都渋谷区南平台町1-8 株式会社デ
 イテクト内
 審査官 後藤 順也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 注視点位置表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被験者の注視点の位置を、被験者の視野内の状況を撮影した画像中表示する注視点位置表示システムであって、

被験者の前方を被験者の左目近傍の位置より撮影する左視野カメラと、

被験者の前方を被験者の右目近傍の位置より撮影する右視野カメラと、

被験者の左の眼球を撮影する左眼球撮影カメラと、

被験者の右の眼球を撮影する右眼球撮影カメラと、

前記左眼球カメラが撮影した画像に基づいて、被験者の注視点に対応する、前記左視野カメラが撮影した画像上の座標を左注視点対応座標として検出する左注視点対応座標検出手段と、

前記右眼球カメラが撮影した画像に基づいて、被験者の注視点に対応する、前記右視野カメラが撮影した画像上の座標を右注視点対応座標として検出する右注視点対応座標検出手段と、

前記左視野カメラが撮影した画像上の、前記左注視点対応座標に、注視点を表す注視点マークを合成した左目画像を生成する左目画像生成手段と、

前記右視野カメラが撮影した画像上の、前記右注視点対応座標に、前記注視点を表す注視点マークを合成した右目画像を生成する右目画像生成手段と、

前記左目画像と右目画像とをステレオ画像として用いた三次元表示画像を生成する三次元表示画像生成部とを有することを特徴とする注視点位置表示システム。

10

20

【請求項 2】

被験者の注視点の位置を、被験者の視野内の状況を撮影した画像中に表示する注視点位置表示システムであって、

被験者の前方を被験者の左目近傍の位置より撮影する左視野カメラと、

被験者の前方を被験者の右目近傍の位置より撮影する右視野カメラと、

被験者の眼球を撮影する眼球撮影カメラと、

前記眼球カメラが撮影した画像に基づいて、被験者の注視点に対応する、前記左視野カメラが撮影した画像上の座標を左注視点对応座標として検出し、被験者の注視点に対応する、前記右視野カメラが撮影した画像上の座標を右注視点对応座標として検出する注視点对応座標検出手段と、

10

被験者から注視点までの距離を、前記眼球カメラが撮影した画像に少なくとも基づいて推定する注視点距離算出手段と、

前記左視野カメラが撮影した画像上の、前記左注視点对応座標に、注視点を表す注視点マークを合成した左目画像を生成する左目画像生成手段と、

前記右視野カメラが撮影した画像上の、前記右注視点对応座標に、前記注視点を表す注視点マークを合成した右目画像を生成する右目画像生成手段と、

前記左目画像と右目画像とをステレオ画像として用いた三次元表示画像を生成する三次元表示画像生成部とを有し、

前記左目画像生成手段は、前記左視野カメラが撮影した画像に合成する前記注視点マークの大きさを、前記注視点距離算出手段が推定した距離が大きいかほど小さくし、前記右目画像生成手段は、前記右視野カメラが撮影した画像に合成する前記注視点マークの大きさを、前記注視点距離算出手段が推定した距離が大きいかほど小さくすることを特徴とする注視点位置表示システム。

20

【請求項 3】

被験者の注視点の位置を、被験者の視野内の状況を撮影した画像中に表示する注視点位置表示システムであって、

被験者の前方を被験者の左目近傍の位置より撮影する左視野カメラと、

被験者の前方を被験者の右目近傍の位置より撮影する右視野カメラと、

被験者の眼球を撮影する眼球撮影カメラと、

少なくとも前記眼球カメラが撮影した画像に基づいて、被験者の注視点の位置を算出する注視点位置算出手段と、

30

前記左視野カメラが撮影した画像上に、注視点を表す注視点マークを合成した左目画像を生成する左目画像生成手段と、

前記右視野カメラが撮影した画像上に、前記注視点を表す注視点マークを合成した右目画像を生成する右目画像生成手段と、

前記左目画像と右目画像とをステレオ画像として用いた三次元表示画像を生成する三次元表示画像生成部とを有し、

前記左目画像生成手段と、右目画像生成手段は、前記三次元画像を表示した場合に、注視点マークが、前記三次元画像によって表現される三次元空間中の、前記注視点位置算出手段が算出した注視点の位置に対応する位置に存在すると視認されるように、各々注視点マークを合成することを特徴とする注視点位置表示システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被験者の注視点の位置を、被験者の視野内の状況を撮影した画像中に表示する注視点位置表示装置、及び、注視点位置表示のために、被験者に装着する被験者ユニットに関するものである。

【背景技術】

【0002】

被験者の注視点の位置を、被験者の視野内の状況を撮影した画像中に表示する注視点位

50

置表示装置、及び、注視点位置表示のために被験者に装着する被験者ユニットに関する技術としては、被験者前方を撮影する前方撮影カメラと被験者の眼球を撮影する眼球撮影用カメラと被験者の眼球を照らす照明とを固定した帽子を被験者ユニットとして用い、眼球撮影用カメラで撮影した画像に含まれる、被験者の瞳孔の中心位置と被験者の角膜による照明の反射光パターンとより、被験者の視線方向を推定し、前方撮影カメラで撮影した画像の、推定した視線方向に対応する位置に、被験者の注視点の位置を表すマークを描画した画像を注視点位置表示画像として生成する技術が知られている（たとえば、特許文献1）。

【特許文献1】特開2002-143094号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

前記従来技術によれば、被験者ユニットが帽子を被験者ユニットの被験者への固定手段として用いているために、被験者の髪型などによっては、適正に被験者ユニットを被験者に対して固定できない場合がある。また、心理実験などにおいて、注視点位置の検出と脳波測定などを同時に行うような場合にも、不便が生じる。

【0004】

また、瞳孔中心位置と角膜による照明の反射光パターンとより被験者の視線方向を推定する手法は、比較的处理量が多いために、リアルタイムな注視点位置表示画像の生成には必ずしも適していない。また、眼球の形状には個人差があるために、通常、理論通りには視線方向を算出することができない。そして、このために、精度のよく、注視点の位置を表示できない場合がある。また、推定した視線方向と前方撮影カメラが撮影した画像上の位置とを対応づけるためのキャリブレーションも複雑で手間のかかるものとなり易い。

【0005】

また、前方撮影カメラで撮影した画像も注視点位置を表すマークも二次元の画像であるために、注視点位置表示画像より、奥行き方向の注視点の位置や動きを、直感的に把握しづらい。

そこで、本発明は、より簡易に注視点位置の表示を行うことのできる、使用の利便性に優れた注視点位置表示装置を提供することを課題とする。

また、本発明は、奥行き方向の注視点の位置や動きを、直感的に把握することのできる注視点位置表示を生成する注視点位置表示装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題達成のために、本発明は、被験者の注視点の位置を、被験者の視野内の状況を撮影した画像中に表示する注視点位置表示システムにおいて、被験者に装着して用いる被験者ユニットとして、被験者の耳に掛けるつる部と被験者の鼻上に載せるパッド部とによって、被験者に装着されるフレームと、当該フレームに固定された、当該フレームを装着した被験者の前方を撮影する視野カメラと、当該フレームに固定された、当該フレームを装着した被験者の目の斜め下前方に伸びるアームと、当該アーム先端に固定された、被験者の目を斜め下前方より撮影する瞳孔撮影カメラとを備えた被験者ユニットを提供する。

【0007】

このような被験者ユニットによれば、ちょうど眼鏡をかけるように被験者ユニットを装着することができるので、簡易かつ容易に、被験者の髪型などによらず適正に被験者ユニットを装着することができる。また、注視点位置の検出と脳波測定などを同時に行う場合にも、支障を生じない。

【0008】

また、併せて本発明は、三次元画像を生成するためのステレオ画像を撮影する撮影ユニットとして、撮影者の耳に掛けるつる部と被験者の鼻上に載せるパッド部とによって、撮影者に装着されるフレームと、当該フレームに固定された、当該フレームを装着した撮影者の前方を撮影者の左目近傍の位置より撮影する左視野カメラと、前記フレームを装着

10

20

30

40

50

した撮影者の前方を撮影者の右目近傍の位置より撮影する右視野カメラとを備えた撮影ユニットを提供する。

【0009】

このような撮影ユニットによれば、ちょうど眼鏡をかけるように被験者ユニットを装着することができるので、簡易かつ容易に適正に装着することができる。また、左右の目の近傍の位置から、ステレオ画像を構成する二つの画像の撮影を行うことができるので、このような撮影ユニットを用いることにより、人間の視界に近い自然な三次元画像を生成することができる。

【0010】

また、前記課題達成のために、本発明は、被験者の注視点の位置を、被験者の視野内の状況を撮影した画像中に表示する注視点位置表示システムを、被験者の前方を撮影する視野カメラと、被験者の眼球を撮影する眼球撮影カメラと前記眼球カメラが撮影した画像中の、被験者の瞳孔中心が映された位置の座標を瞳孔中心座標として算出する瞳孔中心座標検出部と、瞳孔中心座標検出部が算出した瞳孔中心座標と、当該瞳孔中心座標が瞳孔中心座標検出部によって算出されるときに被験者の注視点に対応する、前記視野カメラが撮影した画像上の位置の座標との対応を記述した座標変換テーブルと、前記視野カメラが撮影した画像上の、前記瞳孔中心座標検出部が算出した瞳孔中心座標を前記座標変換テーブルを用いて変換した座標に、注視点を表す注視点マークを合成する注視点マーク合成部とを備えて構成したものである。

【0011】

このような注視点位置表示システムによれば、被験者の眼球を撮影した画像から算出した瞳孔中心の座標を座標変換テーブルを用いて直接マッピングした被験者の前方を撮影した画像上の座標に注視点マークを合成するので、簡易な処理で高速に、被験者の前方を撮影した画像中に注視点を表すことができる。

ここで、この注視点位置表示システムには、前記視野カメラが撮影した画像中に映された所定の校正具の、当該視野カメラが撮影した画像中の位置の座標を校正点座標として検出する校正用座標検出部と、前記座標変換テーブルに、前記瞳孔中心座標検出部が算出した瞳孔中心座標に対応づけて、当該瞳孔中心座標が算出された画像と同時に前記視野カメラによって撮影された画像に対して前記校正用座標検出部が検出した校正点座標を登録する校正処理部とを備えることが好ましい。また、より具体的には、前記校正処理部を、前記瞳孔中心座標検出部が算出した瞳孔中心座標に対応する前記座標変換テーブルのアドレスに、当該瞳孔中心座標が算出された画像と同時に前記視野カメラによって撮影された画像に対して前記校正用座標検出部が検出した校正点座標をデータとして登録する変換座標登録手段と、前記座標変換テーブルのデータが登録されていないアドレスに、前記座標変換テーブルの他のアドレスにデータとして登録されている校正点座標からの補間処理によって生成した座標をデータとして登録する補間座標登録手段とを備えて構成することも好ましい。

【0012】

このようにすることにより、補助者が被験者の視野内で校正具を移動させながら、被験者に校正具を注視してもらうだけの簡便、容易な作業のみによって、注視点位置表示システムのキャリブレーションを速やかに行うことができる。

また、本発明は、前記課題達成のために、被験者の注視点の位置を、被験者の視野内の状況を撮影した画像中に表示する注視点位置表示システムを、被験者の前方を被験者の左目近傍の位置より撮影する左視野カメラと、被験者の前方を被験者の右目近傍の位置より撮影する右視野カメラと、被験者の左の眼球を撮影する左眼球撮影カメラと、被験者の右の眼球を撮影する右眼球撮影カメラと、前記左眼球カメラが撮影した画像に基づいて、被験者の注視点に対応する、前記左視野カメラが撮影した画像上の座標を左注視点对応座標として検出する左注視点对応座標検出手段と、前記右眼球カメラが撮影した画像に基づいて、被験者の注視点に対応する、前記右視野カメラが撮影した画像上の座標を右注視点对応座標として検出する右注視点对応座標検出手段と、前記左視野カメラが撮影した画像上

の、前記左注視点对应座標に、注視点を表す注視点マークを合成した左目画像を生成する左目画像生成手段と、前記右視野カメラが撮影した画像上の、前記右注視点对应座標に、前記注視点を表す注視点マークを合成した右目画像を生成する右目画像生成手段と、前記左目画像と右目画像とをステレオ画像として用いた三次元表示画像を生成する三次元表示画像生成部とを備えて構成したものである。

【0013】

このような注視点位置表示システムによれば、注視点を表すマークを、注視点に対応する、被験者前方の3次元映像が表現する3次元空間中の位置に位置すると視認されるように表示することができる。

したがって、注視点を表すマークの奥行き方向の位置をもリアルに表現できるので、ユーザは、奥行き方向の注視点の位置や動きについても、直感的に把握できるようになる。

また、本発明は、前記課題達成のために、被験者の注視点の位置を、被験者の視野内の状況を撮影した画像中表示する注視点位置表示システムを、被験者の前方を被験者の左目近傍の位置より撮影する左視野カメラと、被験者の前方を被験者の右目近傍の位置より撮影する右視野カメラと、被験者の眼球を撮影する眼球撮影カメラと、前記眼球カメラが撮影した画像に基づいて、被験者の注視点に対応する、前記左視野カメラが撮影した画像上の座標を左注視点对应座標として検出し、被験者の注視点に対応する、前記右視野カメラが撮影した画像上の座標を右注視点对应座標として検出する注視点对应座標検出手段と、被験者から注視点までの距離を、前記眼球カメラが撮影した画像に少なくとも基づいて推定する注視点距離算出手段と、前記左視野カメラが撮影した画像上の、前記左注視点对应座標に、注視点を表す注視点マークを合成した左目画像を生成する左目画像生成手段と、前記右視野カメラが撮影した画像上の、前記右注視点对应座標に、前記注視点を表す注視点マークを合成した右目画像を生成する右目画像生成手段と、前記左目画像と右目画像とをステレオ画像として用いた三次元表示画像を生成する三次元表示画像生成部とを備えて構成し、前記左目画像生成手段において、前記左視野カメラが撮影した画像に合成する左注視点マークの大きさを、前記注視点距離算出手段が推定した距離が大きいほど小さくし、前記右目画像生成手段において、前記右視野カメラが撮影した画像に合成する右注視点マークの大きさを、前記注視点距離算出手段が推定した距離が大きいほど小さくするようにしたものである。

【0014】

このような注視点位置表示システムによれば、注視点を表すマークの大きさを、被験者の注視点までの距離に応じて注視点が遠くにあるほど小さくなるように変化させながら、注視点を表すマークを、被験者前方の3次元映像が表現する3次元空間中の注視点に対応する位置に、注視点までの距離に応じた大きさを持って視認されるように表示することができる。

したがって、注視点を表すマークの奥行き方向の位置を、よりリアルに表現できるので、ユーザは、奥行き方向の注視点の位置や動きについても、直感的に把握できるようになる。

【0015】

また、本発明は、前記課題達成のために、被験者の注視点の位置を、被験者の視野内の状況を撮影した画像中表示する注視点位置表示システムを、被験者の前方を被験者の左目近傍の位置より撮影する左視野カメラと、被験者の前方を被験者の右目近傍の位置より撮影する右視野カメラと、被験者の眼球を撮影する眼球撮影カメラと、少なくとも前記眼球カメラが撮影した画像に基づいて、被験者の注視点の位置を算出する注視点位置算出手段と、前記左視野カメラが撮影した画像上に、注視点を表す注視点マークを合成した左目画像を生成する左目画像生成手段と、前記右視野カメラが撮影した画像上に、注視点を表す注視点マークを合成した右目画像を生成する右目画像生成手段と、前記左目画像と右目画像とをステレオ画像として用いた三次元表示画像を生成する三次元表示画像生成部とを備えて構成し、前記左目画像生成手段と、右目画像生成手段において、前記三次元画像を表示した場合に、注視点マークが、前記三次元画像によって表現される三次元空間中の、

前記注視点位置算出手段が算出した注視点の位置に対応する位置に存在すると視認されるように、各々注視点マークを合成するようにしたものである。

このようにしても、注視点を表すマークを、被験者前方の３次元映像が表現する３次元空間中の注視点に対応する位置に視認されるように表示することができるので、ユーザは、奥行き方向の注視点の位置や動きについても、直感的に把握できるようになる。

【発明の効果】

【００１６】

以上のように、本発明によれば、より簡易に注視点位置の表示を行うことのできる、使用の利便性に優れた注視点位置表示装置を提供することができる。また、奥行き方向の注視点の位置や動きを、直感的に把握することのできる注視点位置表示を生成する注視点位置表示装置を提供することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【００１７】

以下、本発明の実施形態について説明する。

まず、第１の実施形態について説明する。

図１a、b、cに、本第１実施形態で用いる被験者ユニットの構成を示す。なお、aは被験者ユニットの上面図、bは被験者ユニットの正面図、cは被験者ユニットの側面図である。

図示するように、本被験者ユニットは、耳に掛けるつる部と鼻上に載せられるパッド部を有する眼鏡型フレーム１１と、眼鏡型フレーム１１に固定され図１fに示すように眼鏡型フレーム１１を装着した被験者の前方を撮影する視野カメラ１２と、眼鏡型フレーム１１のつる部から伸びたアーム１３と、アーム１３先端に固定された瞳孔撮影ユニット１４とを有し、瞳孔撮影ユニット１４は、図１e１、e２に示すように、瞳孔カメラ１５と、被験者の眼球を照明する赤外線ＬＥＤ１６とを有する。そして、瞳孔カメラ１５は、図１fに示すように眼鏡型フレーム１１を装着した被験者の瞳孔を撮影し、赤外線ＬＥＤ１６は被験者の眼球を照明する。なお、図１e１は、瞳孔カメラ１５の撮影方向と垂直な方向から見た瞳孔撮影ユニット１４の構成を、e２は、瞳孔カメラ１５の撮影方向側から見た瞳孔撮影ユニット１４の構成を示している。なお、眼鏡と異なり、眼鏡型フレーム１１にはレンズは装着されていない。

20

【００１８】

そして、図１dに示すように、視野カメラ１２の映像出力と瞳孔カメラ１５の映像出力は、汎用コンピュータなどであるデータ処理装置２０に入力される。また、赤外線ＬＥＤ１６と視野カメラ１２と瞳孔カメラ１５には、図示を省略した電源ユニットより動作電力が供給される。

30

【００１９】

すなわち、本第１実施形態に係る注視点位置表示装置は、被験者ユニットとデータ処理装置２０と電源ユニットとを備えて構成される。

次に、図２に、本第１実施形態に係る注視点位置表示装置の信号処理系の構成を示す。

図示するように、注視点位置表示装置は、前述した視野カメラ１２の映像出力と瞳孔カメラ１５の映像出力を取り込む画像入力ボードなどであるビデオ入力インタフェース２１、校正ライト座標検出部２２、注視点マーク合成部２３、瞳孔中心座標検出部２４、キャリブレーション処理部２５、座標変換テーブル２６、座標変換処理部２７を有している。ただし、これらは、前述したデータ処理装置２０の一部として構成されるものである。また、校正ライト座標検出部２２、注視点マーク合成部２３、瞳孔中心座標検出部２４、キャリブレーション処理部２５、座標変換テーブル２６、座標変換処理部２７などは、データ処理装置２０が所定のプログラムを実行することによりソフトウェアプロセスやデータとして実現されるものであってもよい。

40

【００２０】

さて、視野カメラ１２と瞳孔カメラ１５は、いずれか一方のカメラが生成する同期信号ＳＹＮＣに同期して撮影を行い、ビデオ入力インタフェース２１は、この同期信号ＳＹＮ

50

Cに同期して両カメラの映像出力を取り込む。ここで、視野カメラ12と瞳孔カメラ15の解像度は等しく、たとえば、縦×横が480画素×640画素である。

【0021】

以下、このような注視点位置表示装置の動作について説明する。

まず、注視点位置表示装置のキャリブレーション動作について説明する。

このキャリブレーションは、図3aに示すように被験者に被験者ユニットを装着した状態で、球形の発光体である校正ライト301を手持アーム302先端に取り付けた校正ツールを用いて行う。すなわち、補助者は、手持アーム302を持って、校正ライト301を、被験者から適当な距離離れた位置において、被験者の視野内でランダムに動かす。なお、校正ライト301を動かす位置の被験者からの距離は、被験者の特定の対象物の観察に対して注視点位置を表示する予定である場合には、観察時の被験者からその対象物までの距離に相当する距離とすることが好ましい。

10

【0022】

そして、注視点位置表示装置は、ユーザの所定のキャリブレーション開始指示操作にตอบสนองして、図4に示すキャリブレーション処理を行う。

図示するように、このキャリブレーション処理では、ユーザの所定のキャリブレーション終了指示操作があるまで(ステップ408)、以下の処理を行う。

すなわち、瞳孔中心座標検出部24で、瞳孔カメラ15が撮影した画像Veに対して所定の画像処理を施して、画像Ve中の瞳孔の中心座標を求める(ステップ402)。また、校正ライト座標検出部22で、視野カメラ12の撮影した画像Vfに対して所定の画像処理を施して、画像Vf中の校正ライト301の中心座標を求める(ステップ404)。

20

【0023】

そして、求めた瞳孔の中心座標をアドレスとして、座標変換テーブル26に、求めた校正ライト301の中心座標を書き込む(ステップ406)。

すなわち、図3b1のように瞳孔カメラ15が撮影した画像Veから瞳孔中心座標(x_1 、 y_1)が求めたときに、この画像Veと同時に視野カメラ12によって撮影された画像Vfから図3b2に示すように校正ライト301の中心座標(X_{11} 、 Y_{11})が求めたときには、図3dに示すように、座標変換テーブル26のアドレス(x_1 、 y_1)に、値(X_{11} 、 Y_{11})を書き込む。また、同様に、図3c1のように瞳孔カメラ15が撮影した画像Veから瞳孔中心座標(x_2 、 y_2)が求めたときに、この画像Veと同時に視野カメラ12によって撮影された画像Vfから図3c2に示すように校正ライト301の中心座標(X_{12} 、 Y_{12})が求めたときには、図3dに示すように、座標変換テーブル26のアドレス(x_2 、 y_2)に、値(X_{12} 、 Y_{12})を書き込む。

30

【0024】

そして、ユーザの所定のキャリブレーション終了指示操作があったならば(ステップ408)、座標変換テーブル26に書き込まれた値に、特異な値(Xの値の周辺アドレスのX値からの大きな逸脱や、Yの値の周辺アドレスのY値からの大きな逸脱がある値)があれば、これを削除する(ステップ410)。

【0025】

そして、座標変換テーブル26の値が書き込まれていないアドレスの値を、値が登録されている他のアドレスの値よりの補間(たとえば、二次元スプライン補間)によって生成し、当該アドレスに書き込む(ステップ412)。

40

そして、キャリブレーション処理を終了する。

以上、注視点位置表示装置のキャリブレーション動作について説明した。

次に、注視点位置表示装置の注視点位置表示動作について説明する。

注視点位置表示装置は、ユーザの所定の注視点位置表示開始指示操作があると、以下の動作を行う。

すなわち、瞳孔中心座標検出部24は、瞳孔カメラ15が撮影した画像Veに対して所定画像処理を施して、画像Ve中の瞳孔の中心座標を求める。座標変換処理部27は、求めた瞳孔の中心座標をアドレスとして座標変換テーブル26から読み出しを行い、当該

50

アドレスに登録されている座標を取得し、注視点マーク合成部 23 に送る。また、座標変換処理部 27 は取得した座標を注視点位置データ D o u t として出力する。

【 0 0 2 6 】

注視点マーク合成部 23 は、瞳孔中心座標検出部 24 が瞳孔の中心座標を求めた画像 V e と同時に視野カメラ 12 によって撮影された画像 V f の、座標変換処理部 27 から送られた座標の位置に、図 3 e に示すように注視点位置を表すマーク 310 を合成し、出力映像 V o u t とする。ただし、注視点マーク合成部 23 は、図 3 f に示すように、座標変換処理部 27 から現在までに送られた座標の軌跡を、各時点における注視点位置を表すマーク 310 と共に、瞳孔中心座標検出部 24 が最後に瞳孔の中心座標を求めた画像 V e と同時に視野カメラ 12 によって撮影された画像 V f 上に合成して、出力映像 V o u t とする

10

【 0 0 2 7 】

以上、本発明の第 1 実施形態について説明した。

以上のように、本発明によれば、瞳孔カメラ 15 が被験者の眼球を撮影した画像から算出した瞳孔中心の座標を直接、視野カメラ 12 によって被験者の前方を撮影した画像上の注視点のマークを描画すべき座標に、座標変換テーブル 26 を用いてマッピングするので、簡易な処理で高速に、注視点位置を表示した画像を生成することができる。また、補助者が被験者の視野内で校正ライト 301 を移動させながら、被験者に校正ライト 301 を注視してもらうだけの簡便、容易な作業のみによって、座標変換テーブル 26 を構成し、注視点位置表示装置のキャリブレーションを完了させることができる。

20

【 0 0 2 8 】

以下、本発明の第 2 の実施形態について説明する。

図 5 a、b、c に、本第 2 実施形態で用いる被験者ユニットの構成を示す。なお、a は被験者ユニットの上面図、b は被験者ユニットの側面図、c は被験者ユニットの側面図である。

図示するように、本第 2 実施形態に係る被験者ユニットは、前記第 1 実施形態と同様に眼鏡型フレーム 11 を備えている。また、本第 2 実施形態に係る被験者ユニットでは、前記第 1 実施形態で示した、視野カメラ 12 と、眼鏡型フレーム 11 のつる部から伸びたアーム 13 と、アーム 13 先端に固定された瞳孔撮影ユニット 14 とが、左右の目に対応してそれぞれ設けられている。また、図 5 d に示すように、二つの視野カメラ 12 の映像出力と二つの瞳孔カメラ 15 の映像出力は、前記第 1 実施形態と同様に、汎用コンピュータ

30

【 0 0 2 9 】

次に、図 6 に、本第 2 実施形態に係る注視点位置表示装置の信号処理系の構成を示す。

図示するように、本第 2 実施形態に係る注視点位置表示装置は、左目に対して設けられた視野カメラ 12 の映像出力と、左目に対して設けられた瞳孔カメラ 15 の映像出力と、右目に対して設けられた視野カメラ 12 の映像出力と、右目に対して設けられた瞳孔カメラ 15 の映像出力とを入力するビデオ入力インタフェース 21 と、右目ユニット 61 と、左目ユニット 62 と、右注視点マーク合成部 63 と、左注視点マーク合成部 64 と、注視点距離算出部 65 と、三次元表示画像生成部 66 とを備えている。ここで、以上の 4 つのカメラは、いずれか一つのカメラが生成する同期信号 S Y N C に同期して撮影を行い、ビデオ入力インタフェース 21 は、この同期信号 S Y N C に同期して 4 つのカメラの映像出力を取り込む。

40

【 0 0 3 0 】

次に、左目ユニット 62 と右目ユニット 61 は、同じ構成を有しており、それぞれ、第 1 実施形態で示した、校正ライト座標検出部 22、瞳孔中心座標検出部 24、キャリブレーション処理部 25、座標変換テーブル 26、座標変換処理部 27 とを有している。ただし、左目ユニット 62 は、左目に対して設けられた視野カメラ 12 の映像出力と、左目に対して設けられた瞳孔カメラ 15 の映像出力を入力として処理を行うものであり、右目ユニット 61 は、右目に対して設けられた視野カメラ 12 の映像出力と、右目に対して設け

50

られた瞳孔カメラ 15 の映像出力を入力として処理を行うものである。

【0031】

さて、このような構成において、左目ユニット 62 と、右目ユニット 61 は、それぞれ、前記第 1 実施形態で示したキャリブレーション処理を行う。すなわち、左目ユニット 62 は、左目に対して設けられた視野カメラ 12 の映像出力 V_{lf} と、左目に対して設けられた瞳孔カメラ 15 の映像出力 V_{le} を入力として、前述したキャリブレーション処理を行い、左目ユニット 62 の座標変換テーブル 26 の各アドレスに座標値を登録する。

【0032】

同様に、右目ユニット 61 は、右目に対して設けられた視野カメラ 12 の映像出力 V_{rf} と、右目に対して設けられた瞳孔カメラ 15 の映像出力 V_{re} を入力として、前述した

10

【0033】

以下、このような注視点位置表示装置の注視点位置表示動作について説明する。

注視点位置表示装置は、ユーザの所定の注視点位置表示開始指示操作があると、以下の動作を行う。

すなわち、左目ユニット 62 の座標変換処理部 27 は、左目ユニット 62 の瞳孔中心座標検出部 24 が求めた瞳孔中心座標を、左目ユニット 62 の座標変換テーブル 26 を用いて変換し、左注視点位置データ D_l として出力する。また、右目ユニット 61 の座標変換処理部 27 は、右目ユニット 61 の瞳孔中心座標検出部 24 が求めた瞳孔中心座標を、

20

【0034】

注視点距離算出部 65 は、左注視点位置データ D_l と右注視点位置データ D_r と、左目用の視野カメラ 12 が撮影した映像 V_{lf} と、右目用の視野カメラ 12 が撮影した映像 V_{rf} とから、注視点（被験者が見ている対象物上の位置）の被験者からの距離を推定し、右注視点マーク合成部 63 と、左注視点マーク合成部 64 に通知する。

【0035】

ここで、この注視点の被験者からの距離は、左目用の視野カメラ 12 が撮影した映像 V_{lf} と右目用の視野カメラ 12 が撮影した映像 V_{rf} とを、ステレオ写真として用いた写

30

真測量によって算出する。
すなわち、左注視点位置データ D_l を映像 V_{lf} 中の注視点の位置とする。また、右注視点位置データ D_r を右目用の視野カメラ 12 が撮影した映像 V_{rf} 中の注視点の位置とする。

そして、映像 V_{lf} と映像 V_{rf} を比較し、映像 V_{lf} 中の注視点の位置と、映像 V_{rf} 中の注視点の位置が、同じ対象物上（被写体上）の同じ位置を写した位置となるように、映像 V_{lf} 中の注視点の位置と、映像 V_{rf} 中の注視点の位置を補正する。そして、映像 V_{lf} と映像 V_{rf} をステレオ写真として、視差に基づく写真測量を行い、注視点に対応する対象上の位置までの被験者からの距離を求める。

【0036】

40

次に、左注視点マーク合成部 64 は左目用の視野カメラ 12 が撮影した映像 V_{lf} 上の、左注視点位置データ D_l の位置または注視点距離算出部 65 が補正した映像 V_{lf} 中の注視点の位置に、注視点位置を表すマークを合成し、三次元表示画像生成部 66 に送る。また、右注視点マーク合成部 63 は右目用の視野カメラ 12 が撮影した映像 V_{rf} 上の、右注視点位置データ D_r の位置または注視点距離算出部 65 が補正した映像 V_{rf} 中の注視点の位置に、注視点位置を表すマークを合成し、三次元表示画像生成部 66 に送る。

【0037】

ここで、左注視点マーク合成部 64 や、右注視点マーク合成部 63 が合成するマークの大きさは、注視点距離算出部 65 から送られた注視点に対応する対象上の位置までの被験者からの距離が大きいほど小さくする。

50

すなわち、たとえば、図 7 a 1 の左目用映像 V L、a 2 の右目用映像 V R 示すように、注視点に対応する対象上の位置が被験者に比較的近いものである場合には、左目用の視野カメラ 1 2 が撮影した映像 V l f 上に合成するマーク 7 0 1 と、右目用の視野カメラ 1 2 が撮影した映像 V r f に合成するマーク 7 0 2 は比較的大きなものとし、図 7 b 1 の左目用映像 V L、b 2 の右目用映像 V R に示すように、注視点に対応する対象上の位置が被験者から比較的遠いものである場合には、左目用の視野カメラ 1 2 が撮影した映像 V l f 上に合成するマーク 7 0 3 と、右目用の視野カメラ 1 2 が撮影した映像 V r f に合成するマーク 7 0 4 は比較的小さなものとする。

【 0 0 3 8 】

そして、最後に三次元表示画像生成部 6 6 は、左注視点マーク合成部 6 4 から送られた映像を左目用映像、右注視点マーク合成部 6 3 から送られた映像を右目用映像として、3 次元映像データを生成し 3 次元表示映像出力 3 D V o u t として出力する。

ここで、この三次元表示画像生成部 6 6 における、3 次元映像データの生成法は、この 3 次元映像データに基づき 3 次元映像の表示を行う 3 次元映像表示システムに応じたものとなる。なお、この 3 次元映像表示システムとしては、たとえば、視差バリア方式によって、ディスプレイからの光の進行方向を制御して、左右の眼に異なる画像が見えるようにすることによる立体表示を行う 3 D 液晶表示ディスプレイなどを用いることができる。

【 0 0 3 9 】

以上、本発明の第 2 の実施形態について説明した。

なお、本実施形態における被験者から注視点までの距離の算出は、前述した特許文献 1 の技術によって被験者の左右の目の視線方向を求め、求めた視線方向の視差から算出することにより行うようにしてもよい。また、各視野カメラ 1 2 が撮影した画像中の注視点対応位置を示す左注視点位置データや右注視点位置データも、前述した特許文献 1 の技術のように被験者の左右の目の視線方向に基づいて算出するようにしてもよい。

【 0 0 4 0 】

以上のように本第 2 実施形態によれば、注視点を表すマークを、3 次元映像を構成する左目用映像と右目用映像に、その視差が保存されるように、それぞれ合成すると共に、この注視点を表すマークの大きさを、被験者の注視している対象物の位置までに距離に応じて変化させることにより、注視点を表すマークが、3 次元映像として表現された三次元空間上の被験者の注視している対象物の位置にあり、かつ、当該対象物の位置までの距離に応じた大きさで見えているかのように認知される注視点表示が可能となる。

ところで、本第 2 実施形態は、前述した特許文献 1 の技術によって被験者の左右の目の視線方向を求め、求めた視線方向から注視点の位置を求め、3 D コンピュータグラフィックの技術などを利用して、前記三次元映像を表示した場合に、ある特定の大きさを有する仮想的な物体としてのマークが、前記三次元映像によって表現される三次元空間中の、求めた注視点の位置に対応する位置に、注視点の位置までの距離に応じた大きさで存在すると視認されるように、各々右目用映像と左目用映像に合成するマークの位置や大きさをそれぞれ算出して、その合成を行うようにしてもよい。

このようにしても、注視点を表すマークが、3 次元映像として表現された三次元空間上の被験者の注視している対象物の位置にあり、かつ、当該対象物の位置までの距離に応じた大きさで見えているかのように認知される注視点表示が可能となる。

【 0 0 4 1 】

なお、以上の説明から理解されるように、本第 2 実施形態で示した注視点位置表示装置は、3 次元映像表示システム用の 3 次元映像撮影システムとしても用いることができる。すなわち、以上の第 2 実施形態において、右注視点マーク合成部 6 3 と左注視点マーク合成部 6 4 が、注視点を表すマークの合成を行わないようにすればよい。また、3 次元映像撮影システムとしてのみ用いる場合には、眼鏡型フレーム 1 1 に固定した二つの視野カメラ 1 2 とビデオ入力インタフェース 2 1 と 3 次元表示画像生成部のみを設け、3 次元表示画像生成部において、ビデオ入力インタフェース 2 1 から取り込んだ左目用の視野カメラ 1 2 が撮影した映像 V l f を左目用映像、ビデオ入力インタフェース 2 1 から取り込んだ

右目用の視野カメラ 12 が撮影した映像 $V_r f$ を右目用映像として、3次元映像データを生成し3次元表示画像出力3D $V o u t$ として出力すればよい。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明の第1実施形態に係る被験者ユニットを示す図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る注視点位置表示装置の信号処理系の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係る注視点位置表示装置のキャリブレーション動作例を示す図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係る注視点位置表示装置のキャリブレーション処理を示すフローチャートである。

【図5】本発明の第2実施形態に係る被験者ユニットを示す図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る注視点位置表示装置の信号処理系の構成を示すブロック図である。

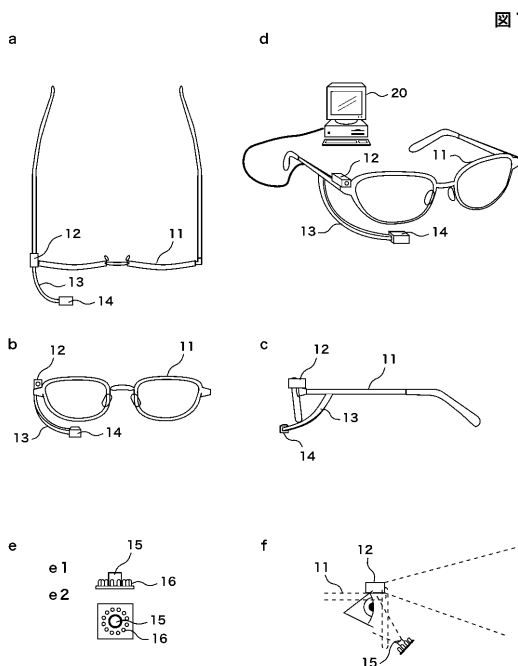
【図7】本発明の第2実施形態に係る注視点位置表示装置が生成する画像例を図である。

【符号の説明】

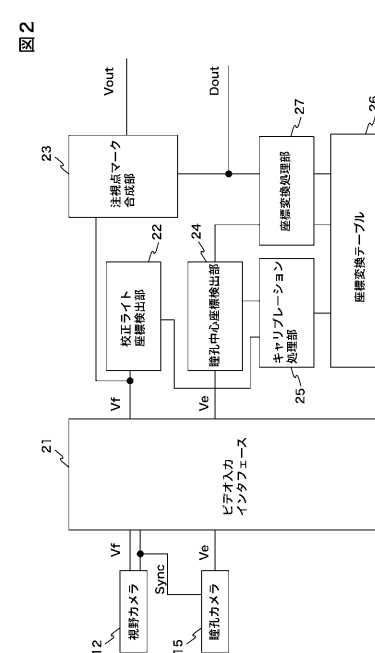
【0043】

11...眼鏡型フレーム、12...視野カメラ、13...アーム、14...瞳孔撮影ユニット、15...瞳孔カメラ、16...赤外線LED、20...データ処理装置、21...ビデオ入力インタフェース、22...校正ライト座標検出部、23...注視点マーク合成部、24...瞳孔中心座標検出部、25...キャリブレーション処理部、26...座標変換テーブル、27...座標変換処理部、61...右目ユニット、62...左目ユニット、63...右注視点マーク合成部、64...左注視点マーク合成部、65...注視点距離算出部、66...三次元表示画像生成部、301...校正ライト、302...手持アーム。

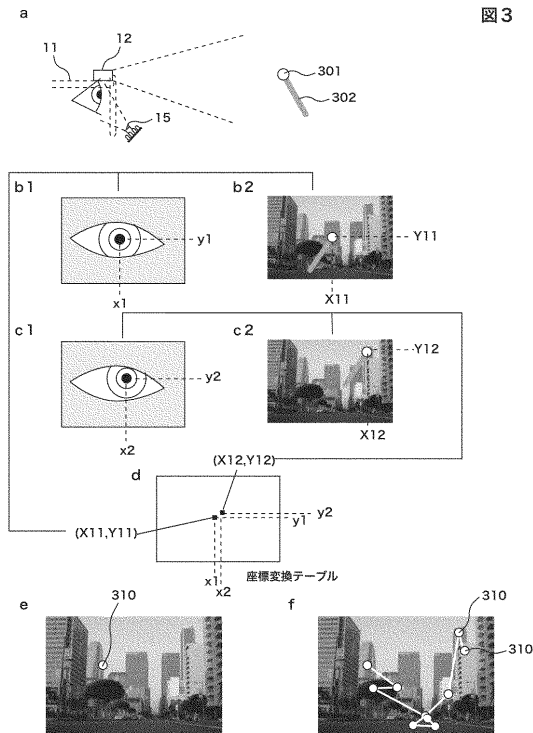
【図1】



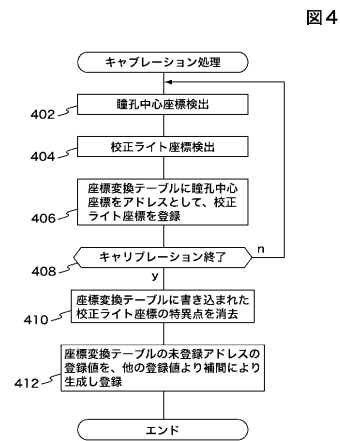
【図2】



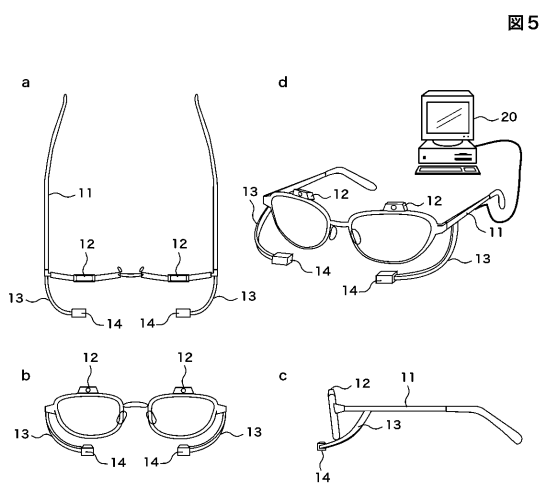
【図 3】



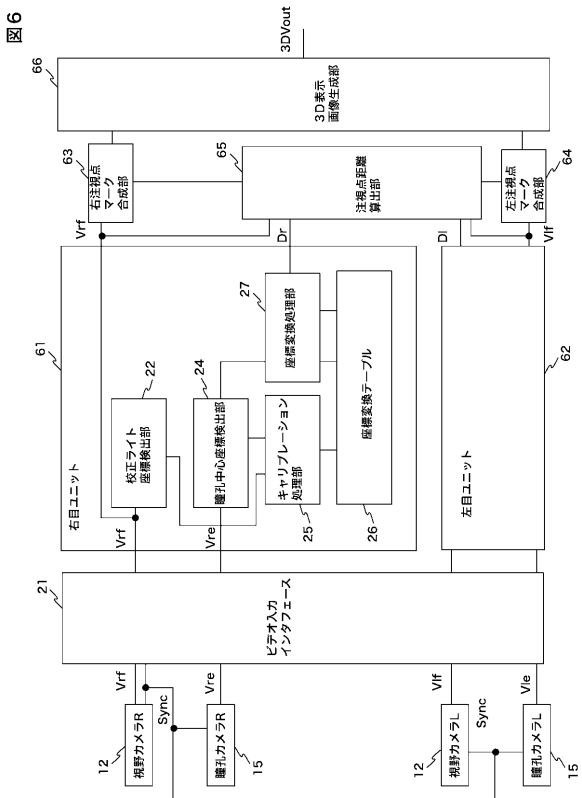
【図 4】



【図 5】

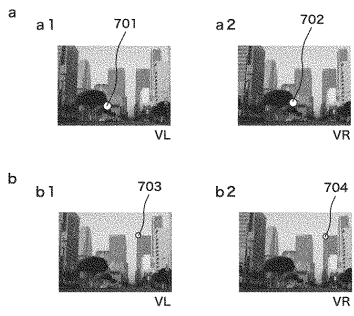


【図 6】



【図 7】

図 7



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-005130(JP,A)
特開2000-166873(JP,A)
特開2003-329541(JP,A)
特開平10-179520(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 3/113