

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6495457号
(P6495457)

(45) 発行日 平成31年4月3日(2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日(2019.3.15)

(51) Int.Cl.

A 61 B 3/113 (2006.01)

F 1

A 61 B 3/10

B

請求項の数 14 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2017-532006 (P2017-532006)
 (86) (22) 出願日 平成27年12月7日 (2015.12.7)
 (65) 公表番号 特表2017-537730 (P2017-537730A)
 (43) 公表日 平成29年12月21日 (2017.12.21)
 (86) 國際出願番号 PCT/IB2015/059390
 (87) 國際公開番号 WO2016/097919
 (87) 國際公開日 平成28年6月23日 (2016.6.23)
 審査請求日 平成30年12月6日 (2018.12.6)
 (31) 優先権主張番号 62/092,349
 (32) 優先日 平成26年12月16日 (2014.12.16)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 KONINKLIJKE PHILIPS
 N. V.
 オランダ国 5656 アーネー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 High Tech Campus 5,
 NL-5656 AE Eindhoven
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】較正の改善、正確性の補償、及び注視定位平滑化を有する注視追跡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザの注視に基づいて表示エリア上の位置を特定する注視追跡デバイスと、ノイズ平滑化要素とを備える注視追跡システムにおいて、

当該注視追跡システムはノイズ平滑化関数の較正要素を備え、

前記ノイズ平滑化関数の較正要素は、

各ノイズ較正ゾーンが1つ又は複数のノイズ較正位置を含む、複数のノイズ較正ゾーンに前記表示エリアを分割し、

ノイズ較正ゾーンごとに、前記ノイズ較正ゾーンについてのノイズ平滑化関数を、ユーザが各ノイズ較正位置を注視している間の複数の注視位置に基づいて決定し、

前記ノイズ平滑化要素は、

複数の後続の注視位置を受信し、

特定のノイズ較正ゾーンを前記後続の注視位置の少なくとも1つに基づいて決定し、

前記特定のノイズ較正ゾーンについての前記ノイズ平滑化関数を前記複数の後続の注視位置に適用して、平滑化された注視位置を決定し、

前記平滑化された注視位置をアプリケーションに伝達することを特徴とする、注視追跡システム。

【請求項2】

注視較正要素と、

注視補正要素と

10

20

を更に備え、

前記注視較正要素は、

複数の較正位置を規定し、

較正位置ごとに、

前記ユーザが前記較正位置を注視したときの前記表示エリア上の1つ又は複数の報告された位置を前記注視追跡デバイスから受信し、

前記較正位置に関連する位置誤差を、前記1つ又は複数の報告された位置と前記較正位置との差に基づいて決定し、

前記注視補正要素は、

各補正ゾーンが前記複数の較正位置の1つ又は複数を含む、複数の補正ゾーンに前記表示エリアを分割し、

補正ゾーンごとに、

前記補正ゾーンについての補正関数を、前記補正ゾーンの前記複数の較正位置の1つ又は複数における前記位置誤差に基づいて決定し、

前記注視追跡デバイスにより提供される後続の注視位置を受信し、

前記後続の注視位置に基づいて特定のゾーンを決定し、

前記特定のゾーンについての前記補正関数を前記後続の注視位置に適用して、補正された注視位置を決定し、

前記ノイズ平滑化要素により受信された前記複数の後続の注視位置は、前記注視補正要素によって補正された注視位置のセットであり、較正ゾーンのそれぞれについてのノイズ平滑化関数を決定するために前記ノイズ平滑化関数の較正要素により用いられる前記複数の注視位置は、前記注視補正要素により補正された注視位置のセットである、請求項1に記載の注視追跡システム。

【請求項3】

前記複数の補正ゾーンのうち第1のゾーンについての前記補正関数が、前記複数の補正ゾーンのうち第2のゾーンについての前記補正関数と異なる、請求項2に記載の注視追跡システム。

【請求項4】

前記注視較正要素が、ディスプレイ上の前記較正位置のそれぞれを目立たせて、前記ユーザが前記較正位置を注視しやすくする、請求項2に記載の注視追跡システム。

【請求項5】

前記注視較正要素が、各較正位置についての報告された位置の受信を、選択された数の報告された位置が前記較正位置について受信された後に終了させ、前記選択された数が前記報告された位置の間の分散に基づく、請求項2に記載の注視追跡システム。

【請求項6】

前記注視較正要素が、前記較正位置の少なくとも1つについての前記位置誤差を最小二乗誤差技法に基づいて決定する、請求項2に記載の注視追跡システム。

【請求項7】

前記注視補正要素が、前記較正ゾーンの少なくとも1つにおける前記補正された位置を、前記後続の注視位置と、前記特定のゾーンの前記較正位置のそれとの間のベクトル距離に基づいて決定する、請求項2に記載の注視追跡システム。

【請求項8】

前記注視補正要素が、前記較正ゾーンの少なくとも1つにおける前記補正された位置を、前記後続の注視位置と、前記特定のゾーンの前記較正位置の前記位置誤差とに基づく双線形補間によって決定する、請求項2に記載の注視追跡システム。

【請求項9】

前記注視較正要素が、前記複数の較正位置についての前記位置誤差を、前記報告された位置及び前記較正位置に基づいて学習機械を訓練することによって決定し、前記注視補正要素が、前記後続の注視位置を前記学習機械に適用することによって、前記補正された位置を決定する、請求項2に記載の注視追跡システム。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

前記注視補正要素が、前記補正された位置を、前記後続の注視位置に最も近い前記較正位置として決定する、請求項2に記載の注視追跡システム。

【請求項 11】

前記注視補正要素が、前記補正ゾーンの少なくとも1つについて2つ以上の補正関数を含み、前記アプリケーションの1つ又は複数の要件に基づいて、前記後続の注視位置を補正するために使用される補正関数を選択する、請求項2に記載の注視追跡システム。

【請求項 12】

前記ノイズ較正位置が前記較正位置に対応する、請求項2に記載の注視追跡システム。

【請求項 13】

前記複数のノイズ較正ゾーンがN×Nのノイズ較正ゾーンの配列を含み、Nが奇数である、請求項1に記載の注視追跡システム。

【請求項 14】

少なくとも1つのノイズ較正ゾーンについての前記ノイズ平滑化関数が、前記複数の後続の注視位置の加重平均を含み、ノイズ較正要素が、この加重平均のための重みを、前記複数の注視位置に基づいて規定する、請求項1に記載の注視追跡システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は注視追跡の分野に関し、詳細には、改善された較正処理、局所的な正確性の補償、及び局所的な注視の平滑化を提供するシステム及び方法に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

注視追跡を用いて表示デバイス上の選択肢の選択や表示画像内の関心物体の識別を制御することは、特に低コストの注視追跡デバイス及びソフトウェア、たとえば、Tobi Technology社及びThe Eye Tribeにより提供されるものなどの可用性の観点から増加し続けている。

【0003】

また、注視追跡は「受動(p a s s i v e)」モードで使用することもでき、このモードでは、ユーザの注視パターンを監視して、画像の構成、たとえば、ウェブページ、ゲームプログラム上などの要素の配置に対するユーザの反応を決定する。また、受動的監視は生理学的研究に、たとえば異なる人々が模擬された異なる車両状況にどのように反応するかを決定するために使用され得る。同様に、受動的監視は、運転者の注視が異常である場合に警告を発するために車両内で実施することができる。

30

【0004】

従来の注視追跡デバイスでは、光学デバイス、たとえばカメラ並びに赤外線放出器及び受信器、又は他のデバイス、たとえば生体パラメータを測定するデバイスを用いて、「真っ直ぐ前方」からの角度のずれが測定される。例示的な注視追跡デバイス及びそれらの応用は、Blixitらによる「V I S U A L D I S P L A Y W I T H I L L U M I N A T O R S F O R G A Z E T R A C K I N G」というタイトルの2011年3月24日出願の米国特許出願公開第2011/0069277号、Skogolaによる「EYE/GAZE TRACKER AND METHOD OF TRACKING THE POSITION OF AN EYE AND/OR A GAZE POINT OF A SUBJECT」というタイトルの2014年3月7日出願の米国特許出願公開第2014/0268055号、Hennesseyらによる「SYSTEM AND METHOD FOR INTERACTING WITH AND ANALYZING MEDIA ON A DISPLAY USING EYE GAZE TRACKING」というタイトルの2013年4月25日出願の米国特許出願公開第2013/0235347号、Surらによる「APPARATUS AND METHODS FOR CONFIGURATION AND OPTIMIZATION OF I

40

50

M A G E S E N S O R S F O R G A Z E T R A C K I N G A P P L I C A T I O N S」というタイトルの2008年8月4日出願の米国特許出願公開第2009/0268045号、Frederick Jan De Brujin、Karl Catheline Van Bree及びTommaso Grittiniによる「S Y S T E M A N D M E T H O D F O R T R A C K I N G T H E P O I N T O F G A Z E O F A N O B S E R V E R」というタイトルの2011年3月15日出願の米国特許出願公開第2013/0002846号、並びに、Leeらによる「A P P A R A T U S A N D M E T H O D F O R C O N T R O L L I N G G A Z E T R A C K I N G」というタイトルの2013年5月7日出願の米国特許出願公開第2014/0160005号に見出すことができる。これらの引用文献のそれぞれは、本明細書に引用により組み込まれている。10

【0005】

ユーザの注視を表示画面上の位置に正確にマッピングするために、注視追跡デバイスは、各ユーザの光学特性を補償するための較正手順を決定し、適用する。この較正は能動的であってもよく、たとえばユーザは表示画面上の特定の点を注視するように指示され、又は受動的であってもよく、たとえばデバイスは、ユーザが表示デバイスを見ている間に既知の位置から刺激を与え、刺激がユーザの目に当たる角度を検出する。

【0006】

図1は、The Eye Tribeにより提供されるデバイスで使用されるものなどの能動的な較正の間に使用され得る例示的な照明パターン100を示す。パターンは、9つの選択可能な照明点120、すなわち「ターゲット」を有する暗い背景110を備える。デバイスの較正要素は、照明点の1つを選択的に照明し、ユーザが照明された点を注視しているときのユーザの目の角度を検出する。例示的な較正要素は、表示デバイスに対するユーザの目の位置及び3Dジオメトリに基づいて、ユーザの目からの各照明点の「真の」角度を決定する。照明点を観察しているときのユーザの目の各測定された（「実際の」）角度と、ユーザの目からの照明点の「真の」角度との差は、この特定のユーザについての「誤差」要因を規定する。20

【0007】

様々な技法のいずれかを用いて、「補正された」角度と「真の」角度との間の誤差を最小化する「実際の」角度に適用される補正関数を決定することができる。一例示的実施形態では、「実際の」角度に適用されるオフセット及びスケーリング係数を含む誤差の二乗の総和を最小化する線形補正関数が決定される。非線形補正関数、たとえば誤差を最小化する二次関数も使用することができる。30

【0008】

補正関数の使用の制限は、単一の補正関数でモデル化可能な、誤差における一定の「一様性」を仮定していることである。すなわち、たとえば、線形補正関数を使用することは、誤差がディスプレイにわたって線形変化を示すことを仮定しており、二次補正関数は、誤差が二次（平方）効果に対応するパターンを示すことを仮定している。

【0009】

従来の補正関数は一般的には、提供元／開発元により提供される注視追跡ソフトウェアに含まれており、その理由は開発元が、真の角度を決定するのに使用されるアルゴリズム及び測定された角度を知っており、利用される特定の注視追跡技法により導入される誤差を決定し補償することが最も可能であるためである。追加的に、表示画像上でユーザが注視している場所を決定するのに使用される注視追跡デバイスの例では、ディスプレイ上の注視点の座標が決定される前に、角度補正関数が適用されなければならない。40

【0010】

注視追跡デバイスにより与えられる結果を用いるアプリケーションの開発元は、自社のアプリケーションに様々な注視追跡デバイスとの互換性を持たせて、自身のアプリケーションにより広範な市場での魅力を与えることを望むことが多い。好ましくは、これらのアプリケーションは、異なる注視追跡デバイスの特性に無関係に、同一の機能的効用を提供50

するべきである。同様に、アプリケーションは、使用されるディスプレイの大きさに無関係に（実用的な限度内で）、同一の機能的効用を提供すべきである。

【0011】

異なる注視追跡デバイスが異なるレベルの正確性又は精度を示す場合、アプリケーションの開発元は、正確性が最も劣るデバイスと互換性を持つようにアプリケーションを設計しなければならない（これはアプリケーションの機能性を制限し得る）か、又は最も劣る注視追跡デバイスの提供元と協力して、その注視追跡デバイスの固有の正確性を強化しなければならない。

【0012】

異なる正確性の特性に加えて、異なる注視追跡デバイスは、たとえば、ターゲットを注視している間の目の実際の微動、注視角の計算に使用されるアルゴリズムに内在する変動、注視角の検出に使用されるセンサにより提供される信号の変動などの要因により生じる「ノイズ」又は「ジッタ」などの他の性能要因の差も示す。特定の注視追跡デバイスに応じて、デバイスは、ディスプレイ上の各座標の各決定に対応する「生」データ、又は決定された座標の移動平均などに対応する「平滑化された」データを提供することができる。生データのストリームはアプリケーション内で平滑化アルゴリズムを必要とするが、平滑化されたデータは注視追跡デバイスの応答性にラグを導入する。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

20

ユーザの測定された注視に関連する誤差がユーザの視野にわたって均一の挙動を示すという仮定に基づかない注視追跡のための較正方法及びシステムを提供することが有利であろう。また、ディスプレイ上の注視点座標を提供するのに使用される技術に実質的に無関係な注視追跡システムを提供することが有利であろう。また、この較正方法に基づいて正確性が改善された注視追跡システムを提供することが有利であろう。また、この較正に基づいて改善されたノイズ低減（平滑化）を提供することが有利であろう。

【課題を解決するための手段】

【0014】

30

これらの懸案事項の1つ又は複数により良く対処するために、この発明の一実施形態では、「局所化された」誤差補正を適用することができる。表示エリアを誤差補正ゾーンに分割することができ、各ゾーンはそれ自体の誤差補正パラメータ又は関数を有することができる。較正点をこれらのゾーンのそれぞれについて規定することができ、各ゾーン内の補正パラメータ又は関数は、ユーザがゾーンに関連付けられた各較正点を見た場合の観測された誤差に依存し得る。同様に、決定された注視点を平滑化してノイズを低減させるために適用される関数も、その特性を規定されたノイズ較正ゾーンに関連付けられた各較正点において生じるノイズに基づかせることによって、局所化することができる。誤差補正関数及び／又はノイズ平滑化関数は、補正及び平滑化された注視位置を受信する特定のアプリケーションの要件に基づいて選択することができる。

【0015】

この発明の注視追跡システムの一例示的実施形態は、ユーザの注視に基づいて表示エリア上の位置を特定する注視追跡デバイスと、表示エリアのゾーンに関連付けられた複数の較正点のそれぞれについて補正係数を決定する注視較正要素と、決定された補正係数に基づいて、補正された位置をアプリケーションに提供する注視補正要素とを含むことができる。

40

【0016】

例示的な注視較正要素は、表示エリア上に複数の較正点を規定し、較正点ごとに、較正位置を照明し、ユーザが照明された較正点を注視したときの表示エリア上の報告された位置を受信し、報告された位置と較正点との差に基づいて較正点に関連するオフセット誤差を決定する。その後、較正要素は、少なくとも1つの較正位置におけるこれらのオフセット位置誤差に基づいて、較正点ごとに補正オフセットを決定する。

50

【0017】

例示的な注視補正要素は、続いて、ディスプレイ上の報告された注視位置を注視追跡デバイスから受信し、報告された注視位置に対応するゾーンを決定し、このゾーンについての補正関数を、そのゾーンに関連付けられた各較正点の補正オフセットに基づいて適用して、補正された位置を決定するために報告された注視位置に適用され得る補正オフセットを決定する。この補正された位置はアプリケーションに伝達され、アプリケーションは補正された位置を用いて、補正された注視位置に応じた関数を実行する。

【0018】

同様に、表示エリアをノイズ補正ゾーンに分割することができ、決定された注視位置に関連するノイズを低減するために適用される平滑化関数も、報告された注視位置が存在するノイズ補正ゾーンに依存し得る。

10

【0019】

本発明はさらに詳細に、例として、添付図面を参照して説明される。

【図面の簡単な説明】**【0020】**

【図1】従来の注視追跡デバイスにより使用される例示的な較正ディスプレイの図である。

【図2】この発明の態様による例示的な注視追跡システムの図である。

【図3】ディスプレイの規定されたゾーンに関連付けられたディスプレイ上の例示的な較正位置のセットの図である。

20

【図4】ユーザが較正位置のセットのそれぞれを注視したときの例示的な報告された注視位置のセットの図である。

【図5】ゾーンに関連付けられた各較正点に関連する誤差に基づいた、報告された注視位置の例示的な補正の図である。

【図6】較正点に対するオフセットを決定するための例示的な流れ図である。

【図7】報告された注視座標をそれらのオフセットに基づいて補正するための例示的な流れ図である。

【図8】ノイズ較正ゾーンについてのノイズ平滑化関数を決定するための例示的な流れ図である。

【図9】補正された注視座標をそれらのノイズ平滑化関数に基づいて平滑化するための例示的な流れ図である。

30

【発明を実施するための形態】**【0021】**

図面全体を通して、同一の参照符号は類似した又は対応する特徴又は機能を示す。図面は説明の目的で含まれており、本発明の範囲を限定することは意図されていない。

【0022】

以下の説明では、限定ではなく説明の目的で、具体的な詳細、たとえば特定のアーキテクチャ、インターフェース、技法などが記載されており、これは本発明の概念の完全な理解を与えるためである。しかしながら、本発明が、これらの具体的な詳細から逸脱する他の実施形態において実施可能であることは、当業者には明らかであろう。同様に、この明細書の文章は、図面に示された例示的実施形態のためのものであり、特許請求の範囲に明示的に含まれる限定を超えて、特許請求された発明を限定するよう意図されていない。簡潔さ及び明瞭さのために、よく知られたデバイス、回路、及び方法の詳細な説明は、本発明の説明を不要な詳細で不明瞭にしないように省略されている。

40

【0023】

この発明の一例示的実施形態では、従来の注視追跡デバイス210を用いて、ユーザ230が注視していると注視追跡デバイス210が決定した表示エリア220上の位置に対応する座標を提供する。注視追跡デバイス210は、ユーザの現在の注視方向に対応する表示エリア220上の座標を報告するように完全に構成される。すなわち、ユーザ230が表示エリア220を注視しているときの注視座標を報告するために特定のデバイス21

50

0により要求される任意の較正が実施されている。デバイス210を用いて注視座標を報告するためにそのような較正が任意選択である場合、この発明で使用することも任意選択である。

【0024】

較正要素250は、後述の較正処理に基づいて、報告された位置を補正することを目的とする1つ又は複数の誤差補正関数260を提供するように構成される。以下で使用される場合、「補正関数」という用語は、異なる形式を有する関数、又は同一の形式を有するが異なるパラメータを有する関数を含む。たとえば、補正関数は線形及び非線形関数を含むことができ、又はそれぞれ、共通のタイプの関数、たとえば線形関数($x' = a + b * x$)であるが潜在的に異なるパラメータ値(オフセットa及び傾きb)を有するものとすることができる。10

【0025】

補正要素270は、これらの誤差補正関数260の少なくとも1つを報告された位置に適用して補正された位置を生成するように構成され、補正された位置は、表示エリア220上の注視に基づく位置を用いて所与の機能を実施するアプリケーション280により使用することができる。

【0026】

図3に示されるように、ユーザが注視する表示エリア100はゾーン320に分割することができ、各ゾーン320は少なくとも1つの較正位置310を含む。較正位置310を用いて各ゾーン320を規定することができ、又はゾーン320を用いて較正位置310を規定することができる。一般的には、ゾーン320の数及び大きさは、正確性及び解像度の所望の程度、表示エリアの大きさ、並びに注視追跡デバイスの予想される正確性に依存する。20

【0027】

図3では、較正点310は各矩形ゾーン320の頂点である。以下でさらに詳述されるように、較正点及びゾーンの他の配置を使用することができる。たとえば、図3の較正点310を用いて、表示エリア100の代替的な分割を、較正点310のそれぞれを中心とする矩形ゾーンとすることができます。

【0028】

較正点310のパターンと、特に較正点及びゾーンの数とは、事前規定することができ、又はユーザ規定可能とすることができる。いくつかの実施形態では、特定のアプリケーション280の提供元が、所与の正確性及び解像度を指定することができ、較正要素350は、注視追跡デバイス210の特定の特性、ディスプレイ220の大きさ、及び/又は他の要因を前提としてこれらの要件を満足する較正点310の適切なパターンを選択するように構成することができる。30

【0029】

この発明の一実施形態では、図2の較正要素250は、たとえば、較正点310のそれぞれを順次照明するか、又はそれと同等に、較正点310を中心とするディスプレイのエリア、たとえば各較正点310を囲む図示された白い円を照明することによって、各較正点310を順次目立たせるように構成することができる。40

【0030】

照明は固定の持続時間とすることができます、その間に較正要素250は、表示エリア100上のユーザの注視の決定された座標(以下、注視点又は注視座標)を注視追跡デバイス210から受信する。較正要素250は、前に照明された較正点310からユーザが変化すると、次の較正点については最初に報告された座標を無視することができる。

【0031】

また、較正要素250は、照明された較正点についての注視点の記録が完了し、較正点が変化しつつあり、そして再び、新たに照明された較正点310に対応する報告された注視座標を記録し始めるときに、可聴信号を提供してもよい。

【0032】

10

20

30

40

50

代替的に、ユーザはマウスクリックなどのトリガを用いて、ユーザが照明された較正点を現在注視していることを較正要素 250 に通知することができ、較正要素 250 は報告された注視点の記録を開始することができる。

【0033】

いくつかの実施形態では、較正点の全てを照明することができ、ユーザは較正点のそれぞれを順次注視し、次いで較正点の全てが注視されたことを較正要素 250 に通知する。次いで、較正要素 250 は、クラスタリングなどの技法を用いて、記録された注視点を各較正点に関連付け、ユーザの注視がある較正点から次の較正点にシフトした間に記録された注視点である可能性の高い外れ値を無視することができる。

【0034】

以下でさらに詳述されるように、各較正点 310 における報告された注視座標を記録した後、較正要素 250 は、較正点ごとのこれらの報告された注視座標に対応する単一の測定された注視座標を決定することができ、この単一の測定された注視座標を対応する較正点の既知の座標と比較して、各較正点に関連する誤差要因を決定することができる。

【0035】

較正点ごとの注視座標の記録が開始されると、較正要素 250 は、注視追跡デバイス 210 からの所定数の報告された注視座標を記録することができる。或いは、較正要素 250 は、これらの報告された座標間の分散が、測定された注視座標の信頼できる決定が可能であることを示すまで、注視座標を記録し続けるように構成することができる。すなわち、たとえば、ユーザの注視が安定しており、報告された注視座標間の差がほとんどない場合には、少數の報告された注視座標が受信された後に記録を終了させることができる。他方、ユーザの注視が定まらないか或いは不安定であって、報告された注視座標間の差が比較的大きい場合、較正要素 250 は、より多數の報告された注視座標を記録し続けて、較正点についての単一の測定された注視座標を決定するためにより大きいサンプルサイズを提供することができる。

【0036】

いくつかの実施形態では、所定数のサンプル及び可変数のサンプルの組合せを使用することができる。たとえば、典型的なユーザは、表示エリア 100 の中心付近の較正点への安定した焦点を維持することができ、表示エリア 100 の周囲付近の較正点に焦点を合わせる能力が低い傾向があると決定することができ、較正要素 250 は、ディスプレイ 100 の中心付近の較正点において所定数のサンプルを収集し、ディスプレイ 100 の中心からの各較正点の距離が増加するにつれてより多い所定数のサンプルを収集するように構成することができる。

【0037】

図 4 は、ユーザが各較正位置 310a ~ 310d を注視したときの例示的な測定された注視位置のセット 410a ~ 410d を示す。各較正位置 410a ~ 410d についての個々の報告された注視点 401 が示されている。これらの注視点 401 はそれらの対応する較正位置 410a ~ 410d から決定可能な距離に位置しており、この距離は注視追跡デバイス 210 からの各報告された注視点 401 の誤差に対応する。較正要素 250 はこれらの注視点 401 を処理して、各対応する較正点 310a ~ 310d における単一の測定された注視位置 410a ~ 410d を決定する。一例示的実施形態では、各較正点 310a ~ 310d についての測定された注視位置 410a ~ 410d は、当技術分野では一般的な技法を用いて、較正点 310a ~ 310d に関連する各報告された注視位置 401 の誤差の二乗の総和を最小化する位置とすることができる。他の技法を用いて、各較正点に関連する注視位置の各セットに対応する単一の測定された注視位置を決定することができる。

【0038】

この例示的な報告された注視位置のセット 410a ~ 410d は、非一様かつ非線形の位置誤差のセット、又は測定された注視位置 410a ~ 410d と較正点 310a ~ 310d の真の位置との間のオフセット 420a ~ 420d を示す。特定のディスプレイ 22

0上の注視位置を報告するために特定のユーザ230により使用される特定の注視追跡デバイス210は、較正点310aのわずかに左であって実質的に上方であるオフセット420aと、較正点310bの実質的に左であって上方であるオフセット420bと、較正点310cの実質的に右であって下方であるオフセット420cと、較正点310dに関する無視できるオフセット420d（それ自体は図示せず）とを示す。

【0039】

これらのオフセットOa(x, y)420a、Ob(x, y)420b、Oc(x, y)420c、及びOd(x, y)420dのそれぞれは、各較正点310a～310dについてそれぞれ記録される。上記の処理は、N個の較正点のそれぞれに適用されて、N個の較正点のそれぞれに関連するオフセットO₁(x, y)、O₂(x, y)、…O_N(x, y)をもたらす。図3の例では、N=54(9×6)個の較正点がある。
10

【0040】

留意すべき重要なことは、図3の各ゾーン320が較正点310の異なるセットに関連付けられており、したがって異なる較正オフセット値のセットに関連付けられていることである。以下でさらに詳述されるように、所与のゾーンに関連付けられた特定の較正オフセット値のセットは、注視追跡デバイス210からのその後報告される注視座標に適用される特定の補正関数のパラメータを規定する。

【0041】

各較正点310の位置及びその対応するオフセット値は、注視補正要素270に提供することができる。代替的に、特に注視較正要素250及び補正要素270が共通のモジュール内にある場合、注視補正要素270は、注視較正要素250への呼び出しを介して、又はこのデータ260を記憶するために較正要素250により使用される同一のメモリへのアクセスを介して、このデータ260にアクセスするように構成することができる。
20

【0042】

図5は、ゾーン320に関連付けられた各較正点310a～dに関連する誤差（オフセット）420a～dに基づいた報告された注視位置510の例示的な補正を示す。この例では、較正点310a～dは、矩形ゾーン320の4つの頂点を規定する。報告された注視位置510が注視補正要素270により受信されると、注視補正要素270は、注視位置510が存在するゾーンを決定し、次いでそのゾーンに関連付けられた較正点の位置及びそれらの対応するオフセットを用いて、注視位置510に適用すべき適切な補正オフセットを決定することによって、補正された注視位置520を提供する。
30

【0043】

注視位置510は較正点310aに最も近く、較正点310dから最も遠いので、注視位置510に適用して補正された位置530を生成することが可能な補正520は、較正点310aに関連するオフセット420aによってより強く影響され得る。同様に、注視位置510は、下側の較正点のペア310c、310dよりも上側の較正点のペア310a～310bに近く、注視位置510の垂直補正是、上側の較正点のペア310a、310bに関連するオフセット420a、420bによってより強く影響され得る。

【0044】

任意数の技法、たとえば多変量補間などを用いて、較正オフセット420a～420d（この例でのオフセット420dは無視でき、それ自体は図示されていない）のそれぞれの影響を反映する補正オフセット520を、較正点310a～310dに対する注視位置510の位置に基づいて決定することができる。
40

【0045】

一例示的実施形態では、多変量補間は「距離加重」に基づいており、補正オフセットは注視点510と較正点310a～310bのそれぞれとの間の距離540a～540dに基づいており、距離は、各較正点310a～310dのオフセット420a～420dが決定された補正オフセット520に及ぼし得る影響を示す重みを規定し、より小さい重みがより離れた較正点に与えられる。

【0046】

P_g を注視点 510 とし、 C_a 、 C_b 、 C_c 、及び C_d は較正点 310a ~ 310d を表し、 D_a 、 D_b 、 D_c 、及び D_d は、対角線上に位置する較正点の間の対角線距離（すなわち、 C_a と C_d の間、又は C_b と C_c の間の距離）により正規化された距離 540a ~ d を表す。 O_a 、 O_b 、 O_c 、及び O_d は、オフセット 420a ~ 420d を表すものとする。各オフセット O_a 、 O_b 、 O_c 、及び O_d の重みは、それぞれ ($1 - D_a$)、($1 - D_b$)、($1 - D_c$)、及び ($1 - D_d$) と規定することができる。

【0047】

注視点 P_g 510 に適用可能なオフセット O_p 520 は、

$$O_p = (1 - D_a) * O_a + (1 - D_b) * O_b + (1 - D_c) * O_c + (1 - D_d) * O_d$$

と規定することができる。

【0048】

この技法の利点は、適切な正規化が適用されている（重みの総和が 1.0 に等しい）場合に、任意に位置付けられた較正点のセットに適用できることである。同様に、この技法は、図 3 で使用された 4つよりも多い又は少ない較正点によって規定されるゾーンに適用することができる。いくつかの実施形態では、ゾーンは、ゾーン内並びにゾーンの外周上の較正点を含み、たとえば、ゾーンは 3×3 の較正点の配置であって、中央の較正点及びその外周に沿った 8 つの較正点を有するものを含むことができる。

【0049】

他の一般的な多変量補間技法は双線形補間であり、線形補間を各辺 550a、550b に沿って適用して注視点 510 の第 1 のオフセットを決定し、次いで第 1 のオフセットの値を用いて各辺 555a、555b に沿って適用して第 2 のオフセットを決定する。この第 2 のオフセットは、注視位置 510 に適用して補正されたオフセット 530 を生成することが可能な補正オフセット 520 である。補間処理は逆順で適用することもでき、すなわち、辺 555a、555b に沿って補間して第 1 のオフセットを生成し、次いで第 1 のオフセットの値を用いて辺 550a、550b に沿って補間して同じ補正オフセットを実現することができる。この結果は上記の距離補間に類似しているが、重みが、ゾーン 320 の幅 D_H 580 及び高さ D_V 585 の積 ($D_H * D_V$) で正規化された注視位置 510 から各較正点 310a ~ 310dまでの水平距離 D_h 560、565 及び垂直距離 D_v 570、575 の積 ($D_h * D_v$) に基づく点で異なる。この技法は、注視点 510 から各較正点 310a ~ 310d までのベクトル距離を明示的に決定する必要性を回避する。

【0050】

当技術分野で一般的な他の多変量補間技法を使用することができ、これには、Barnes 補間、双三次補間、逆距離加重、自然近傍補間などが含まれる。

【0051】

当業者であれば、較正点の配置の外周内にない点について補間を実施できることを理解するであろう。たとえば、較正点の範囲外のエリア 390 は、これらのエリア 390 に隣接するゾーン 320' に含まれるものとみなすことができる。

【0052】

他の例示的実施形態では、機械学習技法を用いて、各ゾーン内の補正オフセットを、そのゾーンに関連付けられた較正点のセットに基づいて決定することができる。たとえば、ゾーンについての人工ニューラルネットワークを、ゾーン 320 に関連付けられた較正点 310a ~ 310d のそれについて収集された報告された注視点 401 を用いて訓練することができる。ニューラルネットワークを訓練した後、注視追跡デバイス 210 からの引き続き報告された注視位置 510 が受信され、報告された注視位置 510 に対応するゾーン 320 が決定され、このゾーン 320 について訓練されたニューラルネットワークに、報告された注視位置 510 が入力として提供され、ニューラルネットワークの出力は補正された注視座標 530 となる。

【0053】

所望の正確性及び精度に応じて、より複雑又はより複雑でない技法を用いて、補正され

10

20

30

30

40

50

た座標を提供することができる。たとえば、簡単な実施形態では、補正オフセットは、単に最も近い較正点のオフセットとすることができます（「最近傍」補間）。そのような実施形態では、較正点を中心とする矩形ゾーンが形成され、注視点 510 のゾーンを決定することによって、注視位置 510 に適用されるオフセット 420 が決定される。この技法は、ボタンを注視することによって選択可能な特別に配置されたボタンを有するアプリケーション 280 に特に良く適している。ゾーンは個々のボタンに対応し、較正点は各ボタンの中心となり、異なる大きさのボタンは異なる大きさのゾーンを生成する。いくつかの実施形態では、注視補正要素 270 は、補正された注視点 520 が 2 つの隣接するボタンの間の境界に近い場合に、アプリケーション 280 に「警告」を提供して、各ボタンの外周付近に「ガードゾーン」を設けることもできる。

10

【0054】

図 6 は、較正点に対するオフセットを決定するための例示的な流れ図を示す。

【0055】

610において、較正点のパターンが決定される。較正点の数及び配置は、上述のように、補正された注視点を受信するターゲットアプリケーションの要件に依存し得る。

【0056】

ループ 620 ~ 630 は較正点ごとに実行される。622において、較正点が照明され、ユーザは各照明された点を注視するように指示されている。624において、注視追跡デバイスは、ユーザが注視しているディスプレイ上の点に対応する注視点を提供する。上記で詳述されたように、いくつかのこれらの注視点が記録され、照明が停止し 626、630において次の較正点について処理が反復される。

20

【0057】

注視点が較正点ごとに収集された後、各較正点のこれらの注視点がループ 640 ~ 650において処理されて、較正点ごとに較正オフセットが決定される。

【0058】

642において、較正点に対応する各記録された注視点に関連する注視誤差が、記録された注視点と較正点の位置との間の距離に基づいて決定される。

【0059】

644において、較正点についての記録された注視点の複合体に対応する測定された点が、決定された誤差に基づいて決定される。上記のように、この測定された点は、各注視点の二乗誤差の総和を最小化する位置とすることができるが、他の技法を適用して測定された点を決定することができる。

30

【0060】

646において、較正点からの測定された点のオフセットが、この較正点に関連するオフセットとして決定及び記憶され、較正点のそれぞれに対するオフセットが決定されるまで処理が反復される 650。

【0061】

当業者であれば、2つのループ 220 ~ 230 及び 240 ~ 250 を 1 つのループ 220 ~ 250 に結合し、その中で、較正点に関連するオフセットが決定された後に次の較正点が照明されるようにすることを理解するであろう。

40

【0062】

図 7 は、図 6 の較正処理が完了した後に注視追跡デバイスにより提供される注視点を補正するための例示的な流れ図を示す。

【0063】

710において、いくつかの異なる較正データのセットが注視補正要素によりアクセス可能であると仮定すると、処理は、ユーザ、注視追跡デバイス、及びディスプレイを識別して、この構成に対応する較正データにアクセスすることができる。所与の注視追跡デバイス及びディスプレイ（又はその等価物）を用いてユーザの注視が較正されていない場合、注視補正要素を使用する前にこの較正を実施するようにユーザに指示することができる。

50

【 0 0 6 4 】

720において、ユーザの現在の注視点が注視追跡デバイスから受信され、730において、現在の注視点が位置するゾーンが特定される。留意すべき重要なことは、補正要素が、較正処理で使用された想定されたゾーンとは異なるゾーンを規定できることである。すなわち、較正点は表示エリアの特定の分割を与えるように配置され得るが、その分割は、補正要素が選択可能な分割とは独立している。

【 0 0 6 5 】

740において、注視点の決定されたゾーンに関する各較正点の位置及びオフセットが取得される。上記のように、注視較正要素は、位置及びオフセットを注視補正要素によりアクセス可能なメモリに記憶することができ、又はこの情報を、注視補正要素からの要求に応答して提供することができる。10

【 0 0 6 6 】

750において、注視点に適用される補正オフセットが決定される。上記のように、様々な技法のいずれかを適用して、このオフセットをゾーンの較正点に関連するオフセットに基づいて決定することができる。

【 0 0 6 7 】

いくつかの実施形態では、注視補正要素は、複数の補正技法を含むように構成し、典型的には補正された注視点を使用するアプリケーションのニーズに応じた特定の補正技法の選択を可能にするように構成することができる。上記のように、注視されているディスプレイ上の「ボタン」を決定するだけでよいアプリケーションは、「最近傍」補間によって対処される。また、補正技法の選択は較正点のパターンに依存してもよく、その理由は、補正技法の中には、その技法により使用される点の配置に制約を加えるものがあるためである。いくつかの実施形態では、注視補正要素は、較正点の所与のパターンに基づいて「デフォルト」の補正技法を選択するように構成することができ、これは特に所与のパターンのために利用可能な「より良い」（より高速、より正確などの）技法が存在する場合である。20

【 0 0 6 8 】

上記のように、機械学習要素は、オフセットを特定する中間ステップなしで、補正された座標を生成するように訓練することができる。しかしながら、処理はオフセットを効果的に決定して、入力注視点を所与の量だけ注視点からオフセットされた補正された注視点に変換するようにする。30

【 0 0 6 9 】

760において、決定されたオフセットが入力注視点に適用され、770において、補正された注視点がアプリケーションに伝達される。補正要素が補正された注視点をアプリケーションに継続的又はほぼ継続的に送信する「プッシュ」技法、及びアプリケーションが補正された注視点を要求し補正要素がこれを提供する「プル」技法として一般的に区別される様々な技法のいずれかを用いて、補正された注視点をアプリケーションに伝達することができる。いくつかの実施形態では、補正要素は、1つ又は複数のメモリ位置を継続的に更新するように構成することができ（たとえば、環状バッファ）、アプリケーションは、最も直近の補正された注視点を必要とする度に、このメモリにアクセスするように構成される。40

【 0 0 7 0 】

上記のように、局所化された平滑化関数を適用して、ユーザの注視点の決定に関連するノイズを軽減することができる。そのようなノイズは、ユーザが所与のターゲットを注視するときの、ユーザの注視の実際の変化である場合があり、又はユーザの注視を検出するために使用されるセンサに関連するノイズ、若しくは他の要因である場合もある。この発明のいくつかの実施形態では、ノイズ較正処理を適用して、複数のノイズゾーンのそれについて報告された注視点のシーケンスを最良に平滑化する関数を決定する。続いて、ユーザが特定のノイズ較正ゾーン内を注視しているときに、この関数が報告された注視点のシーケンスに適用される。50

【0071】

一例示的実施形態では、ノイズ較正要素は図2の注視較正要素250に含まれ、ノイズ平滑化要素は注視補正要素270に含まれる。以下で詳述される例示的実施形態では、これらのノイズ要素のそれぞれは、注視補正要素内のオフセット補正要素から誤差補正された注視点を受信し、アプリケーション280に提供される注視補正要素270の出力は、平滑化された誤差補正された注視点である。他の構成は、この開示を鑑みれば当業者には明白であろう。

【0072】

図8は、ノイズ較正ゾーンについてのノイズ平滑化関数を決定するための例示的な流れ図を示す。

10

【0073】

810において、ノイズ較正ゾーンが、対応するノイズ較正点と共に規定される。これらのノイズ較正ゾーン及びノイズ較正点は、誤差補正ゾーン320及び較正点310に対応してもよく、異なってもよい。たとえば、ノイズ較正ゾーンは、他のノイズ較正ゾーンに囲まれたディスプレイの中心エリアを含むことができ、たとえば、 $N \times N$ のノイズ較正ゾーンのセットにより与えられるものであり、ここでNは奇数である。

【0074】

ノイズ較正点を誤差補正較正点310と同じものにして、別個のノイズ較正運動を行う必要性を回避することができる。ノイズ較正ゾーンは、誤差補正較正点310の1つのみ、たとえば規定されたノイズ較正ゾーンの中心付近の較正点310などに関連付けることができ、若しくはそのゾーン内の誤差補正較正点310の全てに関連付けることができ、又は任意の他の有意義な選択とすることができます。

20

【0075】

820において、平滑化関数の形式が規定される。従来の平滑化関数は、過去のM個の報告された注視点の加重平均を使用することが多く、重みは、より直近に報告された注視点ほど高く、古い点ほど低い。M及び使用される特定の重みの選択は、フィルタリング/平滑化関数の形状を規定する。Mの値が大きいと、平滑化された注視点を提供する際にラグが導入され、その理由は、平滑化された注視点が提供され得る前に、M個の注視点の全てが収集される必要があるためである。重みの「傾き」はユーザが注視点を変更したときのシステムの応答性を決定する。より古い注視点が大きい重みを有する場合、平滑化された注視点は、新たな注視点と古い注視点との間のどこかに配置され、ユーザが新たな注視点を注視している間にM個の点全てが収集されたときに、新たな注視点に「追いつく」。

30

【0076】

一例示的実施形態では、平滑化関数の形式は加重平均とすることができます、以前の注視点のそれぞれに適用される重み(係数)は、ノイズ較正ゾーンごとに個別に決定することができる。他の実施形態では、平滑化関数は、較正注視点を平滑化された注視点に最も一致させるように曲線適合される多項式とすることができる。較正注視点を決定された平滑化された注視点に最も一致させる関数のパラメータを決定する他の手段は、当業者には明白であろう。

【0077】

40

特に留意されたいのは、以下でさらに詳述されるように、平滑化関数が人工ニューラルネットワークなどの機械学習要素において具現化できることである。

【0078】

ループ830～840はノイズ較正ゾーンごとに平滑化関数を決定し、この例示的実施形態では、平滑化関数の形式は各ゾーン内で同一であり、課題は、各ノイズ平滑化ゾーン内の関数の特定の係数を発見することである。他の実施形態では、異なる形式の平滑化関数を、異なるノイズ平滑化ゾーンに対して規定することができる。

【0079】

各ゾーンに関連付けられた誤差補正較正点の全てがループ832～838で処理されて、835において、結果の各平滑化された注視点を較正点に最も適合させる平滑化関数の

50

係数（又は他のパラメータ）が決定される。そのような最も適合する係数のセットを規定するために、最小二乗誤差総和の技法が一般的に使用されている。一例示的実施形態では、誤差補正要素からの補正された注視点を用いて、ディスプレイ上での各較正点の位置に対する平滑化された注視点の誤差を決定する。

【0080】

機械学習要素が使用される場合、M個の誤差補正された点が訓練段階中の機械学習要素への入力として与えられ、対応する誤差補正較正点の位置が所望の／正しい出力となる。M個の誤差補正された点の各セットが所与のノイズ較正ゾーンに対して提供されると、機械学習要素はその内部パラメータ（たとえば、ニューラルネットワーク内のノードに関する重み）を調整して、所望の／正しい出力に最も一致する出力を提供するようする。

10

【0081】

850において、ノイズ較正ゾーンごとのノイズ平滑化係数、又は訓練された機械学習要素が、補正された注視点を平滑化する注視補正システム内の要素に提供される。各誤差補正ゾーンに対して提供されるオフセットと同様に、これらのノイズ較正パラメータのノイズ平滑化要素への伝達は、これらのパラメータを明示的に伝送することによって、又はこれらのパラメータをノイズ平滑化要素がアクセス可能なメモリに記憶することによって実現することができる。

【0082】

この発明の他の例示的実施形態では、Mの値はノイズ較正ゾーンごとに動的に決定することができる。すなわち、たとえば、特定のノイズ較正ゾーンについての平滑化関数は、最初は低いMの値、たとえば3などを有するものと規定することができる。平滑化関数の最も適合するパラメータは、この特定のノイズ較正ゾーン内の関連付けられた較正点について利用可能な補正された注視点の全てに対してこの低いMの値を用いることによって決定することができ、又は機械学習要素は、M個の補正された注視点を入力として用いて訓練することができ、各平滑化された注視点とその対応する較正点との差の分散を決定することができる。分散が所与の閾値未満である場合、このMの値を、この特定のゾーンに関連付けられた平滑化関数に使用することができる。分散がこの閾値を超える場合、Mの値を増加させ、決定された分散が閾値未満となるか又はMの最大値に達するまで、処理を反復させる。このように、たとえば、表示エリアの周囲よりも少ない平滑化点を表示エリアの中心で必要とすることによって、ディスプレイの中心付近を注視した場合に、より迅速な応答時間を提供することができる。

20

【0083】

図9は、上述のノイズ平滑化関数に基づいて補正された注視座標を平滑化するための例示的な流れ図を示す。

【0084】

この例示的実施形態では、平滑化関数は、910におけるM個の補正された注視点の受信に基づいて規定され、ここでMは全てのノイズ較正ゾーンで同一であり、Mが特定のノイズ較正ゾーンに基づいて変化する場合、ステップ910及び920の順序は逆にすることができる。

30

【0085】

920において、ノイズ較正ゾーンは、典型的には最も直近に受信された補正された注視点に基づいて決定される。930において、このノイズ較正ゾーンについての決定されたノイズ平滑化パラメータにアクセスされ、940において、これらのパラメータを有する平滑化関数、又はこのゾーンについての訓練された機械学習要素が、M個の最も直近の補正された注視点に適用される。

40

【0086】

次いで、950において、平滑化された補正された注視点が、明示的な通信又は共通メモリへのアクセスを介してアプリケーションに伝達される。

【0087】

本発明について図面及び前述の説明において詳細に図示し、説明したが、そのような図

50

示及び説明は説明的又は例示的であって限定的ではないとみなされるべきであり、本発明は開示された実施形態に限定されない。

【0088】

たとえば、対称性の直線的な配置の較正点が図3～図5に図示されているが、当業者であれば、他の配置が実現可能な実施形態において本発明を動作させることができることを認識するであろう。たとえば、較正点は、ディスプレイの外周に向けて密度を高くし、ディスプレイの中心付近で密度を低くすることができる。いくつかの実施形態では、較正点は、規則的なパターン（等しい大きさのゾーン）若しくは半規則的なパターン（規則的なパターンで配置された不均等な大きさのゾーンのグループ）で配置された「タイル状の」三角形又は他のポリゴンの頂点とすることができる。いくつかの実施形態では、較正点のパターンは、2つの変数における全次多項式補間に最適であることが知られている「Padua点」に対応することができる。10

【0089】

同様に、これらの例は較正点が選択的に「照明」されるべきであることを示しているが、当業者であれば、様々な技法のいずれかを用いて較正処理中にユーザが注視すべき較正点を目立たせることを認識するであろう。たとえば、ディスプレイの背景を白にすることができ、較正点がオフにされて、黒い点が生成される。同様に、較正点の形状によって、ユーザが注視すべき較正点を目立たせることができる。

【0090】

同様に、アプリケーションでの動作前に適用される特定の較正処理が開示されているが、当業者であれば、アプリケーションが使用された後に動的な較正処理を適用できることを認識するであろう。たとえば、アプリケーションは、ユーザがディスプレイ上の特定の「ボタン」を選択したときを示すフィードバックを提供することができ、選択されたボタンがユーザが選択しようとしたボタンであったという理解の下でアプリケーションを続行する。動的な較正処理は、選択されたボタンの座標を較正位置と解釈し、次いで、このボタン選択と同時にいくつかの報告された注視位置を検索して、オフセット補正及び／又はノイズ平滑化パラメータを決定及び／又は精緻化する。20

【0091】

開示された実施形態に対する他の変形は、図面、開示及び添付の特許請求の範囲を研究することから、特許請求された発明を実施する際に、当業者により理解され達成され得る。特許請求の範囲において、「備える」という単語は他の要素又はステップを排除するものではなく、不定冠詞「a」又は「a n」は複数を排除するものではない。単一のプロセッサ又は他のユニットは、特許請求の範囲に列挙されたいくつかの項目の機能を果たすことができる。特定の方策が相異なる従属請求項に列挙されているという单なる事実は、これらの方策の組合せが有利に使用できないことを示すものではない。コンピュータプログラムは、他のハードウェアと一緒に又はその一部として供給される光記憶媒体又は固体媒体などの適切な媒体上に記憶／配布することができるが、インターネット又は他の有線若しくは無線の電気通信システムを介するなど、他の形態で配布することもできる。特許請求の範囲におけるいかなる参照符号も、その範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。30

【図1】

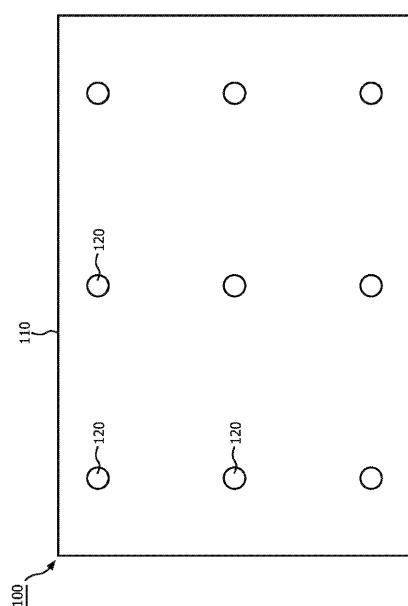


FIG. 1

【 図 2 】

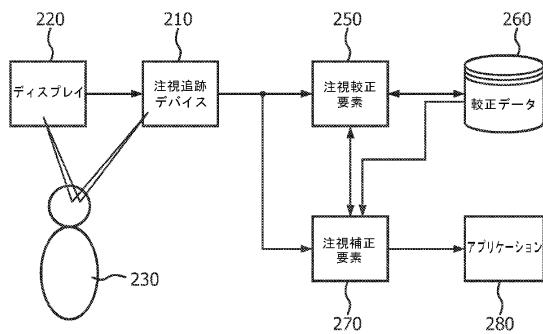


図 2

【図3】

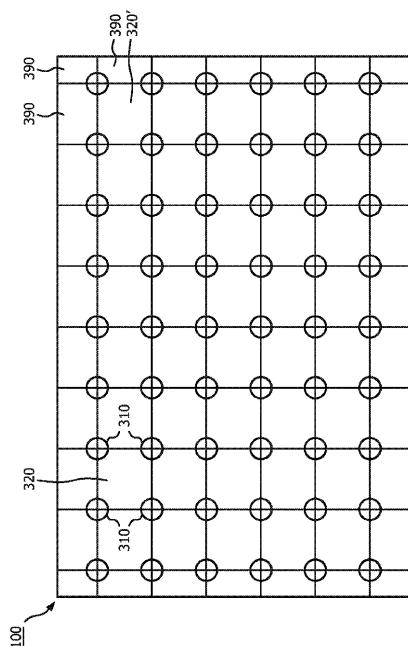


FIG. 3

【図4】

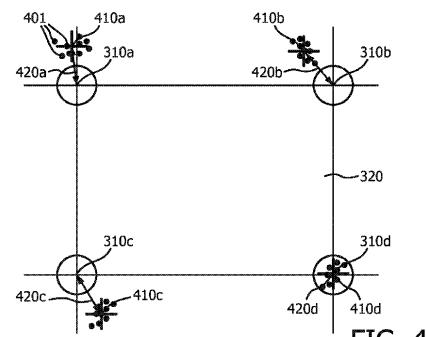


FIG. 4

【図5】

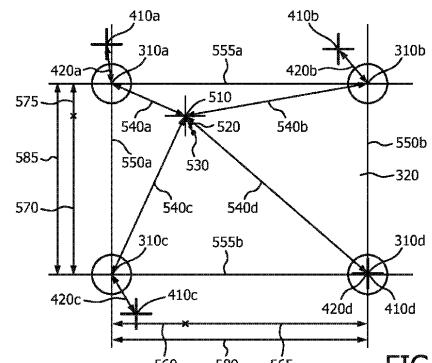


FIG. 5

【図6】

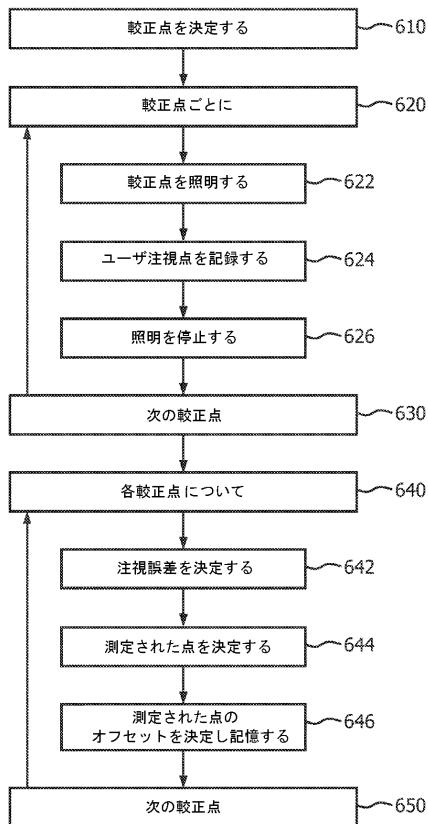


図6

【図8】

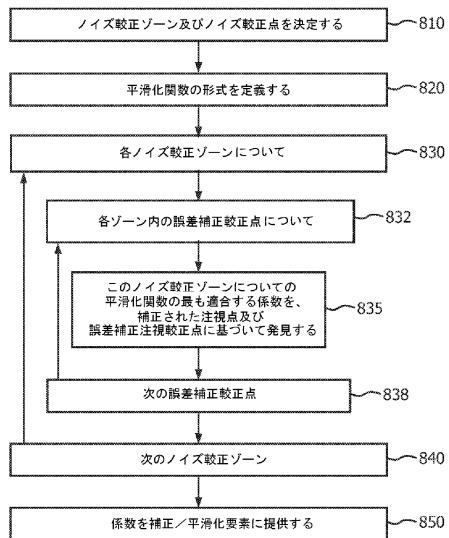


図8

【図7】

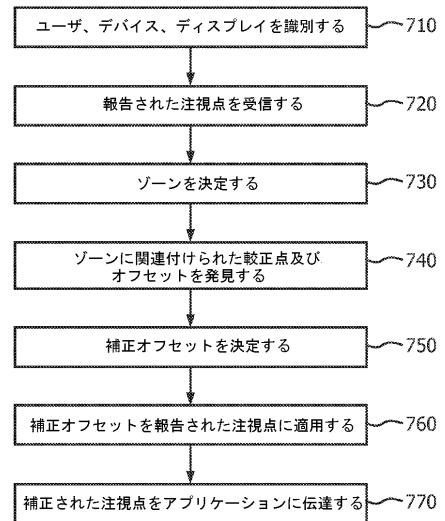


図7

【図9】

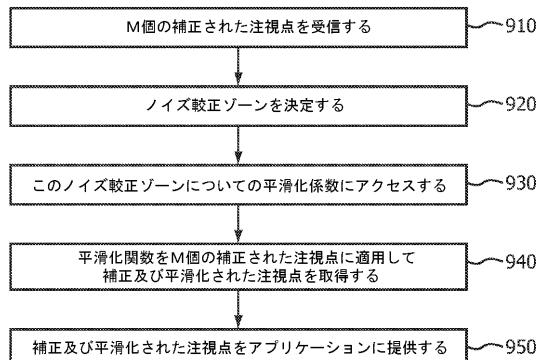


図9

フロントページの続き

(72)発明者 ル コンクオ

オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5

(72)発明者 チエン ユエーチェン

オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5

審査官 後藤 順也

(56)参考文献 特開2014-039787(JP,A)

米国特許出願公開第2012/0106793(US,A1)

特開2015-152938(JP,A)

特開2014-052758(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 3 / 00 - 3 / 18