

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6680207号
(P6680207)

(45) 発行日 令和2年4月15日(2020.4.15)

(24) 登録日 令和2年3月24日(2020.3.24)

(51) Int. Cl.	F I	
G06F 3/0346 (2013.01)	G06F 3/0346	4 2 3
H04N 5/225 (2006.01)	H04N 5/225	8 0 0
G06T 7/55 (2017.01)	G06T 7/55	
G06T 7/00 (2017.01)	G06T 7/00	C
G06T 1/00 (2006.01)	G06T 1/00	3 1 5
請求項の数 9 (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-531333 (P2016-531333)	(73) 特許権者	000003193 凸版印刷株式会社 東京都台東区台東1丁目5番1号
(86) (22) 出願日	平成27年6月26日(2015.6.26)	(74) 代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/068522	(74) 代理人	100139686 弁理士 鈴木 史朗
(87) 国際公開番号	W02016/002656	(74) 代理人	100169764 弁理士 清水 雄一郎
(87) 国際公開日	平成28年1月7日(2016.1.7)	(74) 代理人	100147267 弁理士 大槻 真紀子
審査請求日	平成30年5月18日(2018.5.18)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(31) 優先権主張番号	特願2014-133919 (P2014-133919)	(74) 代理人	100108578 弁理士 高橋 詔男
(32) 優先日	平成26年6月30日(2014.6.30)		
(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】 視線計測システム、視線計測方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

観察対象が陳列された陳列空間を移動する観察者に装着可能であり、当該観察者の前方の視野画像を撮像する利用者撮像部と、

前記観察者に装着可能であり、前記視野画像における座標系における前記観察者の視線の方向を示す視線計測データを取得する利用者視線計測部と、

前記観察対象を含む前記陳列空間の3次元形状データと、前記視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求める視線計測装置と、

前記利用者撮像部によって撮像された前記視野画像と、前記利用者撮像部とは異なる撮像装置で前記陳列空間を異なる方向から撮像して得られた複数の多視点撮像画像とにより、前記3次元形状データを再構成し、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める3次元空間再構成部と

を備える視線計測システム。

【請求項2】

観察対象が陳列された陳列空間を移動する観察者に装着可能であり、当該観察者の前方の視野画像を撮像する利用者撮像部と、

前記観察者に装着可能であり、前記視野画像における座標系における前記観察者の視線の方向を示す視線計測データを取得する利用者視線計測部と、

前記観察対象を含む前記陳列空間の3次元形状データと、前記視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求める視線計測装置と、

前記利用者撮像部によって撮像された前記視野画像と、前記3次元形状データとにより、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める3次元空間再構成部と

を備える視線計測システム。

【請求項3】

前記視線計測装置は、前記視線計測装置が求めた前記注視箇所を前記陳列空間における任意の多視点撮像画像上に配置する

請求項1または請求項2に記載の視線計測システム。

【請求項4】

前記視線計測装置は、前記視線計測装置が求めた前記注視箇所を、前記3次元形状データから生成した描写画像上に配置する

請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の視線計測システム。

【請求項5】

前記視線計測装置は、前記視線計測データの示す前記観察者の視線方向が予め設定した時間において同一方向を向いている場合、当該視線方向と交差する前記3次元形状データ上の位置を前記注視箇所とする

請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の視線計測システム。

【請求項6】

観察対象が陳列された陳列空間を移動する観察者に装着された利用者撮像部により、当該観察者の前方の視野画像を撮像する過程と、

前記視野画像における座標系における前記観察者の視線の方向を示す視線計測データを取得する過程と、

前記観察対象を含む前記陳列空間の3次元形状データと、前記視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求める過程と、

前記利用者撮像部によって撮像された前記視野画像と、前記利用者撮像部とは異なる撮像装置で前記陳列空間を異なる方向から撮像して得られた複数の多視点撮像画像とにより、前記3次元形状データを再構成し、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める過程と

を含む視線計測方法。

【請求項7】

観察対象が陳列された陳列空間を移動する観察者に装着された利用者撮像部により、当該観察者の前方の視野画像を撮像する過程と、

前記視野画像における座標系における前記観察者の視線の方向を示す視線計測データを取得する過程と、

前記観察対象を含む前記陳列空間の3次元形状データと、前記視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求める過程と、

前記利用者撮像部によって撮像された前記視野画像と、前記3次元形状データとにより、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める過程と

を含む視線計測方法。

【請求項8】

コンピュータを、

観察対象が陳列された陳列空間の3次元形状データと、前記陳列空間を移動する観察者

10

20

30

40

50

に装着された利用者撮像部により撮像された当該観察者の前方の視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記観察者に装着された利用者視線計測部が取得した前記観察者の視線の方向を示す視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求め、前記視野画像と、前記利用者撮像部とは異なる撮像装置で前記陳列空間を異なる方向から撮像して得られた複数の多視点撮像画像とにより、前記3次元形状データを再構成し、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める視線計測手段

として機能させるプログラム。

【請求項9】

コンピュータを、

観察対象が陳列された陳列空間の3次元形状データと、前記陳列空間を移動する観察者に装着された利用者撮像部により撮像された当該観察者の前方の視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記観察者に装着された利用者視線計測部が取得した前記観察者の視線の方向を示す視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求め、前記利用者撮像部によって撮像された前記視野画像と、前記3次元形状データとにより、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める視線計測手段

として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、観察者の視線方向を計測する視線計測システム、視線計測方法、及びプログラムに関する。

本願は、2014年6月30日に日本に出願された特願2014-133919号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

店舗や展示場などにおいて、様々な観察対象が棚や台に陳列されている陳列空間の中を、移動しながら観察する際における観察者の視線方向を検出する装置として視線計測装置が知られている。この視線計測装置は、観察者の視線方向を検出する視線計測機能と、観察者の前方の物体を撮影する視野ビデオカメラとが一体化されて構成され、観察者の頭部に装着される装着型視線計測装置として実用化されている（例えば、特許文献1、特許文献2参照）。例えば、装着型視線計測装置の場合、視線計測機能から得られる視線計測データは、観察者の頭部に対して固定された視点座標系での視線の方向を示している。

この場合、視線計測と同時に、視点座標系に対して固定された視野ビデオカメラによって、観察者の視点前方の物体を撮影し、撮影によって捉えた視野ビデオ画像を得る。このとき、視線計測データが示す視線方向と、視野ビデオ画像の画素座標は一義的に対応する。

【0003】

この装着型視線計測装置を用いて、視点座標系においての視線計測データが指し示す観察対象の位置を視野ビデオ画像上に表示させることが可能となる。これにより、計測者は、視野ビデオ画像上に表示された観察対象の位置により、観察者が注視する注視箇所を特定することができる。

このような視線計測装置及び解析用ソフトウェアとしては、例えば、株式会社ナックイメージテクノロジー社のアイマークレコーダEMR-9（登録商標）、アイマークアプリケーションソフトウェアEMR-d Target（登録商標）のそれぞれが販売されている。

また、視線計測機能と、測定空間内での観察者の頭部の位置や方向を計測する3次元セ

10

20

30

40

50

ンサーとを組み合わせることにより、視線計測データが指し示す測定空間内において観察者が注視する注視箇所を特定する方法も考案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】日本国特開平06-189906号公報

【特許文献2】日本国特開2012-146199号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

店舗や展示場などの観察対象に対する陳列空間での視線計測を行う事例においては、観察者が注視する注視箇所の集計結果が画像上に示される。例えば、店舗において観察対象が陳列してある陳列棚の正面写真の画像や、展示場における観察対象の配置を示す平面図などに、観察者が注視した注視頻度や観察者の移動経路などがプロットされる。

しかしながら、視野ビデオカメラと視線計測機能とを組み合わせた上述した方式においては、視線計測データと視野ビデオ画像とから陳列空間における観察者が注視する注視箇所を特定する処理は、計測者の判断によって行われる。このため、計測者は人為的作業によって、多数の視線計測データが指し示す注視箇所（観察者が注視する注視箇所）を特定して上記正面写真の画像上に注視箇所をプロットしたり、集計可能な注視箇所に対する数値データを作成したりする必要があり、計測者の負荷が大きくなる。

【0006】

特許文献1に開示された方法では、店舗や展示場などのような広い場所において、観察者の視線計測を、3次元磁気センサーを用いて行う場合、単一の磁気発生源では磁場の強度の問題により、観察者の全ての移動範囲を包含することができない。特許文献1の方法を店舗や展示場などの広い場所にて適用させるためには、広さに応じて複数の磁場発生源の各々を、観察者の移動範囲を包含できる位置に配設する必要がある。この磁気発生源の増設に関しては、装置費用や作業負荷が増大するだけでなく、多数の陳列物のある陳列空間において、上記磁気発生源を物理的な制約により適切な位置に配置できない場合もある。

また、元来は、陳列空間における存在しないはずの機器、すなわち、磁気発生源が複数の位置に設置されることによって、視覚的あるいは物理的影響が観察者に作用し、観察者の判断や観察行動が変化してしまう恐れがある。

【0007】

特許文献1に示された3次元磁気センサーに代えて、AR (Augmented Reality) マーカーを用いる方法がある。しかしながら、多数のARマーカーを設置する作業の負荷に加え、多数の陳列された対象物のある陳列空間においては、物理的な制約によって適切な位置にARマーカーを配置できない場合もある。また、磁気発生源の場合と同様に、元来は陳列空間に存在しないはずのARマーカーが設置されることによって、視覚的あるいは物理的な影響が観察者に作用しにより、観察者の判断や観察行動が変化してしまう恐れがある。

【0008】

また、特許文献2に開示された方法では、陳列空間がカメラで撮像して得られた単一の二次元画像で表され、視野ビデオカメラの映像を二次元的な特徴点マッチングの手法を用いて陳列空間にマッピングしている。

しかしながら、複数の陳列棚に立体的に観察対象（例えば、商品）が配置された店舗空間のように、複雑な3次元構造を持つ陳列空間において観察者が移動する場合、以下の問題がある。

陳列空間における観察者の位置や移動方向によっては、視野ビデオカメラ内の特徴点の二次元的な位置関係、あるいは、オクルージョンとなる位置が変化したり、単一の二次元画像では観察者の視野を再現できなかつたり等の状況が生じる。このため、カメラで撮像

10

20

30

40

50

して得られた単一の二次元画像と、視野ビデオカメラの映像との二次元画像間における特徴点マッチングでは、観察者が注視する注視箇所を高い精度によって計測することができない。

【0009】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたもので、陳列空間に注視箇所を求めるための新たな設置物を追加することなく、また、観察対象が配置された陳列空間が複雑な3次元形状を有する場合においても、計測者に負荷を与えることが無く、かつ多数の視線計測データの集計を効率的に行うことができる視線計測システム、視線計測方法、及びプログラムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述した課題を解決するために、本発明の第一態様に係る視線計測システムは、観察対象が陳列された陳列空間を移動する観察者に装着可能であり、当該観察者の前方の視野画像を撮像する利用者撮像部と、前記観察者に装着可能であり、前記視野画像における座標系における前記観察者の視線の方向を示す視線計測データを取得する利用者視線計測部と、前記観察対象を含む前記陳列空間の3次元形状データと、前記視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求める視線計測装置と、前記利用者撮像部によって撮像された前記視野画像と、前記利用者撮像部とは異なる撮像装置で前記陳列空間を異なる方向から撮像して得られた複数の多視点撮像画像とにより、前記3次元形状データを再構成し、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める3次元空間再構成部とを備える。

本発明の第一態様に係る視線計測システムは、観察対象が陳列された陳列空間を移動する観察者に装着可能であり、当該観察者の前方の視野画像を撮像する利用者撮像部と、前記観察者に装着可能であり、前記視野画像における座標系における前記観察者の視線の方向を示す視線計測データを取得する利用者視線計測部と、前記観察対象を含む前記陳列空間の3次元形状データと、前記視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求める視線計測装置と、前記利用者撮像部によって撮像された前記視野画像と、前記3次元形状データとにより、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める3次元空間再構成部とを備える。

【0011】

本発明の第一態様に係る視線計測システムにおいては、前記陳列空間に含まれる構造物に関する設計データや前記陳列空間に含まれる構造物を実際に測定することによって得られた実測データに基づき、3次元形状データを再構成する3次元空間再構成部を有してもよい。

【0013】

本発明の第一態様に係る視線計測システムにおいては、前記視線計測装置は、前記視線計測装置が求めた前記注視箇所を、前記3次元形状データから生成した描写画像上に配置してもよい。

【0014】

本発明の第一態様に係る視線計測システムにおいては、前記視線計測装置は、前記視線計測データの示す前記観察者の視線方向が予め設定した時間において同一方向を向いている場合、当該視線方向と交差する前記3次元形状データ上の位置が前記注視箇所であってもよい。

【0015】

本発明の第二態様に係る視線計測方法は、観察対象が陳列された陳列空間を移動する観察者に装着された利用者撮像部により、当該観察者の前方の視野画像を撮像する過程と、

10

20

30

40

50

前記視野画像における座標系における前記観察者の視線の方向を示す視線計測データを取得する過程と、前記観察対象を含む前記陳列空間の3次元形状データと、前記視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求める過程と、前記利用者撮像部によって撮像された前記視野画像と、前記利用者撮像部とは異なる撮像装置で前記陳列空間を異なる方向から撮像して得られた複数の多視点撮像画像とにより、前記3次元形状データを再構成し、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める過程とを含む。

本発明の第二態様に係る視線計測方法は、観察対象が陳列された陳列空間を移動する観察者に装着された利用者撮像部により、当該観察者の前方の視野画像を撮像する過程と、前記視野画像における座標系における前記観察者の視線の方向を示す視線計測データを取得する過程と、前記観察対象を含む前記陳列空間の3次元形状データと、前記視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求める過程と、前記利用者撮像部によって撮像された前記視野画像と、前記3次元形状データとにより、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める過程とを含む。

【0016】

本発明の第三態様に係るプログラムは、コンピュータを、観察対象が陳列された陳列空間の3次元形状データと、前記陳列空間を移動する観察者に装着された利用者撮像部により撮像された当該観察者の前方の視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記観察者に装着された利用者視線計測部が取得した前記観察者の視線の方向を示す視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求め、前記視野画像と、前記利用者撮像部とは異なる撮像装置で前記陳列空間を異なる方向から撮像して得られた複数の多視点撮像画像とにより、前記3次元形状データを再構成し、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める視線計測手段として機能させる。

本発明の第三態様に係るプログラムは、コンピュータを、観察対象が陳列された陳列空間の3次元形状データと、前記陳列空間を移動する観察者に装着された利用者撮像部により撮像された当該観察者の前方の視野画像に対応するカメラ撮像座標及びカメラ撮像方向とを用いて、前記観察者に装着された利用者視線計測部が取得した前記観察者の視線の方向を示す視線計測データから求めた前記陳列空間における前記観察者の視線方向ベクトルとの交差する座標位置により、当該陳列空間における前記観察者が注視する注視箇所を求め、前記利用者撮像部によって撮像された前記視野画像と、前記3次元形状データとにより、前記視野画像に対応する前記カメラ撮像座標及び前記カメラ撮像方向を求める視線計測手段として機能させる。

【発明の効果】

【0017】

以上説明したように、本発明の上述した態様によれば、陳列空間に注視箇所を求めるための新たな設置物を追加することなく、また、観察対象が配置された陳列空間が複雑な3次元形状を有する場合においても、自動的に観察者の陳列空間内での注視箇所の特定を行うことが可能である。このため、計測者に負荷を与えることが無く、かつ多数の視線計測データの集計を効率的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施形態に係る視線計測システムの構成例を示すブロック図である。

【図2】観察者が注視する注視箇所を示す視線方向ベクトルと3次元形状データとの交差する座標を求める処理を説明する図である。

10

20

30

40

50

【図 3 A】撮像データ記憶部 16 に記憶されている撮像画像のテーブルのうち、多視点撮像画像テーブルの構成例を示す図である。

【図 3 B】撮像データ記憶部 16 に記憶されている撮像画像のテーブルのうち、フレーム画像テーブルの構成例を示す図である。

【図 4】撮像データ記憶部 16 に記憶された抽出テーブルの構成例を示す図である。

【図 5 A】撮像装置 2 により陳列空間を再構成するために用いる多視点撮像画像の一例を示す図である。

【図 5 B】撮像装置 2 により陳列空間を再構成するために用いる多視点撮像画像の一例を示す図である。

【図 5 C】撮像装置 2 により陳列空間を再構成するために用いる多視点撮像画像の一例を示す図である。

10

【図 5 D】撮像装置 2 により陳列空間を再構成するために用いる多視点撮像画像の一例を示す図である。

【図 5 E】撮像装置 2 により陳列空間を再構成するために用いる多視点撮像画像の一例を示す図である。

【図 6】停留時間検出部 12 が行う停留点切り出し処理の動作を示すフローチャートである。

【図 7】グローバル座標系の陳列空間における観察者が注視する注視箇所を求める動作例を説明するフローチャートである。

【図 8 A】視線方向ベクトルと 3 次元形状データとが交差して注視点を求める処理を説明する概念図である。

20

【図 8 B】視線方向ベクトルと 3 次元形状データとが交差して注視点を求める処理を説明する概念図である。

【図 8 C】視線方向ベクトルと 3 次元形状データとが交差して注視点を求める処理を説明する概念図である。

【図 9】陳列空間における観察者が注視する注視箇所が投影された多視点撮像画像を示す概念図である。

【図 10】陳列空間における観察者が注視する注視箇所を多視点撮像画像に対して投影した報告用画像の一例を示す図である。

【図 11】グローバル座標系における観察者が注視する注視箇所がプロットされた陳列空間を床平面の 2 次元座標上に投影した図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

図 1 は、本実施形態に係る視線計測システムの構成例を示すブロック図である。図 1 において、視線計測システムは、視線計測装置 1、撮像装置 2 及び利用者観測装置 3 を備えている。視線計測装置 1 は、3 次元空間再構成部 11、停留時間検出部 12、視線方向ベクトル変換部 13、交差座標検出部 14、交差座標投影部 15、撮像データ記憶部 16、グローバル座標系データ記憶部 17 及び投影画像データ記憶部 18 を備えている。

撮像装置 2 は、CCD (Charge Coupled Device) あるいは CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などのイメージセンサーを用いたカメラなどである。撮像装置 2 は、陳列空間における観察対象を含む画像を異なる複数の視点から、多視点撮像画像として撮像するために用いられる。

40

【0020】

3 次元空間再構成部 11 は、複数の異なる視点方向から陳列空間を撮像して得られた 2 次元画像である多視点撮像画像から、グローバル座標系における陳列空間を再構成する。また、3 次元空間再構成部 11 は、撮像装置 2 が撮像して得られた多視点撮像画像に対して多視点撮像画像識別情報を付加する。3 次元空間再構成部 11 は、この多視点撮像画像識別情報と多視点撮像画像とを対応付けて撮像データ記憶部 16 の多視点撮像画像テーブ

50

ルに書き込んで記憶させる。また、3次元空間再構成部11は、3次元空間を再構成する際、多視点撮像画像毎に得られる特徴点、カメラ撮像画像、カメラ座標、カメラ撮像方向ベクトル(姿勢角を示す)、画像投影変換行列の各々も、対応する多視点撮像画像の多視点撮像画像識別情報に対応させて、撮像データ記憶部16の多視点撮像画像テーブルに書き込んで記憶させる。

【0021】

ここで、3次元空間再構成部11は、特徴点の座標である特徴点座標(例えば、明度の変化している箇所)を抽出する。そして、3次元空間再構成部11は、多視点で撮像して得られた多視点撮像画像間において特徴点の対応付け(マッチング処理)を行う。本実施形態においては、3次元空間を撮像して得られた複数の2次元画像から、撮像された3次元空間を再現する機能として、例えば、Agisoft社のPhotoScan(登録商標)などを利用する。このマッチング処理においては、抽出した特徴点間の位置関係などを利用する。3次元空間再構成部11は、特徴点の対応関係から多視点ステレオ計測の原理により、各特徴点の3次元空間のグローバル座標系における3次元座標を求める。

10

【0022】

そして、3次元空間再構成部11は、グローバル座標系内に配置された座標点の間を割り当てることで多面体(ポリゴンの集合体)を形成して、再構成される3次元形状データの外表面を形成する。ここで、3次元形状データのデータ構造は、ポリゴンの集合体としての多角形でなく、点群データ及びポリウムデータなど3次元形状を表現できるデータ形式であれば、いずれのデータ形式が使用されてもよい。ここで、3次元形状データとは、陳列空間における陳列棚及びこの陳列棚に陳列された陳列物(観察対象)を含む3次元形状の物体の幾何学データを示している。3次元空間再構成部11は、作成したグローバル座標系における再構成した陳列空間の3次元形状データを、グローバル座標系データ記憶部17に書き込んで記憶させる。

20

【0023】

停留時間検出部12は、利用者観測装置3が計測した視線から、観察者の視線方向が同一方向を向いている停留時間を検出する。また、停留時間検出部12は、この停留時間が所定の閾値時間を越えた映像から静止画を、フレーム画像として抽出し、撮像画像識別情報を付加する。

また、停留時間検出部12は、この撮像画像識別情報が付加されたフレーム画像を、撮像データ記憶部16の抽出テーブルに対して書き込む。この抽出テーブルは、フレーム画像の撮像画像識別情報と、この撮像画像識別情報の示すフレーム画像の記憶されているアドレスである撮像画像アドレスと、カメラ座標系の視線方向ベクトルと、フレーム画像の撮像された時間を示す撮像時間とが対応づけられたテーブルである。視線方向ベクトルは、利用者撮像部31(後述)のカメラ撮像座標からの、観察者の視線の方向を示すベクトルであり、観察者の視線方向を示している。

30

【0024】

視線方向ベクトル変換部13は、利用者視線計測部32から供給される視線計測データからカメラ座標系における視線方向ベクトルを生成する。視線方向ベクトル変換部13は、利用者視線計測部32の付加した時間情報と、この時間情報においてサンプリングされたカメラ座標系における視線方向ベクトルを撮像データ記憶部16に書き込んで記憶させる。

40

また、視線方向ベクトル変換部13は、求めたカメラ座標系における3次元空間において検出された視線方向ベクトルを、カメラ座標変換行列を用いてカメラ座標系からグローバル座標系に座標変換する。

本実施形態においては、利用者視線計測部32が視線計測データを、利用者撮像部31のカメラ座標における相対座標として示しているが、方向ベクトルや計測装置の内部形式のデータなどの任意の形式でもよい。

【0025】

ここで、3次元空間再構成部11は、グローバル座標系における陳列空間において、フ

50

レーム画像のマッチング処理を行い、特徴点の座標である特徴点座標の抽出、カメラ撮像座標、カメラ撮像方向ベクトルの算出を行う。

視線方向ベクトル変換部 13 は、カメラ撮像座標及びカメラ撮像方向ベクトルから、視線方向ベクトルをカメラ座標系からグローバル座標系に変換するカメラ座標変換行列を生成する。また、視線方向ベクトル変換部 13 は、生成したカメラ座標変換行列により、抽出したフレーム画像に対応する視線方向ベクトルを、カメラ座標系からグローバル座標系に座標変換する。

【0026】

交差座標検出部 14 は、グローバル座標系データ記憶部 17 からグローバル座標系における 3次元形状データで構成される陳列空間の形状データを読み出す。そして、交差座標検出部 14 は、読み出した 3次元形状データと、視線方向ベクトル変換部 13 の求めたグローバル座標系における視線方向ベクトルとが交差する座標を求める。そして、交差座標検出部 14 は、3次元形状データと視線方向ベクトルとが交差する座標を、観察者が注視する注視箇所とする。

10

【0027】

交差座標投影部 15 は、計測者が選択した多視点撮像画像に対応する画像投影変換行列を、撮像データ記憶部 16 の多視点撮像画像テーブルから読み出す。そして、交差座標投影部 15 は、読み出した画像投影変換行列により、観察者が注視する注視箇所を 2次元画像の多視点撮像画像上にプロットする。また、交差座標投影部 15 は、注視箇所がプロットされ多視点撮像画像を、プロットされた多視点撮像画像に対応する多視点撮像画像識別情報とともに、投影画像データ記憶部 18 に書き込んで記憶させる。

20

本実施形態においては、交差座標投影部 15 によって、注視箇所が 2次元画像の多視点撮像画像上にプロットされているが、本発明は、この実施形態に限定されない。

例えば、注視箇所は、3次元形状データから生成した CG 画像（描写画像）にプロットされてもよい。注視箇所は、多視点撮像画像から生成した自由視点画像にプロットされてもよい。

なお、注視箇所を 2次元画像の多視点撮像画像上へプロットする方法は、画質に優れているというメリットを有するが、本発明は、画像の種類を限定していない。

【0028】

利用者観測装置 3 は、観察者に装着可能である。視線計測システムを使用する際には、利用者観測装置 3 は、観察者に装着される。利用者観測装置 3 が観察者に装着される箇所は、限定されない。

30

例えば、利用者観測装置 3 は、観察者の頭部に装着されて固定されてもよい。この場合、観察者が注視する箇所の検出を行う実験において、利用者観測装置 3 は、観察者が頭部に被るヘルメットやヘッドホンなどに固定されて取り付けられる。

また、利用者観測装置 3 は、観察者の眼部の近い位置に装着されてもよい。この場合、例えば、利用者観測装置 3 は、観察者の眼部を覆う眼鏡などに設けられている。

また、利用者観測装置 3 は、観察者の首からぶら下げてもよい。即ち、利用者観測装置 3 は、必ずしも観察者に固定する必要はない。このように利用者観測装置 3 を観察者の首からぶら下げて使用する場合、利用者観測装置 3 は、ネックレス等に設けられている。

40

なお、利用者観測装置 3 は、観察者に装着可能であることから、いわゆる、ウェアラブルデバイスに設けられてもよい。

また、利用者観測装置 3 は、観察者の前方の視野画像を撮像するという機能を有することから、利用者観測装置 3 は、観察者の頭部や眼部に近い位置に装着されて使用されることが好ましい。

【0029】

利用者観測装置 3 は、利用者撮像部 31 及び利用者視線計測部 32 の各々を備えている。

利用者撮像部 31 は、例えば、CCD または CMOS のイメージセンサーなどを用いたビデオカメラである。利用者撮像部 31 は、陳列空間を移動する観察者の顔の向いている

50

方向（観察者の前方）の動画（映像）、すなわち、陳列空間における観察者の視野の画像データ（視野画像）を撮像する。この利用者撮像部 3 1 としては、観察者の視野の映像が得られる装置であれば、ビデオカメラに限定されず、視線計測データから求めた停留点に対応する視野の画像データを撮像するスチルカメラを用いても良い。

【 0 0 3 0 】

利用者視線計測部 3 2 は、例えば、上述したヘルメットや眼鏡等に固定される固定アイカメラを有し、利用者撮像部 3 1 の視野画像のカメラ座標系における、観察者の視線方向を示す視線計測データを取得する。視線方向ベクトル変換部 1 3 は、視線計測データから観察者の視線方向を示す視線方向ベクトルを検出する。

【 0 0 3 1 】

図 2 は、観察者が注視する注視箇所を示す視線方向ベクトルと 3 次元形状データとの交差する座標を求める処理を説明する図である。図 2 には、x' 軸、y' 軸、z' 軸からなるグローバル座標系と、x 軸、y 軸、z 軸からなるカメラ座標系とが記載されている。利用者撮像部 3 1 のカメラ撮像方向がカメラ座標系の y 軸である。また、カメラ撮像座標 1 0 6 0 がフレーム画像を撮像した利用者撮像部 3 1 の位置であり、利用者撮像部 3 1 におけるカメラ座標系の原点となる。

そして、視線方向ベクトル 1 0 2 0 は、利用者撮像部 3 1 とともに設けられた利用者視線計測部 3 2 が、利用者撮像部 3 1 が撮像して得られたフレーム画像に対応して計測した視線計測データから求めた観察者の視線方向ベクトルである。視線方向ベクトル変換部 1 3 は、この視線方向ベクトル 1 0 2 0 のカメラ座標系からグローバル座標系への座標変換を、以下の (1) 式により行う。

【 0 0 3 2 】

【 数 1 】

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha \cos \beta \cos \gamma - \sin \alpha \sin \gamma & -\cos \alpha \cos \beta \sin \gamma - \sin \beta \cos \gamma & \cos \alpha \sin \beta \\ \sin \alpha \cos \beta \cos \gamma - \cos \alpha \sin \gamma & -\sin \alpha \cos \beta \sin \gamma - \cos \beta \cos \gamma & \sin \alpha \sin \beta \\ -\sin \beta \cos \gamma & \sin \beta \sin \gamma & \cos \beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \dots (1)$$

【 0 0 3 3 】

上記 (1) は、(x 、 y 、 z) のカメラ座標系における座標値を、(x' 、 y' 、 z') のグローバル座標系に合わせて回転するカメラ座標変換行列である。姿勢角 1 0 4 0 は、利用者撮像部 3 1 の姿勢角を示しており、グローバル座標系に対するカメラ座標系のオイラー角 (、 、) である。角度 は、グローバル座標系 x' 軸とカメラ座標系 x 軸とがなす角度を示している。また、角度 は、グローバル座標系 y' 軸とカメラ座標系 y 軸とが角度を示している。角度 は、グローバル座標系 z' 軸とカメラ座標系 z 軸とがなす角度を示している。

【 0 0 3 4 】

視線方向ベクトル変換部 1 3 は、上記 (1) 式に表されたカメラ座標変換行列を用いることにより、カメラ撮像座標における視線方向ベクトル (x 1 , y 1 , z 1) を、グローバル座標系における視線方向ベクトル (x 1' , y 1' , z 1') (視線方向ベクトル 1 0 2 0) に座標変換する。

3 次元形状データ 1 0 7 0 は、3 次元空間再構成部 1 1 が再構成した陳列空間における 3 次元形状データである。交差座標検出部 1 4 は、グローバル座標系におけるカメラ撮像座標から視線方向ベクトル 1 0 2 0 で示される視線と、3 次元形状データ 1 0 7 0 とが交差する座標点 1 0 5 0 を観察者が注視する注視箇所として求める。

【 0 0 3 5 】

ここで、3 次元形状データ 1 0 7 0 は、グローバル座標系における陳列空間において、カメラ撮像座標から視線方向ベクトル 1 0 2 0 で示される視線と最初に交差する 3 次元形状データである。

すなわち、交差座標検出部 1 4 は、グローバル座標系の陳列空間において、カメラ撮像

10

20

30

40

50

座標 1 0 6 0 から観察者の視線方向ベクトル 1 0 2 0 の方向に延長する半直線が、最初に交差する 3 次元形状データにおける交差点の座標点を検出することにより、この検出した交差点の座標を観察者が注視する注視箇所として求める。

【 0 0 3 6 】

図 3 A 及び図 3 B は、撮像データ記憶部 1 6 に記憶されている撮像画像のテーブルの構成例を示す図である。図 3 A は、多視点撮像画像テーブルであり、多視点撮像画像毎に、多視点撮像画像識別情報、撮像画像アドレス、特徴点データ、カメラ撮像座標、カメラ撮像方向ベクトル、カメラ姿勢角、画像投影変換行列の各々が書き込まれて記憶されている。多視点撮像画像識別情報は、多視点撮像画像を識別する識別情報である。撮像画像アドレスは、多視点撮像画像が記憶されているアドレスを示している。特徴点データは、例えば、多視点撮像画像における RGB (Red Green Blue) の階調度及びその座標点などの特徴点を示すデータである。カメラ撮像画像は、多視点撮像画像を撮像した際の撮像装置 2 のグローバル座標系における座標の位置を示している。カメラ撮像方向ベクトルは、多視点撮像画像を撮像した際における撮像装置 2 の撮像方向を示すベクトルである。カメラ姿勢角は、多視点撮像画像を撮像した際における撮像装置 2 の姿勢角である。画像投影変換行列は、グローバル座標系における座標を、多視点撮像画像上に投影してプロットする座標変換に用いる行列である。

10

【 0 0 3 7 】

図 3 B は、フレーム画像テーブルであり、フレーム画像毎に、撮像画像識別情報、撮像画像アドレス、特徴点データ、カメラ撮像座標、カメラ撮像方向ベクトル、カメラ姿勢角、撮像時間、カメラ座標変換行列の各々が書き込まれて記憶されている。撮像画像識別情報は、フレーム画像を識別する識別情報である。撮像画像アドレスは、フレーム画像が記憶されているアドレスを示している。特徴点データは、フレーム画像における RGB の階調度及びその座標点などの特徴点を示すデータである。カメラ撮像画像は、抽出されたフレーム画像が撮像された際における利用者観測装置 3 のグローバル座標系における座標の位置を示している。カメラ撮像方向ベクトルは、抽出されたフレーム画像が撮像された際における利用者観測装置 3 の撮像方向を示すベクトルである。カメラ姿勢角は、抽出されたフレーム画像が撮像された際における利用者観測装置 3 の姿勢角である。撮像時間は、フレーム画像となった画像データの撮像が開始された時間である。カメラ座標変換行列は、カメラ座標系における視線方向ベクトルを、グローバル座標系における視線方向ベクトルに座標変換する行列である。

20

30

【 0 0 3 8 】

図 4 は、撮像データ記憶部 1 6 に記憶された抽出テーブルの構成例を示す図である。図 4 に示すように、抽出テーブルは撮像画像識別情報と、撮像画像アドレスと、視線方向ベクトルと、撮像時間とが対応付けられている。撮像画像識別情報は、映像のフレームの画像データから、停留時間検出部 1 2 により抽出されたフレーム画像に対して付加された、フレーム画像の各々を識別する識別情報である。撮像画像アドレスは、フレーム画像である、映像におけるフレームの画像データが記憶された撮像データ記憶部 1 6 におけるアドレスを示している。視線方向ベクトルは、フレーム画像の時間情報 (撮像時間) に対応するカメラ座標系における視線方向ベクトルである。撮像時間は、抽出したフレーム画像であるフレームの画像データが撮像された時間を示している。

40

【 0 0 3 9 】

図 5 A から図 5 E は、撮像装置 2 により陳列空間を再構成するために用いる多視点撮像画像の一例を示す図である。図 5 A から図 5 E の各々は、それぞれ多視点撮像画像の一要素である。3 次元空間再構成部 1 1 は、多視点撮像画像各々からそれぞれの特徴点データを求め、この求めた特徴点データにより、グローバル座標系における陳列空間の 3 次元形状データを再構成する。すなわち、3 次元空間再構成部 1 1 は、多視点撮像画像各々の特徴点の対応関係から多視点ステレオ計測の原理を用い、各特徴点の 3 次元空間のグローバル座標系における 3 次元座標を求め、陳列空間における 3 次元形状データを再構成する。

【 0 0 4 0 】

50

図6は、停留時間検出部12が行う停留点切り出し処理の動作を示すフローチャートである。以下の処理は、所定の周期時間の間隔におけるサンプリングされたカメラ座標系における視線方向ベクトルにより行われる。このとき、停留時間検出部12は、視線方向ベクトル変換部13から、サンプリング時間毎に視線方向ベクトルを入力する。また、利用者撮像部31は、撮像した映像の画像データを時間情報の時間に対応させて撮像データ記憶部16に一旦書き込んで記憶させる。同様に、視線方向ベクトル変換部13は、上記サンプリング時間毎の視線計測データを、時間情報の時間に対応して撮像データ記憶部16に一旦書き込んで記憶させる。ここで、映像の画像データと視線方向ベクトルとは、時間情報の時間に対応して記憶される。

【0041】

ステップS1:

停留時間検出部12は、撮像データ記憶部16から時間経過順において、最も早い時間にサンプリングされた視線計測データを読み出す。

そして、停留時間検出部12は、読み出した視線計測データを視線方向ベクトル変換部13に出力し、カメラ座標系における視線方向ベクトルの抽出を指示する制御信号を出力する。

視線方向ベクトル変換部13は、供給される視線計測データから、カメラ座標系における視線方向ベクトルを抽出し、停留時間検出部12に対して出力する。

【0042】

ステップS2:

停留時間検出部12は、自身内部に設けられた停留時間計測カウンタをリセットし、「0」に初期化する。

【0043】

ステップS3:

停留時間検出部12は、次に読み出す視線計測データが撮像データ記憶部16に存在するか否かの判定を行う。

このとき、停留時間検出部12は、次に読み出す視線計測データが撮像データ記憶部16に存在する場合、処理をステップS4へ進める。

一方、停留時間検出部12は、次に読み出す視線計測データが撮像データ記憶部16に存在しない場合、処理を終了する。

【0044】

ステップS4:

停留時間検出部12は、撮像データ記憶部16から時間経過順において、現在読み出している視線方向ベクトルの次に早い時間にサンプリングされた視線計測データを読み出す。

そして、停留時間検出部12は、読み出した視線計測データを視線方向ベクトル変換部13に出力し、カメラ座標系における視線方向ベクトルの抽出を依頼する。

視線方向ベクトル変換部13は、供給される視線計測データから、カメラ座標系における視線方向ベクトルを抽出し、停留時間検出部12に対して出力する。

【0045】

ステップS5:

停留時間検出部12は、現在の視線方向ベクトルと、新たに算出した視線方向ベクトルとの変化量を求める。例えば、停留時間検出部12は、それぞれの視線方向ベクトルの内積から角度変化を求め変化量(v)とする。

そして、停留時間検出部12は、変化量における v が予め設定した閾値以上か否かの判定を行う。

このとき、停留時間検出部12は、変化量における v が予め設定した閾値未満である場合、処理をステップS6へ進める。

一方、停留時間検出部12は、変化量における v の各々の絶対値のいずれかが予め設定した閾値以上である場合、処理をステップS2へ進める。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

ステップ S 6 :

停留時間検出部 1 2 は、停留時間計測カウンタをインクリメント（「 1 」を加算）する。この停留時間計測カウンタの 1 カウントに対し、サンプリングの 1 周期時間を乗算することにより、視線方向ベクトルが同一方向を向いている時間である停留時間が求められる。

停留時間検出部 1 2 は、停留時間計測カウンタのカウント値に対して 1 周期時間を乗算し、この乗算結果として停留時間を求める。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 7 :

停留時間検出部 1 2 は、求めた停留時間が予め設定した時間閾値以上か否かの判定を行う。

このとき、停留時間検出部 1 2 は、求めた停留時間が予め設定した時間閾値以上である場合、処理をステップ S 8 へ進める。

一方、停留時間検出部 1 2 は、求めた停留時間が予め設定した時間閾値未満である場合、処理をステップ S 3 へ進める。

本実施形態においては、停留時間計測カウンタのカウント値に対してサンプリングの 1 周期時間を乗算して停留時間を求めている。本発明は、上述したステップ 7 に記載の方法を限定しない。停留時間計測カウンタのカウント値そのものを用いて、カウント閾値を設定し、カウント値がカウント閾値以上の場合に処理をステップ S 8 へ進め、一方、カウント値がカウント閾値未満の場合に処理をステップ S 3 へ進めてもよい。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 8 :

停留時間検出部 1 2 は、停留時間計測カウンタがリセット後にカウントを開始した最初の視線方向ベクトルに対応する、映像におけるフレームの画像データをフレーム画像として抽出する。ここで、本実施形態においては、フレーム画像として停留時間計測カウンタがリセット後にカウントを開始した最初の視線方向ベクトルに対応する映像の画像データをフレーム画像として抽出している。本発明は、上述したステップ 8 に記載の方法を限定しない。停留時間計測カウンタがリセット後にカウントを開始した最初の視線方向ベクトルから、停留時間がカウント閾値以上となった際の視線方向ベクトルの間のいずれかの視線方向ベクトルに対応する画像データをフレーム画像として抽出してもよい。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 9 :

次に、停留時間検出部 1 2 は、抽出したフレーム画像に対して撮像画像識別情報を付加し、この撮像画像識別情報、フレーム画像の撮像画像アドレス、視線方向ベクトル及び撮像時間に対応付け、撮像データ記憶部 1 6 の抽出テーブルに対して書き込んで記憶させる。ここで、撮像時間は、停留時間計測カウンタのリセット後の各々に、停留時間計測カウンタがカウントを開始した最初の視線方向ベクトルに対応する画像データが撮像された時間である。

そして、停留時間検出部 1 2 は、処理をステップ S 2 へ進める。

【 0 0 5 0 】

また、停留時間計測カウンタがリセット後にカウントを開始した最初の視線方向ベクトルから、停留時間がカウント閾値以上となった際の視線方向ベクトルの間のいずれかの視線方向ベクトルに対応する画像データをフレーム画像として抽出するように構成した場合、撮像時間はフレーム画像として抽出された映像の画像データが撮像された時間とする。

【 0 0 5 1 】

図 7 は、グローバル座標系の陳列空間における観察者が注視する注視箇所を求める動作例を説明するフローチャートである。

ステップ S 1 1 :

3 次元空間再構成部 1 1 は、多視点撮像画像を順次読み込み、それぞれの特徴点データ

10

20

30

40

50

を求め、それぞれ多視点撮像画像に対応させ、撮像データ記憶部 16 の多視点撮像画像テーブルに書き込んで記憶させる。ここで、3次元空間再構成部 11 は、多視点撮像画像テーブルにおける全ての多視点撮像画像における特徴点データを求める。

【0052】

ステップ S12 :

3次元空間再構成部 11 は、撮像データ記憶部 16 の多視点撮像画像テーブルの多視点撮像画像の各々の特徴点データを用い、グローバル座標系における陳列空間の3次元形状データの再生(再構成)の処理を行う。

そして、3次元空間再構成部 11 は、グローバル座標系データ記憶部 17 に対して、再構成したグローバル座標系における陳列空間の3次元形状データを書き込んで記憶させる

10

このとき、3次元空間再構成部 11 は、再構成の処理において求められる多視点撮像画像の各々のカメラ撮像座標、カメラ撮像方向ベクトル、姿勢角及び画像投影変換行列のそれぞれを、多視点撮像画像の各々に対応させて、撮像データ記憶部 16 の多視点撮像画像テーブルに書き込んで記憶させる。

【0053】

ステップ S13 :

3次元空間再構成部 11 は、撮像データ記憶部 16 のフレーム画像を抽出テーブルから、撮像時間の早い順に、順次フレーム画像の撮像画像アドレスを読み込む。

そして、3次元空間再構成部 11 は、撮像画像アドレスにある映像の画像データ(フレーム画像)を読み込み、このフレーム画像の特徴点データを求める。

20

【0054】

ステップ S14 :

3次元空間再構成部 11 は、グローバル座標系データ記憶部 17 に記憶されている陳列空間の3次元形状データと、フレーム画像の特徴点データとのマッチング処理を行う。

そして、3次元空間再構成部 11 は、このマッチング処理により、グローバル座標系におけるフレーム画像の撮像された際の利用者撮像部 31 のカメラ撮像座標、カメラ撮像方向ベクトル及び姿勢角を求める。

このとき、3次元空間再構成部 11 は、求めたカメラ撮像座標、カメラ撮像方向ベクトル及び姿勢角を、現在処理中のフレーム画像に対応させ、撮像データ記憶部 16 のフレーム画像テーブルに書き込んで記憶させる。

30

【0055】

ステップ S15 :

次に、視線方向ベクトル変換部 13 は、カメラ撮像座標及びカメラ撮像方向ベクトルから、視線方向ベクトルをカメラ座標系からグローバル座標系に変換する、(1)式に示すカメラ座標変換行列を生成する。

そして、視線方向ベクトル変換部 13 は、生成したカメラ座標変換行列を、フレーム画像に対応させ、撮像データ記憶部 16 のフレーム画像テーブルに対して書き込んで記憶させる。

【0056】

ステップ S16 :

視線方向ベクトル変換部 13 は、撮像データ記憶部 16 の抽出テーブルから、現在処理中のフレーム画像に対応するカメラ座標系における視線方向ベクトルを読み出す。

また、視線方向ベクトル変換部 13 は、フレーム画像テーブルからカメラ座標変換行列を読み出し、読み出したカメラ座標変換行列により、読み出したフレーム画像に対応する視線方向ベクトルを、カメラ座標系からグローバル座標系に座標変換する。

そして、視線方向ベクトル変換部 13 は、グローバル座標系におけるベクトルに座標変換した視線方向ベクトルを、フレーム画像に対応させ、撮像データ記憶部 16 のフレーム画像テーブルに対して書き込んで記憶させる。

40

【0057】

50

ステップ S 1 7 :

交差座標検出部 1 4 は、グローバル座標系データ記憶部 1 7 から、グローバル座標系の陳列空間における 3 次元形状データを読み出す。

そして、交差座標検出部 1 4 は、グローバル座標系における視線方向ベクトルを延長し、最初に交差する 3 次元形状データにおける交差座標を検出する。

交差座標検出部 1 4 は、検出した交差座標を、陳列空間における観察者が注視する注視箇所とする。また、交差座標検出部 1 4 は、求めた注視箇所の座標を図示しない注視箇所テーブルに書き込んで記憶させる。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 8 :

3 次元空間再構成部 1 1 は、撮像データ記憶部 1 6 の抽出テーブルにおいて、カメラ撮像方向ベクトル及び姿勢角を求める処理が行われていないフレーム画像の有無を判定する。

このとき、3 次元空間再構成部 1 1 は、カメラ撮像方向ベクトル及び姿勢角を求める処理が行われていないフレーム画像がある場合、処理をステップ S 1 3 に進める。

一方、3 次元空間再構成部 1 1 は、カメラ撮像方向ベクトル及び姿勢角を求める処理が行われていないフレーム画像がない場合、処理をステップ S 1 9 に進める。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 9 :

交差座標投影部 1 5 は、計測者が選択した多視点撮像画像と、この多視点撮像画像に対応する画像投影変換行列とを、撮像データ記憶部 1 6 の多視点撮像画像テーブルから読み出す。

そして、交差座標投影部 1 5 は、撮像データ記憶部 1 6 の注視箇所テーブルから、順次注視箇所を読み出し、画像投影変換行列により、対応する多視点撮像画像上に投影する。

交差座標投影部 1 5 は、注視箇所が投影された多視点撮像画像を投影画像データ記憶部 1 8 に書き込んで記憶させる。

【 0 0 6 0 】

本実施形態においては、多視点撮像画像からグローバル座標系における陳列空間を再構成し、この再構成した陳列空間においてフレーム画像におけるフレーム画像テーブルの各データ（特徴点データ、カメラ撮像座標、カメラ撮像方向ベクトル、カメラ姿勢角）を求める特徴点マッチング処理を行っていた。本発明は、上述した処理方法を限定しない。多視点撮像画像及びフレーム画像の双方を用いて特徴点マッチング処理を行い陳列空間の再構成を行ってもよい。この場合、フレーム画像におけるフレーム画像テーブルの各データを求める処理を、この特徴点マッチング処理において行う。

【 0 0 6 1 】

図 8 A から図 8 C は、視線方向ベクトルと 3 次元形状データとが交差して注視箇所を求める処理を説明する概念図である。

図 8 A は、グローバル座標系の陳列空間における 3 次元形状データ 5 0 1 と視線方向ベクトル 6 0 1 とが交差し、注視箇所 7 0 1 としての交差座標 (x_{c1} 、 y_{c1} 、 z_{c1}) が求められることを示している。

図 8 B は、グローバル座標系の陳列空間における 3 次元形状データ 5 0 2 と視線方向ベクトル 6 0 2 とが交差し、注視箇所 7 0 2 としての交差座標 (x_{c2} 、 y_{c2} 、 z_{c2}) が求められることを示している。

図 8 C は、グローバル座標系の陳列空間における 3 次元形状データ 5 0 3 と視線方向ベクトル 6 0 3 とが交差し、注視箇所 7 0 3 としての交差座標 (x_{c3} 、 y_{c3} 、 z_{c3}) が求められることを示している。

また、図 8 A から図 8 C の各々は、同一の陳列棚をそれぞれ異なる方向から撮像して得られた画像である。

【 0 0 6 2 】

図 9 は、陳列空間における観察者が注視する注視箇所が投影された多視点撮像画像を示

10

20

30

40

50

す概念図である。

図9は、図5Dに示す多視点撮像画像に対して、3次元のグローバル座標系における図8Aから図8Cの各々の3次元形状データにおける交差座標(x_{c1} 、 y_{c1} 、 z_{c1})、交差座標(x_{c2} 、 y_{c2} 、 z_{c2})、交差座標(x_{c3} 、 y_{c3} 、 z_{c3})が投影された結果を示している。

図9には、陳列棚1000、3次元形状データ501が投影された画像領域901、3次元形状データ502が投影された画像領域902、3次元形状データが投影された画像領域903の各々がある。画像領域901には、交差座標(x_{c1} 、 y_{c1} 、 z_{c1})が投影された注視箇所を示すマーク801が付加されている。また、画像領域902には、交差座標(x_{c2} 、 y_{c2} 、 z_{c2})が投影された注視箇所を示すマーク802が付加されている。画像領域903には、交差座標(x_{c3} 、 y_{c3} 、 z_{c3})が投影された注視箇所を示すマーク803が付加されている。

【0063】

図10は、陳列空間における観察者が注視する注視箇所を多視点撮像画像に対して投影した報告用画像の一例を示す図である。

図10において、陳列空間に配置された陳列棚1010に配置された3次元形状データが投影された画像である飲料用容器の画像領域910に対して、観察者が注視する注視箇所が投影されたマーク810が描画されている。

このように、複雑な3次元形状をした陳列棚1010に配置された飲料用容器の画像領域910各々に対する注視箇所を、注視箇所を示すマーク810により容易に、かつ精度良く検出することができる。

【0064】

上述したように、本実施形態によれば、陳列空間における注視箇所を求める際、多視点撮像画像から陳列空間の3次元形状データを再構成し、この3次元形状データと観察者の視線の方向を示す視線方向ベクトルとの交差する座標を求め、この座標を注視箇所としている。このため、陳列空間に対して新たな設置物を追加する必要が無く、観察者の自然な注視箇所を容易に検出することができる。

また、本実施形態によれば、陳列空間に配置された観察対象が3次元形状データとして複雑な形状を有していても、上述したように観察者が注視する箇所を検出するのではなく、3次元形状データと観察者の視線の公報を示す視線方向ベクトルとの交差する座標により求めるため、計測者の負荷を従来に比較して低減し、高い精度で注視箇所を検出することができる。

【0065】

また、本実施形態において、撮像データ記憶部16のフレーム画像テーブルには、カメラ撮像座標と撮像時間とが記憶されているため、観察者の時系列の移動経路と、その移動経路における注視箇所とを容易に検出することができる。

図11は、グローバル座標系における観察者が注視する注視箇所がプロットされた陳列空間を床平面の2次元座標上に投影した図である。陳列棚1120及び1130における陳列物に対する、観察者が注視する注視箇所のプロット1110及び注視箇所のプロット1150の各々が示されている。

【0066】

図11に示すように、利用者観測装置3の移動経路1100を、利用者観測装置3のカメラ撮像座標の位置を連結する線分を、図示しない視線履歴管理部(視線計測装置1に設けられている)が描くことにより、容易に形成することができる。

また、注視箇所のプロット1110及びプロット1150の各々に対し、視線履歴管理部が視線方向ベクトルを示す矢印1140、矢印1160それぞれを付加することにより、いずれのカメラ撮像箇所における注視箇所であることが明確に判る。

特に、陳列棚が低く、ある陳列棚を超えて他の陳列棚の陳列物を見た場合、あるいは振り返って通過した陳列棚の陳列物を見た場合など、視線方向ベクトルを示すことにより、いずれの陳列物を観察しているのかを明確に区別することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

上述したように、本実施形態によれば、観察者が移動する移動経路を作成し、この移動経路のいずれの場所で、どの陳列棚のどの場所を観察者が注視しているかを明確に検出することができる。

この移動経路における注視箇所の情報と、図 9 及び図 10 に示す陳列棚における注視箇所の情報とにより、観察者の陳列空間における陳列棚の陳列物を観察する際の挙動を明確に検出ことができ、商品や展示物などの配置の検討を容易に行うことができる。

【 0 0 6 8 】

なお、本発明における視線計測装置 1 の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより視線計測における注視箇所の検出処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

また、「コンピュータシステム」は、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）を備えた WWW システムも含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ（RAM）のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

【 0 0 6 9 】

また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

- 1 ... 視線計測装置
- 2 ... 撮像装置
- 3 ... 利用者観測装置
 - 1 1 ... 3次元空間再構成部
 - 1 2 ... 停留時間検出部
 - 1 3 ... 視線方向ベクトル変換部
 - 1 4 ... 交差座標検出部
 - 1 5 ... 交差座標投影部
 - 1 6 ... 撮像データ記憶部
 - 1 7 ... グローバル座標系データ記憶部
 - 1 8 ... 投影画像データ記憶部
- 3 1 ... 利用者撮像部
- 3 2 ... 利用者視線計測部

10

20

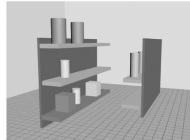
30

40

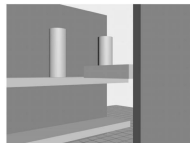
【図4】

撮像画像 識別情報	撮像画像 アドレス	視線方向 ベクトル	撮像時間
*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****
⋮	⋮	⋮	⋮

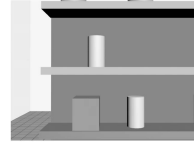
【図5A】



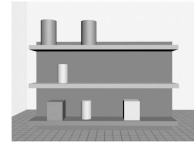
【図5B】



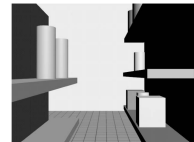
【図5C】



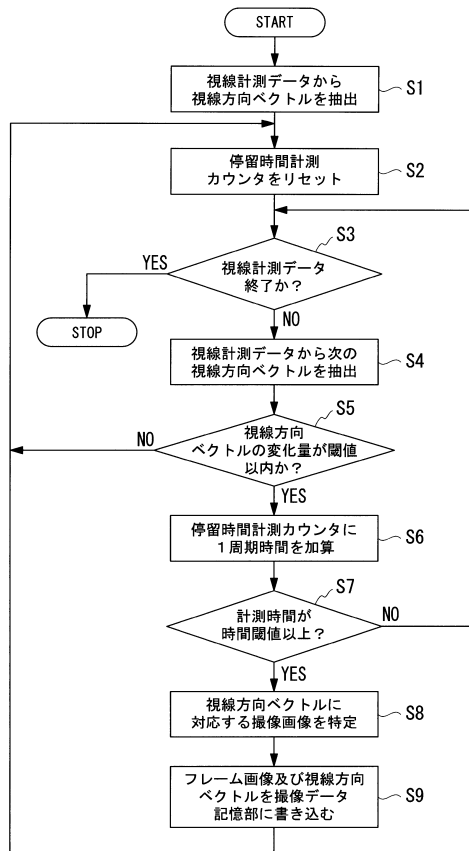
【図5D】



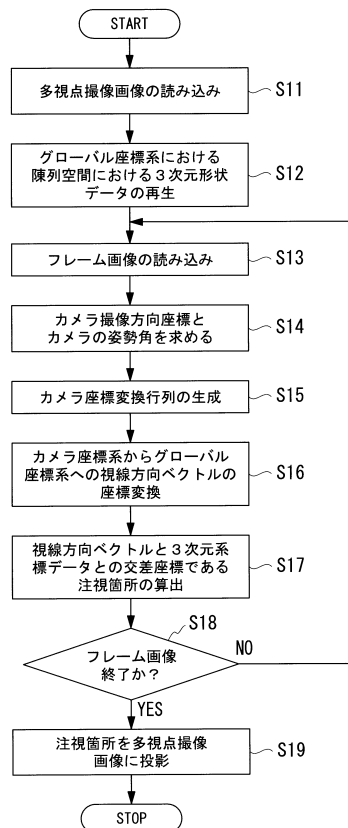
【図5E】



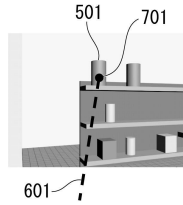
【図6】



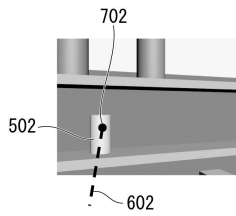
【図7】



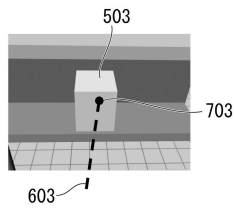
【 図 8 A 】



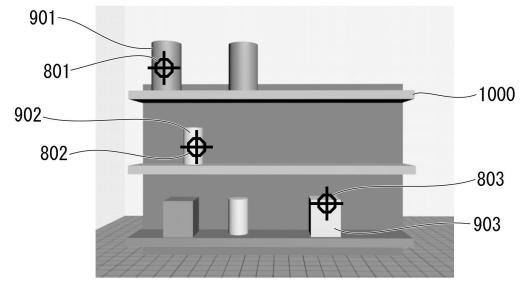
【 図 8 B 】



【 図 8 C 】



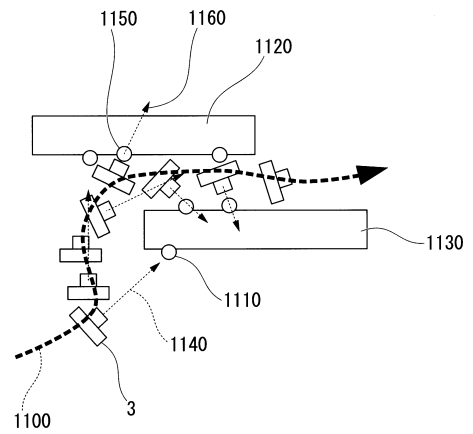
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
A 6 1 B 3/113 (2006.01) A 6 1 B 3/113

(74)代理人 100152146

弁理士 伏見 俊介

(72)発明者 小黒 久史

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72)発明者 岸 啓補

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

審査官 岩橋 龍太郎

(56)参考文献 特開平11-276438(JP,A)

特開2009-003701(JP,A)

特開平04-288122(JP,A)

国際公開第2011/158511(WO,A1)

特開平11-211414(JP,A)

小橋 優司, 頭部装着型視線計測装置のための自然特徴点を用いた三次元注視点推定, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.109 No.261, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2009年10月22日, pp.5-10

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 6 F 3 / 0 1

G 0 6 F 3 / 0 3 3 - 3 / 0 3 9

A 6 1 B 3 / 0 0 - 3 / 1 8

G 0 6 T 1 / 0 0

G 0 6 T 7 / 0 0 - 7 / 9 0

G 0 6 T 1 1 / 6 0 - 1 3 / 8 0

G 0 6 T 1 7 / 0 5

G 0 6 T 1 9 / 0 0 - 1 9 / 2 0

H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7