

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-51512
(P2021-51512A)

(43) 公開日 令和3年4月1日(2021.4.1)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)
G06T 19/00 (2011.01)	G06T	19/00	300B	4C046
A61H 1/02 (2006.01)	A61H	1/02	K	5B050
G06F 3/01 (2006.01)	A61H	1/02	C	5E555
	G06F	3/01	510	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2019-173523 (P2019-173523)
(22) 出願日 令和1年9月24日(2019.9.24)

(71) 出願人 504174135
国立大学法人九州工業大学
福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号

(74) 代理人 100090697
弁理士 中前 富士男

(74) 代理人 100176142
弁理士 清井 洋平

(74) 代理人 100127155
弁理士 来田 義弘

(72) 発明者 吉田 香
福岡県北九州市若松区ひびきの2-4 国立大学法人九州工業大学内

(72) 発明者 ドロタ ベラノバ
福岡県北九州市若松区ひびきの2-4 国立大学法人九州工業大学内

最終頁に続く

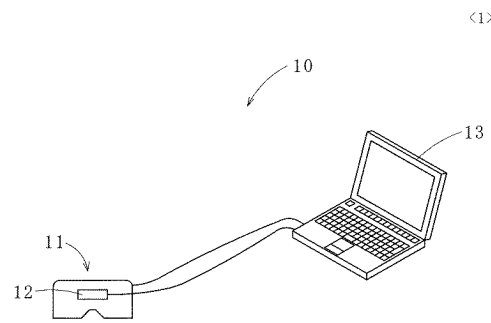
(54) 【発明の名称】 VR空間画像補正システム、VR空間画像補正方法、及びVR空間画像補正方法を実行するプログラム

(57) 【要約】

【課題】 使用者の手等の移動対象物の移動距離を正しく計測してVR空間内で正確に再現し、現実世界での移動対象物の動き及び位置をVR空間内で正確に再現することが可能なVR空間画像補正システム、VR空間画像補正方法、及びVR空間画像補正方法を実行するプログラムを提供する。

【解決手段】 動作検出手段12で検出される移動対象物の動きのデータ及び姿勢位置検出手段14で検出される頭部の姿勢及び位置のデータを基に算出した移動対象物移動距離と移動対象物推定位置及び使用者の頭部移動距離から移動対象物推定位置を補正して求めた移動対象物現在位置により、撮像手段15で撮像される現実世界の撮像データにおける移動対象物の動きを補正して表示データを生成し、表示データを仮想世界の画像と合成してVR空間画像を作成し、表示手段16に表示する制御手段13を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

使用者が頭部に VR ヘッドセットを装着して VR の世界を体験する際に用いられる VR 空間画像補正システムであって、
前記使用者の動作によって移動する移動対象物の動きを検出する動作検出手段と、前記 VR ヘッドセット及び前記動作検出手段を制御する制御手段とを備え、
前記 VR ヘッドセットは、前記使用者の頭部の姿勢及び位置を検出する姿勢位置検出手段と、前記使用者の視線で現実世界を撮像する撮像手段と、前記使用者に対し VR 空間画像を表示する表示手段とを有し、
前記制御手段は、予め設定された時間 T 間隔で、前記動作検出手段で検出される前記移動対象物の動きのデータを基に移動対象物移動距離及び移動対象物推定位置を算出し、前記姿勢位置検出手段で検出される前記頭部の姿勢及び位置のデータを基に前記使用者の頭部移動距離を算出して、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離から前記移動対象物推定位置を補正して移動対象物現在位置を求め、前記撮像手段で撮像される現実世界の撮像データにおける前記移動対象物の動きを前記移動対象物現在位置で補正して表示データを生成し、該表示データを仮想世界の画像と合成して前記 VR 空間画像を作成し、前記表示手段に表示することを特徴とする VR 空間画像補正システム。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の VR 空間画像補正システムにおいて、前記制御手段は、ローパスフィルタにより、前記移動対象物の動きのデータに含まれるノイズを除去することを特徴とする VR 空間画像補正システム。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の VR 空間画像補正システムにおいて、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離による前記移動対象物推定位置の補正では、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離を比較し、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長ければ、前記移動対象物は静止していたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記移動対象物移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とし、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長くなければ、前記移動対象物と共に前記使用者の頭部が動いていたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記頭部移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とすることを特徴とする VR 空間画像補正システム。

30

【請求項 4】

請求項 3 記載の VR 空間画像補正システムにおいて、前記制御手段は、前記移動対象物現在位置が、予め設定された想定移動誤差範囲内に存在する時は、時間 T の間に前記移動対象物は移動していないものとみなして、前記移動対象物現在位置をさらに補正することを特徴とする VR 空間画像補正システム。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 記載の VR 空間画像補正システムにおいて、前記動作検出手段は、前記 VR ヘッドセットの前面に取付けられるモーションコントローラであり、前記移動対象物は、前記使用者の手であることを特徴とする VR 空間画像補正システム。

【請求項 6】

使用者が頭部に VR ヘッドセットを装着して VR の世界を体験する際に用いられる VR 空間画像補正方法であって、
前記 VR ヘッドセットに取付けられた動作検出手段で前記使用者の動作によって移動する移動対象物の動きを検出する第 1 の工程と、
前記 VR ヘッドセットに内蔵された姿勢位置検出手段で前記使用者の頭部の姿勢及び位置を検出する第 2 の工程と、
前記 VR ヘッドセットに内蔵された撮像手段で前記使用者の視線で現実世界を撮像する第 3 の工程と、
前記 VR ヘッドセット及び前記動作検出手段に接続された制御手段により、予め設定された時間 T 間隔で、前記動作検出手段で検出される前記移動対象物の動きのデータを基に

40

50

移動対象物移動距離及び移動対象物推定位置を算出する第4の工程と、
前記制御手段により、予め設定された時間 T 経過毎に、前記姿勢位置検出手段で検出される前記頭部の姿勢及び位置のデータを基に前記使用者の頭部移動距離を算出する第5の工程と、

前記制御手段により、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離から前記移動対象物推定位置を補正して移動対象物現在位置を求め、前記撮像手段で撮像される現実世界の撮像データにおける前記移動対象物の動きを前記移動対象物現在位置で補正して表示データを生成する第6の工程と、

前記制御手段により、前記表示データを仮想世界の画像と合成してVR空間画像を作成し、前記VRヘッドセットに内蔵された表示手段に表示する第7の工程とを有することを特徴とするVR空間画像補正方法。

10

【請求項7】

請求項6記載のVR空間画像補正方法において、前記第4の工程では、ローパスフィルタにより、前記移動対象物の動きのデータに含まれるノイズを除去することを特徴とするVR空間画像補正方法。

【請求項8】

請求項6又は7記載のVR空間画像補正方法において、前記第6の工程の前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離による前記移動対象物推定位置の補正では、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離を比較し、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長ければ、前記移動対象物は静止していたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記移動対象物移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とし、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長くなければ、前記移動対象物と共に前記使用者の頭部が動いていたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記頭部移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とすることを特徴とするVR空間画像補正方法。

20

【請求項9】

請求項8記載のVR空間画像補正方法において、前記第6の工程では、前記移動対象物現在位置が、予め設定された想定移動誤差範囲内に存在する時は、時間 T の間に前記移動対象物は移動していないものとみなして、前記移動対象物現在位置をさらに補正することを特徴とするVR空間画像補正方法。

【請求項10】

請求項6～9のいずれか1記載のVR空間画像補正方法において、前記動作検出手段として、モーションコントローラを前記VRヘッドセットの前面に取付け、前記移動対象物は、前記使用者の手とすることを特徴とするVR空間画像補正方法。

30

【請求項11】

使用者が頭部にVRヘッドセットを装着してVRの世界を体験する際に用いられるVR空間画像補正方法を実行するプログラムであって、

予め設定された時間 T 間隔で、前記VRヘッドセットに取付けられた動作検出手段で検出される前記移動対象物の動きのデータを基に移動対象物移動距離及び移動対象物推定位置を算出する第1のステップと、

予め設定された時間 T 経過毎に、前記VRヘッドセットに内蔵された姿勢位置検出手段で検出される前記頭部の姿勢及び位置のデータを基に前記使用者の頭部移動距離を算出する第2のステップと、

前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離から前記移動対象物推定位置を補正して移動対象物現在位置を求め、前記VRヘッドセットに内蔵された撮像手段で撮像される現実世界の撮像データにおける前記移動対象物の動きを前記移動対象物現在位置で補正して表示データを生成する第3のステップと、

前記表示データを仮想世界の画像と合成してVR空間画像を作成し、前記VRヘッドセットに内蔵された表示手段に表示する第4のステップとを制御手段に実行させることを特徴とするVR空間画像補正方法を実行するプログラム。

40

【請求項12】

50

請求項 1 1 記載の V R 空間画像補正方法を実行するプログラムにおいて、前記第 1 のステップでは、ローパスフィルタにより、前記移動対象物の動きのデータに含まれるノイズを除去することを特徴とする V R 空間画像補正方法を実行するプログラム。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 又は 1 2 記載の V R 空間画像補正方法を実行するプログラムにおいて、前記第 3 のステップの前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離による前記移動対象物推定位置の補正では、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離を比較し、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長ければ、前記移動対象物は静止していたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記移動対象物移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とし、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長くなければ、前記移動対象物と共に前記使用者の頭部が動いていたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記頭部移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とすることを特徴とする V R 空間画像補正方法を実行するプログラム。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 3 記載の V R 空間画像補正方法を実行するプログラムにおいて、前記第 3 のステップでは、前記移動対象物現在位置が、予め設定された想定移動誤差範囲内に存在する時は、時間 T の間に前記移動対象物は移動していないものとみなして、前記移動対象物現在位置をさらに補正することを特徴とする V R 空間画像補正方法を実行するプログラム。

【請求項 1 5】

請求項 1 1 ~ 1 4 のいずれか 1 記載の V R 空間画像補正方法を実行するプログラムにおいて、前記動作検出手段は、前記 V R ヘッドセットの前面に取付けられるモーションコントローラであり、前記移動対象物は、前記使用者の手であることを特徴とする V R 空間画像補正方法を実行するプログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バーチャルリアリティ（V R、仮想現実）の技術を改善して、リハビリテーション（以下、リハビリともいう）をはじめとする各種用途への拡大を図ることができる V R 空間画像補正システム、V R 空間画像補正方法、及び V R 空間画像補正方法を実行するプログラムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、V R の技術が発達し、様々な分野での利用が始まっている。この V R の世界（V R 空間）を体験するための V R 機器として、V R ヘッドセット（ヘッドマウントディスプレイ、V R ゴーグル）は、一般人でも購入可能なほど安価になり、急速に普及し始めている。そして、この V R ヘッドセットと、ジェスチャー入力可能な非装着型のモーションコントローラを組合せることによって、V R 空間内に自身の手等を再現することができるようになり、より自然かつ現実味のある V R 空間が体験できるようになってきた。

一方、デジタルリハビリテーション分野では、様々な情報機器を積極的にリハビリテーションシステムに応用する開発が進められている。例えば特許文献 1 には、患者の頭部に装着され、患者の身体部位を視認可能とされた第 1 表示装置と、リハビリテーション動作の指標となる指標画像を第 1 表示装置に表示させる表示制御部とを備えたりハビリテーション支援システムが開示されている。また、特許文献 2 には、ヘッドマウントディスプレイを装着したユーザの頭の向きを検出する検出部と、ユーザに視認させるリハビリテーション用の目標オブジェクトを仮想空間内に出現させ、検出部で検出したユーザの頭の向きに応じて、ヘッドマウントディスプレイに表示させる第 1 表示制御部と、目標オブジェクトの位置を報知するための報知画像を、次に得られるであろう内耳情報の変化を予め視覚情報から予測させるタイミングでヘッドマウントディスプレイの中央部分に表示させる第 2 表示制御部とを備えたりハビリテーション支援装置が開示されている。

40

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-228957号公報

【特許文献2】特許第6531338号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

これまでのリハビリ業界では、理学療法士（PT）若しくは作業療法士（OT）による目視、訓練時間又は作業成功率でしか、リハビリ効果を確認することができなかった。

そこで、デジタルリハビリテーション分野では、VRの技術を利用してリハビリテーションの効果を確認するために、リハビリテーションの対象となる手の移動距離を正確に計測することや、現実世界での手の動き（移動及び停止）と位置をVR空間内で正確に再現することが望まれている。

しかしながら、主にゲーム業界で利用されるVRヘッドセットとモーションコントローラを組合せた上記のシステムでは、モーションコントローラは、手の追跡（トラッキング）や物体（ターゲット）との衝突判定等に用いられるだけで、手の移動距離を正確に計測したり、現実世界の手の位置をVR空間内で正確に再現したりする必要性も要求もなく、これらの技術については着目されていなかった。

また、特許文献1は、リハビリテーション動作の指標となる指標画像を第1表示装置に表示し、目標とする動作を患者が認識し易くすることにより、リハビリテーションを円滑に進捗させるものであり、特許文献2は、報知画像を画面に表示し、内耳情報の変化を視覚情報から予測させることにより、視覚情報と内耳情報の乖離を防止して、平衡感覚の乱れによるVR酔いを防止するものである。このように、これまでのVR技術は、操作性や快適性等を重視したものであり、VRの技術を利用して現実世界の手の移動距離を正確に計測することや、現実世界での手の動きをVR空間内で正確に再現することについては、検討されていなかった。

【0005】

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたもので、VRヘッドセットを装着した使用者（例えばリハビリを受ける患者）の頭部の動きに影響されることなく、使用者の手をはじめとする移動対象物の移動距離を正しく計測し、現実世界での移動対象物の動き及び位置をVR空間内で正確に再現することが可能なVR空間画像補正システム、VR空間画像補正方法、及びVR空間画像補正方法を実行するプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的に沿う第1の発明に係るVR空間画像補正システムは、使用者が頭部にVRヘッドセットを装着してVRの世界を体験する際に用いられるVR空間画像補正システムであって、

前記使用者の動作によって移動する移動対象物の動きを検出する動作検出手段と、前記VRヘッドセット及び前記動作検出手段を制御する制御手段とを備え、

前記VRヘッドセットは、前記使用者の頭部の姿勢及び位置を検出する姿勢位置検出手段と、前記使用者の視線で現実世界を撮像する撮像手段と、前記使用者に対しVR空間画像を表示する表示手段とを有し、

前記制御手段は、予め設定された時間T間隔で、前記動作検出手段で検出される前記移動対象物の動きのデータを基に移動対象物移動距離及び移動対象物推定位置を算出し、前記姿勢位置検出手段で検出される前記頭部の姿勢及び位置のデータを基に前記使用者の頭部移動距離を算出して、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離から前記移動対象物推定位置を補正して移動対象物現在位置を求め、前記撮像手段で撮像される現実世界の撮像データにおける前記移動対象物の動きを前記移動対象物現在位置で補正して表示データを生成し、該表示データを仮想世界の画像と合成して前記VR空間画像を作成し、前記表示手段に表示する。

10

20

30

40

50

ここで、移動対象物は使用者の手そのものでもよいし、手で動かす様々な物体（例えばハビリ用の器具等）でもよい。また、姿勢位置検出手段としては、3軸加速度センサと3軸ジャイロセンサ（角速度センサ）を組合せたものが好適に用いられるが、これに限定されるものではなく、頭部（VRヘッドセット）の姿勢（向き）及び位置を検出できるものであればよい（第2、第3の発明において同じ）。

【0007】

第1の発明に係るVR空間画像補正システムにおいて、前記制御手段は、ローパスフィルタ（LPF、低域通過フィルタ）により、前記移動対象物の動きのデータに含まれるノイズを除去することが好ましい。

ここで、ローパスフィルタは、主に、データに含まれるスパイク状のノイズ（誤差）を削減するものである。より具体的には、ローパスフィルタは、3軸（x、y、z軸）全てにおける位置の変化を計算し、設定されたカットオフ値より低い位置をデータとして渡すことができる（第2、第3の発明において同じ）。

【0008】

第1の発明に係るVR空間画像補正システムにおいて、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離による前記移動対象物推定位置の補正では、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離を比較し、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長ければ、前記移動対象物は静止していたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記移動対象物移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とし、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長くなければ、前記移動対象物と共に前記使用者の頭部が動いていたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記頭部移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とすることがさらに好ましい。

【0009】

第1の発明に係るVR空間画像補正システムにおいて、前記制御手段は、前記移動対象物現在位置が、予め設定された想定移動誤差範囲内に存在する時は、時間Tの間に前記移動対象物は移動していないものとみなして、前記移動対象物現在位置をさらに補正することもできる。

ここで、動作検出手段で検出される移動対象物の動きのデータを画像処理することにより移動対象物の位置を検出するため、移動対象物が静止している場合でも、画像処理の誤差によって、異なる位置が検出されるおそれがある。そこで、この画像処理の誤差によって生じる想定移動誤差範囲（閾値）を予め設定しておくことにより、移動対象物現在位置をさらに正確に検出することができる（第2、第3の発明において同じ）。

【0010】

第1の発明に係るVR空間画像補正システムにおいて、前記動作検出手段は、前記VRヘッドセットの前面に取付けられるモーションコントローラであり、前記移動対象物は、前記使用者の手であることが好ましい。

ここで、モーションコントローラは、例えば1秒間に200フレーム（ $T = 0.005$ sとなる）の速度で手の動きをトラッキング（追跡）することができ、手の動きをほとんど遅延なく（リアルタイムで）正確に表示手段で再現することが可能である（第2、第3の発明において同じ）。

【0011】

前記目的に沿う第2の発明に係るVR空間画像補正方法は、使用者が頭部にVRヘッドセットを装着してVRの世界を体験する際に用いられるVR空間画像補正方法であって、前記VRヘッドセットに取付けられた動作検出手段で前記使用者の動作によって移動する移動対象物の動きを検出する第1の工程と、

前記VRヘッドセットに内蔵された姿勢位置検出手段で前記使用者の頭部の姿勢及び位置を検出する第2の工程と、

前記VRヘッドセットに内蔵された撮像手段で前記使用者の視線で現実世界を撮像する第3の工程と、

前記VRヘッドセット及び前記動作検出手段に接続された制御手段により、予め設定され

10

20

30

40

50

た時間 T 間隔で、前記動作検出手段で検出される前記移動対象物の動きのデータを基に移動対象物移動距離及び移動対象物推定位置を算出する第 4 の工程と、

前記制御手段により、予め設定された時間 T 経過毎に、前記姿勢位置検出手段で検出される前記頭部の姿勢及び位置のデータを基に前記使用者の頭部移動距離を算出する第 5 の工程と、

前記制御手段により、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離から前記移動対象物推定位置を補正して移動対象物現在位置を求め、前記撮像手段で撮像される現実世界の撮像データにおける前記移動対象物の動きを前記移動対象物現在位置で補正して表示データを生成する第 6 の工程と、

前記制御手段により、前記表示データを仮想世界の画像と合成して VR 空間画像を作成し、前記 VR ヘッドセットに内蔵された表示手段に表示する第 7 の工程とを有する。

10

【0012】

第 2 の発明に係る VR 空間画像補正方法において、前記第 4 の工程では、ローパスフィルタにより、前記移動対象物の動きのデータに含まれるノイズを除去することが好ましい。

【0013】

第 2 の発明に係る VR 空間画像補正方法において、前記第 6 の工程の前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離による前記移動対象物推定位置の補正では、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離を比較し、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長ければ、前記移動対象物は静止していたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記移動対象物移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とし、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長くなければ、前記移動対象物と共に前記使用者の頭部が動いていたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記頭部移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とすることがさらに好ましい。

20

【0014】

第 2 の発明に係る VR 空間画像補正方法において、前記第 6 の工程では、前記移動対象物現在位置が、予め設定された想定移動誤差範囲内に存在する時は、時間 T の間に前記移動対象物は移動していないものとみなして、前記移動対象物現在位置をさらに補正することもできる。

【0015】

第 2 の発明に係る VR 空間画像補正方法において、前記動作検出手段として、モーションコントローラを前記 VR ヘッドセットの前面に取付け、前記移動対象物は、前記使用者の手とすることが好ましい。

30

【0016】

前記目的に沿う第 3 の発明に係る VR 空間画像補正方法を実行するプログラムは、使用者が頭部に VR ヘッドセットを装着して VR の世界を体験する際に用いられる VR 空間画像補正方法を実行するプログラムであって、

予め設定された時間 T 間隔で、前記 VR ヘッドセットに取付けられた動作検出手段で検出される前記移動対象物の動きのデータを基に移動対象物移動距離及び移動対象物推定位置を算出する第 1 のステップと、

予め設定された時間 T 経過毎に、前記 VR ヘッドセットに内蔵された姿勢位置検出手段で検出される前記頭部の姿勢及び位置のデータを基に前記使用者の頭部移動距離を算出する第 2 のステップと、

40

前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離から前記移動対象物推定位置を補正して移動対象物現在位置を求め、前記 VR ヘッドセットに内蔵された撮像手段で撮像される現実世界の撮像データにおける前記移動対象物の動きを前記移動対象物現在位置で補正して表示データを生成する第 3 のステップと、

前記表示データを仮想世界の画像と合成して VR 空間画像を作成し、前記 VR ヘッドセットに内蔵された表示手段に表示する第 4 のステップとを制御手段に実行させる。

【0017】

第 3 の発明に係る VR 空間画像補正方法を実行するプログラムにおいて、前記第 1 のステ

50

ップでは、ローパスフィルタにより、前記移動対象物の動きのデータに含まれるノイズを除去することが好ましい。

【0018】

第3の発明に係るVR空間画像補正方法を実行するプログラムにおいて、前記第3のステップの前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離による前記移動対象物推定位置の補正では、前記移動対象物移動距離と前記頭部移動距離を比較し、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長ければ、前記移動対象物は静止していたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記移動対象物移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とし、前記頭部移動距離が前記移動対象物移動距離より長くなければ、前記移動対象物と共に前記使用者の頭部が動いていたものとみなして前記移動対象物推定位置から前記頭部移動距離を差し引いて前記移動対象物現在位置とすることがさらに好ましい。

10

【0019】

第3の発明に係るVR空間画像補正方法を実行するプログラムにおいて、前記第3のステップでは、前記移動対象物現在位置が、予め設定された想定移動誤差範囲内に存在する時は、時間Tの間に前記移動対象物は移動していないものとみなして、前記移動対象物現在位置をさらに補正することもできる。

【0020】

第3の発明に係るVR空間画像補正方法を実行するプログラムにおいて、前記動作検出手段は、前記VRヘッドセットの前面に取付けられるモーションコントローラであり、前記移動対象物は、前記使用者の手であることが好ましい。

20

【発明の効果】

【0021】

第1の発明に係るVR空間画像補正システム、第2の発明に係るVR空間画像補正方法及び第3の発明に係るVR空間画像補正方法を実行するプログラムは、使用者が頭部に装着したVRヘッドセットを用いてVRの世界を体験する際に、頭部の動き及び画像処理の誤差を考慮して正確な移動対象物現在位置を求めてVR空間画像を補正することができ、必要に応じて移動対象物現在位置の時系列データから、移動対象物の正確な移動距離を知ることができ、VR技術の用途の拡大を図ることができる。例えば、手のリハビリを受ける患者が使用した場合、リハビリ中の手の移動距離を測定することにより、理学療法士若しくは作業療法士及び使用者がリハビリ効果を簡単かつ確実に確認することが可能となり、モチベーションの維持及び向上を図り、より高度なりハビリを実現することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の一実施の形態に係るVR空間画像補正システムの構成を示す説明図である。

【図2】同システムの構成を示すブロック図である。

【図3】同システムで用いられるVR空間画像補正方法を実行するプログラムのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

続いて、本発明を具体化した実施の形態について説明し、本発明の理解に供する。

図1に示す本発明の一実施の形態に係るVR空間画像補正システム10は、使用者（例えばリハビリを受ける患者）が頭部にVRヘッドセット11を装着してリハビリテーションを行うことにより、使用者の手をはじめとする移動対象物の移動距離を正しく計測し、現実世界での移動対象物の動き及び位置をVR空間内で正確に再現して、リハビリの効果を高めることができる。

【0024】

図1に示すように、VR空間画像補正システム10は、VRヘッドセット11の前面に取付けられ、使用者のリハビリテーションの動作によって移動する移動対象物（ここでは、使用者の手、以下、単に手ともいう）の動きを検出する動作検出手段12として機能する

40

50

モーションコントローラを有している。また、VR空間画像補正システム10は、図1、図2に示すように、VRヘッドセット11及び動作検出手段12を制御する制御手段13としてパソコン（ここではノートパソコン）を有している。VRヘッドセット11及び動作検出手段12と制御手段13はそれぞれUSBケーブルで接続される。なお、制御手段13はRAM、CPU、ROM、I/O等を備えた従来公知の演算器（即ち、コンピュータ）であればよく、ノート型でもデスクトップ型でもよい。

【0025】

図2に示すように、VRヘッドセット11は、使用者の頭部の姿勢及び位置を検出する姿勢位置検出手段14と、使用者の視線で現実世界を撮像する撮像手段15と、使用者に対しVR空間画像を表示する表示手段16とを有している。

そして、動作検出手段12は、例えば1秒間に200フレーム（時間 $T = 0.005s$ ）の速度で手の動きをトラッキング（追跡）することができ、各フレームで検出された手の動きが、随時、VR空間画像として表示手段16に表示される。しかし、動作検出手段12で検出される手の動きには、様々な誤差が含まれるため、手の正確な移動距離を計測し、手の正確な位置（動き）をVR空間内で再現するためには補正が必要となる。

【0026】

まず、動作検出手段12がVRヘッドセット11の前面に取付けられており、使用者の頭部（VRヘッドセット11）の動きに伴って動作検出手段12が動いてしまうため、現実世界で手が動いていない場合でも、VR空間内（VR空間画像中）では、頭部（動作検出手段12の位置）を基準として手が動いたように再現される。

そこで、制御手段13は、予め設定された時間 T 間隔で、動作検出手段12で検出される手の動きのデータを基に手の移動距離及び手の推定位置を算出し、姿勢位置検出手段14で検出される頭部の姿勢及び位置のデータを基に使用者の頭部移動距離を算出して、手の移動距離と頭部移動距離から手の推定位置を補正して手の現在位置を求め、撮像手段15で撮像される現実世界の撮像データにおける手の動きを手の現在位置で補正して表示データを生成し、表示データを仮想世界の画像と合成してVR空間画像を作成し、表示手段16に表示する。

【0027】

さらに具体的に説明すると、制御手段13は、手の移動距離と頭部移動距離を比較し、頭部移動距離が手の移動距離より長ければ、手は静止していたものとみなして手の推定位置から手の移動距離を差し引いて手現在位置とし、頭部移動距離が手の移動距離より長くなければ、手と共に使用者の頭部が動いていたものとみなして手の推定位置から頭部移動距離を差し引いて手の現在位置とする。

これにより、使用者の頭部の動きに伴う誤差を排除することができる。

ここで、姿勢位置検出手段14としては、VRヘッドセット11に一般的に内蔵されている3軸加速度センサと3軸ジャイロセンサ（角速度センサ）が好適に用いられるが、これに限定されるものではなく、頭部（VRヘッドセット11）の姿勢（向き）及び位置を検出できるものであればよい。

【0028】

次に、先に説明したように、制御手段13では、動作検出手段12で検出される各フレーム（時間 T 間隔）での手の動きのデータを基に手の移動距離及び手の推定位置を算出するが、データに含まれるスパイク状のノイズ（誤差）をローパスフィルタ（LPF、低域通過フィルタ）によって予め除去することにより、正確な手の移動距離及び手の推定位置を算出することができる。なお、ローパスフィルタに設定するカットオフ値は、適宜、選択することができる。

【0029】

さらに、手の移動距離及び手の推定位置は、動作検出手段12で検出される各フレーム（時間 T 間隔）での手の動きのデータを画像処理することにより得られるため、手の位置の検出精度には画像処理の誤差が含まれており、静止している手が動いているように誤って検出されるおそれがある。そこで、リハビリ開始前にキャリブレーションを行い、画像

10

20

30

40

50

処理の誤差によって生じる想定移動誤差範囲（閾値）を予め設定することにより、手の現在位置の検出精度をさらに高めることができる。

【0030】

具体的には、初期位置に一定時間（例えば3秒間）、使用者の手を置き、VRヘッドセット11を固定した状態で、動作検出手段12により各フレームでの手の位置（1秒間に200フレームとして600フレーム分）を検出する。そして、全てのフレームから検出した手の位置の平均値を初期位置（クラスタ中心位置）とし、全てのフレームでの手の位置の中で、その平均値（クラスタ中心位置）から最も遠い手の位置までの距離（クラスタ半径）を想定移動誤差範囲（閾値）として設定する。リハビリを開始し、求められた時間T経過後の手の現在位置が、想定移動誤差範囲内（クラスタ内）に存在する時は、時間Tの間に手は移動していないものとみなして、手の現在位置をさらに補正する。つまり、時間T経過後の手の位置を手の現在位置（現在の手の位置）として保存する。そして、求められたT経過後の手の現在位置が、想定移動誤差範囲内（クラスタ内）に存在しない時は、時間Tの間に、求められた時間T経過後の手の現在位置まで移動したものとみなし、この手の現在位置を新たなクラスタ中心位置に設定する（クラスタ中心位置を更新する）と共に、現在の手の位置として保存する。このように、予め設定した想定移動誤差範囲を超える移動距離が検出された時に手の現在位置を更新することにより、正確な手の移動距離及び手の現在位置を求めることができる。

10

【0031】

以下、本発明の一実施の形態に係るVR空間画像補正方法を各手段の動作に基づいて説明する。

20

まず、VRヘッドセット11に取付けられた動作検出手段12で使用者のリハビリテーションの動作によって移動する手の動きを検出する（以上、第1の工程）。

このとき、第1の工程と並行して、VRヘッドセット11に内蔵された姿勢位置検出手段14で使用者の頭部の姿勢及び位置を検出する（以上、第2の工程）。

また、第1、第2の工程と並行して、VRヘッドセット11に内蔵された撮像手段15で使用者の視線で現実世界を撮像する（以上、第3の工程）。

そして、VRヘッドセット11及び動作検出手段12に接続された制御手段13により、予め設定された時間T間隔で、動作検出手段12で検出される手の動きのデータを基に手の移動距離及び手の推定位置を算出する（第4の工程）。

30

また、制御手段13により、予め設定された時間T経過毎に、姿勢位置検出手段14で検出される頭部の姿勢及び位置のデータを基に使用者の頭部移動距離を算出する（第5の工程）。

さらに、制御手段13により、手の移動距離と頭部移動距離から手の推定位置を補正して手の現在位置を求め、撮像手段15で撮像される現実世界の撮像データにおける手の動きを、求めた（補正後の）手の現在位置で補正して表示データを生成する（第6の工程）。最後に、制御手段13により、表示データを仮想世界の画像と合成してVR空間画像を作成し、VRヘッドセット11に内蔵された表示手段16に表示する（第7の工程）。

【0032】

なお、第4の工程では、ローパスフィルタにより、手の動きのデータに含まれるノイズを予め除去することにより、正確な手の移動距離及び手の推定位置が算出される。

40

そして、第6の工程では、手の移動距離と頭部移動距離を比較し、頭部移動距離が長ければ、手は静止していたものとみなして手の推定位置から手の移動距離を差し引いて手の現在位置とし、頭部移動距離が長くなければ、手と共に使用者の頭部が動いていたものとみなして手の推定位置から頭部移動距離を差し引いて手の現在位置とすることにより、使用者の頭部の動きに伴う誤差を排除し、正確な手の移動距離及び手の推定位置が得られる。また、第6の工程では、手の現在位置が、予め設定された想定移動誤差範囲内に存在する時は、時間Tの間に手は移動していないものとみなして、手の現在位置をさらに補正することにより、極めて正確な手の移動距離及び手の推定位置が得られる。特に、先に説明したように、リハビリの動作を開始する前に予めキャリブレーションを行って、手の初期

50

位置（複数回測定した初期位置の平均値であるクラスタ中心位置）と想定移動誤差範囲（複数回測定した初期位置の中で、平均値から最も遠い位置までの距離であるクラスタ半径）を設定しておけば、画像処理の誤差の影響を受けることなく、正確な手の移動距離及び手の推定位置を求めることができる。

【0033】

以下、本発明の一実施の形態に係るVR空間画像補正方法を実行するプログラムについて具体的に説明する。

まず、リハビリの開始前にキャリブレーションを行う。キャリブレーションでは、図3に示すように、手の初期位置でクラスタ中心位置（ P_{c1} ）とクラスタ範囲（ R ）を設定する。これらの設定方法は先に説明した通りであるので、説明を省略する。

このとき、VRヘッドセット11（姿勢位置検出手段14）の初期位置（ P_o ）も設定する。

リハビリの動作を開始すると、制御手段13は、動作検出手段12で検出される手の動きのデータ P を基に手の移動距離 P_h 及び手の推定位置 P_{f1} を算出する。このとき、制御手段13は、ローパスフィルタにより、手の動きのデータ P に含まれるノイズを除去するので、ノイズの影響のない手の推定位置 P_{f1} 及び手の移動距離 P_h が得られる（以上、第1のステップ）。

これと並行して、制御手段13は、姿勢位置検出手段14で検出される頭部の姿勢及び位置のデータを基に使用者の頭部移動距離 P_e を算出する（以上、第2のステップ）。

【0034】

そして、制御手段13は、頭部移動距離 P_e と手の移動距離 P_h を比較し、頭部移動距離 P_e が長くなければ、手と共に使用者の頭部が動いていたものとみなして手の推定位置 P_{f1} から頭部移動距離 P_e を差し引いて手の現在位置 P_{fn} とし、頭部移動距離 P_e が長ければ、手は静止していたものとみなして手の推定位置 P_{f1} から手の移動距離 P_h を差し引いて手の現在位置 P_{fn} とする（手の推定位置 P_{f1} を補正して手の現在位置 P_{fn} を求める）。

次に、制御手段13は、手の現在位置 P_{fn} が、予め設定された想定移動誤差範囲内に存在するか否かを判定する。手の現在位置 P_{fn} が、予め設定された想定移動誤差範囲内（クラスタ内）に存在しない（手の移動距離 P_h がクラスタ半径 R より長い）時は、そのまま手の現在位置 P_{fn} を新たなクラスタ中心位置 P_{c1} に設定する（クラスタ中心位置 P_{c1} を更新する）。また、手の現在位置 P_{fn} が、予め設定された想定移動誤差範囲内（クラスタ内）に存在する（手の移動距離 P_h がクラスタ半径 R 以下）時は、時間 T の間に手は移動していないものとみなして、クラスタ中心位置 P_{c1} （ T 経過前の手の位置）を手の現在位置 P_{fn} とする補正をさらに行う。こうして画像処理の誤差の影響を考慮して補正された手の現在位置 P_{fn} を確定した手の現在位置 P_c として保存する。そして、制御手段13は、この確定した手の現在位置 P_c を元に、撮像手段15で撮像された現実世界の撮像データにおける手の動きを補正して表示データを生成する（以上、第3のステップ）。

制御手段13は、生成した表示データを仮想世界の画像と合成して別途、VR空間画像を作成し、VRヘッドセット11に内蔵された表示手段16に表示する（第4のステップ）。

リハビリを続けている間、以上の動作が時間 T 間隔で繰り返されることにより、VR空間内における手の移動距離をリアルタイムで補正しながら表示することができる。

また、制御手段13が、時間 T 毎に検出される手の現在位置 P_c を時系列で保存することにより、計測されたデータに基づいて、リハビリ中の正確な手の移動距離を知ることができ、理学療法士若しくは作業療法士及び使用者がリハビリ効果を簡単かつ確実に確認することが可能となり、モチベーションの維持及び向上につながり、リハビリ効果を高めることができる。

【0035】

以上、本発明を、実施の形態を参照して説明してきたが、本発明は何ら上記した実施の形

10

20

30

40

50

態に記載した構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載されている事項の範囲内で考えられるその他の実施の形態や変形例も含むものである。

上記実施の形態では、手のリハビリを行う場合について説明したが、これに限定されるものではなく、VR空間内で手等の移動対象物の移動距離を測定する必要がある様々な用途（例えばVRゲーム等）に適用可能である。

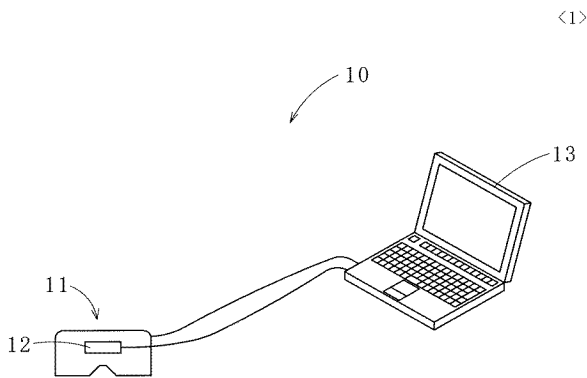
なお、動作検出手段（モーションコントローラ）で手の位置を追跡する場合、手のひらの中心点を追跡することが好ましいが、手のひらの中心点に限らず、手のひらの所望の位置を選択することもできる。また、手の位置だけでなく、手の指の位置及び動きを追跡し、VR空間に再現することも可能である。

【符号の説明】

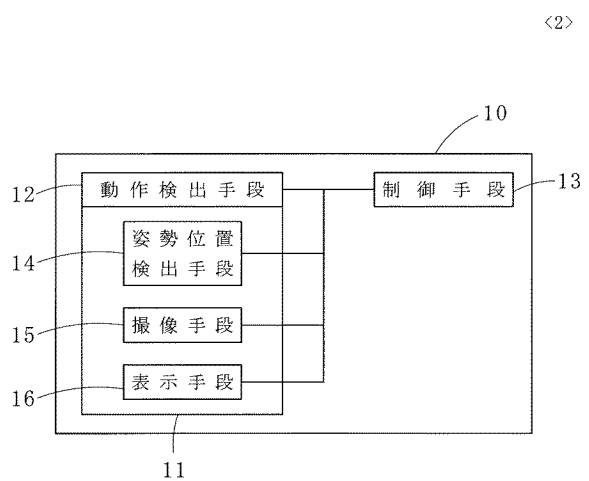
【0036】

10：VR空間画像補正システム、11：VRヘッドセット、12：動作検出手段、13：制御手段、14：姿勢位置検出手段、15：撮像手段、16：表示手段

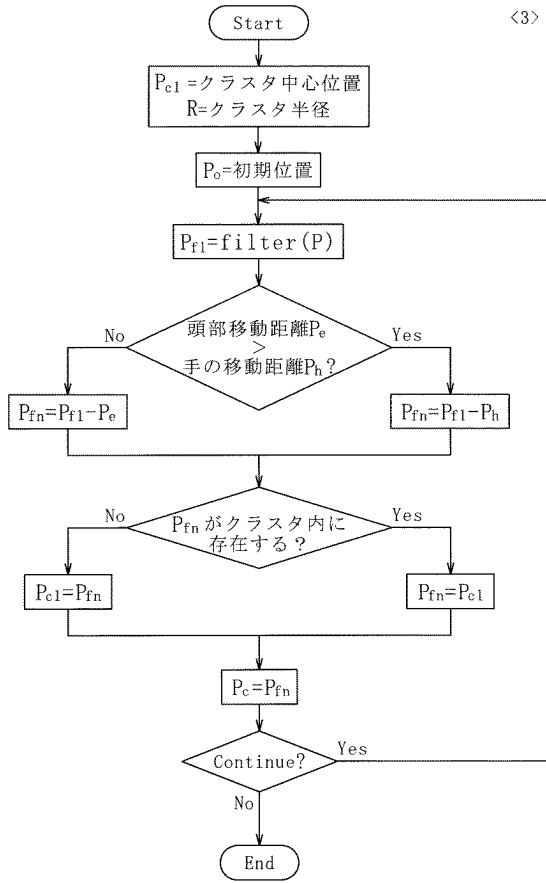
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 ブラヒム ベネッサ

福岡県北九州市若松区ひびきの2 - 4 国立大学法人九州工業大学内

Fターム(参考) 4C046 AA33 AA47 AA50 BB06 CC04 DD36 EE09 EE25 EE32
5B050 AA02 BA06 BA09 BA12 CA07 DA01 EA19 EA26 FA02
5E555 AA27 BA21 BA22 BB21 BB22 BC04 BE17 CA42 CB19 CB65
DA08 DB53 DB57 DC09 DC19 DC21 DC84 EA14 EA22 FA00