

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6263917号
(P6263917)

(45) 発行日 平成30年1月24日 (2018. 1. 24)

(24) 登録日 平成30年1月5日 (2018. 1. 5)

(51) Int. Cl.

F I

G09G 5/00 (2006.01)
G09G 5/36 (2006.01)G09G 5/00 510B
G09G 5/00 510Z
G09G 5/00 550C
G09G 5/36 510Z
G09G 5/36 530Y

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-191634 (P2013-191634)
(22) 出願日 平成25年9月17日 (2013. 9. 17)
(65) 公開番号 特開2015-59965 (P2015-59965A)
(43) 公開日 平成27年3月30日 (2015. 3. 30)
審査請求日 平成27年12月17日 (2015. 12. 17)(73) 特許権者 000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号
(74) 代理人 100095957
弁理士 亀谷 美明
(74) 代理人 100096389
弁理士 金本 哲男
(74) 代理人 100101557
弁理士 萩原 康司
(74) 代理人 100128587
弁理士 松本 一騎
(72) 発明者 竹内 雄一郎
東京都品川区東五反田3丁目14番13号
株式会社ソニーコンピュータサイエンス
研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法及びコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

現実環境の三次元形状のデータを取得し、前記三次元形状のデータの分析により、体の形状について所定のモデル化を行った代表的なユーザにとっての解析の対象となる該現実環境での現実の行動実現可能性を解析する行動実現可能性解析部と、

前記行動実現可能性解析部の解析結果を用いて前記現実環境へ投影する映像を生成する映像生成部と、

前記ユーザの行動の実行可否が物体の形状ごとに記録された行動実行可否データベースと、
を備え、

前記行動実現可能性解析部は、前記行動実行可否データベースに保持されたデータと照らし合わせることで、前記現実環境の所定の位置を含んだ所定の範囲における前記三次元形状のデータに対して前記ユーザの行動可否を評価する、情報処理装置。

【請求項 2】

前記行動実現可能性解析部は、サポートベクタマシンを使用して前記行動実行可否データベースに保持されたデータと照らし合わせる、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記行動実行可否データベースは、ランダムに生成された仮想環境に対するシミュレーションによりユーザの行動の実行可否が物体の形状ごとに記録される、請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記行動実現可能性解析部は、ユーザの所定の行動については前記三次元形状のデータを直接解析して前記ユーザの行動可否を評価する、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記三次元形状のデータの分析により前記現実環境におけるユーザの動作を解析するインタラクション解析部をさらに備える、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記映像生成部は、前記行動実現可能性解析部の解析結果及び前記インタラクション解析部の解析結果を用いて投影する映像を生成する、請求項 5 に記載の情報処理装置。

10

【請求項 7】

前記現実環境の三次元形状のデータは、少なくとも 1 つの深度センサにより取得された深度データに基づく、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の情報処理装置。

【請求項 8】

現実環境の三次元形状のデータを取得し、前記三次元形状のデータの分析により、体の形状について所定のモデル化を行った代表的なユーザにとっての解析の対象となる該現実環境での現実の行動実現可能性を解析するステップと、

前記ユーザの行動の実行可否が物体の形状ごとに記録された行動実行可否データベースに保持されたデータと照らし合わせて前記現実環境の所定の位置を含んだ所定の範囲における前記三次元形状のデータに対して前記ユーザの行動可否を評価することにより解析された前記行動実現可能性を用いて前記現実環境へ投影する映像を生成するステップと、を備える、情報処理方法。

20

【請求項 9】

コンピュータに、

現実環境の三次元形状のデータを取得し、前記三次元形状のデータの分析により、体の形状について所定のモデル化を行った代表的なユーザにとっての解析の対象となる該現実環境での現実の行動実現可能性を解析するステップと、

前記ユーザの行動の実行可否が物体の形状ごとに記録された行動実行可否データベースに保持されたデータと照らし合わせて前記現実環境の所定の位置を含んだ所定の範囲における前記三次元形状のデータに対して前記ユーザの行動可否を評価することにより解析された前記行動実現可能性を用いて前記現実環境へ投影する映像を生成するステップと、を実行させる、コンピュータプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、情報処理装置、情報処理方法及びコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクタを利用して、仮想的な情報を現実世界の物体に重ね合わせて表示する、投影型拡張現実感システムと呼ばれる技術についての研究が進められている（例えば、特許文献 1 等参照）。既存の投影型拡張現実感システムの研究では、ユーザを誘導するための矢印を床や壁に投影したり、テーブルに物体を表示したり、模型の車に架空の色をつけたり、首から下げられる小型のプロジェクタを用いて腕に時計を表示したりする例が提案されている。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特表 2013-520751 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

投影型拡張現実感システムでは、環境を理解する能力が極めて重要である。なぜならば、投影型拡張現実感システムではプロジェクタは移動可能であり、プロジェクタの設置場所がユーザによって異なる。従って、プロジェクタの投影対象が常に一定であるとは限らないからである。

【0005】

人間は、環境をひと目見るだけで、その環境内で取ることが出来る行動をある程度判断できる能力を備えている。心理学では、環境から知覚できる、行動の実現可能性をアフォーダンスと呼んでいる。そのアフォーダンスの自動的理解を投影型拡張現実感システムに適用できれば、投影対象に応じた映像の瞬時の決定が出来ることになる。

10

【0006】

そこで、本開示では、人間にとっての環境の行動実現可能性を自動的に理解して、その行動実現可能性を投影する映像に反映することが可能な、新規かつ改良された情報処理装置、情報処理方法及びコンピュータプログラムを提案する。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本開示によれば、環境の三次元形状のデータを取得し、前記三次元形状のデータの分析により、前記ユーザにとっての該環境の行動実現可能性を解析する行動実現可能性解析部と、前記行動実現可能性解析部の解析結果を用いて前記環境へ投影する映像を生成する映像生成部と、を備える、情報処理装置が提供される。

20

【0008】

また本開示によれば、環境の三次元形状のデータを取得し、前記三次元形状のデータの分析により、前記ユーザにとっての該環境の行動実現可能性を解析するステップと、解析された前記行動実現可能性を用いて前記環境へ投影する映像を生成するステップと、を備える、情報処理方法が提供される。

【0009】

また本開示によれば、コンピュータに、環境の三次元形状のデータを取得し、前記三次元形状のデータの分析により、前記ユーザにとっての該環境の行動実現可能性を解析するステップと、解析された前記行動実現可能性を用いて前記環境へ投影する映像を生成するステップと、を実行させる、コンピュータプログラムが提供される。

30

【発明の効果】**【0010】**

以上説明したように本開示によれば、人間にとっての環境の行動実現可能性を自動的に理解して、その行動実現可能性を投影する映像に反映することが可能な、新規かつ改良された情報処理装置、情報処理方法及びコンピュータプログラムを提供することができる。

【0011】

なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、または本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

40

【図面の簡単な説明】**【0012】**

【図1】本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システムの構成例を示す説明図である。

【図2】深度センサ、RGBカメラ、及びプロジェクタが一体型の装置となっている場合の装置の外観例を示す説明図である。

【図3】深度センサ、RGBカメラ、プロジェクタが、それぞれ別々の装置として環境に設置されている状態を示す説明図である。

【図4】本開示の一実施形態に係る映像生成装置の動作例を示す流れ図である。

【図5】プロジェクタが設置される環境の一例を示す説明図である。

50

【図 6】環境の各座標値の近辺の 3 次元データを取得する例を示す説明図である。

【図 7】ボクセルの例を示す説明図である。

【図 8】ランダムに生成されたボクセルのデータと、そのボクセルのデータでの行動の実行可否の例を示す説明図である。

【図 9】映像を投影しようとする環境の一例を示す説明図である。

【図 10】環境にプロジェクタから映像が投影された状態を示す説明図である。

【図 11】環境にプロジェクタから映像が投影された状態を示す説明図である。

【図 12】環境にプロジェクタから映像が投影された状態を示す説明図である。

【図 13】環境にプロジェクタから映像が投影された状態を示す説明図である。

【図 14】環境にプロジェクタから映像が投影された状態を示す説明図である。

【図 15】環境にプロジェクタから映像が投影された状態を示す説明図である。

【図 16】環境にプロジェクタから映像が投影された状態を示す説明図である。

【図 17】環境にプロジェクタから映像が投影された状態を示す説明図である。

【図 18】ハードウェア構成例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0014】

なお、説明は以下の順序で行うものとする。

1. 本開示の一実施形態

1. 1. 概要

1. 2. システム構成例

1. 3. 動作例

1. 4. 投影映像の例

2. ハードウェア構成例

3. まとめ

【0015】

< 1. 本開示の一実施形態 >

[1. 1. 概要]

まず、本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システムの概要について説明する。投影型拡張現実感システムとは、プロジェクタを利用して仮想的な情報を現実世界のオブジェクトに重ね合わせて表示する技術を用いたシステムのことである。例えば、壁や床にナビゲーション用の矢印を表示したり、テーブルに物体を表示したり、模型の車に架空の色を付けたり、首から下げられる小型プロジェクタを用いて自分の腕に時計を表示したりといった例が提案されている。

【0016】

プロジェクタの性能が年々向上し、プロジェクタから出力できる映像の質も向上してきていることを考慮すると、いずれは携帯可能な小型プロジェクタによって、環境全体に仮想的な映像を投影することが可能になると考えられる。

【0017】

投影型拡張現実感システムにとって、映像を投影する環境を理解する能力は極めて重要である。近年広まっている、建物に映像を投影する技術であるプロジェクションマッピングは、投影対象が予め決まっているため、映像を投影する環境の情報を、時間を掛けて手作業でシステムに覚えさせることが可能である。しかし、一般的な投影型拡張現実感システムは、プロジェクタは移動可能であり、プロジェクタの設置場所がユーザによって異なる。従って、プロジェクタの投影対象が常に一定であるとは限らない。そのため投影型拡張現実感システムは、環境の理解を自動的に行う能力を有することが求められる。

【0018】

上述したように、人間は、環境をひと目見るだけで、その環境内で取ることが出来る行動をある程度判断できる能力を備えている。以下で説明する本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システムは、環境のアフォーダンス（行動実現可能性）を自動的に理解して、投影する映像に、その理解した環境のアフォーダンスを反映させることを特徴としている。

【0019】

[1. 2. システム構成例]

続いて、図面を参照しながら本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システムの構成例について説明する。図1は、本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システム1の構成例を示す説明図である。以下、図1を用いて本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システム1の構成例について説明する。

10

【0020】

図1に示した投影型拡張現実感システム1は、環境に映像を投影することで、仮想的な情報を現実世界の物体に重ね合わせて表示するシステムである。本実施形態では、映像が投影される環境は、室内、室外を問わないものとする。環境内のいずれの表面も映像の投影対象となり得るだけでなく、人物の体の表面も映像の投影対象となり得る。

【0021】

図1に示したように、本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システム1は、深度センサ10と、RGBカメラ20と、プロジェクタ30と、映像生成装置100と、を含んで構成される。

20

【0022】

深度センサ10は、プロジェクタ30が映像を投影する環境における物体の奥行きを検知するセンサである。深度センサ10は、例えば、物体へ向けて赤外線を照射し、その赤外線の反射の度合いによって物体の奥行きを検知する。深度センサ10は、検知の結果として得られる深度データを映像生成装置100に供給する。なお、本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システム1に設けられる深度センサ10は、1つだけでも良く、複数でも良い。

【0023】

RGBカメラ20は、プロジェクタ30が映像を投影する環境の動画を撮像するカメラである。RGBカメラ20は、撮像の結果として得られるRGBデータを映像生成装置100に供給する。なお、本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システム1に設けられるRGBカメラ20は、1つだけでも良く、複数でも良い。

30

【0024】

プロジェクタ30は、環境へ映像を投影する装置である。環境へ投影される映像は静止画像であっても動画画像であっても良い。本実施形態では、プロジェクタ30が投影する映像は映像生成装置100で生成される。プロジェクタ30は、映像生成装置100から投影映像データを受け取り、その受け取った投影映像データに基づいて映像を照射する。なお、本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システム1に設けられるプロジェクタ30は、1つだけでも良く、複数でも良い。

【0025】

上述したように、本実施形態では、プロジェクタ30から映像が投影される環境は、室内、室外を問わないものとする。環境内のいずれの表面もプロジェクタ30からの映像の投影対象となり得るだけでなく、人物の体の表面も映像の投影対象となり得る。

40

【0026】

深度センサ10、RGBカメラ20、プロジェクタ30は、一体型の装置として構成されてもよく、別々の装置で構成されても良い。図2は、深度センサ10、RGBカメラ20、及びプロジェクタ30が一体型の装置となっている場合の装置の外観例を示す説明図である。また図3は、深度センサ10、RGBカメラ20、プロジェクタ30が、それぞれ別々の装置として、プロジェクタ30が映像を投影する環境Cに設置されている状態を示す説明図である。なお図3では、プロジェクタ30が環境Cに2つ設置されている状態

50

が示されているが、上述したように、深度センサ１０、ＲＧＢカメラ２０、プロジェクタ３０の数は図３に示したものに限定されるものではない。

【００２７】

映像生成装置１００は、深度センサ１０及びＲＧＢカメラ２０から送られてくるデータに基づき、プロジェクタ３０が投影する映像を生成する装置である。映像生成装置１００は、本開示の情報処理装置の一例である。本実施形態に係る映像生成装置１００は、深度センサ１０から送られてくる深度データに基づいて、プロジェクタ３０が映像を投影する環境のアフォーダンス（行動実現可能性）を理解し、その理解したアフォーダンスに基づいて、プロジェクタ３０が投影する映像を生成する。

【００２８】

図１に示したように、本実施形態に係る映像生成装置１００は、アフォーダンス解析部１１０と、インタラクション解析部１２０と、投影映像生成部１３０と、行動可否データベース１４０と、を含んで構成される。

【００２９】

アフォーダンス解析部１１０は、深度センサ１０が出力する深度データを用いて、プロジェクタ３０が映像を投影する環境のアフォーダンス（行動実現可能性）を解析する。アフォーダンス解析部１１０は、本開示の行動実現可能性解析部の一例である。そしてアフォーダンス解析部１１０は、環境のアフォーダンスの解析結果に基づき、プロジェクタ３０が映像を投影する環境について、人間が採り得る行動の可否を決定する。アフォーダンス解析部１１０は、プロジェクタ３０が映像を投影する環境について、人間が採り得る行動の可否を決定すると、その可否の情報を投影映像生成部１３０に送る。

【００３０】

インタラクション解析部１２０は、深度センサ１０が出力する深度データを用いて、プロジェクタ３０が映像を投影する環境でユーザが行った行動の内容を解析する。インタラクション解析部１２０は、プロジェクタ３０が映像を投影する環境でユーザが行った行動の内容の解析結果を投影映像生成部１３０に送る。例えばプロジェクタ３０が映像を投影している環境においてユーザが歩く、座る、跳ぶ等の行動を行なうと、インタラクション解析部１２０は、その行動の結果、プロジェクタ３０が投影した映像にどのような影響をもたらすかを、深度データの解析によって判断する。

【００３１】

なおインタラクション解析部１２０は、アフォーダンス解析部１１０が環境のアフォーダンスを解析した際の深度データと、ユーザが行った行動の内容を解析する際の深度データとの差分を用いて、ユーザが行った行動の内容を解析してもよい。後述するが、アフォーダンス解析部１１０が環境のアフォーダンスを解析した際の深度データは、人間や動物等が存在しない環境での深度データであることが望ましい。従ってインタラクション解析部１２０は、アフォーダンス解析部１１０が環境のアフォーダンスを解析した際の深度データと、ユーザが行った行動の内容を解析する際の深度データとの差分を用いることで、ユーザが行った行動の内容を効率的に解析できる。

【００３２】

投影映像生成部１３０は、アフォーダンス解析部１１０の解析により決定された、プロジェクタ３０が映像を投影する環境における人間が採り得る行動の可否の情報をを用いて、プロジェクタ３０が投影する映像を生成する。また投影映像生成部１３０は、アフォーダンス解析部１１０からの情報に加え、インタラクション解析部１２０の解析結果も取得し、プロジェクタ３０が投影する映像を生成する。

【００３３】

投影映像生成部１３０は、アフォーダンス解析部１１０の解析結果を用いることで、環境に応じた映像の生成はもちろん、その環境でユーザが行える行動に応じた映像の生成が可能になる。すなわち投影映像生成部１３０は、壁や机、椅子、台などに適切に表示される映像を生成することが出来るだけでなく、ユーザが台の上から跳んだ場合に届くような位置に図形や記号等を表示するような映像を生成することが出来る。

10

20

30

40

50

【0034】

なお、投影映像生成部130は、映像の生成に際して、RGBカメラ20から送られるRGBデータに基づいて、生成する映像の色を決定しても良い。例えば投影映像生成部130は、白色の物体には白色ではなく赤色の映像がプロジェクタ30から照射されるように色を決定してもよい。また例えば投影映像生成部130は、青色の壁には青色ではなく黄色の映像がプロジェクタ30から照射されるように色を決定してもよい。

【0035】

また投影映像生成部130は、映像の生成に際して、予め環境におけるプロジェクタ30の場所を把握しておく。図2のように深度センサ10、RGBカメラ20、及びプロジェクタ30が一体型の装置となっている場合は、深度センサ10の場所とプロジェクタ30の場所とがほぼ同じとみなせる。従って、投影映像生成部130は深度センサ10により得られた環境の3次元データから、プロジェクタ30の場所の把握が可能である。

10

【0036】

一方、図3のように、深度センサ10、RGBカメラ20、及びプロジェクタ30が別々の場所に設置される場合は、ユーザがプロジェクタ30の場所を投影映像生成部130に設定することで、投影映像生成部130はプロジェクタ30の場所の把握が可能である。

【0037】

投影映像生成部130は、プロジェクタ30が投影した映像をRGBカメラ20で撮像した画像を用いることで、プロジェクタ30の位置を推定してもよい。また投影映像生成部130は、プロジェクタ30が投影した映像をRGBカメラ20で撮像した画像を用いることでプロジェクタ30から投影する映像を校正してもよい。また例えば、投影映像生成部130は、RGBカメラ20が撮像した画像からARToolKit等のAR(Augmented Reality; 拡張現実)技術用のライブラリを用いて、プロジェクタ30が投影したマーカを認識することで、プロジェクタ30の位置を取得しても良い。

20

【0038】

行動可否データベース140は、どのような形状の物体であればどのような行動を行なうことが出来るか否かが記録されたデータベースである。行動可否データベース140は、例えば、座る、立つ、歩く、跳ぶ等の人間が行い得る行動のそれぞれについて、形状ごとに行動の実行の可否を記録している。例えば、行動可否データベース140は、3次元形状を、3次元空間での正規格子で表したボクセル(voxel)データで近似した上で、人間の行動がそのボクセルデータでは実行出来るか否かを記録する。

30

【0039】

アフォーダンス解析部110は、行動可否データベース140に記録されている、行動可否のデータを用いて、プロジェクタ30が映像を投影する環境のアフォーダンスを解析することが出来る。具体的な例は詳述するが、例えばアフォーダンス解析部110は、行動可否データベース140の情報と照合することで、プロジェクタ30が映像を投影する環境のアフォーダンスを解析してもよい。

【0040】

行動可否データベース140に記録される行動可否のデータは、ランダムに生成したボクセルデータに対して物理シミュレーションを実行することで生成される。この物理シミュレーションは、例えば人間の体を複数の剛体の組み合わせと見なしたシンプルなモデルを構築し、そのモデルを使って特定の行動が実行可能かどうかを検証する。

40

【0041】

例えば、環境内のある座標(x, y, z)において「立つ」という行動が実行可能かどうかについて検証する場合を考える。この場合、環境の3次元データの座標(x, y, z)の位置に、人間の体のモデルが環境と干渉することなく、かつバランスを保って配置できれば、座標(x, y, z)において「立つ」という行動が実行可能と判断できる。人間の体のモデルが環境と干渉する場合とは、例えば立った場合に頭が天井に当たってしまう場合などである。またバランスを保って配置できない場合とは、例えば過剰に傾いた床や

50

、円錐状に尖った床に立つ場合などである。上記のような検証は極めて単純な物理モデルでシミュレートすることが可能である。

【0042】

また例えば、環境内のある座標（ x ， y ， z ）において「垂直にジャンプする」という行動が実行可能かどうかについて検証する場合を考える。この場合、「垂直にジャンプする」という行動の開始時において、人間の体のモデルに環境との干渉やバランスの崩壊が無いことに加えて、行動の最中（すなわちジャンプしている最中）にも同様に、人間の体のモデルと環境との干渉が無いかどうかをシミュレートする。例えば、ある座標（ x ， y ， z ）に立った際に、人間の体のモデルの身長より3cm高い位置に天井がある場合、「立つ」ことは出来ても、「垂直にジャンプする」ことは出来ないと判断することが出来る。

10

【0043】

このように、行動の種類によっては異なる手順で検証することになるが、共通しているのは人間の体を剛体の組み合わせと見なした簡単なモデルを使用することである。このようにモデルを使って特定の行動が実行可能かどうかを検証することで、行動可否データベース140に記録される行動可否のデータの蓄積が可能となる。

【0044】

なお、図1では、映像生成装置100の内部に行動可否データベース140が含まれている構成が示されているが、本開示に係る例に限定されるものではない。行動可否データベース140は、映像生成装置100と別の装置に設けられていても良い。行動可否データベース140が映像生成装置100と別の装置に設けられている場合は、映像生成装置100と当該別の装置とが有線または無線で接続され得る。

20

【0045】

本開示の一実施形態に係る映像生成装置100は、図1に示した構成を有することで、深度センサ10から提供される深度データから環境のアフォーダンスを自動的に理解し、その理解した環境のアフォーダンスを、プロジェクタ30から投影する映像の生成に反映させることが出来る。

【0046】

以上、図1を用いて本開示の一実施形態に係る投影型拡張現実感システム1の構成例について説明した。続いて、本開示の一実施形態に係る映像生成装置100の動作例について説明する。

30

【0047】

[1.3. 動作例]

図4は、本開示の一実施形態に係る映像生成装置100の動作例を示す流れ図である。図4に示した流れ図は、プロジェクタ30が映像を照射する環境での行動実現可能性を映像生成装置100で決定する際の動作例である。以下、図4を用いて本開示の一実施形態に係る映像生成装置100の動作例について説明する。

【0048】

まず映像生成装置100は、深度センサ10を利用して、プロジェクタ30が設置される環境の3次元形状を取得する（ステップS101）。3次元形状の取得はアフォーダンス解析部110が実行し得る。具体的には、アフォーダンス解析部110は、深度センサ10から提供される深度データを取得することで、プロジェクタ30が設置される環境の3次元形状を取得する。

40

【0049】

なお、プロジェクタ30が設置される環境の3次元形状を取得する際には、上述したように、人間や動物などが存在しない状態で、深度センサ10から提供される深度データを取得することが望ましい。

【0050】

図5は、プロジェクタ30が設置される環境Cの一例を示す説明図である。プロジェクタ30が設置される環境Cに設置された深度センサ10から深度データを取得することで

50

、映像生成装置100は、プロジェクタ30が設置される環境Cの3次元形状を取得することが出来る。

【0051】

上記ステップS101でプロジェクタ30が設置される環境の3次元形状を取得すると、続いて映像生成装置100は、環境内の各座標値(x, y, z)の近辺の3次元データを取得する(ステップS102)。環境内の各座標値(x, y, z)の近辺の3次元データの取得はアフォーダンス解析部110が実行し得る。

【0052】

図6は、環境Cの各座標値(x, y, z)の近辺の3次元データを取得する例を示す説明図である。図6に示したのは、環境Cにおける所定の点C1の近辺の範囲C11の3次元データを取得する例である。この範囲C11は、人間が立つ、座る、歩く、跳ぶなどの行動を実行出来るかどうかを判断するための範囲である。

10

【0053】

アフォーダンス解析部110は、解析する行動に応じて範囲C11を変化させてもよい。例えば立つ、座る等の人間がその場で実行する簡単な動作を判断する場合は、アフォーダンス解析部110は、所定の点C1の周囲50センチメートル程度の範囲を、点C1の近辺の範囲C11としてもよい。また例えば歩く、跳ぶ等の、その場だけでは実行できない動作を判断する場合は、アフォーダンス解析部110は、人間がその場で実行する動作を判断する場合に比べて広い範囲、例えば所定の点C1の周囲1～2メートル程度の範囲を、点C1の近辺の範囲C11としてもよい。

20

【0054】

上記ステップS102で環境内の各座標値(x, y, z)の近辺の3次元データを取得すると、続いて映像生成装置100は、取得した、各座標値(x, y, z)の近辺の3次元データを、3次元空間での正規格子で表したボクセルの集合体で近似する(ステップS103)。この3次元データをボクセルの集合体で近似する処理は、アフォーダンス解析部110が実行し得る。

【0055】

図7は、3次元データをボクセルの集合体で近似した例を示す説明図である。図7に示したボクセルの集合体は、説明を簡単にするために任意の方向から見た2次元で示したものであり、実際のボクセルは3次元のデータである。

30

【0056】

上記ステップS103で3次元データをボクセルの集合体で近似すると、続いて映像生成装置100は、そのボクセルの集合体に対して、人間の行動可否を評価する(ステップS104)。このボクセルの集合体に対して人間の行動可否を評価する処理は、アフォーダンス解析部110が実行し得る。

【0057】

本実施形態では、ボクセルの集合体に対して人間の行動可否を評価する際に、行動実行可否データベース140に記録されているデータが用いられ得る。行動実行可否データベース140に記録されているデータは、ランダムに生成されたボクセルのデータに対する行動の可否についての情報である。

40

【0058】

図8は、ランダムに生成されたボクセルのデータと、そのボクセルのデータでの行動の実行可否の例を示す説明図である。図8に示したボクセルのデータは上から見た場合の例である。例えば、平坦な面の上では座ることはできるが、剣山のような環境では座ることができない、などの情報が行動実行可否データベース140に記録されている。

【0059】

アフォーダンス解析部110は、ボクセルの集合体で近似した3次元データと、行動実行可否データベース140に記録されているデータと照らし合わせることで、環境内の各座標値(x, y, z)における行動の実行可否を評価する。ただし、全く同じボクセルが

50

行動実行可否データベース 140 に記録されている可能性は低い。

【0060】

従ってアフォーダンス解析部 110 は、サポートベクタマシン (SVM) やベイジアンフィルタなどの判定器を用いて、環境内の各座標値 (x, y, z) における行動の実行可否を評価する。指定の行動が実行可能な環境と、そうでない環境のサンプルを大量に判定器に与えることで、ある座標を中心とした所定の範囲の 3 次元データが与えられた際に、当該範囲で所定の行動が実行可能かどうか瞬時に判定出来る。

【0061】

なお、評価対象の行動が「立つ」「座る」等の単純なものであれば、アフォーダンス解析部 110 は、判定器を用いるのではなく、評価対象のボクセルに対する単純計算を行っても良い。例えば「立つ」という行動について実行可否を評価する場合、アフォーダンス解析部 110 は、立つ場所の下にある程度の大きさの平面があれば、そこで人間が立てると評価しても良い。

【0062】

上記ステップ S104 で、ボクセルの集合体に対して人間の行動可否を評価すると、続いて映像生成装置 100 は、人間の行動可否の評価結果に基づいて、環境内の各座標値の行動可否を決定する (ステップ S105)。この決定処理はアフォーダンス解析部 110 が実行し得る。

【0063】

映像生成装置 100 は、このように一連の動作を実行することで、プロジェクタ 30 が映像を照射する環境での行動実現可能性を自動的に決定することができる。そして映像生成装置 100 は、プロジェクタ 30 が映像を照射する環境での行動実現可能性を自動的に決定することで、その行動実現可能性に合わせてプロジェクタ 30 が投影する映像を生成することが出来る。

【0064】

以上、図 4 を用いて本開示の一実施形態に係る映像生成装置 100 の動作例について説明した。続いて、本開示の一実施形態に係る映像生成装置 100 が生成する映像をプロジェクタ 30 から投影した際の例を示す。

【0065】

[1. 4. 投影映像の例]

[1. 4. 1. アクションゲームの実現]

まず、映像生成装置 100 が生成する映像をプロジェクタ 30 から投影することで、投影型拡張現実感システム 1 がアクションゲームを実現する例を説明する。以下で説明するアクションゲームは、敵を倒したり、アイテムを獲得したりすることで得点が得られるゲームであるとする。本実施形態に係る投影型拡張現実感システム 1 によって、このアクションゲームを現実世界で実現することが出来る。

【0066】

図 9 は、プロジェクタ 30 が映像を投影しようとする環境の一例を示す説明図である。図 9 に示した環境 C の行動実現可能性を、深度センサ 10 から提供される深度データを用いて決定することで、映像生成装置 100 は環境 C の形状や、行動実現可能性に応じた映像を生成して、プロジェクタ 30 に投影させることが出来る。なお図 9 には、プロジェクタ 30 が投影する映像でアクションゲームを行なうユーザ U の姿を示しているが、上述したように、映像生成装置 100 が環境 C の行動実現可能性を決定する際には、環境 C にはユーザ U がいない方がより望ましい。

【0067】

図 10 は、図 9 に示した環境 C に、プロジェクタ 30 から映像が投影された状態を示す説明図である。プロジェクタ 30 は、環境 C の形状や行動実現可能性に応じて映像生成装置 100 が生成した映像を投影することが出来る。

【0068】

図 11 及び図 12 は、図 9 に示した環境 C に、プロジェクタ 30 から映像が投影された

10

20

30

40

50

状態を示す説明図である。図11及び図12には、図10に示したようなプロジェクタ30からの映像に加え、アイテムI1がプロジェクタ30から環境Cに照射されている状態が示されている。図12に示したように、ユーザUが環境Cの左側の山から跳ぶことでぎりぎりアイテムI1に届くような場所に表示されるよう、投影映像生成部130がこのアイテムI1の表示位置を決定する。

【0069】

図13は、図9に示した環境Cに、プロジェクタ30から映像が投影された状態を示す説明図である。図13には、図11及び図12に示したような映像に加え、敵E1がプロジェクタ30から環境Cに照射されている状態が示されている。この敵E1は、ユーザUがアイテムI1を取ろうとする際にユーザUの邪魔をするものである。

10

【0070】

このようにプロジェクタ30から映像を投影することで、ユーザUがアイテムI1に触れたことがインタラクショ解析部120の解析結果によって判定されれば得点が与えられるようなアクションゲームが、投影型拡張現実感システム1によって実現可能となる。また、ユーザUが敵E1に触れたことがインタラクショ解析部120の解析結果によって判定されれば減点されるようなアクションゲームが、投影型拡張現実感システム1によって実現可能となる。

【0071】

[1. 4. 2. モグラ叩きゲームの実現]

続いて、映像生成装置100が生成する映像をプロジェクタ30から投影することで、投影型拡張現実感システム1がモグラ叩きゲームを実現する例を説明する。モグラ叩きゲームは、次々に現れるモグラを叩くことで得点が得られるゲームであるが、本実施形態に係る投影型拡張現実感システム1によって、このモグラ叩きゲームを現実世界で実現することが出来る。

20

【0072】

図14は、図9に示した環境Cに、プロジェクタ30から映像が投影された状態を示す説明図である。図14には、図10に示したような映像に加え、モグラM1がプロジェクタ30から環境Cに照射されている状態が示されている。このようにプロジェクタ30から映像を投影することで、プロジェクタ30から照射されているモグラM1の映像にユーザUが触れるとモグラUが消滅するようなモグラ叩きゲームが、投影型拡張現実感システム1によって実現可能となる。

30

【0073】

図15は、図9に示した環境Cに、プロジェクタ30から映像が投影された状態を示す説明図である。図15には、図14に示したモグラM1の映像にユーザUが触れた状態が示されている。図15のように、モグラM1の映像にユーザUが触れたことがインタラクショ解析部120の解析結果によって判定されれば、投影映像生成部130はモグラM1の表示をやめる。

【0074】

図16は、図9に示した環境Cに、プロジェクタ30から映像が投影された状態を示す説明図である。図16には、図10に示したような映像に加え、モグラM2がプロジェクタ30から環境Cに照射されている状態が示されている。図16に示したように、モグラM1の映像に触れた後に、ユーザUが急げばぎりぎりモグラM2の映像に届くような場所に表示されるよう、投影映像生成部130がこのモグラM2の表示位置を決定する。

40

【0075】

このようにプロジェクタ30から映像を投影することで、ユーザUがモグラM1、M2の映像に触れたことがインタラクショ解析部120の解析結果によって判定されれば得点が与えられるようなモグラ叩きゲームが、投影型拡張現実感システム1によって実現可能となる。

【0076】

[1. 4. 3. エクササイズアプリケーションの実現]

50

続いて、映像生成装置 100 が生成する映像をプロジェクタ 30 から投影することで、投影型拡張現実感システム 1 がエクササイズアプリケーションを実現する例を説明する。投影型拡張現実感システム 1 は、プロジェクタ 30 が映像を投影する環境と、予め登録されたユーザの健康状態等の情報とに基づいて、その環境でユーザにとって最適なエクササイズを提供することができる。ユーザの健康状態等の情報には、例えば、ユーザの性別、年齢、身長、体重、血圧、心拍数等の情報が含まれ得る。

【0077】

図 17 は、図 9 に示した環境 C に、プロジェクタ 30 から映像が投影された状態を示す説明図である。図 17 には、図 10 に示したような映像に加え、ユーザ U が手や足で触る目印 M1 がプロジェクタ 30 から環境 C に照射されている状態が示されている。

10

【0078】

図 17 に示したように、ユーザ U にとって最適なエクササイズ効果が出るような位置に目印 M1 の映像が表示されるよう、投影映像生成部 130 がこの目印 M1 の表示位置を決定する。目印 M1 の表示位置は、プロジェクタ 30 が映像を投影する環境におけるアフォーダンスだけでなく、ユーザの健康状態等の情報にも基づいて決定され得る。図 17 に示した例では、ユーザ U が手を乗せることが出来るとアフォーダンス解析部 110 が判断し、かつ、ユーザ U にとって最適なエクササイズ効果が出ると判断した位置に目印 M1 が表示されるよう、投影映像生成部 130 がプロジェクタ 30 から投影される映像を生成している。

【0079】

20

このようにプロジェクタ 30 から映像を投影することで、ユーザ U が目印 M1 の映像に触ることでユーザ U にエクササイズ効果が出るようなエクササイズアプリケーションが、投影型拡張現実感システム 1 によって実現可能となる。

【0080】

投影型拡張現実感システム 1 がエクササイズアプリケーションを実現する場合は、ユーザが希望するエクササイズの種類に応じて環境に投影される映像を投影映像生成部 130 が生成しても良い。例えば瞬発力を鍛えるエクササイズをユーザが希望する場合は、短時間で目印の位置が変化するような映像を投影映像生成部 130 が生成し、筋力を鍛えるエクササイズをユーザが希望する場合は、目印の位置が変化しないような映像を投影映像生成部 130 が生成してもよい。

30

【0081】

なお、投影型拡張現実感システム 1 によって実現できるゲームやアプリケーションは上述してきた例に限定されないことは言うまでもない。

【0082】

<2. ハードウェア構成例>

上記の各アルゴリズムは、例えば、図 18 に示す情報処理装置のハードウェア構成を用いて実行することが可能である。つまり、当該各アルゴリズムの処理は、コンピュータプログラムを用いて図 18 に示すハードウェアを制御することにより実現される。なお、このハードウェアの形態は任意であり、例えば、パーソナルコンピュータ、携帯電話、PHS、PDA 等の携帯情報端末、ゲーム機、接触式又は非接触式の IC チップ、接触式又は非接触式の IC カード、又は種々の情報家電がこれに含まれる。但し、上記の PHS は、Personal Handy-phone System の略である。また、上記の PDA は、Personal Digital Assistant の略である。

40

【0083】

図 18 に示すように、このハードウェアは、主に、CPU902 と、ROM904 と、RAM906 と、ホストバス908 と、ブリッジ910 と、を有する。さらに、このハードウェアは、外部バス912 と、インターフェース914 と、入力部916 と、出力部918 と、記憶部920 と、ドライブ922 と、接続ポート924 と、通信部926 と、を有する。但し、上記の CPU は、Central Processing Unit の略である。また、上記の ROM は、Read Only Memory の略である。そして

50

、上記のRAMは、Random Access Memoryの略である。

【0084】

CPU902は、例えば、演算処理装置又は制御装置として機能し、ROM904、RAM906、記憶部920、又はリムーバブル記録媒体928に記録された各種プログラムに基づいて各構成要素の動作全般又はその一部を制御する。ROM904は、CPU902に読み込まれるプログラムや演算に用いるデータ等を格納する手段である。RAM906には、例えば、CPU902に読み込まれるプログラムや、そのプログラムを実行する際に適宜変化する各種パラメータ等が一時的又は永続的に格納される。

【0085】

これらの構成要素は、例えば、高速なデータ伝送が可能なホストバス908を介して相互に接続される。一方、ホストバス908は、例えば、ブリッジ910を介して比較的数据伝送速度が低速な外部バス912に接続される。また、入力部916としては、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、ボタン、スイッチ、センサ、カメラ及びレバー等が用いられる。さらに、入力部916としては、赤外線やその他の電波を利用して制御信号を送信することが可能なリモートコントローラ（以下、リモコン）が用いられることもある。

10

【0086】

出力部918としては、例えば、プロジェクタ、CRT、LCD、PDP、又はELD等のディスプレイ装置、スピーカ、ヘッドホン等のオーディオ出力装置、プリンタ、携帯電話、又はファクシミリ等、取得した情報を利用者に対して視覚的又は聴覚的に通知することが可能な装置である。但し、上記のCRTは、Cathode Ray Tubeの略である。また、上記のLCDは、Liquid Crystal Displayの略である。そして、上記のPDPは、Plasma Display Panelの略である。さらに、上記のELDは、Electro-Luminescence Displayの略である。

20

【0087】

記憶部920は、各種のデータを格納するための装置である。記憶部920としては、例えば、ハードディスクドライブ（HDD）等の磁気記憶デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス、又は光磁気記憶デバイス等が用いられる。但し、上記のHDDは、Hard Disk Driveの略である。

30

【0088】

ドライブ922は、例えば、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、又は半導体メモリ等のリムーバブル記録媒体928に記録された情報を読み出し、又はリムーバブル記録媒体928に情報を書き込む装置である。リムーバブル記録媒体928は、例えば、DVDメディア、Blu-rayメディア、HD DVDメディア、各種の半導体記憶メディア等である。もちろん、リムーバブル記録媒体928は、例えば、非接触型ICチップを搭載したICカード、又は電子機器等であってもよい。但し、上記のICは、Integrated Circuitの略である。

【0089】

接続ポート924は、例えば、USBポート、IEEE1394ポート、SCSI、RS-232Cポート、又は光オーディオ端子等のような外部接続機器930を接続するためのポートである。外部接続機器930は、例えば、プリンタ、携帯音楽プレーヤ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、又はICレコーダ等である。但し、上記のUSBは、Universal Serial Busの略である。また、上記のSCSIは、Small Computer System Interfaceの略である。

40

【0090】

通信部926は、ネットワーク932に接続するための通信デバイスであり、例えば、有線又は無線LAN、Bluetooth（登録商標）、又はWUSB用の通信カード、光通信用のルータ、ADSL用のルータ、又は接触又は非接触通信用のデバイス等である。また、通信部926に接続されるネットワーク932は、有線又は無線により接続され

50

たネットワークにより構成され、例えば、インターネット、家庭内LAN、赤外線通信、可視光通信、放送、又は衛星通信等である。但し、上記のLANは、Local Area Networkの略である。また、上記のWUSBは、Wireless USBの略である。そして、上記のADSLは、Asymmetric Digital Subscriber Lineの略である。

【0091】

<3. まとめ>

以上説明したように、本開示の一実施形態によれば、環境のアフォーダンス（行動実現可能性）を解析し、そのアフォーダンスに基づいて環境に投影する映像を生成する、映像生成装置100が提供される。

10

【0092】

映像生成装置100は、深度センサ10から送られてくる深度データを用いた環境のアフォーダンスの解析をアフォーダンス解析部110で実行する。アフォーダンス解析部110は、深度データから得られる環境の3次元データについて、ユーザの採り得る行動の実現可能性を決定する。アフォーダンス解析部110は、ユーザの採り得る行動の実現可能性を決定する際には行動可否データベース140に格納されている情報と照合する。

【0093】

本開示の一実施形態に係る映像生成装置100は、環境のアフォーダンス（行動実現可能性）を解析し、そのアフォーダンスに基づいて環境に投影する映像を生成することで、人間にとっての環境の行動実現可能性を自動的に理解して、その行動実現可能性を投影する映像に反映することができる。

20

【0094】

本明細書の各装置が実行する処理における各ステップは、必ずしもシーケンス図またはフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はない。例えば、各装置が実行する処理における各ステップは、フローチャートとして記載した順序と異なる順序で処理されても、並列的に処理されてもよい。

【0095】

また、各装置に内蔵されるCPU、ROMおよびRAMなどのハードウェアを、上述した各装置の構成と同等の機能を発揮させるためのコンピュータプログラムも作成可能である。また、該コンピュータプログラムを記憶させた記憶媒体も提供されることが可能である。また、機能ブロック図で示したそれぞれの機能ブロックをハードウェアで構成することで、一連の処理をハードウェアで実現することもできる。

30

【0096】

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

【0097】

また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

40

【0098】

例えば、上記実施形態では、プロジェクタ30のみから映像が出力されていたが、本開示は係る例に限定されるものではない。環境のアフォーダンスを考慮した映像は、プロジェクタに加えて映像を表示するディスプレイからも表示され得る。

【0099】

なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

環境の三次元形状のデータを取得し、前記三次元形状のデータの分析により、前記ユー

50

ザにとっての該環境の行動実現可能性を解析する行動実現可能性解析部と、

前記行動実現可能性解析部の解析結果を用いて前記環境へ投影する映像を生成する映像生成部と、
を備える、情報処理装置。

(2)

前記行動実現可能性解析部は、前記環境の所定の位置を含んだ所定の範囲における前記三次元形状のデータに対して前記ユーザの行動可否を評価することで、前記所定の位置における前記環境の行動実現可能性を解析する、前記(1)に記載の情報処理装置。

(3)

ユーザの行動の実行可否が形状ごとに記録された行動実行可否データベースをさらに備え、

前記行動実現可能性解析部は、前記行動実行可否データベースに保持されたデータと照らし合わせることで前記ユーザの行動可否を評価する、前記(2)に記載の情報処理装置。

(4)

前記行動実現可能性解析部は、サポートベクタマシンを使用して前記行動実行可否データベースに保持されたデータと照らし合わせる、前記(3)に記載の情報処理装置。

(5)

前記行動実行可否データベースは、ランダムに生成された環境に対するシミュレーションによりユーザの行動の実行可否が形状ごとに記録される、前記(3)または(4)に記載の情報処理装置。

(6)

前記行動実現可能性解析部は、ユーザの所定の行動については前記三次元形状のデータを直接解析して前記ユーザの行動可否を評価する、前記(2)～(5)のいずれかに記載の情報処理装置。

(7)

前記三次元形状のデータの分析により前記環境におけるユーザの動作を解析するインタラクション解析部をさらに備える、前記(1)～(7)のいずれかに記載の情報処理装置。

(8)

前記映像生成部は、前記行動実現可能性解析部の解析結果及び前記インタラクション解析部の解析結果を用いて投影する映像を生成する、前記(7)に記載の情報処理装置。

(9)

前記環境の三次元形状のデータは、少なくとも1つの深度センサにより取得された深度データに基づく、前記(1)～(8)のいずれかに記載の情報処理装置。

(10)

環境の三次元形状のデータを取得し、前記三次元形状のデータの分析により、前記ユーザにとっての該環境の行動実現可能性を解析するステップと、

解析された前記行動実現可能性を用いて前記環境へ投影する映像を生成するステップと、
を備える、情報処理方法。

(11)

コンピュータに、

環境の三次元形状のデータを取得し、前記三次元形状のデータの分析により、前記ユーザにとっての該環境の行動実現可能性を解析するステップと、

解析された前記行動実現可能性を用いて前記環境へ投影する映像を生成するステップと、
を実行させる、コンピュータプログラム。

【符号の説明】

【0100】

10

20

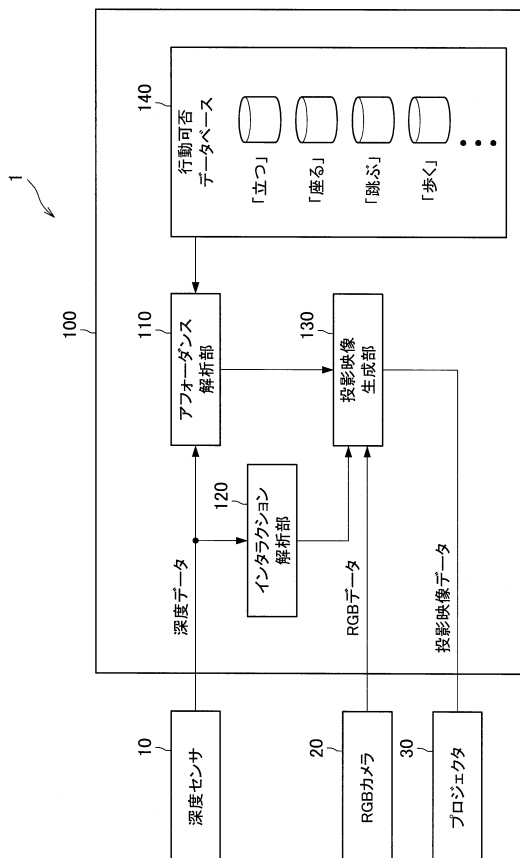
30

40

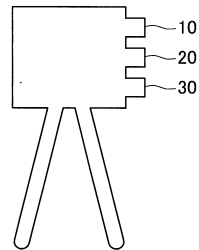
50

- 1 投影型拡張現実感システム
 10 深度センサ
 20 RGBカメラ
 30 プロジェクタ
 100 映像生成装置
 C 環境
 U ユーザ

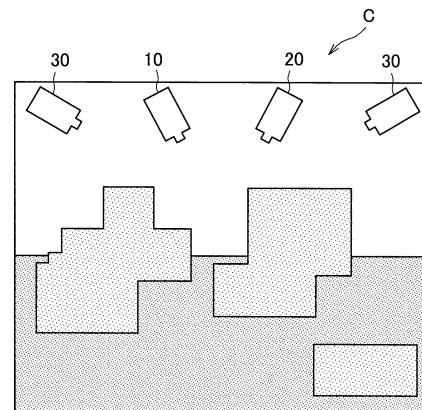
【図1】



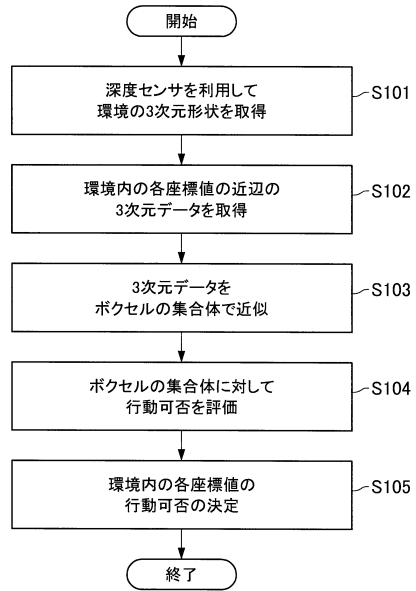
【図2】



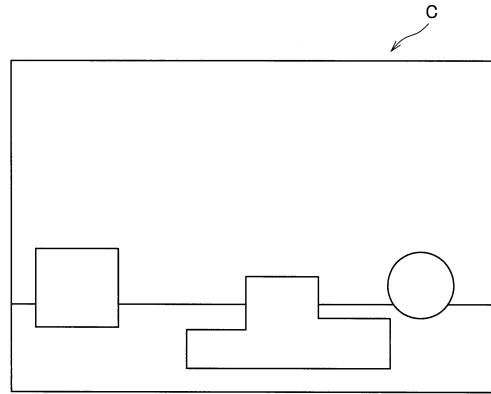
【図3】



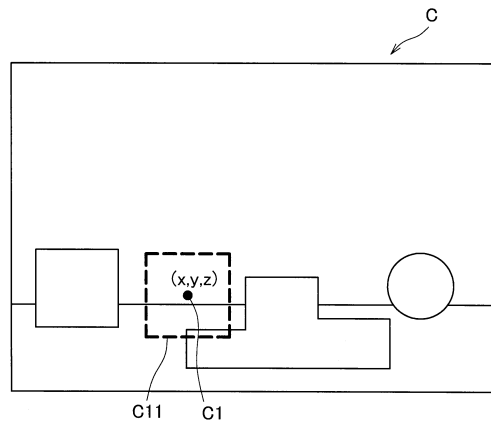
【図 4】



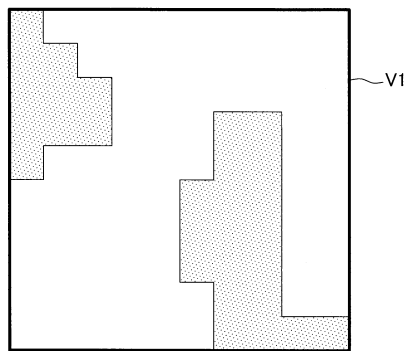
【図 5】



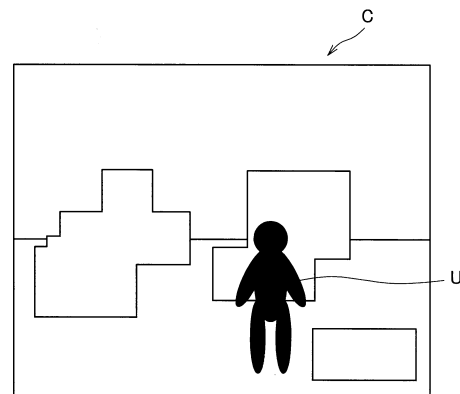
【図 6】



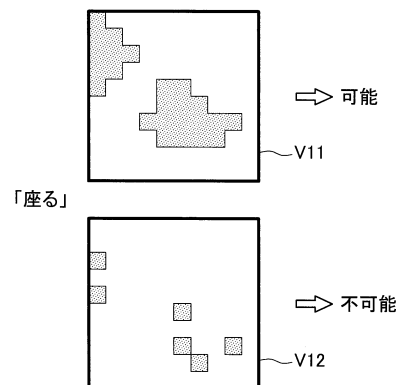
【図 7】



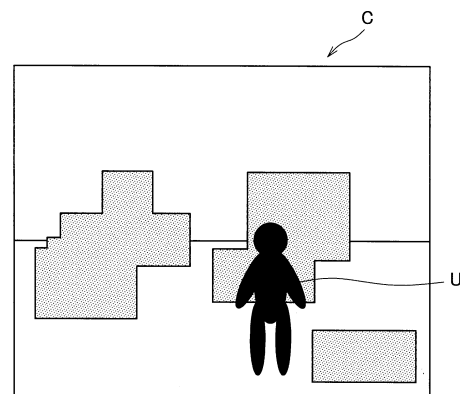
【図 9】



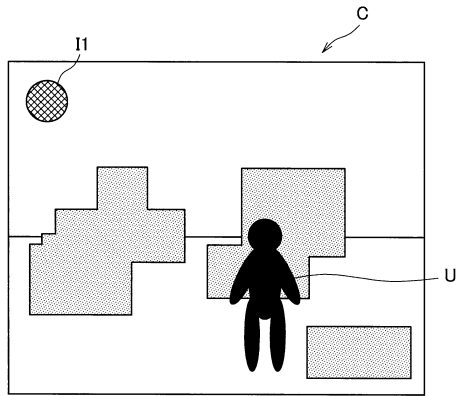
【図 8】



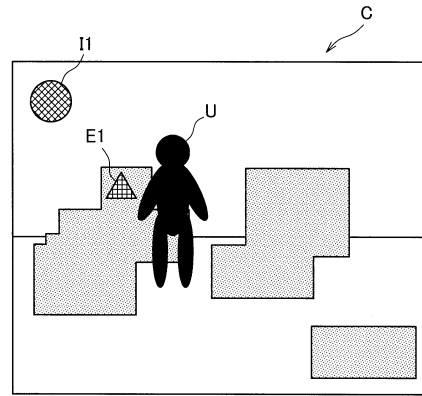
【図 10】



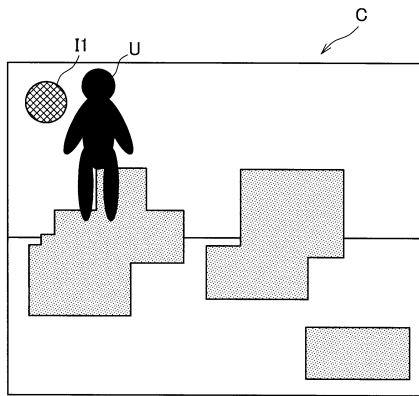
【図 1 1】



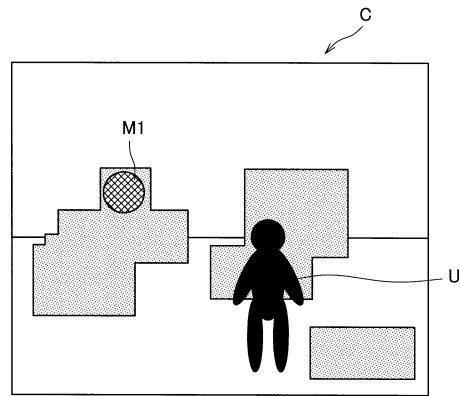
【図 1 3】



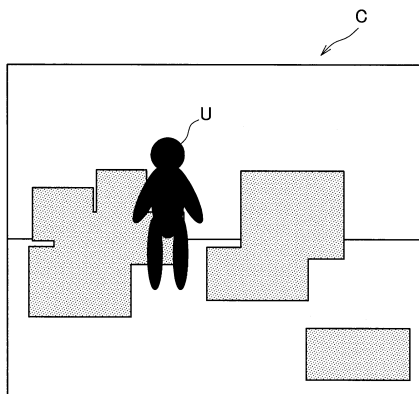
【図 1 2】



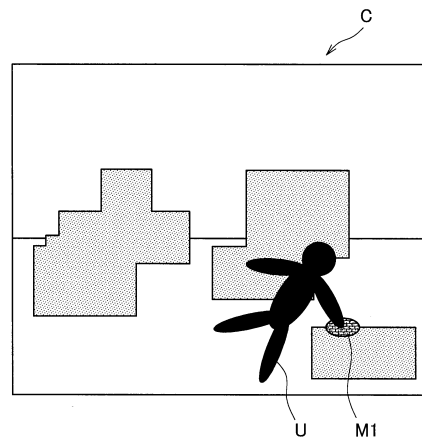
【図 1 4】



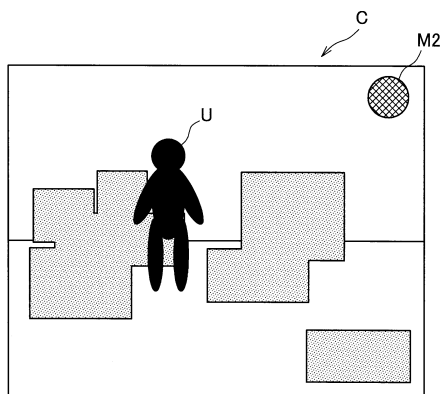
【図 1 5】



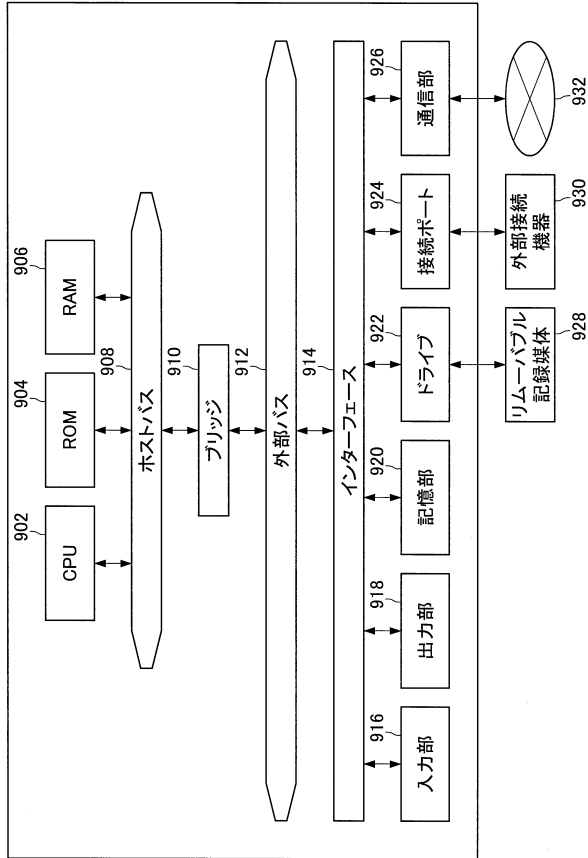
【図 1 7】



【図 1 6】



【図 18】



フロントページの続き

審査官 橋本 直明

- (56)参考文献 特開平11-300049 (JP, A)
特開2012-155655 (JP, A)
国際公開第2009/034694 (WO, A1)
米国特許出願公開第2012/0249416 (US, A1)
特表2013-522766 (JP, A)
特開2013-172432 (JP, A)
特開2012-173772 (JP, A)
国際公開第2013/118373 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G09G 5/00
G09G 5/36