

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6112815号
(P6112815)

(45) 発行日 平成29年4月12日 (2017. 4. 12)

(24) 登録日 平成29年3月24日 (2017. 3. 24)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 3 F 13/213 (2014. 01)	A 6 3 F 13/213
A 6 3 F 13/25 (2014. 01)	A 6 3 F 13/25
A 6 3 F 13/80 (2014. 01)	A 6 3 F 13/80 E

請求項の数 17 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2012-215078 (P2012-215078)	(73) 特許権者	000006633
(22) 出願日	平成24年9月27日 (2012. 9. 27)		京セラ株式会社
(65) 公開番号	特開2014-68689 (P2014-68689A)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(43) 公開日	平成26年4月21日 (2014. 4. 21)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成27年5月15日 (2015. 5. 15)		弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	上野 泰弘
			神奈川県横浜市都筑区加賀原2丁目1番1号 京セラ株式会社横浜事業所内
		(72) 発明者	田辺 茂輝
			神奈川県横浜市都筑区加賀原2丁目1番1号 京セラ株式会社横浜事業所内
		審査官	柴田 和雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置、制御システムおよび制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

装着されることによりユーザの両目のそれぞれに対応した画像を表示することでユーザが視認する空間である表示空間内において、3次元マトリクス状に区分けされた仮想の遊戯領域中に、当該区分けされた各区画を1個分或いは複数個分だけ占有する3次元ブロックを立体表示する表示部と、当該表示部を制御する制御部と、実在する物体の位置を検出する検出部と、を備え、

前記制御部は、前記表示部を制御して、

前記3次元ブロックを出現させるとともに、

前記検出部により、前記実在する物体の経時的な変化が検出されたとき、当該検出結果に基づいて、前記3次元ブロックを前記区画単位で移動させ、

移動した当該3次元ブロックにより、前記遊戯領域の一の層の全ての区画が埋めつくされたとき、前記3次元ブロック中の前記一の層に含まれる部分を消去する表示装置であって、

前記制御部は、前記検出部の検出結果に基づいて、前記遊戯領域を回転させる表示装置

。

【請求項2】

前記制御部は、一の前記3次元ブロックが出現してから、所定時間後に次の前記3次元ブロックが出現するように制御する請求項1に記載の表示装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記3次元ブロックを出現させる間隔を時間が経つにつれて短くする請求項2に記載の表示装置。

【請求項4】

前記制御部は、前記3次元ブロックが、時間の経過にしたがって、前記遊戯領域の第1の面から、当該第1の面に対向する第2の面に向かって移動するように制御する請求項1乃至3のいずれか1項に記載の表示装置。

【請求項5】

前記制御部は、前記検出部が前記第2の面から前記第1の面への前記物体の移動を検出しても、当該第1の面には前記3次元ブロックを移動させないように制御する請求項1乃至4のいずれか1項に記載の表示装置。

10

【請求項6】

前記制御部は、前記第2の面と対向する面の少なくとも1つが前記第2の面に到達した第1の3次元ブロックを、前記検出部の検出結果にかかわらず移動させないように制御し、

前記第2の面と対向する面の少なくとも1つが前記第1の3次元ブロックが存在する区画に到達した第2の3次元ブロックを、前記検出部の検出結果にかかわらず移動させないように制御する請求項1乃至5のいずれか1項に記載の表示装置。

【請求項7】

前記制御部は、前記第1の3次元ブロックおよび前記第2の3次元ブロックを所定の条件下に限り移動させる請求項6に記載の表示装置。

20

【請求項8】

前記制御部は、前記第1の3次元ブロックの前記第2の面と対向する面の少なくとも1つが、前記第2の面に到達してから所定時間内に前記検出部が前記物体の移動を検出した場合に、前記検出部の検出結果に基づいて前記第1の3次元ブロックを移動させ、

前記第2の3次元ブロックの前記第2の面と対向する面の少なくとも1つが、前記第1の3次元ブロックが存在する区画に到達してから所定時間内に前記検出部が前記物体の移動を検出した場合に、前記検出部の検出結果に基づいて前記第2の3次元ブロックを移動させる請求項7に記載の表示装置。

【請求項9】

前記制御部は、前記遊戯領域を回転させる場合に、移動中の前記3次元ブロックを回転させない請求項1に記載の表示装置。

30

【請求項10】

前記制御部は、前記遊戯領域を前記表示部の表示面に対して垂直方向に回転させる場合に、前記3次元ブロックを出現させる位置を変更する請求項9に記載の表示装置。

【請求項11】

前記制御部は、前記遊戯領域を前記表示部の表示面に対して垂直方向に回転させた後に、前記遊戯領域中の全ての3次元ブロックを、前記遊戯領域の前記表示面に近接する面へ向けて移動させる請求項10に記載の表示装置。

【請求項12】

前記制御部は、前記遊戯領域を前記表示部の表示面に対して垂直方向に回転させた後に、前記遊戯領域中の全ての3次元ブロックのうち移動しないように制御していた3次元ブロックを、区画毎に分割して、前記遊戯領域の前記表示面に近接する面へ向けて移動させる請求項10に記載の表示装置。

40

【請求項13】

装着されることによりユーザの両目のそれぞれに対応した画像を表示することでユーザが視認する空間である表示空間内において、3次元マトリクス状に区分けされた仮想の遊戯領域中に、当該区分けされた各区画を1個分或いは複数個分だけ占有する3次元ブロックを立体表示する表示部と、当該表示部を制御する制御部と、実在する物体の位置を検出する検出部と、を備え、

前記制御部は、前記表示部を制御して、

50

前記 3 次元ブロックを出現させるとともに、
前記検出部により、前記実在する物体の経時的な変化が検出されたとき、当該検出結果に基づいて、前記 3 次元ブロックを前記区画単位で移動させ、
移動した当該 3 次元ブロックにより、前記遊戯領域の一の層の全ての区画が埋めつくされたとき、前記 3 次元ブロック中の前記一の層に含まれる部分を消去する表示装置であって、

前記制御部は、
前記検出部を介して、前記物体が前記 3 次元ブロックを掴む動作を検出し、
当該複数個所において前記 3 次元ブロックを掴む前記物体の移動または回転に応じて、前記 3 次元ブロックを変形させる、或いは前記 3 次元ブロックを複数個の新たな 3 次元ブロックに分離させる表示装置。

10

【請求項 14】

前記制御部は、
 前記検出部を介して、前記物体が前記 3 次元ブロックを押す動作を検出し、
 前記押す動作における前記物体の移動量に応じた区画分だけ前記 3 次元ブロックを移動させる請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の表示装置。

【請求項 15】

前記検出部は、前記実在する物体の形状及びその経時的な変化を検出するために、可視光線或いは赤外線或いは電波或いは音波或いは磁気或いは静電容量の少なくとも 1 つを用いる請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の表示装置。

20

【請求項 16】

ユーザの両目のそれぞれに対応した画像を表示することでユーザが視認する空間である表示空間内の 3 次元マトリクス状に区分けされた仮想の遊戯領域中に、当該区分けされた各区画を 1 個分或いは複数個分だけ占有する 3 次元ブロックを立体表示する表示部及び実在する物体の位置を検出する検出部を備える端末と、当該端末を制御する制御部を含むシステムであって、

前記制御部は、前記表示部を制御して、
 装着されることによりユーザの両目のそれぞれに対応した画像を表示することで、前記 3 次元ブロックを出現させるとともに、
 前記検出部により、前記実在する前記物体の時間的な変化が検出されたとき、当該検出結果に基づいて、前記 3 次元ブロックを前記区画単位で移動させ、
移動した当該 3 次元ブロックにより、前記遊戯領域の一の層の全ての区画が埋めつくされたとき、前記 3 次元ブロック中の前記一の層に含まれる部分を消去するとともに、
前記制御部は、前記検出部の検出結果に基づいて、前記遊戯領域を回転させる制御システム。

30

【請求項 17】

ユーザの両目のそれぞれに対応した画像を表示することでユーザが視認する空間である表示空間内で 3 次元形状を立体表示する表示部及び実在する物体の位置を検出する検出部を備える表示装置に、

装着されることにより前記画像を表示することで、前記表示空間内の 3 次元マトリクス状に区分けされた仮想の遊戯領域中に、当該区分けされた各区画を 1 個分或いは複数個分だけ占有する 3 次元ブロックを出現させるステップと、

40

前記実在する物体の時間的な変化が検出されたときに、前記 3 次元ブロックを前記区画単位で移動させるステップと、

移動した当該 3 次元ブロックにより、前記遊戯領域の一の層の全ての区画が埋めつくされたとき、前記 3 次元ブロック中の前記一の層に含まれる部分を消去するステップと

を実行させる制御プログラムであって、

前記検出部の検出結果に基づいて、前記遊戯領域を回転させるように制御するステップをさらに含む制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置、制御システムおよび制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話端末等の表示部を備える表示装置には、画像等を立体表示することができるものがある（例えば、特許文献1参照）。立体表示は、両眼の視差を利用して実現される。

【0003】

また、3Dゲームのアプリケーションを実行することができるゲーム装置がある。例えば、特許文献2に記載のゲーム装置は、3次元コンピュータグラフィックスで表示された立体パズルを使用して3Dゲームを実行する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-95547号公報

【特許文献2】特開2011-101677号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

立体表示は利用者にとって親しみやすい表示形式であるにも関わらず、従来の表示装置では、立体表示は視聴目的でしか利用されず、操作の利便性を向上させるためには利用されてこなかった。また、立体パズル等の3Dゲームのアプリケーションは存在するが、従来のゲーム装置では、操作ボタン等により特定の1つのオブジェクト毎しか選択できず、さらに操作に慣れるまで時間を要してしまう。

20

【0006】

本発明は、利用者に対して利便性の高い操作方法を提供することができる表示装置、制御システムおよび制御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】

【0007】

本発明に係る表示装置は、装着されることによりユーザの両目のそれぞれに対応した画像を表示することで、表示空間内の3次元マトリクス状に区分けされた仮想の遊戯領域中に、当該区分けされた各区画を1個分或いは複数個分だけ占有する3次元ブロックを立体表示する表示部と、当該表示部を制御する制御部と、前記表示空間中の物体の位置を検出する検出部と、を備え、前記制御部は、前記表示部を制御して、前記3次元ブロックを出現させるとともに、前記検出部により、前記表示空間における前記物体の経時的な変化が検出されたとき、当該検出結果に基づいて、前記3次元ブロックを前記区画単位で移動させ、移動した当該3次元ブロックにより、前記遊戯領域の一の層の全ての区画が埋めつくされたとき、前記3次元ブロック中の前記一の層に含まれる部分を消去する。

30

【0008】

また、本発明に係る制御システムは、表示空間内の3次元マトリクス状に区分けされた仮想の遊戯領域中に、当該区分けされた各区画を1個分或いは複数個分だけ占有する3次元ブロックを立体表示する表示部及び前記表示空間中の物体の位置を検出する検出部を備える端末と、当該端末を制御する制御部を含むシステムであって、前記制御部は、前記表示部を制御して、装着されることによりユーザの両目のそれぞれに対応した画像を表示することで、前記3次元ブロックを出現させるとともに、前記検出部により、前記表示空間における前記物体の時間的な変化が検出されたとき、当該検出結果に基づいて、前記3次元ブロックを前記区画単位で移動させ、移動した当該3次元ブロックにより、前記遊戯領域の一の層の全ての区画が埋めつくされたとき、前記3次元ブロック中の前記一の層に含まれる部分を消去する。

40

【0009】

50

また、本発明に係る制御プログラムは、表示空間内で3次元形状を立体表示する表示部及び前記表示空間中の物体の位置を検出する検出部を備える表示装置に、装着されることによりユーザの両目のそれぞれに対応した画像を表示することで、表示空間内の3次元マトリクス状に区分けされた仮想の遊戯領域中に、当該区分けされた各区画を1個分或いは複数個分だけ占有する3次元ブロックを出現させるステップと、前記表示空間における前記物体の時間的な変化が検出されたときに、前記3次元ブロックを前記区画単位で移動させるステップと、移動した当該3次元ブロックにより、前記遊戯領域の一の層の全ての区画が埋めつくされたとき、前記3次元ブロック中の前記一の層に含まれる部分を消去するステップとを実行させる。

【発明の効果】

10

【0010】

本発明は、利用者に対して利便性の高い操作方法を提供することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、表示装置の斜視図である。

【図2】図2は、利用者によって装着された表示装置を正面から見た図である。

【図3】図3は、表示装置の変形例を示す図である。

【図4】図4は、表示装置の他の変形例を示す図である。

【図5】図5は、表示装置の他の変形例を示す図である。

20

【図6】図6は、表示装置のブロック図である。

【図7】図7は、制御プログラムが提供する機能に基づく制御の例を示す図である。

【図8】図8は、オブジェクトデータに格納される情報の一例を示す図である。

【図9】図9は、表示装置による3次元オブジェクトの表示の一例を示す模式図である。

【図10】図10は、層を消去する例を示す図である。

【図11】図11は、3次元オブジェクトを掴んで行う操作の一例を示す図である。

【図12】図12は、3次元オブジェクトを押す操作の一例を示す図である。

【図13】図13は、遊戯領域の側面での移動の停止について説明するための図である。

【図14】図14は、遊戯領域を3次元オブジェクトとして扱う操作の一例を示す図である。

30

【図15】図15は、遊戯領域を3次元オブジェクトとして扱う他の操作の一例を示す図である。

【図16】図16は、停止状態にある3次元ブロックを区画単位の要素に分離して底面へ向けて移動させる例を示す図である。

【図17】図17は、遊戯領域の面を3次元オブジェクトとして扱う操作の一例を示す図である。

【図18】図18は、3次元ブロックを分解する操作の一例を示す図である。

【図19】図19は、3次元ブロックを合成する操作の一例を示す図である。

【図20】図20は、3次元ブロックの制御に関して表示装置が実行する基本的な処理の処理手順を示すフローチャートである。

40

【図21】図21は、3次元オブジェクトを掴んで行う操作の検出について説明するための図である。

【図22】図22は、3次元オブジェクトを掴んで行う操作の検出について説明するための図である。

【図23】図23は、3次元オブジェクトの選択検出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図24】図24は、掴む操作検出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図25】図25は、3次元オブジェクトを掴んで行う他の操作の検出について説明するための図である。

【図26】図26は、3次元オブジェクトへの接触を選択の条件とする場合の選択検出処

50

理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 2 7】図 2 7 は、作用データに格納される情報の一例を示す図である。

【図 2 8】図 2 8 は、3次元オブジェクトを押す操作の検出について説明するための図である。

【図 2 9】図 2 9 は、3次元オブジェクトを押す操作の検出について説明するための図である。

【図 3 0】図 3 0 は、3次元オブジェクトの接触検出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 3 1】図 3 1 は、押す操作検出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

10

【0012】

以下、本発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、以下の説明により本発明が限定されるものではない。また、以下の説明における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。

【実施例】

【0013】

まず、図 1 および図 2 を参照しながら、実施例に係る表示装置 1 の全体的な構成について説明する。図 1 は、表示装置 1 の斜視図である。図 2 は、利用者によって装着された表示装置 1 を正面から見た図である。図 1 および図 2 に示すように、表示装置 1 は、利用者の頭部に装着されるヘッドマウントタイプの装置である。

20

【0014】

表示装置 1 は、前面部 1 a と、側面部 1 b と、側面部 1 c とを有する。前面部 1 a は、装着時に、利用者の両目を覆うように利用者の正面に配置される。側面部 1 b は、前面部 1 a の一方の端部に接続され、側面部 1 c は、前面部 1 a の他方の端部に接続される。側面部 1 b および側面部 1 c は、装着時に、眼鏡の蔓のように利用者の耳によって支持され、表示装置 1 を安定させる。側面部 1 b および側面部 1 c は、装着時に、利用者の頭部の背面で接続されるように構成されてもよい。

【0015】

前面部 1 a は、装着時に利用者の目と対向する面に表示部 3 2 a および表示部 3 2 b を備える。表示部 3 2 a は、装着時に利用者の右目と対向する位置に配設され、表示部 3 2 b は、装着時に利用者の左目と対向する位置に配設される。表示部 3 2 a は、右目用の画像を表示し、表示部 3 2 b は、左目用の画像を表示する。このように、装着時に利用者のそれぞれの目に対応した画像を表示する表示部 3 2 a および表示部 3 2 b を備えることにより、表示装置 1 は、両眼の視差を利用した 3次元表示を実現することができる。

30

【0016】

表示部 3 2 a および表示部 3 2 b は、利用者の右目と左目に異なる画像を独立して提供することができれば、1つの表示デバイスによって構成されてもよい。例えば、表示される画像が一方の目にしか見えないように遮蔽するシャッターを高速に切り替えることによって、1つの表示デバイスが右目と左目に異なる画像を独立して提供するように構成してもよい。前面部 1 a は、装着時に外光が利用者の目に入らないように、利用者の目を覆うように構成されてもよい。

40

【0017】

前面部 1 a は、表示部 3 2 a および表示部 3 2 b が設けられている面とは反対側の面に撮影部 4 0 および撮影部 4 2 を備える。撮影部 4 0 は、前面部 1 a の一方の端部（装着時の右目側）の近傍に配設され、撮影部 4 2 は、前面部 1 a の他方の端部（装着時の左目側）の近傍に配設される。撮影部 4 0 は、利用者の右目の視界に相当する範囲の画像を取得する。撮影部 4 2 は、利用者の左目の視界に相当する範囲の画像を取得する。ここでいう視界とは、例えば、利用者が正面を見ているときの視界である。

【0018】

表示装置 1 は、撮影部 4 0 によって撮影された画像を右目用の画像として表示部 3 2 a

50

に表示し、撮影部 4 2 によって撮影された画像を左目用の画像として表示部 3 2 b に表示する。このため、表示装置 1 は、装着中の利用者に、前面部 1 a によって視界が遮られていても、表示装置 1 を装着していないときと同様の光景を提供することができる。

【 0 0 1 9 】

表示装置 1 は、このように現実の光景を利用者に提供する機能に加えて、仮想的な情報を 3 次元的に表示し、仮想的な情報を利用者が操作することを可能にする機能を有する。表示装置 1 によれば、仮想的な情報は、実際に存在しているかのように、現実の光景と重ねて表示される。そして、利用者は、例えば、手を使って仮想的な情報を実際に触っているかのように操作し、移動、回転、変形等の変化を仮想的な情報に施すことができる。このように、表示装置 1 は、仮想的な情報に関して、直感的で利便性の高い操作方法を提供する。以下の説明では、表示装置 1 によって 3 次元的に表示される仮想的な情報を「3 次元オブジェクト」と呼ぶことがある。

10

【 0 0 2 0 】

表示装置 1 は、表示装置 1 を装着していない場合と同様の広い視界を利用者に提供する。そして、表示装置 1 は、この広い視界の中の任意の位置に任意の大きさで 3 次元オブジェクトを配置することができる。このように、表示装置 1 は、表示デバイスの大きさの制約を受けることなく、広い空間の様々な位置に様々な大きさの 3 次元オブジェクトを表示することができる。

【 0 0 2 1 】

図 1 および図 2 では、表示装置 1 が、眼鏡（ゴーグル）のような形状を有する例を示したが、表示装置 1 の形状はこれに限定されない。例えば、表示装置 1 は、図 3 に示す表示装置 2 のように、利用者の頭部のほぼ上半分を覆うようなヘルメットタイプの形状を有していてもよい。あるいは、表示装置 1 は、図 4 に示す表示装置 3 のように、利用者の顔面のほぼ全体を覆うようなマスクタイプの形状を有していてもよい。表示装置 1 は、図 5 に示す表示装置 4 のように、情報処理装置、バッテリー装置等の外部装置 4 d と有線または無線で接続される構成であってもよい。

20

【 0 0 2 2 】

次に、図 6 を参照しながら、表示装置 1 の機能的な構成について説明する。図 6 は、表示装置 1 のブロック図である。図 6 に示すように、表示装置 1 は、操作部 1 3 と、制御部 2 2 と、記憶部 2 4 と、表示部 3 2 a および 3 2 b と、撮影部 4 0 および 4 2 と、検出部 4 4 と、測距部 4 6 とを有する。操作部 1 3 は、表示装置 1 の起動、停止、動作モードの変更等の基本的な操作を受け付ける。

30

【 0 0 2 3 】

表示部 3 2 a および 3 2 b は、液晶ディスプレイ（Liquid Crystal Display）、有機 E L（Organic Electro - Luminescence）パネル等の表示デバイスを備え、制御部 2 2 から入力される制御信号に従って各種の情報を表示する。表示部 3 2 a および 3 2 b は、レーザー光線等の光源を用いて利用者の網膜に画像を投影する投影装置であってもよい。

【 0 0 2 4 】

撮影部 4 0 および 4 2 は、C C D（Charge Coupled Device Image Sensor）、C M O S（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等のイメージセンサを用いて電子的に画像を撮影する。そして、撮影部 4 0 および 4 2 は、撮影した画像を信号に変換して制御部 2 2 へ出力する。

40

【 0 0 2 5 】

検出部 4 4 は、撮影部 4 0 および 4 2 の撮影範囲に存在する現実の物体を検出する。検出部 4 4 は、例えば、撮影範囲に存在する現実の物体のうち、予め登録された形状（例えば、人間の手の形状）にマッチする物体を検出する。検出部 4 4 は、予め形状が登録されていない物体についても、画素の明度、彩度、色相のエッジ等に基づいて、画像中の現実の物体の範囲（形状および大きさ）を検出するように構成されてもよい。

【 0 0 2 6 】

測距部 4 6 は、撮影部 4 0 および 4 2 の撮影範囲に存在する現実の物体までの距離を測

50

定する。現実の物体までの距離は、表示装置 1 を装着している利用者のそれぞれの目の位置を基準として目毎に測定される。このため、測距部 4 6 が距離を測定する基準位置がそれぞれの目の位置とずれている場合には、測距部 4 6 の測定値は、そのずれに応じて、目の位置までの距離を表すように補正される。

【 0 0 2 7 】

本実施例においては、撮影部 4 0 および 4 2 が、検出部 4 4 および測距部 4 6 を兼ねる。すなわち、本実施例においては、撮影部 4 0 および 4 2 によって撮影される画像を解析することによって、撮影範囲内の物体が検出される。さらに、撮影部 4 0 によって撮影される画像に含まれる物体と撮影部 4 2 によって撮影される画像に含まれる物体とを比較することにより、物体との距離が測定（算出）される。

10

【 0 0 2 8 】

表示装置 1 は、撮影部 4 0 および 4 2 とは別に、検出部 4 4 を備えてもよい。検出部 4 4 は、例えば、可視光、赤外線、紫外線、電波、音波、磁気、静電容量の少なくとも 1 つを用いて、撮影範囲に存在する現実の物体を検出するセンサであってもよい。表示装置 1 は、撮影部 4 0 および 4 2 とは別に、測距部 4 6 を備えてもよい。測距部 4 6 は、例えば、可視光、赤外線、紫外線、電波、音波、磁気、静電容量の少なくとも 1 つを用いて、撮影範囲に存在する現実の物体までの距離を検出するセンサであってもよい。表示装置 1 は、TOF (Time-of-Flight) 法を用いたセンサのように、検出部 4 4 および測距部 4 6 を兼ねることができるセンサを備えてもよい。

【 0 0 2 9 】

制御部 2 2 は、演算手段である CPU (Central Processing Unit) と、記憶手段であるメモリとを備え、これらのハードウェア資源を用いてプログラムを実行することによって各種の機能を実現する。具体的には、制御部 2 2 は、記憶部 2 4 に記憶されているプログラムやデータを読み出してメモリに展開し、メモリに展開されたプログラムに含まれる命令を CPU に実行させる。そして、制御部 2 2 は、CPU による命令の実行結果に応じて、メモリおよび記憶部 2 4 に対してデータの読み書きを行ったり、表示部 3 2 a 等の動作を制御したりする。CPU が命令を実行するに際しては、メモリに展開されているデータや検出部 4 4 を介して検出される操作がパラメータや判定条件の一部として利用される。

20

【 0 0 3 0 】

記憶部 2 4 は、フラッシュメモリ等の不揮発性を有する記憶装置からなり、各種のプログラムやデータを記憶する。記憶部 2 4 に記憶されるプログラムには、制御プログラム 2 4 a が含まれる。記憶部 2 4 に記憶されるデータには、オブジェクトデータ 2 4 b と、作用データ 2 4 c と、仮想空間データ 2 4 d とが含まれる。記憶部 2 4 は、メモリカード等の可搬の記憶媒体と、記憶媒体に対して読み書きを行う読み書き装置との組み合わせによって構成されてもよい。この場合、制御プログラム 2 4 a、オブジェクトデータ 2 4 b、作用データ 2 4 c、仮想空間データ 2 4 d は、記憶媒体に記憶されていてもよい。また、制御プログラム 2 4 a、オブジェクトデータ 2 4 b、作用データ 2 4 c、仮想空間データ 2 4 d は、無線通信または有線通信によってサーバ装置等の他の装置から取得されてもよい。

30

40

【 0 0 3 1 】

制御プログラム 2 4 a は、表示装置 1 を稼働させるための各種制御に関する機能を提供する。制御プログラム 2 4 a が提供する機能には、撮影部 4 0 および 4 2 が取得する画像に 3 次元オブジェクトを重ねて表示部 3 2 a および 3 2 b に表示する機能、3 次元オブジェクトに対する操作を検出する機能、検出した操作に応じて 3 次元オブジェクトを変化させる機能等が含まれる。制御プログラム 2 4 a は、このように、3 次元オブジェクトの表示を制御したり、3 次元オブジェクトに対する操作を検出したりすることにより、後述するように、利用者が立体的な遊戯を楽しむことを可能にする。

【 0 0 3 2 】

制御プログラム 2 4 a は、検出処理部 2 5 と、表示オブジェクト制御部 2 6 と、画像合

50

成部 27 とを含む。検出処理部 25 は、撮影部 40 および 42 の撮影範囲に存在する現実の物体を検出するための機能を提供する。検出処理部 25 が提供する機能には、検出したそれぞれの物体までの距離を測定する機能が含まれる。

【0033】

表示オブジェクト制御部 26 は、仮想空間にどのような 3次元オブジェクトが配置され、それぞれの 3次元オブジェクトがどのような状態にあるかを管理するための機能を提供する。表示オブジェクト制御部 26 が提供する機能には、検出処理部 25 の機能によって検出される現実の物体の動きに基づいて 3次元オブジェクトに対する操作を検出し、検出した操作に基づいて 3次元オブジェクトを変化させる機能が含まれる。

【0034】

画像合成部 27 は、現実の空間の画像と仮想空間の画像とを合成することにより、表示部 32a に表示する画像と表示部 32b に表示する画像とを生成するための機能を提供する。画像合成部 27 が提供する機能には、検出処理部 25 の機能によって測定される現実の物体までの距離と、仮想空間における視点から 3次元オブジェクトまでの距離とに基づいて、現実の物体と 3次元オブジェクトの前後関係を判定し、重なりを調整する機能が含まれる。

【0035】

オブジェクトデータ 24b は、3次元オブジェクトの形状および性質に関する情報を含む。オブジェクトデータ 24b は、3次元オブジェクトを表示するために用いられる。作用データ 24c は、表示されている 3次元オブジェクトに対する操作が 3次元オブジェクトにどのように作用するかに関する情報を含む。作用データ 24c は、表示されている 3次元オブジェクトに対する操作が検出された場合に、3次元オブジェクトをどのように変化させるかを判定するために用いられる。ここでいう変化には、移動、回転、変形、消失等が含まれる。仮想空間データ 24d は、仮想空間に配置される 3次元オブジェクトの状態に関する情報を保持する。3次元オブジェクトの状態には、例えば、位置、姿勢、変形の状況等が含まれる。

【0036】

次に、図 7 を参照しながら、制御プログラム 24a が提供する機能に基づく制御の例について説明する。画像 P1a は、撮影部 40 によって得られる画像、すなわち、現実の空間を右目で見た光景に相当する画像である。画像 P1a には、テーブル T1 と、利用者の手 H1 とが写っている。表示装置 1 は、同じ場面を撮影部 42 によって撮影した画像、すなわち、現実の空間を左目で見た光景に相当する画像も取得する。

【0037】

画像 P2a は、仮想空間データ 24d およびオブジェクトデータ 24b に基づいて生成される右目用の画像である。この例において、仮想空間データ 24d は、仮想空間中に存在するブロック状の 3次元オブジェクト B1 の状態に関する情報を保持し、オブジェクトデータ 24b は、3次元オブジェクト B1 の形状および性質に関する情報を保持する。表示装置 1 は、これらの情報に基づいて仮想空間を再現し、再現した仮想空間を右目の視点から見た画像 P2a を生成する。仮想空間における右目（視点）の位置は、所定の規則に基づいて決定される。表示装置 1 は、同様に、再現した仮想空間を左目の視点で見た画像も生成する。すなわち、表示装置 1 は、画像 P2a と組み合わせることによって 3次元オブジェクト B1 が 3次的に表示される画像も生成する。

【0038】

表示装置 1 は、図 7 に示すステップ S1 において、画像 P1a および画像 P2a を合成して、画像 P3a を生成する。画像 P3a は、右目用の画像として表示部 32a に表示される画像である。このとき、表示装置 1 は、利用者の右目の位置を基準として、撮影部 40 の撮影範囲にある現実の物体と、仮想空間内に存在する 3次元オブジェクトとの前後関係を判定する。そして、現実の物体と 3次元オブジェクトとが重なっている場合には、利用者の右目により近いものが前面に見えるように重なりを調整する。

【0039】

10

20

30

40

50

このような重なり調整は、現実の物体と3次元オブジェクトとが重なる画像上の領域内の所定の大きさの範囲毎（例えば、1画素毎）に行われる。このため、現実の空間における視点から現実の物体までの距離は、画像上の所定の大きさの範囲毎に測定される。さらに、仮想空間における視点から3次元オブジェクトまでの距離は、3次元オブジェクトの位置、形状、姿勢等を考慮して、画像上の所定の大きさの範囲毎に算出される。

【0040】

図7に示すステップS1の場面では、3次元オブジェクトB1は、仮想空間において、テーブルT1が現実の空間で存在する位置のすぐ上に相当する位置に配置されている。さらに、図7に示すステップS1の場面では、利用者の手H1と3次元オブジェクトB1が、利用者の右目の位置を基準として、ほぼ同じ方向に、ほぼ同じ距離で存在している。このため、所定の大きさの範囲毎に重なりを調整することにより、合成後の画像P3aでは、手H1と3次元オブジェクトB1とが重なっている領域のうち、手H1の親指に相当する部分では手H1が前面に現れ、他の部分では3次元オブジェクトB1が前面に現れている。さらに、テーブルT1と3次元オブジェクトB1とが重なっている領域では、3次元オブジェクトB1が前面に現れている。

10

【0041】

このような重なり調整により、図7に示すステップS1では、あたかもテーブルT1上に3次元オブジェクトB1が置かれ、3次元オブジェクトB1を利用者が手H1で摘んでいるかのような画像P3aが得られている。表示装置1は、同様の処理により、撮影部42によって撮影した画像と仮想空間を左目の視点から見た画像とを合成し、左目用の画像として表示部32bに表示される画像を生成する。左目用の画像を生成する場合、現実の物体と3次元オブジェクトとの重なりは、利用者の左目の位置を基準として調整される。

20

【0042】

表示装置1は、こうして生成した合成画像を表示部32aおよび32bに表示する。その結果、利用者は、あたかも、3次元オブジェクトB1がテーブルT1の上に置かれ、自分の手H1で3次元オブジェクトB1を摘んでいるかのような光景を見ることができる。

【0043】

図7に示すステップS2の場面では、利用者が手H1を矢印A1の方向に移動させている。この場合、撮影部40によって得られる画像は、手H1の位置が右へ移動した画像P1bに変化する。さらに、表示装置1は、手H1の動きを、3次元オブジェクトを摘んだままで右へ移動させる操作と判定し、操作に応じて、仮想空間における3次元オブジェクトの位置を右へ移動させる。仮想空間における3次元オブジェクトの移動は、仮想空間データ24dに反映される。その結果、仮想空間データ24dおよびオブジェクトデータ24bに基づいて生成される右目用の画像は、3次元オブジェクトB1の位置が右へ移動した画像P2bに変化する。表示装置1による操作の検出の詳細については、後述する。

30

【0044】

表示装置1は、画像P1bおよび画像P2bを合成して右目用の画像P3bを生成する。画像P3bは、画像P3aと比較して、テーブルT1上のより右側の位置で、3次元オブジェクトB1を利用者が手H1で摘んでいるかのような画像となっている。表示装置1は、同様に左目用の合成画像を生成する。そして、表示装置1は、こうして生成した合成画像を表示部32aおよび32bに表示する。その結果、利用者は、あたかも、自分の手H1で3次元オブジェクトB1を摘んで右へ移動させたかのような光景を見ることができる。

40

【0045】

このような表示用の合成画像の更新は、一般的な動画のフレームレートと同等の頻度（例えば、毎秒30回）で実行される。その結果、利用者の操作に応じた3次元オブジェクトの変化は、表示装置1が表示する画像にほぼリアルタイムに反映され、利用者は、あたかも実際に存在しているかのように、違和感なく3次元オブジェクトを操作することができる。さらに、本実施例に係る構成では、3次元オブジェクトを操作する利用者の手が、

50

利用者の目と表示部 3 2 a および 3 2 b の間に位置することがないため、利用者は、手によって 3 次元オブジェクトの表示が遮られることを気にすることなく操作を行うことができる。

【 0 0 4 6 】

次に、図 8 を参照しながら、図 6 に示したオブジェクトデータ 2 4 b についてさらに詳しく説明する。図 8 は、オブジェクトデータ 2 4 b に格納される情報の一例を示す図である。図 8 に示すように、オブジェクトデータ 2 4 b には、形状情報、色、透明度等を含む情報が 3 次元オブジェクト毎に格納される。形状情報は、3 次元オブジェクトの形状を示す情報である。形状情報は、例えば、3 次元オブジェクトを構成する面の頂点座標の集合である。色は、3 次元オブジェクトの表面の色である。透明度は、3 次元オブジェクトが光を透過させる度合いである。なお、オブジェクトデータ 2 4 b は、複数の 3 次元オブジェクトに関する情報を保持することができる。

10

【 0 0 4 7 】

次に、図 9 から図 1 9 を参照しながら、遊戯における、表示装置 1 による 3 次元オブジェクトの表示の制御と、3 次元オブジェクトに対する操作の検出について説明する。以下の説明では、表示装置 1 を装着した利用者が見る空間を、表示空間と呼ぶことがある。

【 0 0 4 8 】

図 9 は、表示装置 1 による 3 次元オブジェクトの表示の一例を示す模式図である。図 9 に示すように、表示装置 1 は、表示空間 5 0 中に遊戯領域 6 0 を設定する。遊戯領域 6 0 は、3 次元マトリックス状に区分けされた立方体形状の仮定の領域である。遊戯領域 6 0 が区分けされた各区画は、立方体形状をしている。なお、図 9 では、説明の便宜上、遊戯領域 6 0 が区分けされた区画を点線で図示しているが、各区画は、必ずしもこのように明示されない。

20

【 0 0 4 9 】

表示装置 1 は、3 次元オブジェクトに対する操作を検出する空間を操作可能範囲 5 1 に限定してもよい。操作可能範囲 5 1 は、例えば、表示装置 1 を装着している利用者の手が届く範囲である。このように、3 次元オブジェクトに対する操作を検出する空間を限定することにより、表示装置 1 が操作を検出するために実行する演算処理の負荷を軽減することができる。

【 0 0 5 0 】

また、表示装置 1 は、遊戯領域 6 0 の面の 1 つである上面 6 0 b から、上面 6 0 b に対向する底面 6 0 a へ向けて 3 次元ブロックを移動させる。3 次元ブロックは、遊戯領域 6 0 が区分けされた区画を 1 乃至複数個占有する 3 次元オブジェクトである。3 次元ブロックには、複数の種類があり、種類毎に形状や色が異なる。それぞれの種類の形状や色は、オブジェクトデータ 2 4 b において定義されている。

30

【 0 0 5 1 】

表示装置 1 は、上面 6 0 b の近傍で 3 次元ブロックを出現させた後、時間の経過に従って 3 次元ブロックを底面 6 0 a へ向けて移動させる。そして、表示装置 1 は、3 次元ブロックの移動方向の面（底面 6 0 a と対向する面）のいずれかが底面 6 0 a に接触すると、3 次元ブロックの移動を中止して、3 次元ブロックを停止状態にする。表示装置 1 は、3 次元ブロックの移動方向の面のいずれかが、停止状態にある他の 3 次元ブロックと接触した場合にも、3 次元ブロックを停止状態にする。

40

【 0 0 5 2 】

表示装置 1 は、1 つの 3 次元ブロックを出現させた後、所定の時間が経過すると、次の 3 次元ブロックを出現させる。次の 3 次元ブロックは、1 つ前の 3 次元ブロックの移動中に出現することもある。表示装置 1 は、遊戯性を高めるため、3 次元ブロックを出現させる間隔を少しずつ短くしていく。なお、表示装置 1 は、遊戯性を高めるため、3 次元ブロックを底面 6 0 a へ向けて移動させる速度を次第に速くしてもよい。

【 0 0 5 3 】

3 次元ブロックを次々と出現させた結果、遊戯領域 6 0 には複数のブロックが積み重な

50

っていく。例えば、図9に示す例では、3次元ブロックBL1および3次元ブロックBL2が、底面60aに到達して停止状態となっている。また、3次元ブロックBL3が、3次元ブロックBL1の上に重なって停止状態となっている。また、3次元ブロックBL4が、移動中であり、3次元ブロックBL5が、上面60bの近傍に出現している。

【0054】

表示装置1は、3次元ブロックが積み重なり、3次元ブロックの要素によって遊戯領域60の層のいずれかが埋め尽くされた場合は、その層を消去する。

【0055】

図10は、層を消去する例を示す図である。図10に示すステップSA1では、底面60aの上が3次元ブロックの要素によって埋め尽くされている。このように1つの層が埋め尽くされた場合、表示装置1は、ステップSA2に示すように、埋め尽くされた層を消去する。そして、表示装置1は、埋め尽くされた層を構成していた3次元ブロックの残り部分のうち、埋め尽くされた層よりも上に位置していた部分を、底面60aと対向する面のいずれかが底面60aまたは停止状態にある他の3次元ブロックと接触するまで底面60aへ向けてそれぞれ移動させる。なお、図10では、底面60aが視認できるように表示されているが、底面60aは表示されなくてもよい。

10

【0056】

表示装置1は、埋め尽くされた層を消去するたびに、利用者に対して得点を加算する。表示装置1は、埋め尽くされた層の消去にともなう3次元ブロックの残り部分の移動によって他の層が消去された場合（いわゆる連鎖が発生した場合）、利用者に対して通常より多くの得点を加算する。また、表示装置1は、3次元ブロックが積み重なって新たな3次元ブロックを出現させることができなくなった場合には、上記の制御を終了する。

20

【0057】

利用者は、表示装置1によるこのような制御を利用して、できるだけ多くの得点を得ることを目的とした遊戯を楽しむことができる。利用者は、得点を増やすために、移動中の3次元ブロックを操作することができる。具体的には、利用者は、手および指を使って、移動中の3次元ブロックを移動させたり、回転させたりすることができる。

【0058】

図11は、3次元オブジェクトを掴んで行う操作の一例を示す図である。図11に示す例では、3次元ブロックBL6～BL8が停止状態となっており、3次元ブロックBL9が移動中である。この場面において、表示装置1は、利用者が3次元ブロックBL9を手H1で掴み、手H1を任意の方向へ移動させる動作を検出すると、手H1の移動に合わせて3次元ブロックBL9を移動させる。また、表示装置1は、利用者が3次元ブロックBL9を手H1で掴み、手H1を回転させる動作を検出すると、手H1の回転に合わせて3次元ブロックBL9を回転させる。

30

【0059】

そして、表示装置1は、利用者が3次元ブロックBL9から手を離す動作を検出すると、3次元ブロックBL9を再び底面60aへ向けて移動させ始める。3次元ブロックBL9の位置または向きが、遊戯領域60の区画とずれている場合、表示装置1は、最小の補正により、3次元ブロックBL9の位置および向きを遊戯領域60の区画に合わせる。また、表示装置1は、3次元ブロックBL9が遊戯領域60から突出したり、3次元ブロックBL9が他の3次元ブロックの内部に入り込んだりすることがないように3次元ブロックBL9の移動および回転を制限する。なお、難易度を低下させないために、3次元ブロックBL9の上方向への移動を制限してもよい。

40

【0060】

図12は、3次元オブジェクトを押す操作の一例を示す図である。図12に示す例では、3次元ブロックBL6～BL8が停止状態となっており、3次元ブロックBL9が移動中である。この場面において、表示装置1は、利用者が3次元ブロックBL9を手H1で押す動作を検出すると、手H1の移動に合わせて3次元ブロックBL9を移動させる。

【0061】

50

そして、表示装置 1 は、利用者が 3 次元ブロック B L 9 から手 H 1 を離す動作を検出すると、3 次元ブロック B L 9 を再び底面 6 0 a へ向けて移動させ始める。なお、表示装置 1 は、利用者の押す動作の検出中も、3 次元ブロック B L 9 を底面 6 0 a へ向けて移動させ続けてもよい。3 次元ブロック B L 9 の位置が、遊戯領域 6 0 の区画とずれている場合、表示装置 1 は、最小の補正により、3 次元ブロック B L 9 の位置を遊戯領域 6 0 の区画に合わせる。また、表示装置 1 は、3 次元ブロック B L 9 が遊戯領域 6 0 から突出したり、3 次元ブロック B L 9 が他の 3 次元ブロックの内部に入り込んだりすることがないように 3 次元ブロック B L 9 の移動を制限する。

【 0 0 6 2 】

このように、掴んで行う操作や押す操作によって 3 次元ブロックの位置や向きを変更することにより、利用者は、遊戯領域 6 0 の層を戦略的に埋めて得点を稼ぐことができる。なお、表示装置 1 は、3 次元ブロックの底面 6 0 a と対向する面のいずれかが底面 6 0 a または停止状態にある他の 3 次元ブロックと接触した後も、所定の時間内（例えば、1 秒以内）は、利用者の操作に応じて 3 次元ブロックの位置や向きを変更してもよい。

【 0 0 6 3 】

表示装置 1 は、3 次元ブロックが遊戯領域 6 0 の底面 6 0 a に到達した場合だけでなく、利用者の操作によって側面に到達した場合にも 3 次元ブロックを停止させる。図 1 3 は、遊戯領域 6 0 の側面での移動の停止について説明するための図である。図 1 3 に示す例では、3 次元ブロック B L 1 0 が、利用者の操作によって遊戯領域 6 0 の側面 6 0 c に到達して停止状態となっている。そして、3 次元ブロック B L 9 が、利用者の操作によって遊戯領域 6 0 の側面 6 0 c に達しつつある。なお、図 1 3 では、側面 6 0 c が視認できるように表示されているが、側面 6 0 c は表示されなくてもよい。

【 0 0 6 4 】

表示装置 1 は、掴んで行う操作や押す操作によって 3 次元ブロックの面のいずれかが遊戯領域 6 0 の側面と接触すると、その時点で 3 次元ブロックを停止させる。なお、表示装置 1 は、3 次元ブロックが遊戯領域 6 0 の側面に到達した後も、所定の時間内（例えば、1 秒以内）は、3 次元ブロックを停止状態とせずに、利用者の操作に応じて 3 次元ブロックの位置や向きを変更してもよい。

【 0 0 6 5 】

表示装置 1 は、遊戯領域 6 0 の側面に到達した 3 次元ブロックの要素によって側面と平行な層が埋め尽くされた場合、その層を消去する。そして、表示装置 1 は、埋め尽くされた層を構成していた 3 次元ブロックの残り部分のうち、埋め尽くされた層よりも遊戯領域 6 0 の内側に位置していた部分を、底面 6 0 a と対向する面のいずれかが底面 6 0 a または停止状態にある他の 3 次元ブロックと接触するまで底面 6 0 a へ向けてそれぞれ移動させる。

【 0 0 6 6 】

なお、表示装置 1 は、埋め尽くされた層よりも遊戯領域 6 0 の内側に位置していた部分を、3 次元ブロックが到達していた側面へ向けて移動させてもよい。また、表示装置 1 は、遊戯領域 6 0 の側面に到達した 3 次元ブロックを掴んで側面とは反対側に移動させる操作が検出された場合に、3 次元ブロックを再び移動可能な状態に戻してもよい。すなわち、表示装置 1 は、利用者が、3 次元ブロックを一時的に側面に貼り付けておき、任意のタイミングで移動を再開させることができるようにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

表示装置 1 は、遊戯領域 6 0 を 3 次元オブジェクトとして扱う操作も受け付ける。図 1 4 は、遊戯領域 6 0 を 3 次元オブジェクトとして扱う操作の一例を示す図である。図 1 4 に示すステップ S B 1 では、3 次元ブロック B L 6 ~ B L 8 が停止状態となっており、3 次元ブロック B L 9 が移動中である。この場面において、表示装置 1 は、利用者が両手で遊戯領域 6 0 を側面から掴んで水平方向に回転させる動作を検出すると、ステップ S B 2 に示すように、両手の動きに合わせて、遊戯領域 6 0 を水平方向に回転させる。

【 0 0 6 8 】

このとき、表示装置 1 は、停止状態にある 3 次元ブロックを遊戯領域 6 0 と一緒に回転させる。このように、停止状態にある 3 次元ブロックを遊戯領域 6 0 と一緒に回転させることにより、利用者は、3 次元ブロックの重なり状況を見易い方向から見ることができる。なお、表示装置 1 は、遊戯領域 6 0 を水平方向に回転させる動作が検出された場合に、移動中の 3 次元ブロックを遊戯領域 6 0 と一緒に回転させてもよいし、させなくてもよい。移動中の 3 次元ブロックのうち、利用者に掴まれている 3 次元ブロックは回転させずに、それ以外を遊戯領域 6 0 と一緒に回転させてもよい。また、表示装置 1 は、遊戯領域 6 0 が 9 0 度単位で回転するように回転量を補正してもよい。

【 0 0 6 9 】

利用者は、遊戯領域 6 0 を水平方向に回転させる動作を例えば以下のように実行する。ステップ S B 1 およびステップ S B 2 に示すように、まず、利用者は、手 H 1 を遊戯領域 6 0 の側面 6 0 d に当たるように配置し、手 H 2 を側面 6 0 d に対向する側面 6 0 e に当たるように配置する。そして、利用者は、手 H 1 と手 H 2 の間隔を保ちながら、底面 6 0 a の中心に回転軸があるかのように、手 H 1 および手 H 2 を周回させる。

【 0 0 7 0 】

図 1 5 は、遊戯領域 6 0 を 3 次元オブジェクトとして扱う他の操作の一例を示す図である。図 1 5 に示すステップ S C 1 では、3 次元ブロック B L 6 ~ B L 8 が停止状態となっており、3 次元ブロック B L 9 が移動中である。この場面において、表示装置 1 は、利用者が両手で遊戯領域 6 0 を側面から掴んで垂直方向に回転させる動作を検出すると、ステップ S C 2 に示すように、両手の動きに合わせて、遊戯領域 6 0 を垂直方向に回転させる。

【 0 0 7 1 】

このとき、表示装置 1 は、停止状態にある 3 次元ブロックを遊戯領域 6 0 と一緒に回転させる。そして、表示装置 1 は、両手が遊戯領域 6 0 から離れたのを検出すると、ステップ S C 3 に示すように、停止状態にある 3 次元ブロックを新たな底面（この例では面 6 0 c）へ向けて移動させる。表示装置 1 は、3 次元ブロックの移動方向の面のいずれかが、新たな底面または停止状態にある他の 3 次元ブロックと接触すると、3 次元ブロックを停止状態にする。なお、停止状態にある 3 次元ブロックを新たな底面へ向けて移動させる制御は、遊戯領域 6 0 が垂直方向に 9 0 度回転するたびに実行してもよい。

【 0 0 7 2 】

このように、垂直方向の回転にともなって停止状態にある 3 次元ブロックの配置を変更することにより、利用者は、3 次元ブロックの重なり状況を劇的に変化させることができる。なお、表示装置 1 は、遊戯領域 6 0 を垂直方向に回転させる場合、遊戯領域 6 0 が 9 0 度単位で回転するように回転量を補正することが好ましい。また、表示装置 1 は、遊戯領域 6 0 を垂直方向に回転させる場合、移動中の 3 次元ブロックは遊戯領域 6 0 と一緒に回転させないこととしてもよい。

【 0 0 7 3 】

利用者は、遊戯領域 6 0 を垂直方向に回転させる動作を例えば以下のように実行する。ステップ S C 1 およびステップ S C 2 に示すように、まず、利用者は、手 H 1 を遊戯領域 6 0 の側面 6 0 d に当たるように配置し、手 H 2 を側面 6 0 d に対向する側面 6 0 e に当たるように配置する。そして、利用者は、手 H 1 と手 H 2 の間隔を保ちながら、側面 6 0 d の中心と側面 6 0 e の中心とを結ぶ回転軸があるかのように、手 H 1 および手 H 2 を同一方向に回転させる。

【 0 0 7 4 】

なお、図 1 5 に示した例では、表示装置 1 が、遊戯領域 6 0 を垂直方向に回転させた後に、停止状態にある 3 次元ブロックを新たな底面へ向けて移動させることとしたが、停止状態にある 3 次元ブロックを側面に固定したままにしてもよい。また、表示装置 1 は、停止状態にある 3 次元ブロックを区画単位の要素に分離して、新たな底面へ向けて移動させてもよい。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

図16は、停止状態にある3次元ブロックを区画単位の要素に分離して底面へ向けて移動させる例を示す図である。図16に示すステップSD1およびステップSD2は、図15に示したステップSC1およびステップSC2と同様である。図16に示すステップSD3では、停止状態にある3次元ブロックが区画毎の要素に分離されたために、ブロックBL7の形状が、図15に示したステップSC3と異なっている。このように、停止状態にある3次元ブロックを区画毎の要素に分離することにより、底面に接する層が要素によって埋まり、その結果、利用者が高得点を得やすくなる。

【0076】

表示装置1は、遊戯領域60の面を薄い3次元オブジェクトとして扱う操作も受け付ける。図17は、遊戯領域60の面を3次元オブジェクトとして扱う操作の一例を示す図である。図17に示すステップSE1では、3次元ブロックBL6~BL8が停止状態となっており、3次元ブロックBL9が移動中である。この場面において、表示装置1は、利用者が遊戯領域60の底面60aを手で掴んで水平方向に回転させる動作を検出すると、ステップSE2に示すように、手の動きに合わせて、遊戯領域60を水平方向に回転させる。

10

【0077】

このとき、表示装置1は、停止状態にある3次元ブロックを遊戯領域60と一緒に回転させる。このように、停止状態にある3次元ブロックを遊戯領域60と一緒に回転させることにより、利用者は、3次元ブロックの重なり状況を見易い方向から見るができる。なお、表示装置1は、遊戯領域60を水平方向に回転させる動作が検出された場合に、移動中の3次元ブロックを遊戯領域60と一緒に回転させてもよいし、させなくてもよい。移動中の3次元ブロックのうち、利用者に掴まれている3次元ブロックは回転させずに、それ以外を遊戯領域60と一緒に回転させてもよい。また、表示装置1は、遊戯領域60が90度単位で回転するように回転量を補正してもよい。

20

【0078】

利用者は、遊戯領域60を水平方向に回転させる動作を例えば以下のように実行する。ステップSE1およびステップSE2に示すように、まず、利用者は、遊戯領域60の底面60aを指で掴むように手H1を配置する。そして、利用者は、底面60aの中心に回転軸があるかのように、手H1を周回させる。

【0079】

表示装置1は、3次元ブロックを分解する操作および3次元ブロックを合成する操作も受け付ける。図18は、3次元ブロックを分解する操作の一例を示す図である。図18に示すステップSF1では、利用者が、移動中の3次元ブロックBL9の一部を手H1で掴み、他の一部を手H2で掴んでいる。この場面において、表示装置1は、利用者が3次元ブロックBL9を分解しようとする動作を検出すると、ステップSF2に示すように、検出された動作に応じて3次元ブロックBL9を3次元ブロックBL9aと3次元ブロックBL9bとに分解する。表示装置1は、利用者の手が3次元ブロックBL9aおよび3次元ブロックBL9bから離れたのを検出すると、3次元ブロックBL9aおよび3次元ブロックBL9bを底面へ向けて移動させる。

30

【0080】

このように、3次元ブロックを分解することにより、利用者は、遊戯領域60の層を埋め易くなる。なお、3次元ブロックを無制限に分解できることとすると遊戯の難易度が低下するため、表示装置1は、3次元ブロックを分解することができる回数または頻度を制限してもよい。また、表示装置1は、同様の操作が検出された場合に、3次元ブロックを分解するのではなく、3次元ブロックを変形させてもよい。

40

【0081】

利用者は、3次元ブロックBL9を分解する動作を例えば以下のように実行する。ステップSF1に示すように、まず、利用者は、指で3次元ブロックBL9の一部を掴むように手H1を配置し、指で3次元ブロックBL9の他の一部を掴むように手H2を配置する。そして、利用者は、ステップSF2に示すように、手H1および手H2の角度を3次元

50

ブロック B L 9 を折り曲げるかのように変化させる。利用者は、3次元ブロック B L 9 を分解するために、3次元ブロック B L 9 を掴む指の形を維持したままで、3次元ブロック B L 9 を引っ張るかのように、手 H 1 および手 H 2 を反対方向へ移動させてもよい。

【 0 0 8 2 】

図 1 9 は、3次元ブロックを合成する操作の一例を示す図である。図 1 9 に示すステップ S G 1 では、利用者が、移動中の3次元ブロック B L 9 を手 H 1 で掴み、移動中の3次元ブロック B L 1 1 を手 H 2 で掴んでいる。この場面において、表示装置 1 は、利用者が3次元ブロック B L 9 を3次元ブロック B L 1 1 と接触させる動作を検出すると、ステップ S G 2 に示すように、3次元ブロック B L 9 と3次元ブロック B L 1 1 とを3次元ブロック B L 1 2 に合成する。表示装置 1 は、利用者の手が3次元ブロック B L 1 2 から離れたのを検出すると、3次元ブロック B L 1 2 を底面へ向けて移動させる。

10

【 0 0 8 3 】

利用者は、3次元ブロック B L 9 を合成する動作を例えば以下のように実行する。ステップ S G 1 に示すように、まず、利用者は、指で3次元ブロック B L 9 を掴むように手 H 1 を配置し、指で3次元ブロック B L 1 1 を掴むように手 H 2 を配置する。そして、利用者は、ステップ S G 2 に示すように、3次元ブロック B L 9 の面と3次元ブロック B L 1 1 の面とが重なり合うように手 H 1 および手 H 2 を移動させる。その結果、重なり合った面が接着されたように、3次元ブロック B L 9 および3次元ブロック B L 1 1 は、合成される。

【 0 0 8 4 】

20

次に、図 2 0 を参照しながら、3次元ブロックの制御に関して表示装置 1 が実行する基本的な処理の処理手順について説明する。図 2 0 は、3次元ブロックの制御に関して表示装置 1 が実行する基本的な処理の処理手順を示すフローチャートである。図 2 0 に示す処理手順は、制御部 2 2 が制御プログラム 2 4 a を実行することによって実現される。

【 0 0 8 5 】

図 2 0 に示すように、制御部 2 2 は、まず、ステップ S 1 0 1 として、遊戯領域 6 0 を設定する。具体的には、制御部 2 2 は、遊戯領域 6 0 を構成する区画の大きさおよび数等を記憶部 2 4 に記憶されている設定データ等に基づいて設定する。そして、制御部 2 2 は、ステップ S 1 0 2 として、待機期間を初期設定する。

【 0 0 8 6 】

30

続いて、制御部 2 2 は、ステップ S 1 0 3 として、待機期間が経過したかを判定する。待機期間がまだ1度も経過していない場合には、待機期間が経過したかを判定する基準の時点は、例えば、図 2 0 に示す処理手順の開始時点である。待機期間が既に1度以上経過している場合には、待機期間が経過したかを判定する基準の時点は、前回の待機期間が経過した時点である。

【 0 0 8 7 】

待機期間が経過した場合（ステップ S 1 0 3 , Y e s ）、制御部 2 2 は、ステップ S 1 0 4 として、遊戯領域 6 0 の上面付近に新たな3次元ブロックを出現させ、底面への移動を開始させる。そして、制御部 2 2 は、ステップ S 1 0 5 として、待機時間を短縮する。待機時間を短縮することにより、新たな3次元ブロックが出現する間隔が次第に短くなっていく。待機期間が経過していない場合（ステップ S 1 0 3 , N o ）、ステップ S 1 0 4 およびステップ S 1 0 5 は実行されない。

40

【 0 0 8 8 】

続いて、制御部 2 2 は、ステップ S 1 0 6 として、移動中の3次元ブロックのうち、掴まれていないものを、遊戯領域 6 0 の底面に向かって移動させる。そして、制御部 2 2 は、ステップ S 1 0 7 として、3次元ブロックの要素によって埋め尽くされた層が遊戯領域 6 0 にあるかを判定する。埋め尽くされた層がある場合（ステップ S 1 0 7 , Y e s ）、制御部 2 2 は、ステップ S 1 0 8 として、埋め尽くされた層を消去し、層の消去によって分断された3次元ブロックの残り部分を底面へ向けて移動させる。そして、制御部 2 2 は、ステップ S 1 0 7 の判定を再実行する。

50

【0089】

埋め尽くされた層がない場合（ステップS107, No）、制御部22は、ステップS109として、移動中の3次元ブロックのうち、移動方向の面のいずれかが底面または停止した他の3次元ブロックに接触したものの移動を停止させる。そして、制御部22は、ステップS110として、処理を終了させるかを判定する。制御部22は、利用者が処理の終了を指示する所定の操作を行った場合、および新たな3次元ブロックを出現させることができない程に3次元ブロックが積み上がった場合に、処理を終了させると判定する。処理を終了させる場合（ステップS110, Yes）、制御部22は、処理手順を完了させる。処理を終了させない場合（ステップS110, No）、制御部22は、ステップS103以降を再実行する。

10

【0090】

表示装置1は、図20に示した処理手順と並行して、掴んで行う操作に関する制御と押す操作に関する制御とを実行する。以下、図21から図26を参照しながら、掴んで行う操作に関する制御について説明する。また、図27から図31を参照しながら、押す操作に関する制御について説明する。

【0091】

図21および図22は、3次元オブジェクトを掴んで行う操作の検出について説明するための図である。図21に示すステップSH1では、表示部32aおよび32bによって、表示空間中に、3次元オブジェクトOB1が立体的に表示されている。また、3次元オブジェクトOB1を選択するために、利用者は、指F1と指F2の間に3次元オブジェクトOB1が位置するように指F1および指F2を移動させている。

20

【0092】

表示装置1は、表示空間内で2つの物体が検出され、かつ、それらの2つの物体の間に3次元オブジェクトOB1が位置する場合、2つの物体の距離の変化を監視する。そして、距離が所定時間以上ほぼ一定であれば、3次元オブジェクトOB1が選択されたと判定し、3次元オブジェクトOB1を選択状態にする。そして、表示装置1は、3次元オブジェクトOB1の表示態様を変更する等して、3次元オブジェクトOB1が選択状態になったことを利用者に通知する。

【0093】

表示装置1が2つの物体の距離の変化を監視している間、2つの物体は、3次元オブジェクトOB1を挟む位置に留まる必要はない。すなわち、利用者は、ステップSH1に示したように指F1と指F2の間に3次元オブジェクトOB1が位置するように指F1および指F2を移動させた後、その状態を保つことなく、指F1および指F2を他の位置へ移動させて構わない。

30

【0094】

ステップSH1の状態から、ステップSH2に示すように、利用者が、指F1と指F2の距離D1をほぼ一定に保ったまま移動させたものとする。この場合、表示装置1は、指F1と指F2の間に3次元オブジェクトOB1が表示されていることが検出された段階、すなわち、ステップSH1の段階から、指F1および指F2の動きに応じて、3次元オブジェクトOB1に移動、回転等の変化を加える。そして、表示装置1は、ステップSH3に示すように、指F1と指F2の距離D1がほぼ一定に保たれた状態が所定時間以上継続した段階で、3次元オブジェクトOB1を選択状態にする。

40

【0095】

なお、図22のステップSI1からステップSI3に示すように、所定時間が経過する前に指F1と指F2の距離D1が離れた場合、すなわち、選択が行われなかった場合、表示装置1は、それまでに加えた変化と逆の変化を3次元オブジェクトOB1に加える。その結果、3次元オブジェクトOB1は、ステップSI1の段階と同じ位置に同じ状態で表示される。逆の変化を3次元オブジェクトOB1に加える速度は、それまでに3次元オブジェクトOB1に変化が加えられた速度よりも速くてもよい。すなわち、高速に逆再生しているかのように3次元オブジェクトOB1を逆変化させてもよい。

50

【 0 0 9 6 】

このように、2つの物体の間に3次元オブジェクトが表示されていることが検出された段階から3次元オブジェクトに変化を加え始めることにより、利用者は、3次元オブジェクトが選択されつつあることを選択が確定する前から認識することができる。その結果、利用者は、意図した3次元オブジェクトが選択されたか否かを早期に知ることができる。なお、2つの物体の距離がほぼ一定に保たれた状態が所定時間以上継続するまでは、変化を加えられている3次元オブジェクトを通常時とも選択状態とも異なる態様（例えば、半透明）で表示することにより、利用者が3次元オブジェクトの状態を判別しやすくしてもよい。

【 0 0 9 7 】

なお、ステップSH1の段階から、指F1および指F2の動きに応じて3次元オブジェクトOB1を変化させるのではなく、3次元オブジェクトOB1が選択状態になった後に3次元オブジェクトOB1を変化させ始めてもよい。また、ステップSH1のように指F1と指F2の間に3次元オブジェクトOB1が位置する状態が所定時間以上継続した場合にのみ、3次元オブジェクトOB1を選択状態にすることとしてもよい。

【 0 0 9 8 】

図23は、3次元オブジェクトの選択検出処理の処理手順を示すフローチャートである。図23に示す処理手順は、制御部22が制御プログラム24aを実行することによって実現される。図23に示すように、制御部22は、ステップS201として、検出部、すなわち、撮影部40および42によって第1の物体および第2の物体が検出されたかを判定する。第1の物体および第2の物体が検出されない場合（ステップS201, No）、制御部22は、ステップS209として、仮選択状態の3次元オブジェクトがあれば、その3次元オブジェクトの仮選択状態を解除する。

【 0 0 9 9 】

そして、制御部22は、ステップS210として、処理を終了させるかを判定する。処理を終了させる場合（ステップS210, Yes）、制御部22は、処理手順を完了させる。処理を終了させない場合（ステップS210, No）、制御部22は、ステップS201以降を再実行する。

【 0 1 0 0 】

第1の物体および第2の物体が検出された場合（ステップS201, Yes）、制御部22は、ステップS202として、仮選択状態の3次元オブジェクトがあるか否かを判定する。仮選択状態の3次元オブジェクトがない場合（ステップS202, No）、制御部22は、ステップS203として、表示されている3次元オブジェクトの中から第1の物体と第2の物体との間に表示されている3次元オブジェクトを探す。該当する3次元オブジェクトがない場合（ステップS204, No）、制御部22は、ステップS210を実行する。

【 0 1 0 1 】

第1の物体と第2の物体との間に表示されている3次元オブジェクトが見つかった場合（ステップS204, Yes）、制御部22は、ステップS205として、第1の物体と第2の物体との間に表示されている3次元オブジェクトを仮選択状態にする。また、制御部22は、ステップS206として、第1の物体と第2の物体の距離を算出する。そして、制御部22は、ステップS210を実行する。

【 0 1 0 2 】

第1の物体および第2の物体が検出され、かつ、仮選択状態の3次元オブジェクトがある場合（ステップS202, Yes）、制御部22は、ステップS207として、第1の物体と第2の物体の少なくとも一方が移動しているかを判定する。第1の物体と第2の物体のいずれも移動していない場合（ステップS207, No）、制御部22は、ステップS210を実行する。

【 0 1 0 3 】

第1の物体と第2の物体の少なくとも一方が移動している場合（ステップS207, Y

10

20

30

40

50

e s)、制御部 22 は、ステップ S 208 として、図 24 に示す掴む操作検出処理を実行し、その中で、選択状態にある 3 次元オブジェクトを検出された操作に応じて変化させる。掴む操作検出処理が終了した後、制御部 22 は、ステップ S 210 を実行する。

【0104】

図 24 は、掴む操作検出処理の処理手順を示すフローチャートである。図 24 に示す処理手順は、制御部 22 が制御プログラム 24a を実行することによって実現される。図 24 に示すように、制御部 22 は、まず、ステップ S 301 として、第 1 の物体と第 2 の物体の距離を算出する。そして、制御部 22 は、ステップ S 302 として、掴む操作検出処理の開始時点以降の第 1 の物体と第 2 の物体の距離が拡大したかを判定する。

【0105】

第 1 の物体と第 2 の物体の距離がほぼ一定の場合 (ステップ S 302, No)、制御部 22 は、ステップ S 303 として、掴む操作検出処理が開始されてから所定時間が経過したかを判定する。所定時間が経過していた場合 (ステップ S 303, Yes)、制御部 22 は、ステップ S 304 として、仮選択状態の 3 次元オブジェクトがあれば、その 3 次元オブジェクトを選択状態にする。所定時間が経過していない場合 (ステップ S 303, No)、ステップ S 304 は実行されない。

【0106】

続いて、制御部 22 は、ステップ S 305 として、検出された第 1 の物体および第 2 の物体の動きに応じて 3 次元オブジェクトを移動させたり回転させたりする。例えば、第 1 の物体および第 2 の物体が手であり、掴まれた 3 次元オブジェクトが遊戯領域 60 の場合、制御部 22 は、第 1 の物体および第 2 の物体の動きに応じて、図 14 から図 17 に示したような変化を遊戯領域 60 に加える。また、第 1 の物体および第 2 の物体が指であり、掴まれた 3 次元オブジェクトが 3 次元ブロックの場合、制御部 22 は、図 11、図 13、図 18 および図 19 に示したような変化を 3 次元ブロックに加える。そして、制御部 22 は、ステップ S 301 以降を再実行する。

【0107】

第 1 の物体と第 2 の物体の距離が拡大している場合 (ステップ S 302, Yes)、制御部 22 は、ステップ S 306 として、第 1 の物体と第 2 の物体の間に表示されていた 3 次元オブジェクトが仮選択状態であるかを判定する。

【0108】

3 次元オブジェクトが仮選択状態である場合 (ステップ S 306, Yes)、制御部 22 は、ステップ S 307 として、3 次元オブジェクトの仮選択状態を解除する。また、制御部 22 は、ステップ S 308 として、3 次元オブジェクトを逆変化させて元の状態に戻す。そして、制御部 22 は、掴む操作検出処理を終了させる。

【0109】

3 次元オブジェクトが仮選択状態でない場合、すなわち、選択状態の場合 (ステップ S 306, No)、制御部 22 は、ステップ S 309 として、3 次元オブジェクトの選択状態を解除する。そして、制御部 22 は、掴む操作検出処理を終了させる。

【0110】

なお、図 25 に示すステップ S J1 からステップ S J3 のように、第 1 の物体と第 2 の物体のうち少なくとも一方が 3 次元オブジェクトに接触した後に第 1 の物体と第 2 の物体の距離が所定時間以上ほぼ一定に保たれることを、3 次元オブジェクトを選択する条件としてもよい。3 次元オブジェクトへの接触を選択の条件とすることにより、複数の 3 次元オブジェクトが近接して表示されている場合に、利用者が所望の 3 次元オブジェクトを選択し易くなる。

【0111】

図 26 は、3 次元オブジェクトへの接触を選択の条件とする場合の選択検出処理の処理手順を示すフローチャートである。図 26 に示すように、制御部 22 は、ステップ S 401 として、検出部、すなわち、撮影部 40 および 42 によって第 1 の物体および第 2 の物体が検出されたかを判定する。第 1 の物体および第 2 の物体が検出されない場合 (ステッ

10

20

30

40

50

プ S 4 0 1 , N o) 、制御部 2 2 は、ステップ S 4 0 9 として、仮選択状態の 3 次元オブジェクトがあれば、その 3 次元オブジェクトの仮選択状態を解除する。

【 0 1 1 2 】

そして、制御部 2 2 は、ステップ S 4 1 0 として、処理を終了させるかを判定する。処理を終了させる場合 (ステップ S 4 1 0 , Y e s) 、制御部 2 2 は、処理手順を完了させる。処理を終了させない場合 (ステップ S 4 1 0 , N o) 、制御部 2 2 は、ステップ S 4 0 1 以降を再実行する。

【 0 1 1 3 】

第 1 の物体および第 2 の物体が検出された場合 (ステップ S 4 0 1 , Y e s) 、制御部 2 2 は、ステップ S 4 0 2 として、仮選択状態の 3 次元オブジェクトがあるか否かを判定する。仮選択状態の 3 次元オブジェクトがない場合 (ステップ S 4 0 2 , N o) 、制御部 2 2 は、ステップ S 4 0 3 として、表示されている 3 次元オブジェクトの中から第 1 の物体または第 2 の物体の少なくとも一方に接触している 3 次元オブジェクトを探す。該当する 3 次元オブジェクトがない場合 (ステップ S 4 0 4 , N o) 、制御部 2 2 は、ステップ S 4 1 0 を実行する。

10

【 0 1 1 4 】

第 1 の物体または第 2 の物体の少なくとも一方に接触している 3 次元オブジェクトが見つかった場合 (ステップ S 4 0 4 , Y e s) 、制御部 2 2 は、ステップ S 4 0 5 として、第 1 の物体と第 2 の物体との間に表示されている 3 次元オブジェクトを仮選択状態にする。また、制御部 2 2 は、ステップ S 4 0 6 として、第 1 の物体と第 2 の物体の距離を算出する。そして、制御部 2 2 は、ステップ S 4 1 0 を実行する。

20

【 0 1 1 5 】

第 1 の物体および第 2 の物体が検出され、かつ、仮選択状態の 3 次元オブジェクトがある場合 (ステップ S 4 0 2 , Y e s) 、制御部 2 2 は、ステップ S 4 0 7 として、第 1 の物体と第 2 の物体の少なくとも一方が移動しているかを判定する。第 1 の物体と第 2 の物体のいずれも移動していない場合 (ステップ S 4 0 7 , N o) 、制御部 2 2 は、ステップ S 4 1 0 を実行する。

【 0 1 1 6 】

第 1 の物体と第 2 の物体の少なくとも一方が移動している場合 (ステップ S 4 0 7 , Y e s) 、制御部 2 2 は、ステップ S 4 0 8 として、図 2 4 に示す掴む操作検出処理を実行し、その中で、選択状態にある 3 次元オブジェクトを検出された操作に応じて変化させる。掴む操作検出処理が終了した後、制御部 2 2 は、ステップ S 4 1 0 を実行する。

30

【 0 1 1 7 】

図 2 7 は、作用データ 2 4 c に格納される情報の一例を示す図である。図 2 7 に示すように、押す操作が検出された場合の 3 次元オブジェクトの変化は、支点の有無、押された方向における障害物の有無、および押される速度に応じて異なる。なお、ここでいう障害物とは、遊戯領域 6 0 の面および他の 3 次元オブジェクトである。また、押される速度が速いか遅いかは閾値に基づいて判定される。

【 0 1 1 8 】

3 次元オブジェクトに支点がなく、押された方向に障害物がない場合、3 次元オブジェクトは、押された方向に押された量に応じて移動するように表示される。なお、3 次元オブジェクトが、押す物体と一緒に移動するのか、押す物体にはじかれるように物体と離れて移動するのかについては、例えば、押される速度に基づいて決定してよい。

40

【 0 1 1 9 】

3 次元オブジェクトに支点がなく、押された方向に、停止した 3 次元ブロックまたは遊戯領域 6 0 の面という固定された障害物がある場合、3 次元オブジェクトは、押された方向に押された量に応じて移動し、障害物と接触した時点で移動が停止するように表示される。なお、押された速度が速い場合は、3 次元オブジェクトが障害物を破壊して移動を継続することとしてもよい。また、3 次元オブジェクトが押す物体にはじかれるように物体と離れて移動している間に障害物と接触した場合は、跳ね返ったように 3 次元オブジェク

50

トを逆方向に移動させてもよい。

【0120】

3次元オブジェクトに支点がなく、押された方向に、移動中の3次元ブロックという固定されていない障害物があり、押される速度が遅い場合、3次元オブジェクトは、押された方向に押された量に応じて移動し、障害物と接触した後は、障害物もともに移動するように表示される。また、3次元オブジェクトに支点がなく、押された方向に、移動中の3次元ブロックという固定されていない障害物があり、押される速度が速い場合、3次元オブジェクトは、押された方向に押された量に応じて移動するように表示される。そして、3次元オブジェクトが障害物と接触した後は、障害物がはじかれて移動するように表示される。障害物と接触した後、3次元オブジェクトは、その場で停止してもよいし、速度を落として移動を継続してもよい。

10

【0121】

3次元オブジェクトに支点がある場合、3次元オブジェクトは、押された方向および量に応じて、支点を中心に回転するように表示される。ここでいう回転とは、360度ぐるぐると回る回転であってもよいし、所定の回転範囲内を往復する回動であってもよい。

【0122】

図28および図29は、3次元オブジェクトを押す操作の検出について説明するための図である。図28に示すステップSK1では、表示部32aおよび32bによって、表示空間中に、3次元オブジェクトOB1が立体的に表示されている。また、利用者は、指F1を3次元オブジェクトOB1と接触させている。

20

【0123】

ここで、利用者が指F1を3次元オブジェクトOB1の内側に侵入させたものとする。表示装置1は、3次元オブジェクトOB1に接触した物体が3次元オブジェクトOB1の内側に移動したことを検出すると、ステップSK2に示すように、その時点から、3次元オブジェクトOB1を指F1による操作に応じて変化させる。図28に示す例では、ステップSK2において、3次元オブジェクトOB1は、指F1の移動に合わせて移動を開始している。

【0124】

そして、表示装置1は、ステップSK3に示すように、指F1が3次元オブジェクトOB1の内側へ向けて移動することが所定時間以上継続した段階で、3次元オブジェクトOB1を操作対象として確定する。そして、表示装置1は、3次元オブジェクトOB1の表示態様を変更する等して、3次元オブジェクトOB1が操作対象として確定したことを利用者に通知する。その後も、指F1の3次元オブジェクトOB1の内側への移動が検出される間、表示装置1は、3次元オブジェクトOB1を変化させ続ける。

30

【0125】

なお、図29のステップSL3に示すように、所定時間が経過する前に指F1の3次元オブジェクトOB1の内側への移動が検出されなくなった場合、表示装置1は、それまでに加えた変化と逆の変化を3次元オブジェクトOB1に加える。その結果、3次元オブジェクトOB1は、ステップSK1(ステップSL1)の段階と同じ位置に同じ状態で表示される。逆の変化を3次元オブジェクトOB1に加える速度は、それまでに3次元オブジェクトOB1に変化が加えられた速度よりも速くてもよい。すなわち、高速に逆再生しているかのように3次元オブジェクトOB1を逆変化させてもよい。

40

【0126】

このように、3次元オブジェクトの内側への物体の侵入が検出された段階から3次元オブジェクトに変化を加え始めることにより、利用者は、3次元オブジェクトが選択されつつあることを選択が確定する前から認識することができる。その結果、利用者は、意図した3次元オブジェクトが選択されたか否かを早期に知ることができる。意図しない3次元オブジェクトが選択された場合、利用者は、所定時間が経過する前に操作を中止することにより、意図せずに選択された3次元オブジェクトを元の状態に戻すことができる。

【0127】

50

なお、指 F 1 の 3 次元オブジェクト O B 1 の内側への移動が所定時間以上継続するまでは、変化を加えられている 3 次元オブジェクトを通常時とも操作対象としての選択が確定した状態とも異なる態様（例えば、半透明）で表示してもよい。このように表示態様を変更することにより、利用者が 3 次元オブジェクトの状態を判別しやすくなる。

【 0 1 2 8 】

なお、ステップ S K 1 の段階から、指 F 1 の動きに応じて 3 次元オブジェクト O B 1 を変化させるのではなく、3 次元オブジェクト O B 1 が選択状態になった後に 3 次元オブジェクト O B 1 を変化させ始めてもよい。また、ステップ S K 1 のように指 F 1 が 3 次元オブジェクト O B 1 と接触する状態が所定時間以上継続した場合にのみ、3 次元オブジェクト O B 1 を操作対象として確定することとしてもよい。

10

【 0 1 2 9 】

図 3 0 は、3 次元オブジェクトの接触検出処理の処理手順を示すフローチャートである。図 3 0 に示す処理手順は、制御部 2 2 が制御プログラム 2 4 a を実行することによって実現される。

【 0 1 3 0 】

図 3 0 に示すように、制御部 2 2 は、まず、ステップ S 5 0 1 として、検出部、すなわち、撮影部 4 0 および 4 2 によって所定の物体が検出されたかを判定する。所定の物体は、例えば、利用者の指である。所定の物体が検出されない場合（ステップ S 5 0 1 , N o ）、制御部 2 2 は、ステップ S 5 0 6 として、処理を終了させるかを判定する。処理を終了させる場合（ステップ S 5 0 6 , Y e s ）、制御部 2 2 は、処理手順を完了させる。処理を終了させない場合（ステップ S 5 0 6 , N o ）、制御部 2 2 は、ステップ S 5 0 1 以降を再実行する。

20

【 0 1 3 1 】

所定の物体が検出された場合（ステップ S 5 0 1 , Y e s ）、制御部 2 2 は、ステップ S 5 0 2 として、所定の物体に接触している 3 次元オブジェクトを探す。所定の物体に接触している 3 次元オブジェクトがない場合（ステップ S 5 0 3 , N o ）、制御部 2 2 は、ステップ S 5 0 6 を実行する。

【 0 1 3 2 】

所定の物体に接触している 3 次元オブジェクトが見つかった場合（ステップ S 5 0 3 , Y e s ）、制御部 2 2 は、ステップ S 5 0 4 として、その 3 次元オブジェクトが選択状態または仮選択状態であるかを判定する。3 次元オブジェクトが選択状態または仮選択状態である場合、すなわち、掴む操作の対象となっている場合（ステップ S 5 0 4 , Y e s ）、制御部 2 2 は、ステップ S 5 0 6 を実行する。

30

【 0 1 3 3 】

3 次元オブジェクトが選択状態でも仮選択状態でもない場合（ステップ S 5 0 4 , N o ）、制御部 2 2 は、ステップ S 5 0 5 として、図 3 1 に示す押す操作検出処理を実行する。その後、制御部 2 2 は、ステップ S 5 0 6 を実行する。

【 0 1 3 4 】

図 3 1 は、押す操作検出処理の処理手順を示すフローチャートである。図 3 1 に示す処理手順は、制御部 2 2 が制御プログラム 2 4 a を実行することによって実現される。図 3 1 に示すように、制御部 2 2 は、まず、ステップ S 6 0 1 として、所定の物体が 3 次元オブジェクトの内部に移動しているかを判定する。所定の物体が 3 次元オブジェクトの内部に移動していない場合（ステップ S 6 0 1 , N o ）、その 3 次元オブジェクトは操作対象ではないと判断されるため、制御部 2 2 は、押す操作検出処理を終了させる。

40

【 0 1 3 5 】

所定の物体が 3 次元オブジェクトの内部に移動している場合（ステップ S 6 0 1 , Y e s ）、制御部 2 2 は、ステップ S 6 0 2 として、所定の物体の速度を算出する。そして、制御部 2 2 は、ステップ S 6 0 3 として、所定の物体の位置および速度等に基づいて 3 次元オブジェクトを変化させる。具体的な変化のさせ方は、作用データ 2 4 c に従って決定される。

50

【0136】

続いて、制御部22は、ステップS604として、接触検出からの経過時間が所定時間以上であるかを判定する。経過時間が所定時間よりも短い場合、すなわち、3次元オブジェクトが押す操作の対象として確定していない場合（ステップS604, No）、制御部22は、ステップS605として、所定の物体の3次元オブジェクトの内部方向への移動が継続しているかを判定する。

【0137】

3次元オブジェクトの内部方向への移動が継続している場合（ステップS605, Yes）、制御部22は、ステップS602以降を再実行する。3次元オブジェクトの内部方向への移動が継続していない場合（ステップS605, No）、制御部22は、ステップS606として、3次元オブジェクトを逆変化させて元の状態に戻す。そして、制御部22は、押す操作検出処理を終了させる。

10

【0138】

また、接触検出からの経過時間が所定時間以上である場合（ステップS604, Yes）、制御部22は、ステップS607として、所定の物体が3次元オブジェクトの外部に移動したかを判定する。所定の物体が3次元オブジェクトの外部に移動していない場合、すなわち、押す操作が継続している場合（ステップS607, No）、制御部22は、ステップS602以降を再実行する。

【0139】

所定の物体が3次元オブジェクトの外部に移動した場合、すなわち、3次元オブジェクトが解放された場合（ステップS607, Yes）、制御部22は、ステップS608として、3次元オブジェクトの変化が継続するかを判定する。例えば、作用データ24cにおいて解放後も振動が所定時間継続することが定義されている場合に、3次元オブジェクトの変化が継続すると判定される。

20

【0140】

3次元オブジェクトの変化が継続する場合（ステップS608, Yes）、制御部22は、ステップS609として、3次元オブジェクトを変化させ、その後、ステップS608以降を再実行する。3次元オブジェクトの変化が継続しない場合（ステップS608, No）、制御部22は、押す操作検出処理を終了させる。

【0141】

なお、上記の実施例で示した本発明の態様は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で任意に変更することができる。例えば、上記の実施例で示した制御プログラム24aは、複数のモジュールに分割されていてもよいし、他のプログラムと統合されていてもよい。また、上記の実施例では、3次元オブジェクトに対して手および指で操作を行うこととしたが、棒状の物等を手および指の代わりに用いてもよい。

30

【0142】

また、上記の実施例では、表示装置が単独で3次元オブジェクトに対する操作を検出することとしたが、表示装置がサーバ装置と協業して3次元オブジェクトに対する操作を検出することとしてもよい。この場合、表示装置は、検出部の検出した情報をサーバ装置へ逐次送信し、サーバ装置が操作を検出して検出結果を表示装置へ通知する。このような構成とすることにより、表示装置の負荷を低減することができる。

40

【符号の説明】

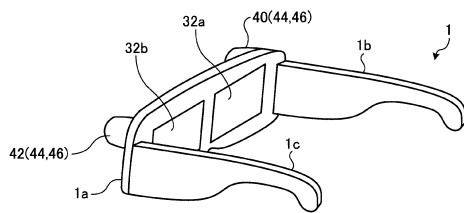
【0143】

- 1～4 表示装置
- 1a 前面部
- 1b 側面部
- 1c 側面部
- 4d 外部装置
- 13 操作部
- 22 制御部

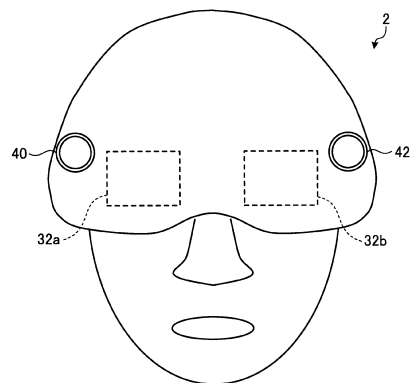
50

- 2 4 記憶部
- 2 4 a 制御プログラム
- 2 4 b オブジェクトデータ
- 2 4 c 作用データ
- 2 4 d 仮想空間データ
- 2 5 検出処理部
- 2 6 表示オブジェクト制御部
- 2 7 画像合成部
- 3 2 a、3 2 b 表示部
- 4 0、4 2 撮影部
- 4 4 検出部
- 4 6 測距部

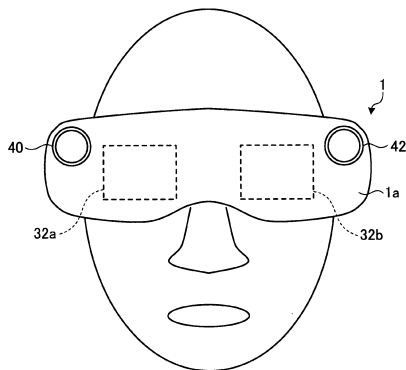
【図1】



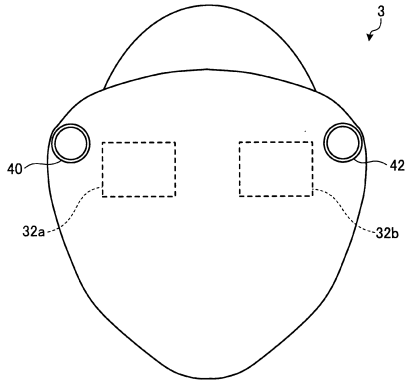
【図3】



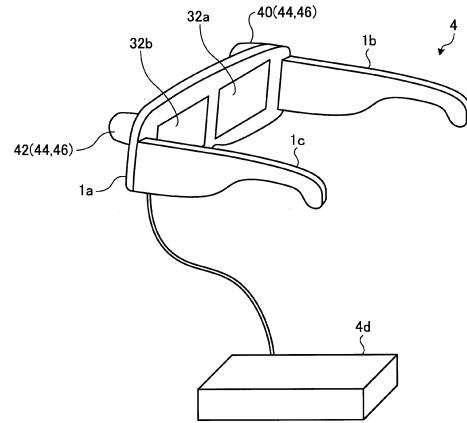
【図2】



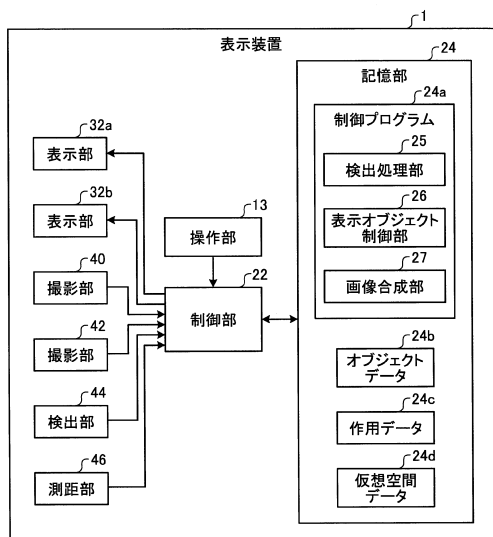
【図4】



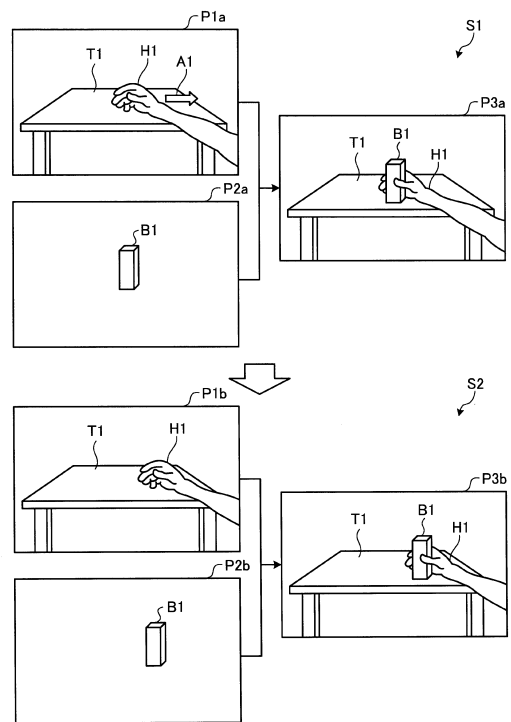
【図5】



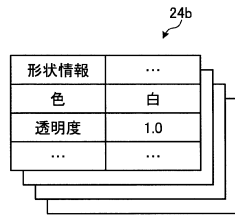
【図6】



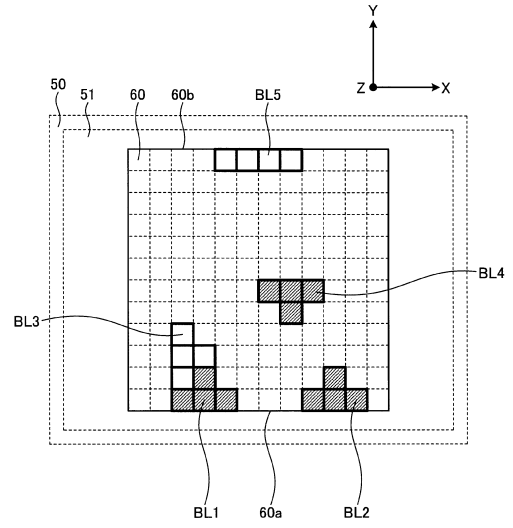
【図7】



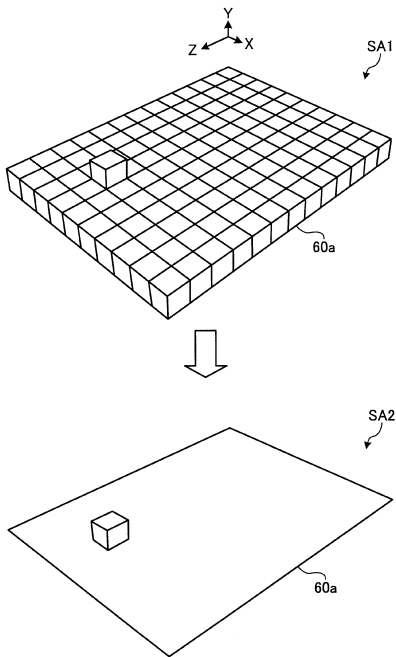
【図 8】



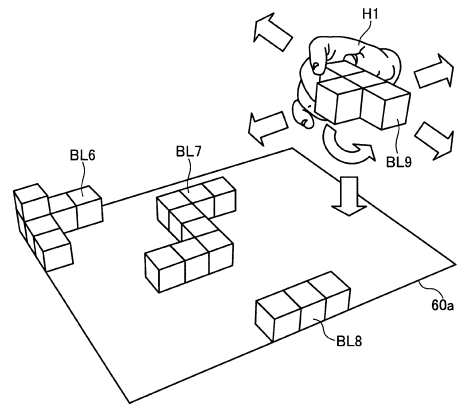
【図 9】



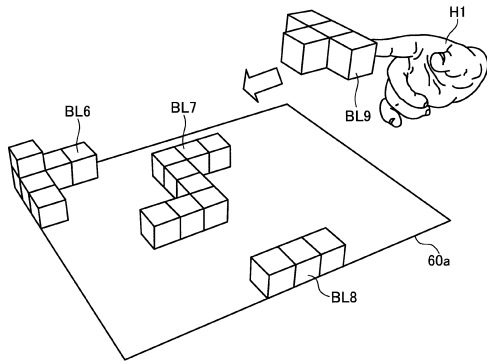
【図 10】



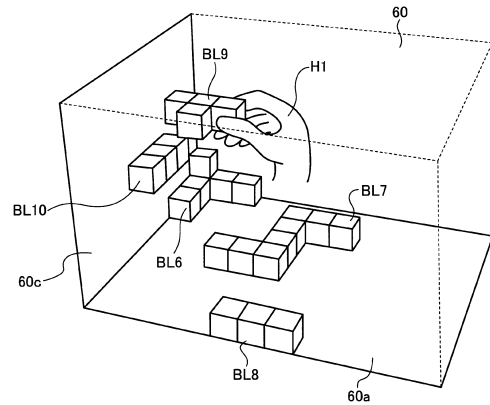
【図 11】



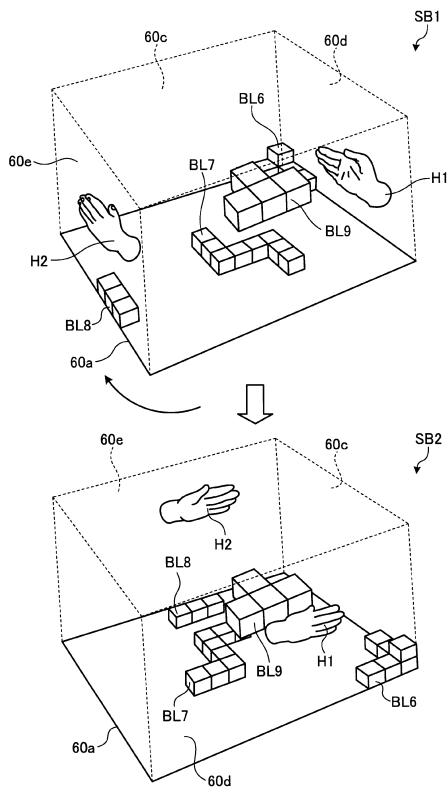
【図12】



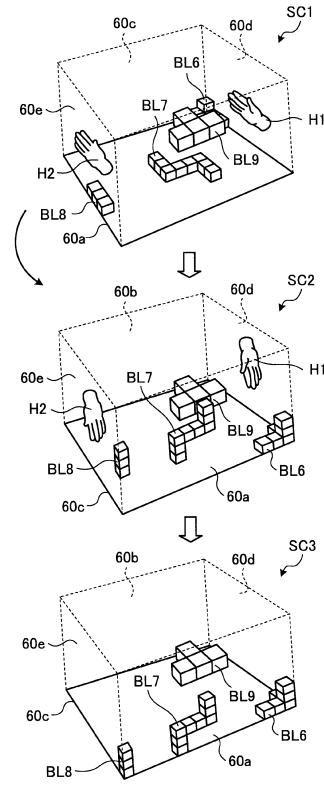
【図13】



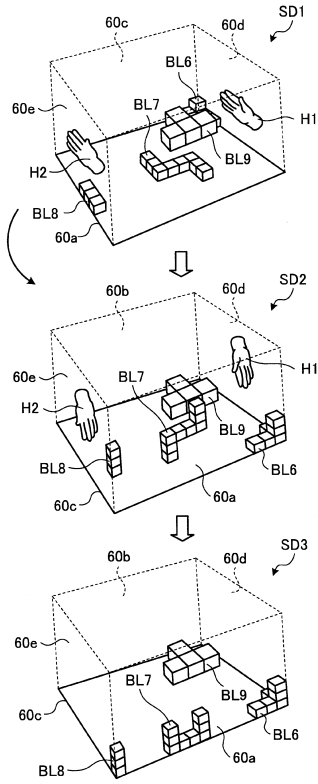
【図14】



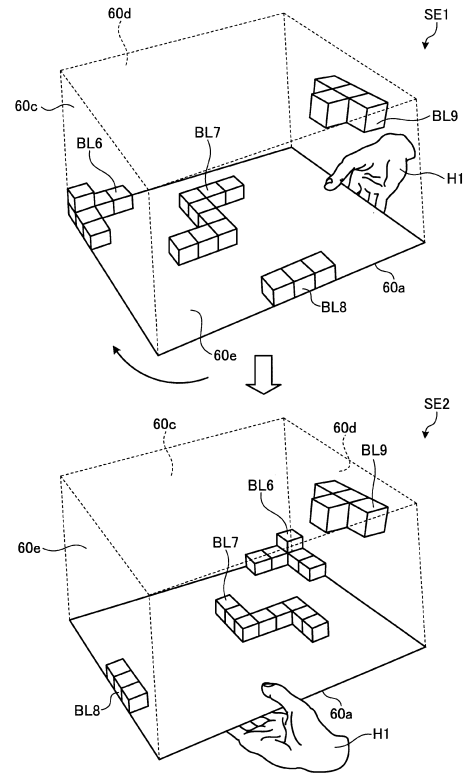
【図15】



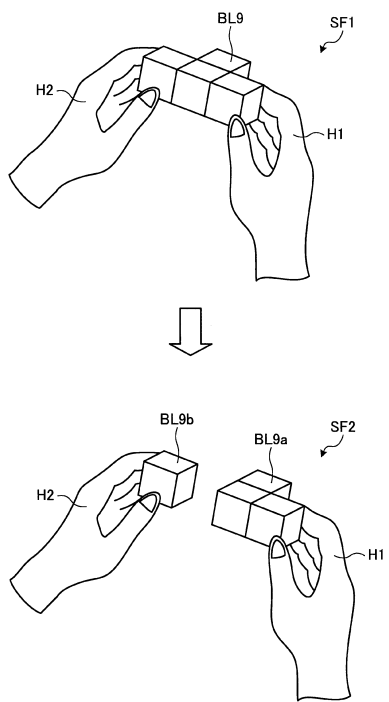
【 図 16 】



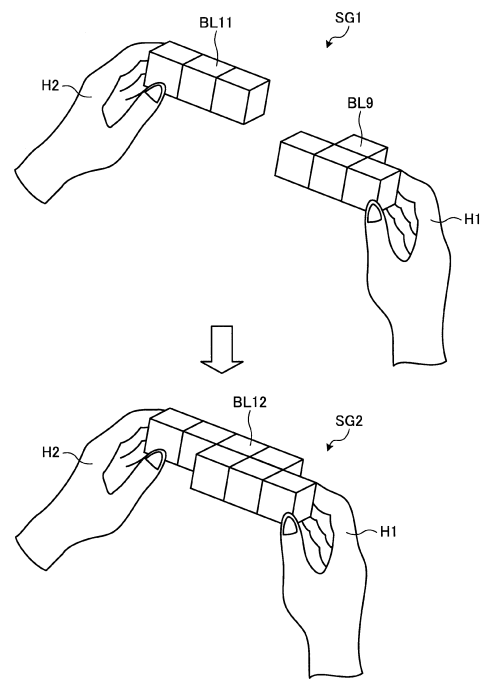
【 図 17 】



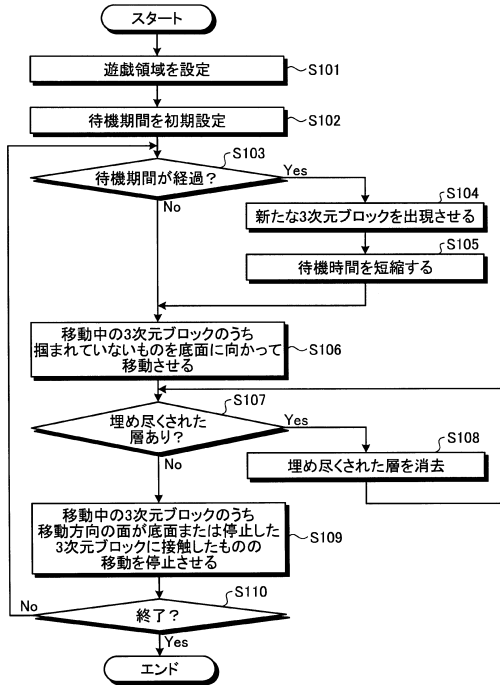
【 図 18 】



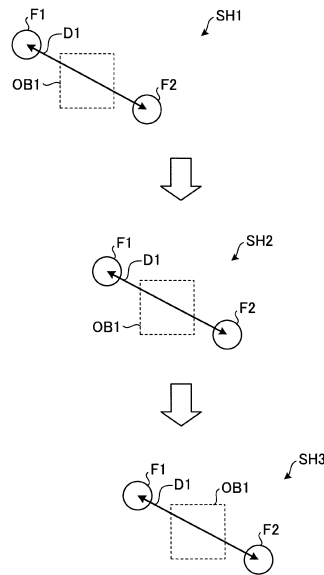
【 図 19 】



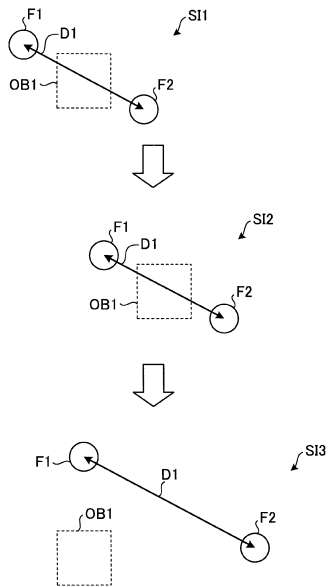
【図20】



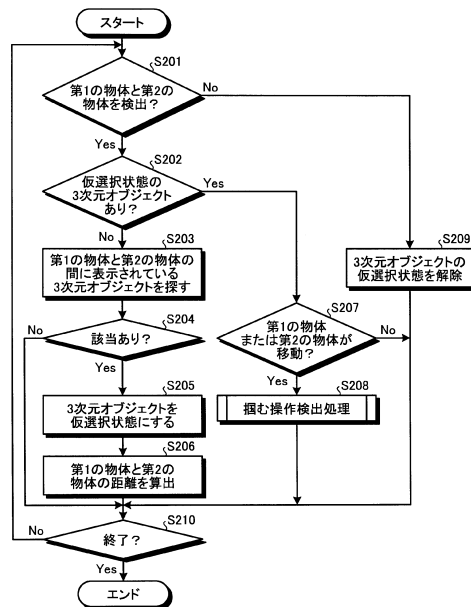
【図21】



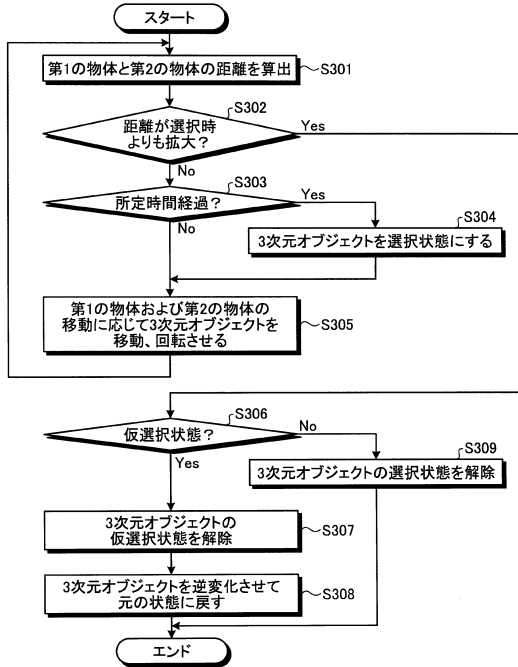
【図22】



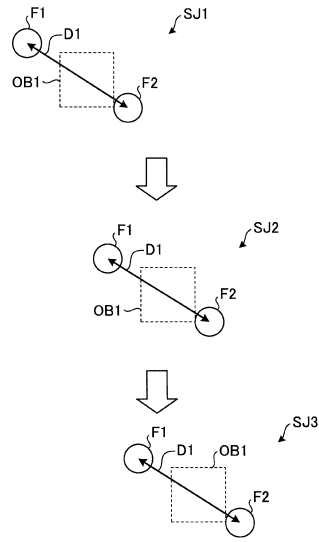
【図23】



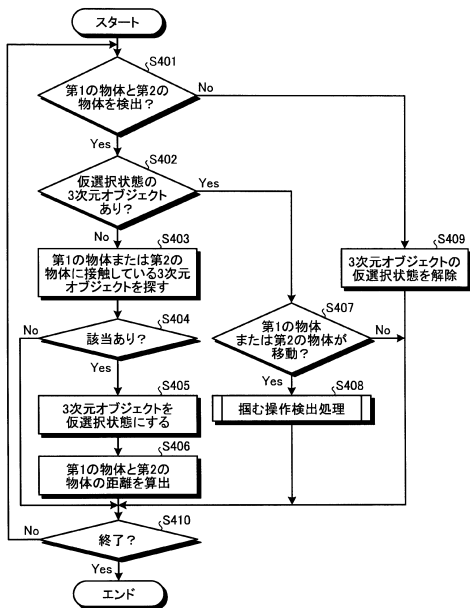
【図24】



【図25】



【図26】

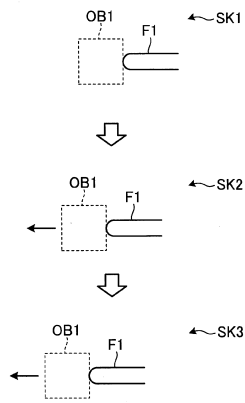


【図27】

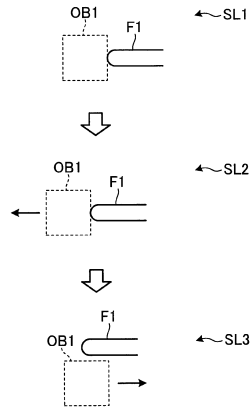
24c

変点	降着物	押される速度	変化
なし	なし	*	押された方向に、押された量に応じて移動する。
なし	停止した3次元ブロックまたは遊戯領域の面	*	押された方向に、押された量に応じて移動する。降着物と接触した後は移動しない。
なし	移動中の3次元ブロック	遅い	押された方向に、押された量に応じて移動する。降着物と接触した後は、降着物とともに移動する。
なし	なし	速い	押された方向に、押された量に応じて移動する。降着物と接触すると、降着物が押し流れるように移動する。
あり	なし	*	支点を中心に回転する。

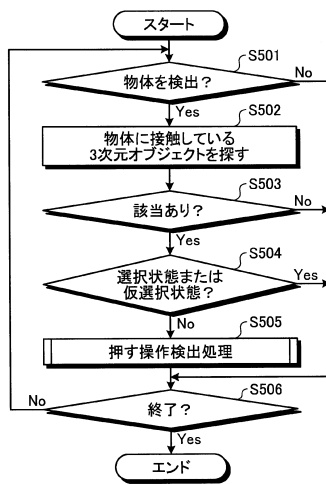
【図28】



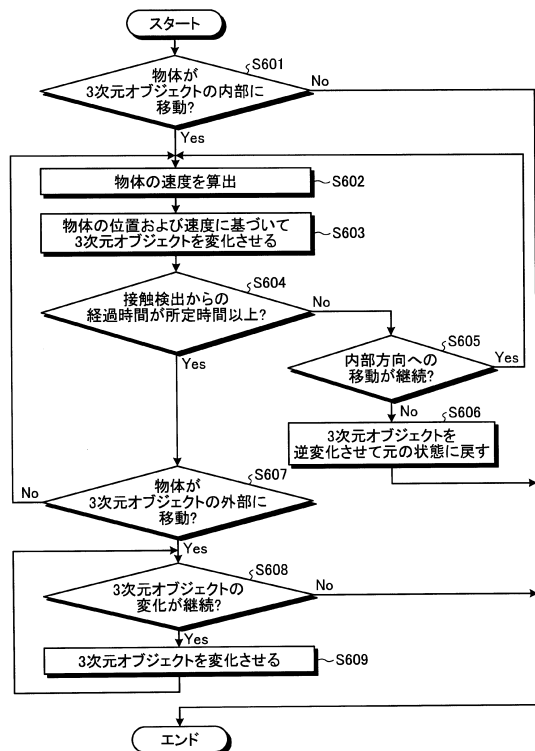
【図29】



【図30】



【図31】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-175439(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A63F 13/00 - 13/98

A63F 9/24