

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4919887号

(P4919887)

(45) 発行日 平成24年4月18日 (2012. 4. 18)

(24) 登録日 平成24年2月10日 (2012. 2. 10)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 T 19/00 (2011. 01)

G 0 6 T 17/40

D

A 6 3 F 13/00 (2006. 01)

A 6 3 F 13/00

F

A 6 3 F 13/00

C

請求項の数 15 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2007-180294 (P2007-180294)
 (22) 出願日 平成19年7月9日 (2007. 7. 9)
 (65) 公開番号 特開2009-15793 (P2009-15793A)
 (43) 公開日 平成21年1月22日 (2009. 1. 22)
 審査請求日 平成22年6月14日 (2010. 6. 14)

(73) 特許権者 000233778
 任天堂株式会社
 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 1
 (74) 代理人 110001276
 特許業務法人 小笠原特許事務所
 (72) 発明者 清水 英明
 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 1
 任天堂株式会社内

審査官 千葉 久博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理プログラムおよび画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

仮想カメラから見た仮想空間内の操作対象オブジェクトを表示装置に表示する画像処理装置のコンピュータで実行される画像処理プログラムであって、

前記コンピュータを、

直交する 2 軸方向を基準としたユーザの方向入力の方向を示す方向データを取得するデータ取得手段と、

仮想空間における前記仮想カメラの位置および姿勢を設定する仮想カメラ設定手段と

、
 仮想空間における前記操作対象オブジェクトの位置に作用している仮想重力の方向または当該位置における仮想フィールドの法線の方向を示す直上ベクトルと、前記仮想カメラの姿勢を示すカメラベクトルとに基づいて、前記方向データが示す方向に応じた仮想空間内での前記操作対象オブジェクトの移動方向を決定する移動方向決定手段と、

前記移動方向決定手段で決定された移動方向へ前記操作対象オブジェクトを移動させるオブジェクト移動手段として機能させ、

前記カメラベクトルは、前記仮想カメラの視線方向、当該仮想カメラから見た表示画像の縦方向、および当該表示画像の横方向をそれぞれ示す直交する 3 つのカメラベクトルで構成され、

前記移動方向決定手段は、前記 3 つのカメラベクトルから第 1 カメラベクトルおよび第 2 カメラベクトルを選択して、当該第 1 カメラベクトルと前記直上ベクトルとに直交する

10

20

第 1 ベクトルと、当該第 2 カメラベクトルと前記直上ベクトルとに直交する第 2 ベクトルとを算出し、当該第 1 ベクトルおよび当該第 2 ベクトルを前記 2 軸方向にそれぞれ関連付けて前記方向データが示す方向に応じた前記移動方向を決定する、画像処理プログラム。

【請求項 2】

前記移動方向決定手段は、前記第 1 カメラベクトルと前記直上ベクトルとの外積によって前記第 1 ベクトルを算出し、前記第 2 カメラベクトルと前記直上ベクトルとの外積によって前記第 2 ベクトルを算出する、請求項 1 に記載の画像処理プログラム。

【請求項 3】

前記移動方向決定手段は、前記視線方向または前記縦方向を示すカメラベクトルを前記第 1 カメラベクトルとして選択し、前記横方向を示すカメラベクトルを前記第 2 カメラベクトルとして選択する、請求項 1 または 2 に記載の画像処理プログラム。

10

【請求項 4】

前記移動方向決定手段は、前記視線方向を示すカメラベクトルと前記直上ベクトルとの内積値および前記縦方向を示すカメラベクトルと前記直上ベクトルとの内積値を用いて、前記視線方向および前記縦方向を示すカメラベクトルの一方を前記第 1 カメラベクトルとして選択する、請求項 3 に記載の画像処理プログラム。

【請求項 5】

前記移動方向決定手段は、前記内積値を比較し、当該内積値の絶対値が小さい結果となった前記視線方向および前記縦方向を示すカメラベクトルの一方を前記第 1 カメラベクトルとして選択する、請求項 4 に記載の画像処理プログラム。

20

【請求項 6】

前記移動方向決定手段は、前記内積値の絶対値が小さい結果となった前記視線方向および前記縦方向を示すカメラベクトルの一方について、当該内積値の正負に応じて当該一方のカメラベクトルを反転させて前記第 1 カメラベクトルとして選択する、請求項 5 に記載の画像処理プログラム。

【請求項 7】

前記移動方向決定手段は、前記 3 つのカメラベクトルと前記直上ベクトルとの内積値を用いて、前記第 1 および第 2 カメラベクトルを選択する、請求項 1 または 2 に記載の画像処理プログラム。

【請求項 8】

30

前記仮想カメラ設定手段は、さらに前記仮想カメラを回転させ、

前記方向データを用いて、ユーザの方向入力に変化したことを検出する入力方向変化検出手段と、

前記仮想カメラの回転後において、前記入力方向変化検出手段が前記方向入力の変化を検出するまで、前記移動方向決定手段が当該仮想カメラの回転前のカメラベクトルに基づいて移動方向を決定する移動方向維持手段として、さらに前記コンピュータを機能させる、請求項 1 に記載の画像処理プログラム。

【請求項 9】

前記移動方向維持手段は、前記仮想カメラの回転後において、前記入力方向変化検出手段が前記方向入力の変化を検出することに応じて、前記移動方向の仮想カメラの回転前のカメラベクトルに基づく決定を解除し、

40

前記移動方向決定手段は、前記仮想カメラの回転後において、前記入力方向変化検出手段が前記方向入力の変化を検出することに応じて、当該回転後の仮想カメラの姿勢を示すカメラベクトルに基づいて、当該方向入力の変化後の前記方向データが示す方向に応じた前記移動方向を決定する、請求項 8 に記載の画像処理プログラム。

【請求項 10】

前記仮想カメラ設定手段は、前記仮想カメラをその視線方向を中心に回転させる、請求項 8 に記載の画像処理プログラム。

【請求項 11】

前記操作対象オブジェクトの位置に設定されている前記直上ベクトルおよび前記移動方

50

向決定手段が決定する移動方向に基づいて、前記操作対象オブジェクトの姿勢を示す互いに直交する3つの姿勢ベクトルを逐次決定するオブジェクト姿勢決定手段として、さらに前記コンピュータを機能させ、

前記オブジェクト姿勢決定手段は、前記操作対象オブジェクトの移動前後の位置に設定されている前記直上ベクトルの方向が変化した場合、前記入力方向変化検出手段が前記方向入力の変化を検出するまで、前記3つの姿勢ベクトルのうち、1つの姿勢ベクトルの方向を固定して他の2つの姿勢ベクトルの方向を変化させて決定する、請求項8に記載の画像処理プログラム。

【請求項12】

前記仮想空間には、その外周面に対して異なった方向の仮想重力が設定された仮想立体フィールドが設定されており、

前記移動方向決定手段は、前記操作対象オブジェクトの位置における前記仮想立体フィールドの外周面に沿って前記操作対象オブジェクトの移動方向を決定し、

前記オブジェクト移動手段は、前記仮想立体フィールドの外周面に沿って前記移動方向決定手段で決定された移動方向へ前記操作対象オブジェクトを移動させる、請求項1に記載の画像処理プログラム。

【請求項13】

前記仮想カメラ設定手段は、前記操作対象オブジェクトの位置に応じて、前記仮想カメラの視体積内に前記操作対象オブジェクトが含まれて、前記表示装置に前記操作対象オブジェクトが表示される位置および姿勢に前記仮想カメラを設定する、請求項12に記載の画像処理プログラム。

【請求項14】

仮想カメラから見た仮想空間内の操作対象オブジェクトを表示装置に表示する画像処理装置であって、

直交する2軸方向を基準としたユーザの方向入力の方向を示す方向データを取得するデータ取得手段と、

仮想空間における前記仮想カメラの位置および姿勢を設定する仮想カメラ設定手段と、

仮想空間における前記操作対象オブジェクトの位置に作用している仮想重力の方向または当該位置における仮想フィールドの法線の方向を示す直上ベクトルと、前記仮想カメラの姿勢を示すカメラベクトルとに基づいて、前記方向データが示す方向に応じた仮想空間内の前記操作対象オブジェクトの移動方向を決定する移動方向決定手段と、

前記移動方向決定手段で決定された移動方向へ前記操作対象オブジェクトを移動させるオブジェクト移動手段とを備え、

前記カメラベクトルは、前記仮想カメラの視線方向、当該仮想カメラから見た表示画像の縦方向、および当該表示画像の横方向をそれぞれ示す直交する3つのカメラベクトルで構成され、

前記移動方向決定手段は、前記3つのカメラベクトルから第1カメラベクトルおよび第2カメラベクトルを選択して、当該第1カメラベクトルと前記直上ベクトルとに直交する第1ベクトルと、当該第2カメラベクトルと前記直上ベクトルとに直交する第2ベクトルとを算出し、当該第1ベクトルおよび当該第2ベクトルを前記2軸方向にそれぞれ関連付けて前記方向データが示す方向に応じた前記移動方向を決定する、画像処理装置。

【請求項15】

前記仮想カメラ設定手段は、さらに前記仮想カメラを回転させ、

前記画像処理装置は、

前記方向データを用いて、ユーザの方向入力が増加したことを検出する入力方向変化検出手段と、

前記仮想カメラの回転後において、前記入力方向変化検出手段が前記方向入力の変化を検出するまで、前記移動方向決定手段が当該仮想カメラの回転前のカメラベクトルに基づいて移動方向を決定する移動方向維持手段とを、さらに備える、請求項14に記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理プログラムおよび画像処理装置に関し、より特定的には、方向入力に基づいて表示装置に表示されたオブジェクトを移動させる画像処理プログラムおよび画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、十字スイッチやスティック等へのユーザ入力に応じて、表示装置に表示されたオブジェクトを仮想世界における前後左右に移動させるゲーム（画像処理）が一般的になっている。例えば、アナログジョイスティックまたは十字スイッチに対する「上」、「下」、「左」、および「右」操作に応じて、オブジェクトを移動させるビデオゲーム装置が開示されている（例えば、特許文献1参照）。上記特許文献1に開示されたビデオゲーム装置では、注目ノンプレイヤーオブジェクトがロックされている場合、上記「上」、「下」、「左」、および「右」操作に応じて、それぞれ「注目ノンプレイヤーオブジェクトに近づく方向」、「注目ノンプレイヤーオブジェクトから遠ざかる方向」、「注目ノンプレイヤーオブジェクトとの距離を一定に維持したまま左方向」、および「注目ノンプレイヤーオブジェクトとの距離を一定に維持したまま右方向」にプレイヤーオブジェクトを移動させる。また、注目ノンプレイヤーオブジェクトがロックされていない場合、上記「上」、「下」、「左」、および「右」操作に応じて、それぞれ「前方」、「後方」、「左方」、および「右方」にプレイヤーオブジェクトを移動させる。

【特許文献1】特開2002-263359号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上述したように、従来の操作に対応するオブジェクトの移動方向は、上下操作に対応してオブジェクトが仮想世界における前後方向に移動するものが一般的である。これは、仮想世界に設定された平面に沿ってオブジェクトを移動させることを想定しており、基本的に表示画面で表現される画像において、プレイヤーが直感的に認識する上下に対応する方向が仮想世界の前後方向となる環境で一定していることによる。そのため、仮想世界におけるオブジェクトの位置に応じて、オブジェクトの起立方向が変わる（例えば、仮想世界に設定されている重力方向や地形に対する法線方向が変わる）ような、変化に富んだ地形上でオブジェクトを移動させることを想定した移動方向の設定は考慮されていない。また、オブジェクトが移動している位置の地形が著しく変化したり、仮想カメラの向きが急激に変わったりした場合、オブジェクトの移動方向と操作方向との関係が直感的にわからなくなることが予想され、地形や仮想カメラの向きが変化した場合における移動方向および操作方向の連続性がとれずに操作が不安定になることも予想される。

【0004】

それ故に、本発明の目的は、ユーザの方向入力に直感的に対応付けられた方向に、表示装置に表示された仮想空間内のオブジェクトを移動させる画像処理プログラムおよび画像処理装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。なお、括弧内の参照符号やステップ番号等は、本発明の理解を助けるために後述する実施形態との対応関係を示したものであって、本発明の範囲を何ら限定するものではない。

【0006】

第1の発明は、仮想カメラ（C）から見た仮想空間内の操作対象オブジェクト（PC）を表示装置（2）に表示する画像処理装置（5）のコンピュータ（10）で実行される画像処理プログラムである。画像処理プログラムは、データ取得手段（ステップ42を実行

するCPU10；以下、単にステップ番号のみ記載する）、仮想カメラ設定手段（S41）、移動方向決定手段（S46、S51）、およびオブジェクト移動手段（S48、S53）として、コンピュータを機能させる。データ取得手段は、ユーザの方向入力に基づいた方向データ（Da）を取得する。仮想カメラ設定手段は、仮想空間における仮想カメラの位置（Dc1）および姿勢（Dc2）を設定する。移動方向決定手段は、仮想空間における操作対象オブジェクトの位置（Db1、PP）に作用している仮想重力の方向または当該位置における仮想フィールド（GF）の法線の方向を示す直上ベクトル（Vw）と、仮想カメラの姿勢を示すカメラベクトル（VcX、VcY、VcZ）とに基づいて、方向データが示す方向（Vs）に応じた仮想空間内での操作対象オブジェクトの移動方向（Vm）を決定する。オブジェクト移動手段は、移動方向決定手段で決定された移動方向へ操作対象オブジェクトを移動させる。

10

【0007】

第2の発明は、上記第1の発明において、方向データは、直交する2軸方向（x方向、y方向）を基準とした方向入力の方向（Vsx、Vsy）を示すデータである。カメラベクトルは、仮想カメラの視線方向（VcZ）、当該仮想カメラから見た表示画像の縦方向（VcY）、および当該表示画像の横方向（VcX）をそれぞれ示す直交する3つのカメラベクトルで構成される。移動方向決定手段は、3つのカメラベクトルから第1カメラベクトル（Vo；VcYまたはVcZ）および第2カメラベクトル（VcX）を選択して（S81～S88）、当該第1カメラベクトルと直上ベクトルとに直交する第1ベクトル（Vx）と、当該第2カメラベクトルと直上ベクトルとに直交する第2ベクトル（Vy）とを算出し（S89）、当該第1ベクトルおよび当該第2ベクトルを2軸方向にそれぞれ関連付けて方向データが示す方向に応じた移動方向を決定する（S90）。

20

【0008】

第3の発明は、上記第2の発明において、移動方向決定手段は、第1カメラベクトルと直上ベクトルとの外積によって第1ベクトルを算出し、第2カメラベクトルと直上ベクトルとの外積によって第2ベクトルを算出する（S89）。

【0009】

第4の発明は、上記第2または第3の発明において、移動方向決定手段は、視線方向または縦方向を示すカメラベクトルを第1カメラベクトルとして選択し、横方向を示すカメラベクトルを第2カメラベクトルとして選択する（S81～S88）。

30

【0010】

第5の発明は、上記第4の発明において、移動方向決定手段は、視線方向を示すカメラベクトルと直上ベクトルとの内積値（zdn）および縦方向を示すカメラベクトルと直上ベクトルとの内積値（ydn）を用いて、視線方向および縦方向を示すカメラベクトルの一方を第1カメラベクトルとして選択する（S81～S88）。

【0011】

第6の発明は、上記第5の発明において、移動方向決定手段は、内積値を比較し、当該内積値の絶対値が小さい結果となった視線方向および縦方向を示すカメラベクトルの一方を第1カメラベクトルとして選択する（S82）。

【0012】

40

第7の発明は、上記第6の発明において、移動方向決定手段は、内積値の絶対値が小さい結果となった視線方向および縦方向を示すカメラベクトルの一方について、当該内積値の正負に応じて当該一方のカメラベクトルを反転させて第1カメラベクトルとして選択する（S81～S88）。

【0013】

第8の発明は、上記第2または第3の発明において、移動方向決定手段は、3つのカメラベクトルと直上ベクトルとの内積値を用いて、第1および第2カメラベクトルを選択する（S81～S88）。

【0014】

第9の発明は、上記第1または第2の発明において、仮想カメラ設定手段は、所定の条

50

件を満たすとき仮想カメラを回転させる（図15）。画像処理プログラムは、入力方向変化検出手段（S45）および移動方向維持手段（S80）として、さらにコンピュータを機能させる。入力方向変化検出手段は、方向データを用いて、ユーザの方向入力に変化したことを検出する。移動方向維持手段は、仮想カメラの回転後において、入力方向変化検出手段が方向入力の変化を検出するまで（S45でYes）、移動方向決定手段が当該仮想カメラの回転前のカメラベクトル（Dc3）に基づいて移動方向を決定する。

【0015】

第10の発明は、上記第9の発明において、移動方向維持手段は、仮想カメラの回転後において、入力方向変化検出手段が方向入力の変化を検出することに応じて（S45でNo）、移動方向の仮想カメラの回転前のカメラベクトルに基づく決定を解除する。移動方向決定手段は、仮想カメラの回転後において、入力方向変化検出手段が方向入力の変化を検出することに応じて、当該回転後の仮想カメラの姿勢を示すカメラベクトルに基づいて、当該方向入力の変化後の方向データが示す方向に応じた移動方向を決定する。

10

【0016】

第11の発明は、上記第9の発明において、仮想カメラ設定手段は、所定の条件を満たすとき仮想カメラをその視線方向を中心に回転させる。

【0017】

第12の発明は、上記第9の発明において、オブジェクト姿勢決定手段（S49、S54）として、さらにコンピュータを機能させる。オブジェクト姿勢決定手段は、操作対象オブジェクトの位置に設定されている直上ベクトルおよび移動方向決定手段が決定する移動方向に基づいて、操作対象オブジェクトの姿勢を示す互いに直交する3つの姿勢ベクトル（Vt、Vf、Vr）を逐次決定する。オブジェクト姿勢決定手段は、操作対象オブジェクトの移動前後の位置に設定されている直上ベクトルの方向が変化した場合（S93でYes）、入力方向変化検出手段が方向入力の変化を検出するまで、3つの姿勢ベクトルのうち、1つの姿勢ベクトル（Vr）の方向を固定して他の2つの姿勢ベクトル（Vt、Vf）の方向を変化させて決定する。

20

【0018】

第13の発明は、上記第1または第2の発明において、仮想空間には、その外周面に対して異なった方向の仮想重力が設定された仮想立体フィールドが設定されている（図11）。移動方向決定手段は、操作対象オブジェクトの位置における仮想立体フィールドの外周面（GFa～GFc）に沿って操作対象オブジェクトの移動方向を決定する。オブジェクト移動手段は、仮想立体フィールドの外周面に沿って移動方向決定手段で決定された移動方向へ操作対象オブジェクトを移動させる。

30

【0019】

第14の発明は、上記第13の発明において、仮想カメラ設定手段は、操作対象オブジェクトの位置に応じて、仮想カメラの視体積内に操作対象オブジェクトが含まれて、表示装置に操作対象オブジェクトが表示される位置および姿勢に仮想カメラを設定する。

【0020】

第15の発明は、仮想カメラから見た仮想空間内の操作対象オブジェクトを表示装置に表示する画像処理装置である。画像処理装置は、データ取得手段、仮想カメラ設定手段、移動方向決定手段、およびオブジェクト移動手段を備える。データ取得手段は、ユーザの方向入力に基づいた方向データを取得する。仮想カメラ設定手段は、仮想空間における仮想カメラの位置および姿勢を設定する。移動方向決定手段は、仮想空間における操作対象オブジェクトの位置に作用している仮想重力の方向または当該位置における仮想フィールドの法線の方向を示す直上ベクトルと、仮想カメラの姿勢を示すカメラベクトルとに基づいて、方向データが示す方向に応じた仮想空間内での操作対象オブジェクトの移動方向を決定する。オブジェクト移動手段は、移動方向決定手段で決定された移動方向へ操作対象オブジェクトを移動させる。

40

【0021】

第16の発明は、上記第15の発明において、方向データは、直交する2軸方向を基準

50

とした方向入力の方角を示すデータである。カメラベクトルは、仮想カメラの視線方向、当該仮想カメラから見た表示画像の縦方向、および当該表示画像の横方向をそれぞれ示す直交する3つのカメラベクトルで構成される。移動方向決定手段は、3つのカメラベクトルから第1カメラベクトルおよび第2カメラベクトルを選択して、当該第1カメラベクトルと直上ベクトルとに直交する第1ベクトルと、当該第2カメラベクトルと直上ベクトルとに直交する第2ベクトルとを算出し、当該第1ベクトルおよび当該第2ベクトルを2軸方向にそれぞれ関連付けて方向データが示す方向に応じた移動方向を決定する。

【0022】

第17の発明は、上記第15または第16の発明において、仮想カメラ設定手段は、所定の条件を満たすとき仮想カメラを回転させる。画像処理装置は、入力方向変化検出手段および移動方向維持手段を、さらに備える。入力方向変化検出手段は、方向データを用いて、ユーザの方向入力に変化したことを検出する。移動方向維持手段は、仮想カメラの回転後において、入力方向変化検出手段が方向入力の変化を検出するまで、移動方向決定手段が当該仮想カメラの回転前のカメラベクトルに基づいて移動方向を決定する。

【発明の効果】

【0023】

上記第1の発明によれば、仮想カメラの位置や姿勢に応じて、表示装置に表示された操作対象オブジェクトを、ユーザの方向入力に直感的に対応付けられた方向に移動させることが可能となる。例えば、重力方向（法線方向）が様々な方向に設定されているゲームフィールドを用いた仮想ゲーム空間において、直感的な方向入力操作が実現可能となり、ユーザに操作の混乱を与えることもない。また、このような仮想ゲーム空間環境において、所定条件を満たすときに仮想カメラを回転させる状況であっても、直感的な方向入力操作が実現可能となり、ユーザに操作の混乱を与えることもない。

【0024】

上記第2の発明によれば、仮想カメラの位置および姿勢や操作対象オブジェクトの直上方向が様々な方向に変化する状況においても、仮想カメラの姿勢を示す直交する3つのカメラベクトルから選ばれた2つのカメラベクトルと直上ベクトルとを用いて、方向入力操作に応じた直感的な移動方向の算出が可能となる。

【0025】

上記第3の発明によれば、第1カメラベクトルと直上ベクトルとに直交するベクトルを第1ベクトルとし、第2カメラベクトルと直上ベクトルとに直交するベクトルを第2ベクトルとして、当該第1ベクトルおよび第2ベクトルを基準とした移動方向を決定することができる。

【0026】

上記第4の発明によれば、直上ベクトルの方向がカメラ座標における縦方向および視線方向を含む平面と平行となるように画像が生成される場合に、方向入力操作に応じた適切な移動方向の算出が可能となる。

【0027】

上記第5の発明によれば、第1ベクトルを求めるために適切なカメラベクトルを、内積値を用いて選択することができる。

【0028】

上記第6の発明によれば、視線方向および縦方向を示すカメラベクトルのうち、直上ベクトルとの間に成す角度が大きい一方が第1カメラベクトルとして選択され、第1ベクトルを求めるために適切なカメラベクトルが選択される。

【0029】

上記第7の発明によれば、内積値の正負に応じて、適切な方向のカメラベクトルを用いて移動方向を算出することができる。

【0030】

上記第8の発明によれば、第1および第2ベクトルを求めるために適切なカメラベクトルを、内積値を用いて選択することができる。

【 0 0 3 1 】

上記第 9 の発明によれば、仮想カメラの回転前後において、ユーザによる入力方向に変化がなければ、仮想カメラの回転前に決定された移動方向が維持される。つまり、仮想カメラが移動または回転しても、当該移動や回転が行われていない状態を仮定して移動方向が維持される。したがって、仮想カメラ回転前後にユーザが同じ方向入力を継続していれば、操作対象オブジェクトの移動方向が変わることなく継続されることになる。つまり、ユーザが操作対象オブジェクトを同じ方向に移動させ続けたい場合、仮想カメラの状態によらず同じ操作を継続すればいいため、ユーザにとって非常に分かりやすい操作となる。

【 0 0 3 2 】

上記第 10 の発明によれば、仮想カメラ回転後に操作対象オブジェクトの移動方向を変更したり停止させたりしたい場合、方向入力を変化させると移動方向維持状態が解除されるため、現時点の仮想カメラの位置および姿勢に基づいた移動方向に変更される。したがって、ユーザが改めて操作対象オブジェクトの移動方向を変化させる場合は、方向入力に応じて直感的に把握できる方向に操作対象オブジェクトが移動することになる。

【 0 0 3 3 】

上記第 11 の発明によれば、仮想カメラがその視線方向を中心に回転して、表示される画像の上下が反転するような場合も直感的な方向入力操作が実現可能となり、ユーザに操作の混乱を与えることもない。

【 0 0 3 4 】

上記第 12 の発明によれば、操作対象オブジェクトに作用する仮想重力が変化するような移動をする場合、姿勢ベクトルのうち 1 つの姿勢ベクトルの方向を固定して操作対象オブジェクトの姿勢を変化させるため、姿勢変更処理が簡素化される。

【 0 0 3 5 】

上記第 13 の発明によれば、重力方向（法線方向）が様々な方向に設定されている仮想立体フィールド（例えば、その中心に向かって仮想重力が設定されている立体的なゲームフィールド）を用いた画像処理であっても、その仮想重力方向に応じて直感的な方向入力操作が実現可能となり、ユーザに操作の混乱を与えることもない。

【 0 0 3 6 】

上記第 14 の発明によれば、上記仮想フィールドが設定された仮想空間環境において、仮想カメラを移動させたり回転させたりする状況であっても、直感的な方向入力操作が実現可能となり、ユーザに操作の混乱を与えることもない。

【 0 0 3 7 】

本発明の画像処理装置によれば、上述した画像処理プログラムと同様の効果を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 8 】

図 1 および図 2 を参照して、本発明の一実施形態に係る画像処理プログラムを実行する装置について説明する。以下、説明を具体的にするために、当該装置の一例である据置型のゲーム装置本体 5 を含むゲームシステムについて説明する。なお、図 1 は据置型のゲーム装置 3 を含むゲームシステム 1 の外観図であり、図 2 はゲーム装置本体 5 のブロック図である。以下、当該ゲームシステム 1 について説明する。

【 0 0 3 9 】

図 1 において、ゲームシステム 1 は、表示手段の一例の家庭用テレビジョン受像機（以下、モニタと記載する）2 と、当該モニタ 2 に接続コードを介して接続する据置型のゲーム装置 3 とから構成される。モニタ 2 は、ゲーム装置本体 5 から出力された音声信号を音声出力するためのスピーカ 2 a を備える。また、ゲーム装置 3 は、本願発明の画像処理プログラムの一例であるゲームプログラムを記録した光ディスク 4 と、当該光ディスク 4 のゲームプログラムを実行してゲーム画面をモニタ 2 に表示出力させるためのコンピュータを搭載したゲーム装置本体 5 と、ゲーム画面に表示されたキャラクタ等を操作するゲームに必要な操作情報をゲーム装置本体 5 に与えるためのコントローラ 7 とを備えている。

【0040】

また、ゲーム装置本体5は、無線コントローラモジュール19（図2参照）を内蔵する。無線コントローラモジュール19は、コントローラ7から無線送信されるデータを受信し、ゲーム装置本体5からコントローラ7へデータを送信して、コントローラ7とゲーム装置本体5とを無線通信によって接続する。さらに、ゲーム装置本体5には、当該ゲーム装置本体5に対して交換可能に用いられる情報記憶媒体の一例の光ディスク4が脱着される。

【0041】

また、ゲーム装置本体5には、セーブデータ等のデータを固定的に記憶するバックアップメモリとして機能するフラッシュメモリ17（図2参照）が搭載される。ゲーム装置本体5は、光ディスク4に記憶されたゲームプログラム等を実行することによって、その結果をゲーム画像としてモニタ2に表示する。また、ゲームプログラム等は、光ディスク4に限らず、フラッシュメモリ17に予め記憶されたものを実行するようにしてもよい。さらに、ゲーム装置本体5は、フラッシュメモリ17に記憶されたセーブデータを用いて、過去に実行されたゲーム状態を再現して、ゲーム画像をモニタ2に表示することもできる。そして、ゲーム装置本体5のプレイヤは、モニタ2に表示されたゲーム画像を見ながら、コントローラ7を操作することによって、ゲーム進行を楽しむことができる。

【0042】

コントローラ7は、無線コントローラモジュール19を内蔵するゲーム装置本体5へ、例えばBluetooth（ブルートゥース；登録商標）の技術を用いて操作情報等の送信データを無線送信する。コントローラ7は、2つのコントロールユニット（コアユニット70およびサブユニット76）が屈曲自在な接続ケーブル79を介して互いに接続されて構成されており、主にモニタ2の表示画面に表示されるオブジェクト等を操作するための操作手段である。コアユニット70およびサブユニット76は、それぞれ片手で把持可能な程度の大きさのハウジングと、当該ハウジングの表面に露出して設けられた複数の操作ボタン（十字キーやスティック等を含む）とが設けられている。また、後述により明らかとなるが、コアユニット70は、当該コアユニット70から見た画像を撮像する撮像情報演算部74を備えている。また、撮像情報演算部74の撮像対象の一例として、モニタ2の表示画面近傍に2つのLEDモジュール（以下、マーカと記載する）8Lおよび8Rが設置される。これらマーカ8Lおよび8Rは、それぞれモニタ2の前方に向かって例えば赤外光を出力する。また、コントローラ7（例えば、コアユニット70）は、ゲーム装置本体5の無線コントローラモジュール19から無線送信された送信データを通信部75で受信して、当該送信データに応じた音や振動を発生させることもできる。

【0043】

なお、本実施例では、コアユニット70とサブユニット76とを屈曲自在な接続ケーブル79で接続したが、サブユニット76に無線ユニットを搭載することで、接続ケーブル79をなくすこともできる。例えば、無線ユニットとしてBluetooth（登録商標）ユニットをサブユニット76に搭載することで、サブユニット76からコアユニット70へ操作データを送信することが可能になる。

【0044】

次に、図2を参照して、ゲーム装置本体5の内部構成について説明する。ゲーム装置本体5は、CPU（Central Processing Unit）10、システムLSI（Large Scale Integration）11、外部メインメモリ12、ROM/RTC（Read Only Memory/Real Time Clock）13、ディスクドライブ14、およびAV-IC（Audio Video-Integrated Circuit）15等を有する。

【0045】

CPU10は、光ディスク4に記憶されたゲームプログラムを実行することによってゲーム処理を実行するものであり、ゲームプロセッサとして機能する。CPU10は、システムLSI11に接続される。システムLSI11には、CPU10の他、外部メインメ

10

20

30

40

50

メモリ 12、ROM/RTC 13、ディスクドライブ 14、および AV-IC 15 が接続される。システム LSI 11 は、それに接続される各構成要素間のデータ転送の制御、表示すべき画像の生成、外部装置からのデータの取得等の処理を行う。なお、システム LSI 11 の内部構成については、後述する。揮発性の外部メインメモリ 12 は、光ディスク 4 から読み出されたゲームプログラムや、フラッシュメモリ 17 から読み出されたゲームプログラム等のプログラムを記憶したり、各種データを記憶したりするものであり、CPU 10 のワーク領域やバッファ領域として用いられる。ROM/RTC 13 は、ゲーム装置本体 5 の起動用のプログラムが組み込まれる ROM (いわゆるブート ROM) と、時間をカウントするクロック回路 (RTC) とを有する。ディスクドライブ 14 は、光ディスク 4 からプログラムデータやテクスチャデータ等を読み出し、後述する内部メインメモリ 35 または外部メインメモリ 12 に読み出したデータを書き込む。

10

【0046】

また、システム LSI 11 には、入出力プロセッサ 31、GPU (Graphics Processor Unit) 32、DSP (Digital Signal Processor) 33、VRAM (Video RAM) 34、および内部メインメモリ 35 が設けられる。図示は省略するが、これらの構成要素 31 ~ 35 は、内部バスによって互いに接続される。

【0047】

GPU 32 は、描画手段の一部を形成し、CPU 10 からのグラフィクスコマンド (作画命令) に従って画像を生成する。VRAM 34 は、GPU 32 がグラフィクスコマンドを実行するために必要なデータ (ポリゴンデータやテクスチャデータ等のデータ) を記憶する。画像が生成される際には、GPU 32 は、VRAM 34 に記憶されたデータを用いて画像データを作成する。

20

【0048】

DSP 33 は、オーディオプロセッサとして機能し、内部メインメモリ 35 や外部メインメモリ 12 に記憶されるサウンドデータや音波形 (音色) データを用いて、音声データを生成する。

【0049】

上述のように生成された画像データおよび音声データは、AV-IC 15 によって読み出される。AV-IC 15 は、AV コネクタ 16 を介して、読み出した画像データをモニタ 2 に出力するとともに、読み出した音声データをモニタ 2 に内蔵されるスピーカ 2a に出力する。これによって、画像がモニタ 2 に表示されるとともに音がスピーカ 2a から出力される。

30

【0050】

入出力プロセッサ (I/O プロセッサ) 31 は、それに接続される構成要素との間でデータの送受信を実行したり、外部装置からのデータのダウンロードを実行したりする。入出力プロセッサ 31 は、フラッシュメモリ 17、無線通信モジュール 18、無線コントローラモジュール 19、拡張コネクタ 20、および外部メモリカード用コネクタ 21 に接続される。無線通信モジュール 18 にはアンテナ 22 が接続され、無線コントローラモジュール 19 にはアンテナ 23 が接続される。

40

【0051】

入出力プロセッサ 31 は、無線通信モジュール 18 およびアンテナ 22 を介してネットワークに接続し、ネットワークに接続される他のゲーム装置や各種サーバと通信することができる。入出力プロセッサ 31 は、定期的にフラッシュメモリ 17 にアクセスし、ネットワークへ送信する必要があるデータの有無を検出し、当該データが有る場合には、無線通信モジュール 18 およびアンテナ 22 を介して当該データをネットワークに送信する。また、入出力プロセッサ 31 は、他のゲーム装置から送信されてくるデータやダウンロードサーバからダウンロードしたデータを、ネットワーク、アンテナ 22、および無線通信モジュール 18 を介して受信し、受信したデータをフラッシュメモリ 17 に記憶する。CPU 10 は、ゲームプログラムを実行することにより、フラッシュメモリ 17 に記憶され

50

たデータを読み出してゲームプログラムで利用する。フラッシュメモリ 17 には、ゲーム装置本体 5 と他のゲーム装置や各種サーバとの間で送受信されるデータの他、ゲーム装置本体 5 を利用してプレイしたゲームのセーブデータ（ゲームの結果データまたは途中データ）が記憶されてもよい。

【0052】

また、入出力プロセッサ 31 は、アンテナ 23 および無線コントローラモジュール 19 を介して、コントローラ 7 から送信される操作データ等を受信し、内部メインメモリ 35 または外部メインメモリ 12 のバッファ領域に記憶（一時記憶）する。なお、内部メインメモリ 35 には、外部メインメモリ 12 と同様に、光ディスク 4 から読み出されたゲームプログラムや、フラッシュメモリ 17 から読み出されたゲームプログラム等のプログラム

10

【0053】

さらに、入出力プロセッサ 31 には、拡張コネクタ 20 および外部メモリカード用コネクタ 21 が接続される。拡張コネクタ 20 は、USB や SCSI のようなインターフェースのためのコネクタであり、外部記憶媒体のようなメディアを接続したり、他のコントローラのような周辺機器を接続したり、有線の通信用コネクタを接続することによって無線通信モジュール 18 に替えてネットワークとの通信を行ったりすることができる。外部メモリカード用コネクタ 21 は、メモリカードのような外部記憶媒体を接続するためのコネクタである。例えば、入出力プロセッサ 31 は、拡張コネクタ 20 や外部メモリカード用

20

【0054】

また、ゲーム装置本体 5（例えば、前部主面）には、当該ゲーム装置本体 5 の電源ボタン 24、ゲーム処理のリセットボタン 25、光ディスク 4 を脱着する投入口、およびゲーム装置本体 5 の投入口から光ディスク 4 を取り出すイジェクトボタン 26 等が設けられている。電源ボタン 24 およびリセットボタン 25 は、システム LSI 11 に接続される。電源ボタン 24 がオンされると、ゲーム装置本体 5 の各構成要素に対して、図示しない AC アダプタを経て電力が供給される。リセットボタン 25 が押されると、システム LSI 11 は、ゲーム装置本体 5 の起動プログラムを再起動する。イジェクトボタン 26 は、ディスクドライブ 14 に接続される。イジェクトボタン 26 が押されると、ディスクドライブ 14 から光ディスク 4 が排出される。

30

【0055】

次に、図 3 を参照して、コントローラ 7 について説明する。なお、図 3 は、コントローラ 7 の外観構成を示す斜視図である。

【0056】

図 3 において、コントローラ 7 は、コアユニット 70 とサブユニット 76 とが接続ケーブル 79 で接続されて構成されている。コアユニット 70 は、ハウジング 71 を有しており、当該ハウジング 71 に複数の操作部 72 が設けられている。一方、サブユニット 76 は、ハウジング 77 を有しており、当該ハウジング 77 に複数の操作部 78 が設けられて

40

【0057】

接続ケーブル 79 の一方端には、コアユニット 70 のコネクタ 73 に着脱自在なコネクタ 791 が設けられており、接続ケーブル 79 の他方端は固定的にサブユニット 76 と接続されている。そして、接続ケーブル 79 のコネクタ 791 は、コアユニット 70 の後面に設けられたコネクタ 73 と嵌合し、コアユニット 70 とサブユニット 76 とが当該接続ケーブル 79 を介して接続される。

【0058】

次に、図 4 および図 5 を参照して、コアユニット 70 について説明する。なお、図 4 は、コアユニット 70 の上面後方から見た斜視図である。図 5 は、コアユニット 70 を下面

50

前方から見た斜視図である。

【 0 0 5 9 】

図 4 および図 5 において、コアユニット 7 0 は、例えばプラスチック成型によって形成されたハウジング 7 1 を有している。ハウジング 7 1 は、その前後方向を長手方向とした略直方体形状を有しており、全体として大人や子供の片手で把持可能な大きさである。

【 0 0 6 0 】

ハウジング 7 1 上面の中央前面側に、十字キー 7 2 a が設けられる。この十字キー 7 2 a は、十字型の 4 方向プッシュスイッチであり、矢印で示す 4 つの方向（前後左右）に対応する操作部分が十字の突出片にそれぞれ 9 0 ° 間隔で配置される。プレイヤーが十字キー 7 2 a のいずれかの操作部分を押下することによって前後左右いずれかの方向を選択される。例えばプレイヤーが十字キー 7 2 a を操作することによって、仮想ゲーム世界に登場するプレイヤーキャラクタ等の移動方向を指示したり、カーソルの移動方向を指示したりすることができる。

10

【 0 0 6 1 】

なお、十字キー 7 2 a は、上述したプレイヤーの方向入力操作に応じて操作信号を出力する操作部であるが、他の態様の操作部でもかまわない。例えば、リング状に 4 方向の操作部分を備えたプッシュスイッチとその中央に設けられたセンタスイッチとを複合した複合スイッチを上記十字キー 7 2 a の代わりに設けてもかまわない。また、ハウジング 7 1 上面から突出した傾倒可能なスティックを倒すことによって、傾倒方向に応じて操作信号を出力する操作部を上記十字キー 7 2 a の代わりに設けてもかまわない。さらに、水平移動可能な円盤状部材をスライドさせることによって、当該スライド方向に応じた操作信号を出力する操作部を、上記十字キー 7 2 a の代わりに設けてもかまわない。また、タッチパッドを、上記十字キー 7 2 a の代わりに設けてもかまわない。また、少なくとも 4 つの方向（前後左右）をそれぞれ示すスイッチに対して、プレイヤーによって押下されたスイッチに応じて操作信号を出力する操作部を上記十字キー 7 2 a の代わりに設けてもかまわない。

20

【 0 0 6 2 】

ハウジング 7 1 上面の十字キー 7 2 a より後面側に、複数の操作ボタン 7 2 b ~ 7 2 g が設けられる。操作ボタン 7 2 b ~ 7 2 g は、プレイヤーがボタン頭部を押下することによって、それぞれの操作ボタン 7 2 b ~ 7 2 g に割り当てられた操作信号を出力する操作部である。例えば、操作ボタン 7 2 b ~ 7 2 d には、1 番ボタン、2 番ボタン、および A ボタン等としての機能が割り当てられる。また、操作ボタン 7 2 e ~ 7 2 g には、マイナスボタン、ホームボタン、およびプラスボタン等としての機能が割り当てられる。これら操作ボタン 7 2 b ~ 7 2 g は、ゲーム装置 3 が実行するゲームプログラムに応じてそれぞれの機能が割り当てられる。なお、図 4 に示した配置例では、操作ボタン 7 2 b ~ 7 2 d は、ハウジング 7 1 上面の中央前後方向に沿って並設されている。また、操作ボタン 7 2 e ~ 7 2 g は、ハウジング 7 1 上面の左右方向に沿って操作ボタン 7 2 b および 7 2 d の間に並設されている。そして、操作ボタン 7 2 f は、その上面がハウジング 7 1 の上面に埋没しており、プレイヤーが不意に誤って押下することのないタイプのボタンである。

30

【 0 0 6 3 】

また、ハウジング 7 1 上面の十字キー 7 2 a より前面側に、操作ボタン 7 2 h が設けられる。操作ボタン 7 2 h は、遠隔からゲーム装置 3 本体の電源をオン / オフする電源スイッチである。この操作ボタン 7 2 h も、その上面がハウジング 7 1 の上面に埋没しており、プレイヤーが不意に誤って押下することのないタイプのボタンである。

40

【 0 0 6 4 】

また、ハウジング 7 1 上面の操作ボタン 7 2 c より後面側に、複数の LED 7 0 2 が設けられる。ここで、コントローラ 7 は、他のコントローラ 7 と区別するためにコントローラ種別（番号）が設けられている。例えば、LED 7 0 2 は、コントローラ 7 に現在設定されている上記コントローラ種別をプレイヤーに通知するために用いられる。具体的には、無線コントローラモジュール 1 9 からコントローラ 7 へ、複数の LED 7 0 2 のうち、上

50

記コントローラ種別に対応するＬＥＤを点灯させるための信号が送信される。

【００６５】

また、ハウジング７１上面には、操作ボタン７２ｂおよび操作ボタン７２ｅ～７２ｇの間に後述するスピーカ（図６のスピーカ７０６）からの音を外部に放出するための音抜き孔が形成されている。

【００６６】

一方、ハウジング７１下面には、凹部が形成されている。ハウジング７１下面の凹部は、プレイヤがコアユニット７０を把持したときに当該プレイヤの人差し指や中指が位置するような位置に形成される。そして、上記凹部の傾斜面には、操作ボタン７２ｉが設けられる。操作ボタン７２ｉは、例えばＢボタンとして機能する操作部である。

10

【００６７】

また、ハウジング７１前面には、撮像情報演算部７４の一部を構成する撮像素子７４３が設けられる。ここで、撮像情報演算部７４は、コアユニット７０が撮像した画像データを解析してその中で輝度が高い場所を判別してその場所の重心位置やサイズなどを検出するためのシステムであり、例えば、最大２００フレーム／秒程度のサンプリング周期であるため比較的高速なコアユニット７０の動きでも追跡して解析することができる。この撮像情報演算部７４の詳細な構成については、後述する。また、ハウジング７１の後面には、コネクタ７３が設けられている。コネクタ７３は、例えばエッジコネクタであり、例えば接続ケーブルと嵌合して接続するために利用される。

【００６８】

20

次に、図６および図７を参照して、コアユニット７０の内部構造について説明する。なお、図６は、コアユニット７０の上筐体（ハウジング７１の一部）を外した状態を後面側から見た斜視図である。図７は、コアユニット７０の下筐体（ハウジング７１の一部）を外した状態を前面側から見た斜視図である。ここで、図７に示す基板７００は、図６に示す基板７００の裏面から見た斜視図となっている。

【００６９】

図６において、ハウジング７１の内部には基板７００が固設されており、当該基板７００の上主面上に操作ボタン７２ａ～７２ｈ、加速度センサ７０１、ＬＥＤ７０２、およびアンテナ７５４等が設けられる。そして、これらは、基板７００等に形成された配線（図示せず）によってマイコン７５１等（図７、図１０参照）に接続される。また、図示しない無線モジュール７５３（図１０参照）およびアンテナ７５４によって、コアユニット７０がワイヤレスコントローラとして機能する。なお、ハウジング７１内部には図示しない水晶振動子が設けられており、後述するマイコン７５１の基本クロックを生成する。また、基板７００の上主面上に、スピーカ７０６およびアンプ７０８が設けられる。

30

【００７０】

また、加速度センサ７０１は、操作ボタン７２ｄの左側の基板７００上（つまり、基板７００の中央部ではなく周辺部）に設けられる。したがって、加速度センサ７０１は、コアユニット７０の長手方向を軸とした回転に応じて、重力加速度の方向変化に加え、遠心力による成分が含まれる加速度を検出することができるので、所定の演算により、検出される加速度データからコアユニット７０の動きを良好な感度でゲーム装置本体５等が判定することができる。例えば、コアユニット７０は、３軸の加速度センサ７０１を備えている。この３軸の加速度センサ７０１は、３方向、すなわち、上下方向、左右方向、および前後方向で直線加速度を検知する。そして、加速度センサ７０１でそれぞれ検知された加速度を示すデータは、通信部７５に出力される。

40

【００７１】

一方、図７において、基板７００の下主面上の前端縁に撮像情報演算部７４が設けられる。撮像情報演算部７４は、コアユニット７０の前方から順に赤外線フィルタ７４１、レンズ７４２、撮像素子７４３、および画像処理回路７４４によって構成されており、それぞれ基板７００の下主面に取り付けられる。また、基板７００の下主面上の後端縁にコネクタ７３が取り付けられる。さらに、基板７００の下主面上にサウンドＩＣ７０７および

50

マイコン 751 が設けられている。サウンド IC 707 は、基板 700 等に形成された配線によってマイコン 751 およびアンプ 708 と接続され、ゲーム装置本体 5 から送信されたサウンドデータに応じてアンプ 708 を介してスピーカ 706 に音声信号を出力する。そして、基板 700 の下主面上には、バイブレータ 704 が取り付けられる。このバイブレータ 704 は、例えば振動モータやソレノイドである。バイブレータ 704 が作動することによってコアユニット 70 に振動が発生するので、それを把持しているプレイヤーの手にその振動が伝達され、いわゆる振動対応ゲームが実現できる。バイブレータ 704 は、ハウジング 71 のやや前方寄りに配置されるため、プレイヤーが把持している状態において、ハウジング 71 が大きく振動することになり、振動を感じやすくなる。

【0072】

10

図 8 および図 9 を参照して、サブユニット 76 について説明する。なお、図 8 は、サブユニット 76 の一例を示す斜視図である。図 9 は、図 8 のサブユニット 76 の上筐体（ハウジング 77 の一部）を外した状態を示す斜視図である。

【0073】

図 8 において、サブユニット 76 は、例えばプラスチック成型によって形成されたハウジング 77 を有している。ハウジング 77 は、その前後方向を長手方向とし、サブユニット 76 において最太部となる頭部を前方に形成した流線型の立体形状を有しており、全体として大人や子供の片手で把持可能な大きさである。

【0074】

ハウジング 77 上面の上記最太部近傍に、スティック 78a が設けられる。スティック 78a は、ハウジング 77 上面から突出した傾倒可能なスティックを倒すことによって、傾倒方向や傾倒量を検出し、それに応じて操作信号を出力する操作部である。例えば、プレイヤーがスティック先端を 360° 任意の方向に傾倒することによって任意の方向や位置を指定することができ、仮想ゲーム世界に登場するプレイヤーキャラクタ等の移動方向を指示することができる。また、プレイヤーは、スティック 78a の傾倒量によって、プレイヤーキャラクタ等の移動量を指示することができる。

20

【0075】

なお、スティック 78a は、プレイヤーの方向入力操作に応じて操作信号を出力する操作部であるが、他の態様の操作部でもかまわない。例えば、上述した十字キーやリング状に 4 方向の操作部分を備えたプッシュスイッチとその中央に設けられたセンタスイッチとを複合した複合スイッチを上記スティック 78a の代わりに設けてもかまわない。また、水平移動可能な円盤状部材をスライドさせることによって、当該スライド方向に応じた操作信号を出力する操作部を、上記スティック 78a の代わりに設けてもかまわない。また、タッチパッドを、上記スティック 78a の代わりに設けてもかまわない。また、少なくとも 4 つの方向（前後左右）をそれぞれ示すスイッチに対して、プレイヤーによって押下されたスイッチに応じて操作信号を出力する操作部を上記スティック 78a の代わりに設けてもかまわない。

30

【0076】

サブユニット 76 のハウジング 77 の前面に、複数の操作ボタン 78d および 78e が設けられる。操作ボタン 78d および 78e は、プレイヤーがボタン頭部を押下することによって、それぞれの操作ボタン 78d および 78e に割り当てられた操作信号を出力する操作部である。例えば、操作ボタン 78d および 78e には、X ボタンおよび Y ボタン等としての機能が割り当てられる。これら操作ボタン 78d および 78e は、ゲーム装置 3 が実行するゲームプログラムに応じてそれぞれの機能が割り当てられる。なお、図 8 に示した配置例では、操作ボタン 78d および 78e は、ハウジング 77 前面の上下方向に沿って並設されている。

40

【0077】

図 9 において、ハウジング 77 の内部には基板が固設されており、当該基板の上主面上にスティック 78a および加速度センサ 761 等が設けられる。そして、これらは、基板等に形成された配線（図示せず）を介して接続ケーブル 79 と接続されている。加速度セ

50

ンサ761は、ハウジング77の長手方向の中央部かつ短手方向の中央部に配置されるのが好ましい。例えば、サブユニット76は、3軸の加速度センサ761を備えている。この3軸の加速度センサ761は、3方向、すなわち、上下方向、左右方向、および前後方向で直線加速度を検知する。そして、加速度センサ761でそれぞれ検知された加速度を示すデータは、接続ケーブル79を介して通信部75に出力される。

【0078】

次に、図10を参照して、コントローラ7の内部構成について説明する。なお、図10は、コントローラ7の構成を示すブロック図である。

【0079】

図10において、コアユニット70は、上述した操作部72、撮像情報演算部74、加速度センサ701、パイプレータ704、スピーカ706、サウンドIC707、およびアンプ708の他に、その内部に通信部75を備えている。また、サブユニット76は、上述した操作部78および加速度センサ761を備えており、接続ケーブル79とコネクタ791および73とを介して、マイコン751と接続されている。

【0080】

撮像情報演算部74は、赤外線フィルタ741、レンズ742、撮像素子743、および画像処理回路744を含んでいる。赤外線フィルタ741は、コアユニット70の前方から入射する光から赤外線のみを通過させる。レンズ742は、赤外線フィルタ741を透過した赤外線を集光して撮像素子743へ出射する。撮像素子743は、例えばCMOSセンサやあるいはCCDのような固体撮像素子であり、レンズ742が集光した赤外線を撮像する。したがって、撮像素子743は、赤外線フィルタ741を通過した赤外線だけを撮像して画像データを生成する。撮像素子743で生成された画像データは、画像処理回路744で処理される。具体的には、画像処理回路744は、撮像素子743から得られた画像データを処理して高輝度部分を検知し、それらの位置座標や面積を検出した結果を示す処理結果データを通信部75へ出力する。なお、これらの撮像情報演算部74は、コアユニット70のハウジング71に固設されており、ハウジング71自体の方向を変えることによってその撮像方向を変更することができる。

【0081】

通信部75は、マイクロコンピュータ(Micro Computer:マイコン)751、メモリ752、無線モジュール753、およびアンテナ754を含んでいる。マイコン751は、処理の際にメモリ752を記憶領域として用いながら、送信データを無線送信する無線モジュール753を制御する。また、マイコン751は、アンテナ754を介して無線モジュール753が受信したゲーム装置本体5からのデータに応じて、サウンドIC707およびパイプレータ704の動作を制御する。サウンドIC707は、通信部75を介してゲーム装置本体5から送信されたサウンドデータ等処理する。また、マイコン751は、通信部75を介してゲーム装置本体5から送信された振動データ(例えば、パイプレータ704をONまたはOFFする信号)等に応じて、パイプレータ704を作動させる。

【0082】

コアユニット70に設けられた操作部72からの操作信号(コアキーデータ)、加速度センサ701からの加速度信号(コア加速度データ)、および撮像情報演算部74からの処理結果データは、マイコン751に出力される。また、接続ケーブル79を介して、サブユニット76に設けられた操作部78からの操作信号(サブキーデータ)および加速度センサ761からの加速度信号(サブ加速度データ)は、マイコン751に出力される。マイコン751は、入力した各データ(コアキーデータ、サブキーデータ、コア加速度データ、サブ加速度データ、処理結果データ)を無線コントローラモジュール19へ送信する送信データとして一時的にメモリ752に格納する。ここで、通信部75から無線コントローラモジュール19への無線送信は、所定の周期毎に行われるが、ゲームの処理は1/60秒を単位として行われることが一般的であるので、それよりも短い周期でデータを収集して送信を行うことが必要となる。具体的には、ゲームの処理単位は16.7ms(

10

20

30

40

50

1 / 60 秒) であり、ブルートゥース (Bluetooth; 登録商標) で構成される通信部 75 の送信間隔は 5 ms である。マイコン 751 は、無線コントローラモジュール 19 への送信タイミングが到来すると、メモリ 752 に格納されている送信データを一連の操作情報として、無線モジュール 753 へ出力する。そして、無線モジュール 753 は、例えばブルートゥース (登録商標) の技術に基づいて、所定周波数の搬送波を用いて操作情報で変調し、その微弱電波信号をアンテナ 754 から放射する。つまり、コアユニット 70 に設けられた操作部 72 からのコアキーデータ、サブユニット 76 に設けられた操作部 78 からのサブキーデータ、コアユニット 70 に設けられた加速度センサ 701 からのコア加速度データ、サブユニット 76 に設けられた加速度センサ 761 からのサブ加速度データ、および撮像情報演算部 74 からの処理結果データは、無線モジュール 753 で微弱電波信号に変調されてコアユニット 70 から放射される。そして、ゲーム装置 3 の無線コントローラモジュール 19 でその微弱電波信号を受信し、ゲーム装置 3 で当該微弱電波信号を復調や復号することによって、一連の操作情報 (コアキーデータ、サブキーデータ、コア加速度データ、サブ加速度データ、および処理結果データ) を取得することができる。そして、ゲーム装置 3 の CPU 10 は、取得した操作情報とゲームプログラムとに基づいて、ゲーム処理を行う。

【0083】

次に、ゲーム装置本体 5 が行う具体的な処理を説明する前に、図 11 ~ 図 16 を参照して本ゲーム装置本体 5 で行うゲームの概要について説明する。なお、図 11 は、ゲームフィールド GF 上に配置されたプレイヤーキャラクタ PC に対する操作方向の一例を説明するための図である。図 12 は、ゲームフィールド GF a 上にプレイヤーキャラクタ PC a が配置されたときのゲーム画像および操作方向の一例を示す図である。図 13 は、ゲームフィールド GF b 上にプレイヤーキャラクタ PC b が配置されたときのゲーム画像および操作方向の一例を示す図である。図 14 は、ゲームフィールド GF c 上にプレイヤーキャラクタ PC c が配置されたときのゲーム画像および操作方向の一例を示す図である。図 15 は、ゲームフィールド GF c 上に配置されたプレイヤーキャラクタ PC c に対して、仮想カメラ C の方向を変化させたときの操作方向の一例を説明するための図である。図 16 は、仮想カメラ C の方向を変化させたとき、ゲームフィールド GF c 上にプレイヤーキャラクタ PC c が配置されたゲーム画像および操作方向の一例を示す図である。

【0084】

図 11 において、仮想ゲーム空間内に 1 つの立体で構成されるゲームフィールド GF が設けられている。例えば、ゲームフィールド GF は、所定の立体ポリゴンにテクスチャマッピングして形成されるゲームフィールドオブジェクトを 3 次元空間座標系に配置して構築される。そして、プレイヤーは、ゲームフィールド GF の外周面上に配置されて当該外周面に沿って移動するプレイヤーキャラクタ PC を、例えばスティック 78 a を傾倒することによって当該プレイヤーキャラクタ PC を移動させてゲームを進行する。

【0085】

図 11 に示すように、ゲームフィールド GF には、その中心部に向かって仮想ゲーム空間の仮想重力 (以下、単に重力と記載する) が設定されている。つまり、ゲームフィールド GF は、その位置に応じて重力方向が変化するように重力が設定されている。図 11 の例では、ゲームフィールド GF の上面 (図 11 に示すゲームフィールド GF a) においては、当該上面からゲームフィールド GF の中心部に向かう方向 (図 11 に示す仮想ゲーム空間の下方向) の重力が設定されている。また、ゲームフィールド GF の側面 (図 11 に示すゲームフィールド GF b) においては、当該側面からゲームフィールド GF の中心部に向かう方向 (図 11 に示す仮想ゲーム空間の水平 (具体的には右) 方向) の重力が設定されている。さらに、ゲームフィールド GF の下面 (図 11 に示すゲームフィールド GF c) においては、当該下面からゲームフィールド GF の中心部に向かう方向 (図 11 に示す仮想ゲーム空間の上方向) の重力が設定されている。そして、プレイヤーキャラクタ PC は、ゲームフィールド GF に設定された重力に引き寄せられるように外周面上に配置され、ゲームフィールド GF の何れかのフィールド面 (ゲームフィールド GF a、GF b、ま

たはGFc)に接して配置される。他の例においては、重力方向は必ずしもゲームフィールドGFの中心部に向かう方向でなくともよく、ゲームごとに適宜設定してよい。また、坂道のような箇所においては、重力方向と外周面の方線方向とが必ずしも平行でなくともよい。

【0086】

図11および図12を参照して、ゲームフィールドGFa上の位置PPaに配置されたプレイヤーキャラクタPCaを想定する。この場合、ゲームフィールドGFaの上方位置に配置された仮想カメラCがプレイヤーキャラクタPCaを撮像する(図11に示す仮想カメラCa)ことによって、図12に示すようなゲーム画像が生成される。この状態でプレイヤーがスティック78aを上方向(図12に示す方向Su)に傾倒したとき、プレイヤーキャラクタPCaを仮想カメラCaから遠ざかる方向、すなわちゲーム画像において仮想ゲーム空間における手前から奥への方向(図11および図12に示す操作方向Mu)へ移動させる操作指示となる。一方、プレイヤーがスティック78aを下方向(図12に示す方向Sd)に傾倒したとき、プレイヤーキャラクタPCaを仮想カメラCaに近づく方向、すなわちゲーム画像において仮想ゲーム空間における奥から手前への方向(図11および図12に示す操作方向Md)へ移動させる操作指示となる。そして、プレイヤーがスティック78aを左右方向(図12に示す方向SlおよびSr)にそれぞれ傾倒したとき、プレイヤーキャラクタPCaを仮想カメラCaから見て左右方向(図12に示す操作方向MlおよびMr)へそれぞれ移動させる操作指示となる。図12から明らかなように、スティック78aの上下左右方向がそれぞれゲーム画像の上下左右方向となるため、プレイヤーが直感的に考える方向にプレイヤーの操作方向とプレイヤーキャラクタPCaの移動方向とが対応付けられている。

【0087】

図11および図13を参照して、ゲームフィールドGFb上の位置PPbに配置されたプレイヤーキャラクタPCbを想定する。この場合、ゲームフィールドGFbの左方位置(例えば、プレイヤーキャラクタPCbの直上位置)に配置された仮想カメラCがプレイヤーキャラクタPCbを撮像する(図11に示す仮想カメラCb)ことによって、図13に示すようなゲーム画像が生成される。この状態でプレイヤーがスティック78aを上方向(図13に示す方向Su)に傾倒したとき、プレイヤーキャラクタPCbを仮想カメラCbから見て上方向(図11および図13に示す操作方向Mu)へ移動させる操作指示となる。一方、プレイヤーがスティック78aを下方向(図13に示す方向Sd)に傾倒したとき、プレイヤーキャラクタPCbを仮想カメラCbから見て下方向(図11および図13に示す操作方向Md)へ移動させる操作指示となる。そして、プレイヤーがスティック78aを左右方向(図13に示す方向SlおよびSr)にそれぞれ傾倒したとき、プレイヤーキャラクタPCbを仮想カメラCbから見て左右方向(図13に示す操作方向MlおよびMr)へそれぞれ移動させる操作指示となる。この場合も図13から明らかなように、スティック78aの上下左右方向がそれぞれゲーム画像の上下左右方向となるため、プレイヤーが直感的に考える方向にプレイヤーの操作方向とプレイヤーキャラクタPCbの移動方向とが対応付けられている。

【0088】

図11および図14を参照して、ゲームフィールドGFc上の位置PPcに配置されたプレイヤーキャラクタPCcを想定する。この場合、ゲームフィールドGFcの下方位置に配置された仮想カメラCがプレイヤーキャラクタPCcを撮像する(図11に示す仮想カメラCc)ことによって、図14に示すようなゲーム画像が生成される。つまり、図14に示すように、上下逆になった状態でプレイヤーキャラクタPCcがゲームフィールドGFの下面に引き寄せられて接しているゲーム画像が表現される。この状態でプレイヤーがスティック78aを上方向(図14に示す方向Su)に傾倒したとき、プレイヤーキャラクタPCcを仮想カメラCcに近づく方向、すなわちゲーム画像において仮想ゲーム空間における奥から手前への方向(図11および図14に示す操作方向Mu)へ移動させる操作指示となる。一方、プレイヤーがスティック78aを下方向(図14に示す方向Sd)に傾倒した

とき、プレイヤーキャラクタ P C c を仮想カメラ C c から遠ざかる方向、すなわちゲーム画像において仮想ゲーム空間における手前から奥への方向（図 1 1 および図 1 4 に示す操作方向 M d ）へ移動させる操作指示となる。そして、プレイヤーがスティック 7 8 a を左右方向（図 1 4 に示す方向 S l および S r ）にそれぞれ傾倒したとき、プレイヤーキャラクタ P C c を仮想カメラ C c から見て左右方向（図 1 4 に示す操作方向 M l および M r ）へそれぞれ移動させる操作指示となる。この場合も図 1 4 から明らかなように、スティック 7 8 a の上下左右方向がそれぞれゲーム画像の上下左右方向となるため、プレイヤーが直感的に考える方向にプレイヤーの操作方向とプレイヤーキャラクタ P C c の移動方向とが対応付けられている。

【 0 0 8 9 】

10

また、図 1 5 に示すように、プレイヤーキャラクタ P P c の上下が画面の上下と逆になった場合に、仮想カメラ C c をその撮像方向（視線方向）を中心として回転させることによってプレイヤーキャラクタ P P c の上下と画面の上下が合うように表示の向きを変化させる場面を想定する。なお、図 1 5 の左側が回転前の状態、右側が回転後の状態を示している。回転させる前の仮想カメラ C c は、ゲームフィールド G F c の下方位置に配置されており、プレイヤーキャラクタ P C c を撮像している。この仮想カメラ C c が撮像することによって、図 1 4 に示すようなゲーム画像が生成される。そして、視線方向を中心として同じ位置で仮想カメラ C c を図示矢印方向に 1 8 0 ° 回転させて、ゲーム画像を生成する。このような回転後の仮想カメラ C c が、図 1 5 においては仮想カメラ C d で示されている。

【 0 0 9 0 】

20

ゲームフィールド G F c の下方位置に配置された仮想カメラ C d がプレイヤーキャラクタ P C c を撮像することによって、図 1 6 に示すようなゲーム画像が生成される。したがって、図 1 6 に示すように、図 1 4 と比較して上下逆転したゲーム画像が生成され、プレイヤーキャラクタ P C c がゲームフィールド G F の上面（実際は、ゲームフィールド G F c ）の上に配置されているようなゲーム画像が表現される。

【 0 0 9 1 】

プレイヤーがスティック 7 8 a を上下左右方向（図 1 6 に示す方向 S u 、 S d 、 S l 、 S r ）にそれぞれ傾倒したとき、上記仮想カメラ C の回転に応じてプレイヤーキャラクタ P C c の移動方向が変化する。具体的には、プレイヤーがスティック 7 8 a を方向 S u （上方向）へ操作することに応じて、プレイヤーキャラクタ P C c を移動させる方向が、仮想カメラ C c に近づく方向から仮想カメラ C d から遠ざかる方向に変わる（図 1 5 および図 1 6 に示す操作方向 M u ）。この場合、図 1 6 から明らかなように、操作方向に応じた移動方向の変化によって、スティック 7 8 a の上方向がゲーム画像の上方向への移動指示となるため、プレイヤーが直感的に考える方向にプレイヤーの操作方向とプレイヤーキャラクタ P C c の移動方向とが対応付けられるように変化をしていることになる。

30

【 0 0 9 2 】

また、プレイヤーがスティック 7 8 a を方向 S d （下方向）へ操作することに応じて、プレイヤーキャラクタ P C c を移動させる方向が、仮想カメラ C c から遠ざかる方向から仮想カメラ C d に近づく方向に変わる（図 1 5 および図 1 6 に示す操作方向 M d ）。この場合、図 1 6 から明らかなように、操作方向に応じた移動方向の変化によって、スティック 7 8 a の下方向がゲーム画像の下方向への移動指示となるため、プレイヤーが直感的に考える方向にプレイヤーの操作方向とプレイヤーキャラクタ P C c の移動方向とが対応付けられるように変化をしていることになる。そして、プレイヤーがスティック 7 8 a を左右方向（図 1 6 に示す方向 S l および S r ）にそれぞれ傾倒したとき、上記カメラ回転後においてはプレイヤーキャラクタ P C c を仮想カメラ C d から見て左右方向（図 1 6 に示す操作方向 M l および M r ）へそれぞれ移動させる操作指示となる。

40

【 0 0 9 3 】

なお、本実施例においては、上述した仮想カメラ C の回転に伴う移動方向の変化が、所定の条件を満たした場合に実施される。具体的には、仮想カメラ C の回転前後において、プレイヤーによるスティック 7 8 a の操作状態に変化がなければ、仮想カメラ C の回転が行

50

われていないものとして、仮想カメラCの回転前に設定されている操作方向に対応する移動方向が維持される。例えば、図16の例では、プレイヤーがスティック78aを方向Sd（下方向）へ操作することを仮想カメラCの回転前後において維持している場合、プレイヤーキャラクタPccを移動させる方向も仮想カメラCから遠ざかる方向に維持される（図16において上向き矢印Md）。そして、プレイヤーがスティック78aの操作を緩めたり、操作方向を変更したりした時点で、上述したような移動方向の変化が実施される。このため、プレイヤーが入力を維持し続けている間は、その方向の入力を始めた段階でプレイヤーが意図していたゲーム空間内での方向にプレイヤーキャラクタPccを移動し続けることができ、突然操作方向が変わることによってプレイヤーが混乱してしまったり、操作をミスしてしまったりすることを防ぐことができる。

10

【0094】

プレイヤーキャラクタPCがゲームフィールドGFaからゲームフィールドGFbを通じてゲームフィールドGFcまで移動するとき、仮想ゲーム空間に設定されている重力方向が最終的に180°回転する。このとき、上述のように画面上での方向に関わらず移動方向を維持している場合には、プレイヤーキャラクタPCの動作に注目すると、プレイヤーキャラクタPCはプレイヤーキャラクタPCから見た前方へ移動し続けることになるので、姿勢が変化するのはプレイヤーキャラクタPCの上方（起立方向）を示す上方向ベクトルVtおよび前方を示す前方向ベクトルVfだけであり、プレイヤーキャラクタPCの横方向を示す横方向ベクトルVrに変化がないことになる。したがって、後述により明らかとなるが、重力方向が変化する領域をプレイヤーキャラクタPCが通過する場合、プレイヤーの方向指示

20

【0095】

次に、ゲームシステム1において行われるゲーム処理の詳細を説明する。以下、説明するゲーム処理においては、コアユニット70およびサブユニット76をそれぞれ操作する場合、サブユニット76から得られるスティック78aの方向入力（サブキーデータ）に基づいて行われる処理を一例として説明する。

【0096】

まず、図17を参照して、ゲーム処理において用いられる主なデータについて説明する。なお、図17は、ゲーム装置本体5の外部メインメモリ12および/または内部メインメモリ35（以下、2つのメインメモリを総称して、単にメインメモリと記載する）に記憶される主なデータを示す図である。

30

【0097】

図17に示すように、メインメモリには、キーデータDa、プレイヤーキャラクタデータDb、仮想カメラデータDc、法線ベクトルデータDd、重力ベクトルデータDe、前回重力ベクトルデータDf、側面突入状態フラグデータDg、操作ベクトルデータDh、移動ベクトルデータDi、および画像データDj等が記憶される。なお、メインメモリには、図17に示すデータの他、ゲームに登場するオブジェクト等に関するデータや仮想ゲーム空間に関するデータ（背景のデータ等）等、ゲーム処理に必要な他のデータが記憶される。

【0098】

キーデータDaは、コアユニット70やサブユニット76に設けられた操作部72および78の操作状況を示すデータであり、コアユニット70から送信データとして送信されてくる一連の操作情報に含まれる最新のコアキーデータおよびサブキーデータが記憶される。なお、ゲーム装置本体5に備える無線コントローラモジュール19は、コアユニット70から所定周期（例えば、1/200秒毎）に送信される操作情報に含まれるコアキーデータおよびサブキーデータを受信し、無線コントローラモジュール19に備える図示しないバッファに蓄えられる。その後、上記バッファに蓄えられた最新のコアキーデータおよびサブキーデータがゲーム処理周期である1フレーム毎（例えば、1/60秒毎）に読み出されて、メインメモリのキーデータDaが更新される。なお、以下の処理においては、これらコアキーデータおよびサブキーデータのうち、スティック78aの操作状況を示

40

50

すサブキーデータが必要となるため、キーデータD aには当該サブキーデータを少なくとも記憶すればよい。また、キーデータD aには、少なくとも直近の2回のゲーム処理周期において取得したサブキーデータが記憶される。

【0099】

なお、後述する処理フローでは、キーデータD aがゲーム処理周期である1フレーム毎に更新される例を用いて説明するが、他の処理周期で更新されてもかまわない。例えば、コアユニット70からの送信周期毎にキーデータD aを更新し、当該更新されたキーデータをゲーム処理周期毎に利用する態様でもかまわない。この場合、キーデータD aを更新する周期と、ゲーム処理周期とが異なることになる。

【0100】

プレイヤーキャラクタデータD bは、仮想ゲーム空間に登場するプレイヤーキャラクタP Cの位置や姿勢を示すデータであり、プレイヤーキャラクタ位置データD b 1および姿勢ベクトルデータD b 2を含んでいる。プレイヤーキャラクタ位置データD b 1は、仮想ゲーム空間におけるプレイヤーキャラクタP Cの位置P Pを示すデータが格納される。また、姿勢ベクトルデータD b 2は、仮想ゲーム空間におけるプレイヤーキャラクタP Cの姿勢を示すデータが格納される。例えば、姿勢ベクトルデータD b 2には、プレイヤーキャラクタP Cの上方（起立方向）を示す上方向ベクトルV t、前方を示す前方向ベクトルV f、および横方向を示す横方向ベクトルV rを示すデータがそれぞれ格納される。

【0101】

仮想カメラデータD cは、仮想ゲーム空間に配置される仮想カメラCの位置や撮像方向等を示すデータであり、カメラ位置データD c 1、カメラベクトルデータD c 2、および突入時カメラベクトルデータD c 3を含んでいる。カメラ位置データD c 1は、仮想ゲーム空間における仮想カメラCの位置を示すデータが格納される。カメラベクトルデータD c 2は、仮想ゲーム空間に配置された仮想カメラCの撮像方向や向きを示すデータが格納される。例えば、カメラベクトルデータD c 2は、カメラ座標系の視線方向（仮想カメラCから注視点に向かう方向）を示すカメラベクトルV c Z、カメラ座標系の右方向（仮想カメラCによって表示される表示領域の右方向）を示すカメラベクトルV c X、およびカメラ座標系の上方向（仮想カメラCによって表示される表示領域の上方向）を示すカメラベクトルV c Yを示すデータがそれぞれ格納される。また、突入時カメラベクトルデータD c 3は、プレイヤーキャラクタP Cが側面突入状態となった時点のカメラベクトルV c X、V c Y、およびV c Zを、カメラベクトルV c X o、V c Y o、およびV c Z oとして代入して、当該カメラベクトルV c X o、V c Y o、およびV c Z oを示すデータが一時的に格納される。

【0102】

法線ベクトルデータD dは、プレイヤーキャラクタP Cの位置P PにおけるゲームフィールドG Fの法線方向（位置P Pの地形に垂直な上方向であり、典型的にはプレイヤーキャラクタP Cの移動方向に対して垂直となる上方向）である法線ベクトルV wを示すデータが格納される。重力ベクトルデータD eは、プレイヤーキャラクタP Cの位置P PにおけるゲームフィールドG Fの重力方向である重力ベクトルV gを示すデータが格納される。前回重力ベクトルデータD fは、前回の処理で用いられた重力ベクトルV gを重力ベクトルV g oとして代入し、当該重力ベクトルV g oを示すデータが格納される。側面突入状態フラグデータD gは、プレイヤーキャラクタP Cが側面突入状態にあるか否かを示す側面突入状態フラグFの状態を示すデータが格納される。ここで、側面突入状態とは、上述のように、プレイヤーキャラクタP Cの移動方向を維持し続ける状態であって、例えばゲームフィールドG Fの上面から側面に突入し、さらに下面へと移動していく場合などにおける状態のことである。

【0103】

操作ベクトルデータD hは、プレイヤーの方向入力の方法や操作量を示すデータが格納される。例えば、スティック78 aの傾倒方向および傾倒量（傾倒角度）に応じてプレイヤーキャラクタP Cの移動方向および移動速度が指示される場合、キーデータD aに基づいて

10

20

30

40

50

スティック 78a の傾倒方向および傾倒量に応じた操作ベクトル V_s が算出され、当該操作ベクトル V_s を示すデータが操作ベクトルデータ D_h に格納される。操作ベクトル V_s は、具体的にはスティック 78a の上下方向の傾倒量、左右方向の傾倒量の 2 つの値で表される 2 次元ベクトルである。移動ベクトルデータ D_i は、仮想ゲーム空間においてプレイヤーキャラクタ PC が移動する方向および速度を示すデータが格納される。例えば、操作ベクトル V_s に応じて、仮想ゲーム空間においてプレイヤーキャラクタ PC が移動する方向および速度を示す移動ベクトル V_m が算出され、当該移動ベクトル V_m を示すデータが移動ベクトルデータ D_i に格納される。

【0104】

画像データ D_j は、プレイヤーキャラクタ画像データ D_{j1} および地形画像データ D_{j2} 等を含んでいる。プレイヤーキャラクタ画像データ D_{j1} は、仮想ゲーム空間の位置 PP にプレイヤーキャラクタ PC を配置してゲーム画像を生成するためのデータである。地形画像データ D_{j2} は、仮想ゲーム空間にゲームフィールド GF を配置してゲーム画像を生成するためのデータである。

【0105】

次に、図 18 ~ 図 20 を参照して、ゲーム装置本体 5 において行われるゲーム処理の詳細を説明する。なお、図 18 は、ゲーム装置本体 5 において実行されるゲーム処理の流れを示すフローチャートである。図 19 は、図 18 におけるステップ 46 および 51 の移動方向算出処理の詳細な動作を示すサブルーチンである。図 20 は、図 18 におけるステップ 55 の側面突入検出処理の詳細な動作を示すサブルーチンである。なお、図 18 ~ 図 20 に示すフローチャートにおいては、ゲーム処理のうち、プレイヤーがスティック 78a を操作することに応じてプレイヤーキャラクタ PC を移動させる処理について説明し、本願発明と直接関連しない他のゲーム処理については詳細な説明を省略する。また、図 18 ~ 図 20 では、CPU 10 が実行する各ステップを「S」と略称する。

【0106】

ゲーム装置本体 5 の電源が投入されると、ゲーム装置本体 5 の CPU 10 は、ブート ROM (例えば、ROM / RTC 13) に記憶されている起動プログラムを実行し、これによってメインメモリ等の各ユニットが初期化される。そして、光ディスク 4 に記憶されたゲームプログラムがメインメモリに読み込まれ、CPU 10 によって当該ゲームプログラムの実行が開始される。図 18 ~ 図 20 に示すフローチャートは、以上の処理が完了した後に行われるゲーム処理を示すフローチャートである。

【0107】

図 18 において、CPU 10 は、ゲーム処理の初期設定を行い (ステップ 40)、次のステップに処理を進める。上記ステップ 40 における初期設定では、ゲームフィールドオブジェクトを 3 次元空間座標系に配置してゲームフィールド GF を構築する。なお、ゲームフィールド GF は、上述したような立体形状を有しており、当該立体外周面の各地点に対して、それぞれ上述したような重力が設定される。それぞれの地点における重力は、例えば上記立体の中心付近を向くように設定される。また、プレイヤーキャラクタ PC や他のオブジェクトをゲームフィールド GF 外周面上の所定位置に配置し、プレイヤーキャラクタ PC の位置 PP および姿勢を示すデータをプレイヤーキャラクタデータ D_b に格納する。そして、プレイヤーキャラクタ PC 等が配置されたゲームフィールド GF に対して、予め決められた初期位置に仮想カメラ C を配置してゲーム画像をモニタ 2 に表示し、当該仮想カメラ C の位置やカメラベクトルを示すデータを仮想カメラデータ D_c に格納する。また、CPU 10 は、各ゲームパラメータを初期化 (例えば、上述したパラメータを除いた各ゲームパラメータを 0 に初期化) する。

【0108】

次に、CPU 10 は、プレイヤーキャラクタ PC の位置 PP に応じて仮想カメラ C を設定し (ステップ 41)、次のステップに処理を進める。つまり、カメラ位置データ D_{c1} 、カメラベクトルデータ D_{c2} を適宜設定する。例えば、CPU 10 は、プレイヤーキャラクタ PC 等が配置されたゲームフィールド GF に対して、少なくともプレイヤーキャラクタ P

Cが撮像範囲内（例えば、撮像範囲の中央）となるように仮想カメラCを配置して（図11参照）ゲーム画像をモニタ2に表示し、当該仮想カメラCの位置やカメラベクトルを示すデータを仮想カメラデータDcに格納する。なお、本実施例においては、上記ステップ41において、仮想カメラCの位置をプレイヤーキャラクタPCの移動に常に追従するように設定する（図11参照）。また、上記ステップ41において、プレイヤーキャラクタPCの位置PP等が所定の条件を満たせば、仮想カメラCの方向をその視線方向を中心として180°回転するまで、フレーム毎に徐々に角度を変化させるように設定する（図15参照）。このように、仮想カメラCの視体積内にプレイヤーキャラクタPCが含まれて、モニタ2にプレイヤーキャラクタPCが表示されるように仮想カメラCの位置および姿勢が設定される。

10

【0109】

次に、CPU10は、サブキーデータを取得して（ステップ42）、次のステップに処理を進める。例えば、CPU10は、コアユニット70から受信した最新の操作情報に含まれるキーデータを用いて、キーデータDaを更新する。具体的には、コアユニット70から受信した最新の操作情報に含まれるサブキーデータ（特に、スティック78aの操作状況を示すデータ）を用いて、キーデータDaを更新する。なお、上記ステップ42で取得したサブキーデータは、最新のデータとしてキーデータDaに記憶される。また、上記ステップ42の実行前までに最新のデータとしてキーデータDaに記憶されていたサブキーデータは、前回のデータとして取り扱われて引き続きキーデータDaに記憶される。このようにキーデータDaには、少なくとも直近の2回のゲーム処理周期において取得したサブキーデータが記憶される。

20

【0110】

次に、CPU10は、キーデータDaを参照して、プレイヤーからの方向入力があるか否かを判断する（ステップ43）。例えば、CPU10は、キーデータDaに格納されているサブキーデータが、何れかの方向にスティック78aが傾倒されていることを示す場合、方向入力があると判断する。一方、CPU10は、キーデータDaに格納されているサブキーデータが、スティック78aが傾倒されていないニュートラル状態であることを示す場合、方向入力がないと判断する。そして、CPU10は、方向入力がある場合、次のステップ44に処理を進める。一方、CPU10は、方向入力がない場合、側面突入状態を解除して、次のステップ57に処理を進める。具体的には、CPU10は、側面突入状態フラグデータDgに記憶されている側面突入状態フラグFをOFFに設定する。

30

【0111】

ステップ44において、CPU10は、プレイヤーキャラクタPCが側面突入状態にあるか否かを判断する。具体的には、CPU10は、側面突入状態フラグデータDgを参照し、側面突入状態フラグFがONである場合にプレイヤーキャラクタPCが側面突入状態にあると判断する。そして、CPU10は、側面突入状態にある場合、次のステップ45に処理を進める。一方、CPU10は、側面突入状態にない場合、次のステップ51に処理を進める。

【0112】

ステップ45において、CPU10は、プレイヤーによる方向入力の変化が閾値以内であるか否かを判断する。そして、CPU10は、方向入力の変化が閾値以内である場合、次のステップ46に処理を進める。一方、CPU10は、方向入力の変化が閾値を越えている場合、次のステップ50に処理を進める。例えば、上記ステップ45においては、キーデータDaに記憶された最新のサブキーデータが示すスティック78aの傾倒状況（例えば、傾倒方向や傾倒量）と、前回のサブキーデータが示すスティック78aの傾倒状況と比較される。そして、両者の差が方向入力操作を変化させたレベルであることを判定するための閾値が設けられており、当該差が閾値以内であるときに方向入力操作が不変であると認識している。

40

【0113】

ステップ50において、CPU10は、側面突入状態を解除して、次のステップ51に

50

処理を進める。具体的には、CPU 10は、側面突入状態フラグデータDgに記憶されている側面突入状態フラグFをOFFに設定する。ここで、上記ステップ50は、プレイヤーキャラクタPCが側面突入状態であり（ステップ44でYes）、かつ、方向入力の変化が閾値を越えている場合（ステップ45でNo）に実行される処理であり、プレイヤーキャラクタPCが側面突入状態であってもプレイヤーの方向入力操作が変化すると側面突入状態が解除されることになる。

【0114】

プレイヤーキャラクタPCが側面突入状態にない場合（ステップ44でNoまたはステップ45でNo）、ステップ51が実行される。ステップ51において、CPU 10は、プレイヤーキャラクタPCの移動方向を決定する処理を行う。以下、図19を参照して、移動方向決定処理について説明する。

10

【0115】

図19において、CPU 10は、カメラベクトルVcX、VcY、およびVcZと、法線ベクトルVwと、操作ベクトルVsとを設定し（ステップ80）、処理を次のステップに進める。

【0116】

図21および図22を参照して、上記ステップ80におけるカメラベクトルVcX、VcY、およびVcZと、法線ベクトルVwと、操作ベクトルVsとの設定例について説明する。後述により明らかとなるが、当該移動方向決定処理は、プレイヤーキャラクタPCが側面突入状態にない場合と、側面突入状態である場合との両方において行われる処理であるが、移動方向の決定に用いられるカメラベクトルが異なっている。CPU 10は、プレイヤーキャラクタPCが側面突入状態にない場合、上記ステップ41で設定されたカメラベクトルVcX、VcY、およびVcZ（すなわち、カメラベクトルデータDc2に記憶されているカメラベクトル）を、そのまま以下の処理で用いるパラメータとして上記ステップ80で設定する。一方、CPU 10は、プレイヤーキャラクタPCが側面突入状態である場合、突入時カメラベクトルデータDc3に記憶されているカメラベクトルVcxo、Vcyo、およびVczoを、それぞれカメラベクトルVcX、VcY、およびVcZの代わりのパラメータとして取り扱って上記ステップ80で設定する。

20

【0117】

また、CPU 10は、プレイヤーキャラクタ位置データDb1を参照して、位置PPにおけるゲームフィールドGFの法線ベクトルVw（位置PPの地形に垂直な上方向であり、典型的にはプレイヤーキャラクタPCの移動方向（移動ベクトルVm）に対して垂直となる上方向を示すベクトル）を算出する。そして、CPU 10は、当該法線ベクトルVwを示すデータを法線ベクトルデータDdに記憶する。また、CPU 10は、キーデータDaに記憶された最新のサブキーデータが示すスティック78aの傾倒方向および傾倒量を用いて、操作ベクトルVsを算出する。そして、CPU 10は、当該操作ベクトルVsを示すデータを操作ベクトルデータDiに記憶する。ここで、必要に応じて、法線ベクトルVwに代えて、位置PPにおける重力ベクトルを反転させたベクトル（反重力ベクトル）や、重力ベクトルと法線ベクトルとの2つのベクトルを適宜調整することによって算出したベクトルを法線ベクトルデータDdに格納するようにしても、適宜移動方向を定めることが可能である。

30

40

【0118】

図19に戻り、CPU 10は、上記ステップ80の処理の後、内積zdnおよびydnを算出し（ステップ81）、次のステップに処理を進める。具体的には、CPU 10は、上記ステップ80で設定されたカメラベクトルVcYおよびVcZと、法線ベクトルVmとを用いて、 $-VcZ$ とVwとの内積を内積zdn、VcYとVwとの内積を内積ydnとして算出する。つまり、内積zdnは法線ベクトルVwにおけるカメラ座標系の反視線方向（ $-VcZ$ 方向）成分を示すパラメータであり、内積ydnは法線ベクトルVwにおけるカメラ座標系の上方向（VcY方向）成分を示すパラメータとなる。

【0119】

50

次に、CPU 10は、内積 zdn の絶対値が内積 ydn の絶対値より大きいかなんかを判断する(ステップ82)。そして、CPU 10は、 $|zdn| > |ydn|$ の場合、次のステップ83に処理を進める。一方、CPU 10は、 $|zdn| \leq |ydn|$ の場合、次のステップ86に処理を進める。ここで、上記ステップ82は、法線ベクトル Vw の方向がカメラ座標の視線方向に近いかなんか上下方向に近いかなんかを判定している。すなわち、上記ステップ82では、プレイヤーキャラクタPCがゲームフィールドGF上で起立している場合、仮想カメラCがプレイヤーキャラクタPCの直上方向に近い位置から撮像しているか、プレイヤーキャラクタPCの横方向に近い位置から撮像しているかを判定していることになる。そして、CPU 10は、法線ベクトル Vw の方向がカメラ座標の視線方向に近い場合にステップ83に処理を進め、法線ベクトル Vw の方向がカメラ座標の上下方向に近い場合にステップ86に処理を進めている。

10

【0120】

ステップ83において、CPU 10は、内積 zdn が0以上かなんかを判断する。そして、CPU 10は、 $zdn \geq 0$ の場合、ベクトル $Vo = VcY$ としてベクトル Vo を設定し(ステップ84)、次のステップ89に処理を進める。一方、CPU 10は、 $zdn < 0$ の場合、ベクトル $Vo = -VcY$ としてベクトル Vo を設定し(ステップ85)、次のステップ89に処理を進める。

【0121】

一方、ステップ86において、CPU 10は、内積 ydn が0以上かなんかを判断する。そして、CPU 10は、 $ydn \geq 0$ の場合、ベクトル $Vo = VcZ$ としてベクトル Vo を設定し(ステップ87)、次のステップ89に処理を進める。一方、CPU 10は、 $ydn < 0$ の場合、ベクトル $Vo = -VcZ$ としてベクトル Vo を設定し(ステップ88)、次のステップ89に処理を進める。

20

【0122】

ステップ89において、CPU 10は、方向ベクトル Vx および Vy を算出し、次のステップに処理を進める。ここで、図21および図22に示すように、方向ベクトル Vx は、スティック78aを右方向(図12等で示す方向 Sr)に傾倒させた操作に対応する仮想ゲーム空間の方向(具体的には、プレイヤーキャラクタPCの移動方向)を示す方向パラメータである。また、方向ベクトル Vy は、スティック78aを上方向(図12等で示す方向 Su)に傾倒させた操作に対応する仮想ゲーム空間の方向を示す方向パラメータである。そして、CPU 10は、方向ベクトル Vx を、ベクトル Vo と法線ベクトル Vw との外積、すなわち、

$$Vx = Vo \times Vw$$

によって算出する。また、CPU 10は、方向ベクトル Vy を、カメラベクトル VcX の逆方向ベクトル($-VcX$)と法線ベクトル Vw との外積、すなわち、

$$Vy = -VcX \times Vw$$

によって算出する。

【0123】

次に、CPU 10は、プレイヤーキャラクタPCの移動ベクトル Vm を算出して移動ベクトルデータ Di を更新し(ステップ90)、当該サブルーチンによる処理を終了する。例えば、CPU 10は、移動ベクトル Vm を

$$Vm = Vx * Vs_x + Vy * Vs_y$$

によって算出する。ここで、図21および図22に示すように、 Vs_x は操作ベクトル Vs の x 方向(スティック78aを右へ傾倒させる方向)成分を示し、 Vs_y は操作ベクトル Vs の y 方向(スティック78aを上へ傾倒させる方向であり、 x 方向と直交する方向)成分を示している。つまり、プレイヤーの方向入力の方法を示す操作ベクトル Vs は、直交する2軸方向(x 方向および y 方向)を基準としたパラメータであり、上記方向ベクトル Vx および Vy をそれぞれ当該2軸方向に関連付けて移動ベクトル Vm を算出している。

40

【0124】

50

ここで、上述した移動方向決定処理における基本原理について説明する。上述した処理においては、互いに直交する3つのカメラベクトル $V_c X$ 、 $V_c Y$ 、および $V_c Z$ の何れか2つと、移動方向に対して必ず垂直となる法線ベクトル V_w との外積を用いて、操作ベクトル V_s に対応する仮想ゲーム空間の方向（移動ベクトル V_m ）を求めている。ここで、図21および図22に示すように、上述した処理は、ゲームフィールドGFの法線方向（もしくは重力方向）が表示画面に対して上下または前後方向に設定される、すなわち法線ベクトル V_w の方向がカメラ座標における $V_c Y - V_c Z$ 平面と平行であることを前提としている。したがって、表示されるゲーム画像において、位置PPからゲームフィールドGFに沿った上方向となる方向ベクトル V_y は、法線ベクトル V_w およびカメラベクトル $V_c X$ に対して直交するベクトルとなる。すなわち、方向ベクトル V_y は、カメラベクトル $V_c X$ の逆方向ベクトル（ $-V_c X$ ）と法線ベクトル V_w との外積によって求めることができる。

10

【0125】

また、表示されるゲーム画像において、位置PPからゲームフィールドGFに沿った右方向となる方向ベクトル V_x は、法線ベクトル V_w およびカメラベクトル $V_c Y$ または $V_c Z$ に対して直交するベクトルとなる。しかしながら、法線ベクトル V_w の方向がカメラ座標における $V_c Y - V_c Z$ 平面と平行であることを前提にして、法線ベクトル V_w とカメラ座標との位置関係が仮想カメラCの移動等に応じて変化する。つまり、カメラベクトル $V_c Y$ および $V_c Z$ と法線ベクトル V_w との位置関係が、仮想カメラCの移動や撮像角度の変化に応じて変化する。本実施例では、カメラベクトル $V_c Y$ および $V_c Z$ から法線ベクトル V_w の方向との差が大きい（内積値が小さい）一方を選択し、当該選択された一方（ベクトル V_o ）と法線ベクトル V_w との外積によって、方向ベクトル V_x を求めている。なお、方向ベクトル V_x および V_y を求める際のカメラベクトル $V_c X$ 、 $V_c Y$ 、および $V_c Z$ の正負は、所望の方向に直交する方向ベクトル V_x および V_y を外積によって求めるための符号調整である。例えば、内積値の絶対値が小さい結果となったカメラベクトル $V_c Y$ および $V_c Z$ の一方について、当該内積値の正負に応じて当該一方のカメラベクトル $V_c Y$ または $V_c Z$ を反転させて符号調整している。

20

【0126】

このように、本実施例では、カメラベクトル $V_c X$ 、 $V_c Y$ 、および $V_c Z$ と法線ベクトル V_w との内積および外積を用いることによって、プレイヤーの方向入力の基準入力方向（ x および y 方向）に応じた仮想ゲーム空間における基準方向（方向ベクトル V_x および V_y ）を算出している。そして、当該基準方向に基づいて、プレイヤーの方向入力に応じた移動ベクトル V_m を算出することによって、プレイヤーの方向入力に直感的に対応付けられた移動方向を算出している。これによって、重力方向（法線方向）が様々な方向に設定されているゲームフィールドを用いた仮想ゲーム空間においても、直感的な方向入力操作が実現可能となり、プレイヤーに操作の混乱を与えることもない。さらに、上記仮想ゲーム空間環境において、所定条件を満たすときに仮想カメラを回転させる状況であっても、直感的な方向入力操作が実現可能となり、プレイヤーに操作の混乱を与えることもない。

30

【0127】

なお、上述した移動方向決定処理では、カメラベクトル $V_c X$ 、 $V_c Y$ 、および $V_c Z$ のうち、カメラベクトル $V_c Y$ および $V_c Z$ の何れか一方と、カメラベクトル $V_c X$ とを用いて2つの方向ベクトル V_x および V_y を算出しているが、他の態様でカメラベクトルを選択して算出してもかまわない。例えば、上述した移動方向決定処理では、法線ベクトル V_w の方向がカメラ座標における $V_c Y - V_c Z$ 平面と平行であることを前提としているために、カメラベクトル $V_c X$ を用いることを必須としているが、カメラ座標系と法線ベクトル V_w との位置関係によって、他のカメラベクトルを用いることを必須としてもよい。具体的には、ゲームフィールドGFの重力方向（法線方向）が表示画面に対して左右または前後方向に設定される、すなわち法線ベクトル V_w の方向がカメラ座標における $V_c X - V_c Z$ 平面と平行であることを前提とする。この場合、カメラベクトル $V_c X$ 、 $V_c Y$ 、および $V_c Z$ のうち、カメラベクトル $V_c X$ および $V_c Z$ の何れか一方と法線ベク

40

50

トル V_w との外積、およびカメラベクトル $V_c Y$ と法線ベクトル V_w との外積を用いてそれぞれ2つの方向ベクトル V_x および V_y を算出すればよい。

【0128】

図18に戻り、上記ステップ51の移動方向決定処理の後、CPU10は、プレイヤーキャラクタPCが姿勢変化する際の回転軸を未固定に設定する(ステップ52)。そして、CPU10は、上記ステップ51で算出された移動ベクトル V_m に基づいて、プレイヤーキャラクタPCを移動させ(ステップ53)、当該プレイヤーキャラクタPCの姿勢を決定して(ステップ54)、次のステップ55に処理を進める。例えば、CPU10は、ゲームフィールドGF上を移動ベクトル V_m に基づいてプレイヤーキャラクタPCを移動させて新たな位置PPを算出して、プレイヤーキャラクタ位置データDb1を更新する。そして、CPU10は、新たに算出された位置PPおよびプレイヤーからの操作入力に応じてプレイヤーキャラクタPCの姿勢を決定して、姿勢ベクトルデータDb2を更新する。ここで、図23に示すように、プレイヤーキャラクタPCにはその姿勢を示すパラメータとしてベクトル V_t 、 V_f 、および V_r が設定されている。具体的には、プレイヤーキャラクタPCの上方(起立方向)を示す上方向ベクトル V_t 、前方を示す前方向ベクトル V_f 、および横方向を示す横方向ベクトル V_r によって、プレイヤーキャラクタPCの姿勢が定義される。上記ステップ54では、新たに算出された位置PPおよびプレイヤーからの操作入力に応じて、これら上方向ベクトル V_t 、前方向ベクトル V_f 、および横方向ベクトル V_r を決定して、姿勢ベクトルデータDb2を更新する。

【0129】

一方、プレイヤーキャラクタPCが側面突入状態であり(ステップ44でYes)、かつ、方向入力の変化が閾値以内(すなわち、プレイヤーの方向入力操作が不変)である場合(ステップ45でYes)、CPU10は、プレイヤーキャラクタPCの移動方向を決定する処理を行って(ステップ46)、次のステップに処理を進める。このステップ46で行う移動方向決定処理は、上述したステップ51で行う移動方向決定処理と同様であるため、詳細な説明を省略する。ただし、ステップ46で行う移動方向決定処理においては、プレイヤーキャラクタPCが側面突入状態であるため、突入時カメラベクトルデータDc3に記憶されているカメラベクトル $V_c X_o$ 、 $V_c Y_o$ 、および $V_c Z_o$ が、それぞれカメラベクトル $V_c X$ 、 $V_c Y$ 、および $V_c Z$ として取り扱われる。

【0130】

次に、CPU10は、上記ステップ46の移動方向決定処理の後、プレイヤーキャラクタPCが姿勢変化する際の回転軸を固定に設定する(ステップ47)。そして、CPU10は、上記ステップ46で算出された移動ベクトル V_m に基づいて、プレイヤーキャラクタPCを移動させ(ステップ48)、当該プレイヤーキャラクタPCの姿勢を決定して(ステップ49)、次のステップ55に処理を進める。

【0131】

例えば、上記ステップ48において、CPU10は、ゲームフィールドGF上を移動ベクトル V_m に基づいてプレイヤーキャラクタPCを移動させて新たな位置PPを算出して、プレイヤーキャラクタ位置データDb1を更新する。ここで、ステップ48におけるプレイヤーキャラクタPCの移動方向は、側面突入状態に移行した時点のカメラベクトルに基づいて算出される。したがって、側面突入状態期間で仮想カメラCが移動または回転しても、当該移動や回転が行われてない状態を仮定してプレイヤーキャラクタPCの移動方向が算出される。

【0132】

また、上記ステップ49において、CPU10は、新たに算出された位置PPおよびプレイヤーからの操作入力に応じてプレイヤーキャラクタPCの姿勢を決定して、姿勢ベクトルデータDb2を更新する。ここで、上記ステップ49の姿勢決定処理は、プレイヤーキャラクタPCの姿勢を変化させる際、横方向ベクトル V_r の方向を固定して他の上方向ベクトル V_t および前方向ベクトル V_f の方向を回転させる。ここで、後述により明らかとなるが、プレイヤーキャラクタPCに作用する重力方向が変化し、かつ、方向入力操作に変化が

ないときに、側面突入状態に設定される。そして、図 11 等を用いて説明したように、このような環境におけるプレイヤーキャラクタ PC の動作に注目すると、プレイヤーキャラクタ PC の姿勢が変化するのはプレイヤーキャラクタ PC の上方向ベクトル V_t および前方向ベクトル V_f だけであり、プレイヤーキャラクタ PC の横方向ベクトル V_r に変化がない。したがって、上記ステップ 49 における姿勢決定処理においては、プレイヤーキャラクタ PC の姿勢を決める上方向ベクトル V_t 、前方向ベクトル V_f 、および横方向ベクトル V_r のうち、1 つ（横方向ベクトル V_r ）を固定して、重力変化時におけるプレイヤーキャラクタ PC の姿勢変化を制御している。

【0133】

ステップ 55 において、CPU 10 は、側面突入検出処理を行い、次のステップ 57 に処理を進める。以下、図 20 を参照して、側面突入検出処理の詳細な動作について説明する。

10

【0134】

図 20 において、CPU 10 は、現在の位置 PP に設定されている重力ベクトル V_g を取得して重力ベクトルデータ De を更新し（ステップ 91）、次のステップに処理を進める。上述したように、ゲームフィールド GF には、その中心部に向かって仮想ゲーム空間の重力が設定されている。そして、上記ステップ 91 においては、位置 PP に設定されている重力方向（つまり、プレイヤーキャラクタ PC に作用している仮想重力の方向）を示す重力ベクトル V_g を取得する。

【0135】

20

次に、CPU 10 は、側面突入状態フラグデータ Dg を参照して、プレイヤーキャラクタ PC が側面突入状態にあるか否かを判断する（ステップ 92）。そして、CPU 10 は、側面突入状態でない場合、次のステップ 93 に処理を進める。一方、CPU 10 は、側面突入状態である場合、次のステップ 99 に処理を進める。

【0136】

ステップ 93 において、CPU 10 は、重力ベクトルデータ De に格納されている重力ベクトル V_g と、前回重力ベクトルデータ Df に格納されている重力ベクトル V_{g0} とが等しいか否かを判断する。そして、CPU 10 は、 $V_g = V_{g0}$ の場合、次のステップ 94 に処理を進める。一方、CPU 10 は、 $V_g \neq V_{g0}$ の場合、次のステップ 99 に処理を進める。ここで、前回重力ベクトルデータ Df に格納されている重力ベクトル V_{g0} は、前回の処理において取得された重力ベクトル V_g であり、上記ステップ 93 ではプレイヤーキャラクタ PC に作用する重力の方向が変化したか否かを検出していることになる。

30

【0137】

ステップ 94 において、CPU 10 は、重力回転軸ベクトル V_{gr} を算出して、次のステップに処理を進める。ここで、重力回転軸ベクトル V_{gr} は、重力の変化の回転軸を示すベクトルであり、重力ベクトル V_g および重力ベクトル V_{g0} に対して互いに垂直なベクトルを算出することによって求められる。

【0138】

次に、CPU 10 は、プレイヤーキャラクタ PC の上方向ベクトル V_t 、前方向ベクトル V_f 、および横方向ベクトル V_r それぞれの方向から、重力回転軸ベクトル V_{gr} が示す回転軸方向に最も近いものを選択し（ステップ 95）、選択された方向を示すベクトルが横方向ベクトル V_r であるか否かを判断する（ステップ 96）。そして、CPU 10 は、横方向ベクトル V_r が選択された場合、次のステップ 97 に処理を進める。一方、CPU 10 は、上方向ベクトル V_t または前方向ベクトル V_f が選択された場合、次のステップ 99 に処理を進める。

40

【0139】

ステップ 97 において、CPU 10 は、CPU 10 は、側面突入状態に設定して、次のステップに処理を進める。具体的には、CPU 10 は、側面突入状態フラグデータ Dg に記憶されている側面突入状態フラグ F を ON に設定する。

【0140】

50

次に、CPU 10は、カメラベクトルデータDc2に格納されているカメラベクトルVcX、VcY、およびVcZを参照して、それぞれの値をそれぞれカメラベクトルVcXo、VcYo、およびVcZoに代入して突入時カメラベクトルデータDc3に格納し（ステップ98）、次のステップ99に処理を進める。

【0141】

ステップ99において、重力ベクトルデータDeに格納されている重力ベクトルVgを参照して、その値を重力ベクトルVgoに代入して前回重力ベクトルデータDfに格納し、当該サブルーチンによる処理を終了する。

【0142】

図18に戻り、ステップ55の側面突入検出処理の後、CPU10は、描画処理を行い（ステップ57）、次のステップに処理を進める。具体的には、CPU10は、上記ステップ41で設定された仮想カメラCから見たゲームフィールドGFおよびプレイヤーキャラクターPC等の様子を示すゲーム画像を作成し、モニタ2に表示する。

【0143】

次に、CPU10は、ゲームを終了するか否かを判断する（ステップ58）。ゲームを終了する条件としては、例えば、ゲームオーバーとなる条件が満たされたことや、プレイヤーがゲームを終了する操作を行ったこと等がある。CPU10は、ゲームを終了しない場合に上記ステップ41に戻って処理を繰り返し、ゲームを終了する場合に当該フローチャートによる処理を終了する。

【0144】

上述した処理手順によって、側面突入状態において設定されるプレイヤーキャラクターPCの移動方向について説明する。上述したフローチャートから明らかなように、プレイヤーキャラクターPCが側面突入状態に移行してからプレイヤーの方向入力変化が生じる前までの期間は、上記ステップ46の処理によってプレイヤーキャラクターPCの移動方向が決定される。ここで、上記ステップ46の移動方向決定処理においては、プレイヤーキャラクターPCが側面突入状態に設定された時点のカメラベクトルVcX、VcY、およびVcZに基づいて移動ベクトルVmが算出される。つまり、上記期間中に仮想カメラCが移動または回転しても、当該移動や回転が行われてない状態を仮定して移動ベクトルVmが算出される。したがって、上記期間中に仮想カメラCがその視線方向を中心に回転した場合、一時的にプレイヤーの方向入力の方向とプレイヤーキャラクターPCの移動方向とが逆になることがあり得る。

【0145】

例えば、図14～図16を用いて説明したように、上記期間中に仮想カメラCcがその視線方向を中心に180°回転する場合を考える。この場合、モニタ2に表示されるゲーム画像が仮想カメラCの回転に応じて上下反転して表示される（例えば、図14に示すゲーム画像から図16に示すゲーム画像への変化）。そして、上記期間中においては、上記仮想カメラCの回転後にスティック78aを下方（方向Sd）に傾倒しているとき、図16に示すようにプレイヤーキャラクターPCが仮想カメラCから遠ざかる方向（上側に記載された方向Md）への移動する。したがって、スティック78aを下方へ傾倒する方向入力操作が表示領域の上方向となる移動指示となるため、プレイヤーの方向入力の方向とプレイヤーキャラクターPCの移動方向とが逆になっている。

【0146】

ここで、上記仮想カメラCの回転前にスティック78aを下方（方向Sd）に傾倒しているとき、図14に示すようにプレイヤーキャラクターPCが仮想カメラCから遠ざかる仮想ゲーム空間の手前から奥へ向かう方向（方向Md）への移動している。そして、プレイヤーが同じ方向入力を継続（つまり、方向Sdへの方向入力）して仮想カメラCが回転したときも（図16の状態）、プレイヤーキャラクターPCが仮想カメラCから遠ざかる仮想ゲーム空間の手前から奥へ向かう方向（上側に記載された方向Md）への移動する。したがって、上記期間中にプレイヤーが同じ方向入力を継続していれば、当該期間中に仮想カメラCが回転してもプレイヤーキャラクターPCの移動方向が変わることなく継続されることになる

10

20

30

40

50

。つまり、上記期間中にプレイヤーキャラクタPCを同じ方向に移動させ続けたい場合、仮想カメラCの状態によらず同じ操作を継続すればいいため、プレイヤーにとって非常に分かりやすい操作となる。

【0147】

また、プレイヤーキャラクタPCの移動方向を変更したり停止させたりしたい場合、スティック78aの傾倒状態を変化させると上記側面突入状態が解除されるため、現時点の仮想カメラCの位置および撮像角度に基づいた移動方向に変更される。例えば、仮想カメラCの回転後(図16の状態)にスティック78aの傾倒状態を変化させると、プレイヤーの方向入力に直感的に対応付けられた方向にプレイヤーキャラクタPCの移動方向が変更される(下側に記載された方向Mu、Md、Ml、およびMr)。したがって、プレイヤーが改めてプレイヤーキャラクタPCの移動方向を変化させる場合は、方向入力に応じて直感的に把握できる方向にプレイヤーキャラクタPCが移動することになる。

10

【0148】

このように、本実施形態に係る画像処理プログラムを実行する装置は、重力方向(法線方向)が様々な方向に設定されているゲームフィールドを用いた仮想ゲーム空間において、直感的な方向入力操作が実現可能となり、プレイヤーに操作の混乱を与えることもない。また、このような仮想ゲーム空間環境において、所定条件を満たすときに仮想カメラを回転させる状況であっても、直感的な方向入力操作が実現可能となり、プレイヤーに操作の混乱を与えることもない。

【0149】

20

なお、上述した説明では、位置PPにおけるゲームフィールドGFの法線ベクトルVwと、カメラベクトルVcX、VcY、およびVcZとを用いて、移動ベクトルVmを算出しているが、他のベクトルとカメラベクトルVcX、VcY、およびVcZとを用いて、移動ベクトルVmを算出してもかまわない。例えば、位置PPに設定されているゲームフィールドGFの重力ベクトルVgに対する反対方向ベクトル(反重力ベクトル)を用いても、同様に移動ベクトルVmを算出することができることは言うまでもない。また、法線ベクトルVwおよび反重力ベクトルを適宜調整することによって、移動ベクトルVmを算出するようにしてもよい。これら法線ベクトルVwや反重力ベクトルは、何れもプレイヤーキャラクタPCの直上方向を示すベクトルであり、仮想ゲーム空間内の位置PPに応じて定められるプレイヤーキャラクタPCの姿勢(起立方向)を決定するため姿勢制御ベクトルとして用いることができるパラメータである。したがって、プレイヤーキャラクタPCの起立方向を示すベクトルであれば、他の手法により本発明の直上ベクトルが定められてもよい。なお、これら法線ベクトルVwや反重力ベクトルが、本発明の直上ベクトルの一例に相当する。

30

【0150】

また、上述した説明では、サブユニット76に設けられたスティック78aを用いた方向入力操作に応じて、プレイヤーキャラクタPCを移動させる一例を用いたが、他の操作部を用いてプレイヤーキャラクタPCを移動させてもかまわない。例えば、コアユニット70に設けられた十字キー72aを用いた方向入力操作に応じて、プレイヤーキャラクタPCを移動させてもかまわない。この場合、コアユニット70のみでコントローラ7を構成してゲーム装置本体5に操作情報を与える態様でも、本発明を実現することができる。また、コントローラに方向入力可能な他の操作部を搭載し、当該操作部を用いた方向入力操作に応じて、プレイヤーキャラクタPCを移動させてもかまわない。

40

【0151】

また、コアユニット70やサブユニット76に与えられる方向入力操作に応じた処理を行う据置型のゲーム装置本体5に本願発明を適用した例を説明したが、携帯ゲーム装置にも適用することができる。例えば、携帯ゲーム装置の本体に搭載された方向入力操作可能な操作部を用いて、表示装置に表示されたオブジェクトを移動させる。このように本願発明を適用することで、携帯ゲーム装置等でゲームを行うには好適である。

【0152】

50

また、上述した説明では、据置型や携帯型のゲーム装置に本願発明を適用した例を説明したが、入力装置によって操作される一般的なパーソナルコンピュータ等の情報処理装置や携帯型の情報処理装置にも適用することができる。例えば、前者の情報処理装置では、入力装置の操作部から出力されるキーデータに応じて、情報処理装置が表示しているオブジェクトを移動する等、入力装置に与えられる操作に基づいて様々な処理を行うことができる。また、後者の情報処理装置は、本体に操作部を搭載し、当該操作部から出力されるキーデータに応じた処理を実行する情報処理装置であればよく、例えば一般的なパーソナルコンピュータ、携帯電話機、PDA(Personal Digital Assistant)等のデバイスにも適用することができる。

【0153】

10

例えば、後者の情報処理装置の一例として、他の電話機との間で無線通信する通信部を備えた携帯電話機の場合には、携帯電話機本体に各種操作ボタンが搭載される。そして、携帯電話機に搭載された操作ボタンからの出力値を用いて携帯電話機の表示画面に表示されたオブジェクトの移動制御を行う。このように本願発明を適用することで、携帯電話機等でゲームや操作を行うには好適である。

【0154】

また、上述した説明では、コアユニット70およびサブユニット76とゲーム装置本体5とが無線通信によって接続された態様を用いたが、コアユニット70またはサブユニット76とゲーム装置本体5とがケーブルを介して電氣的に接続されてもかまわない。この場合、コアユニット70またはサブユニット76に接続されたケーブルをゲーム装置本体5の接続端子に接続する。

20

【0155】

また、上述したコアユニット70およびサブユニット76の形状や、それらに設けられている操作部72の形状、数、および設置位置等は、単なる一例に過ぎず他の形状、数、および設置位置であっても、本発明を実現できることは言うまでもない。

【0156】

また、本発明の画像処理プログラムやゲームプログラムは、光ディスク4等の外部記憶媒体を通じてゲーム装置本体5に供給されるだけでなく、有線または無線の通信回線を通じてゲーム装置本体5に供給されてもよい。また、画像処理プログラムやゲームプログラムは、ゲーム装置本体5内部の不揮発性記憶装置に予め記録されていてもよい。なお、画像処理プログラムやゲームプログラムを記憶する情報記憶媒体としては、CD-ROM、DVD、あるいはそれらに類する光学式ディスク状記憶媒体の他に、不揮発性半導体メモリでもよい。

30

【0157】

また、プレイヤーの操作方向を入力するための手法として、加速度センサ701および761や撮像情報演算部74から得られるデータを利用して、プレイヤーの操作方向を演算するようにしてもよい。例えば、加速度センサ701および761や撮像情報演算部74から得られるデータを利用すれば、プレイヤーがコアユニット70やサブユニット76の本体を動かしている方向や本体の姿勢等を算出することが可能であり、これらの方向や姿勢の算出結果をプレイヤーの操作方向として用いることも可能である。この場合、キーデータに代えて、加速度センサ701および761や撮像情報演算部74からのデータを用いて、プレイヤーの操作方向を示す方向ベクトルを算出して利用するようにすればよい。ここで、コントローラ7から取得されるデータは2次元のベクトルではないので、所定の演算によって2次元のベクトルを算出するようにしてもよいし、加速度センサ701および761や撮像情報演算部74からのデータをそのままメインメモリに格納しておいて、ステップ90で移動ベクトル V_m を算出する際に、当該2次元のベクトルを算出して利用するようにしてもよい。

40

【0158】

以上、本発明を詳細に説明してきたが、上述の説明はあらゆる点において本発明の例示にすぎず、その範囲を限定しようとするものではない。本発明の範囲を逸脱することなく

50

種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0159】

本発明に係る画像処理プログラムおよび画像処理装置は、ユーザの方向入力に直感的に対応付けられた方向に表示装置に表示されたオブジェクトを移動させることができ、ゲームコントローラ等の入力装置に与えられる方向入力に応じて表示オブジェクトを移動させる処理等を行うプログラムおよび装置として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0160】

【図1】本発明の一実施形態に係るゲームシステム1を説明するための外観図

10

【図2】図1のゲーム装置本体5の機能ブロック図

【図3】図1のコントローラ7の外観構成を示す斜視図

【図4】図3のコアユニット70の上面後方から見た斜視図

【図5】図4のコアユニット70を下面前方から見た斜視図

【図6】図3のコアユニット70の上筐体を外した状態を示す斜視図

【図7】図5のコアユニット70の下筐体を外した状態を示す斜視図

【図8】図3のサブユニット76の一例を示す斜視図

【図9】図8のサブユニット76の上筐体を外した状態を示す斜視図

【図10】図3のコントローラ7の構成を示すブロック図

【図11】ゲームフィールドGF上に配置されたプレイヤーキャラクタPCに対する操作方向の一例を説明するための図

20

【図12】ゲームフィールドGFa上にプレイヤーキャラクタPCaが配置されたときのゲーム画像および操作方向の一例を示す図

【図13】ゲームフィールドGFb上にプレイヤーキャラクタPCbが配置されたときのゲーム画像および操作方向の一例を示す図

【図14】ゲームフィールドGFc上にプレイヤーキャラクタPCcが配置されたときのゲーム画像および操作方向の一例を示す図

【図15】ゲームフィールドGFc上に配置されたプレイヤーキャラクタPCcに対して、仮想カメラCの方向を変化させたときの操作方向の一例を説明するための図

【図16】仮想カメラCの方向を変化させたとき、ゲームフィールドGFc上にプレイヤーキャラクタPCcが配置されたゲーム画像および操作方向の一例を示す図

30

【図17】ゲーム装置本体5のメインメモリに記憶される主なデータを示す図

【図18】ゲーム装置本体5において実行されるゲーム処理の流れを示すフローチャート

【図19】図18におけるステップ46および51の移動方向算出処理の詳細な動作を示すサブルーチン

【図20】図18におけるステップ55の側面突入検出処理の詳細な動作を示すサブルーチン

【図21】カメラベクトルVcX、VcY、およびVcZと、法線ベクトルVwと、操作ベクトルVsとが設定された一例について説明するための図

【図22】カメラベクトルVcX、VcY、およびVcZと、法線ベクトルVwと、操作ベクトルVsとが設定された他の例について説明するための図

40

【図23】プレイヤーキャラクタPCに設定されるベクトルVt、Vf、およびVrの一例を説明するための図

【符号の説明】

【0161】

1 ... ゲームシステム

2 ... モニタ

2a、706 ... スピーカ

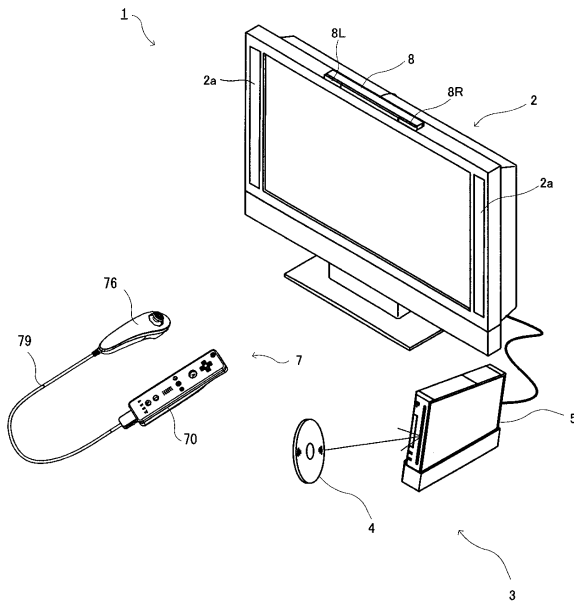
3 ... ゲーム装置

4 ... 光ディスク

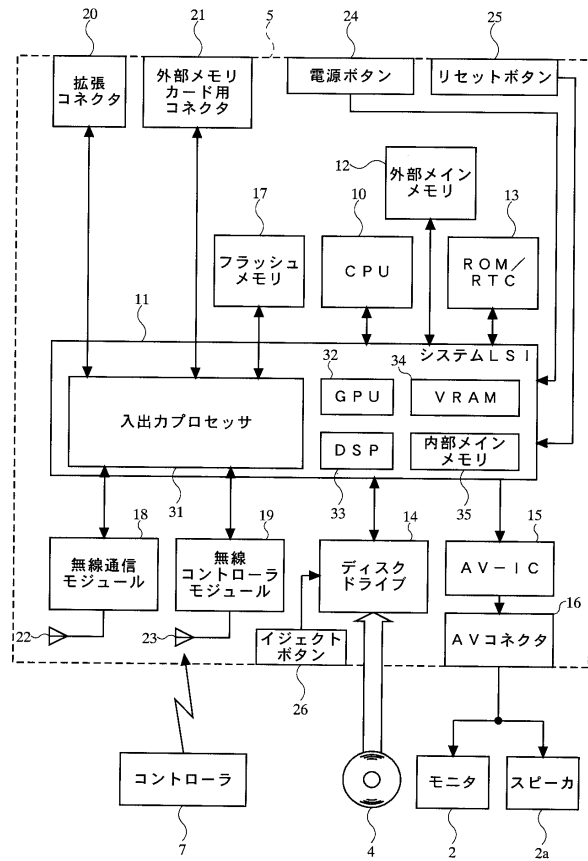
50

5 ... ゲーム装置本体	
1 0 ... C P U	
1 1 ... システム L S I	
1 2 ... 外部メインメモリ	
1 3 ... R O M / R T C	
1 4 ... ディスクドライブ	
1 5 ... A V - I C	
1 6 ... A V コネクタ	
1 7 ... フラッシュメモリ	
1 8 ... 無線通信モジュール	10
1 9 ... 無線コントローラモジュール	
2 0 ... 拡張コネクタ	
2 1 ... 外部メモリカード用コネクタ	
2 2、2 3 ... アンテナ	
2 4 ... 電源ボタン	
2 5 ... リセットボタン	
2 6 ... イジェクトボタン	
3 1 ... 入出力プロセッサ	
3 2 ... G P U	
3 3 ... D S P	20
3 4 ... V R A M	
3 5 ... 内部メインメモリ	
7 ... コントローラ	
7 0 ... コアユニット	
7 1、7 7 ... ハウジング	
7 2、7 8 ... 操作部	
7 3、7 9 1 ... コネクタ	
7 4 ... 撮像情報演算部	
7 4 1 ... 赤外線フィルタ	
7 4 2 ... レンズ	30
7 4 3 ... 撮像素子	
7 4 4 ... 画像処理回路	
7 5 ... 通信部	
7 5 1 ... マイコン	
7 5 2 ... メモリ	
7 5 3 ... 無線モジュール	
7 5 4 ... アンテナ	
7 0 0 ... 基板	
7 0 1、7 6 1 ... 加速度センサ	
7 0 2 ... L E D	40
7 0 4 ... バイブレータ	
7 0 7 ... サウンド I C	
7 0 8 ... アンプ	
7 6 ... サブユニット	
7 9 ... 接続ケーブル	
8 ... マーカ	

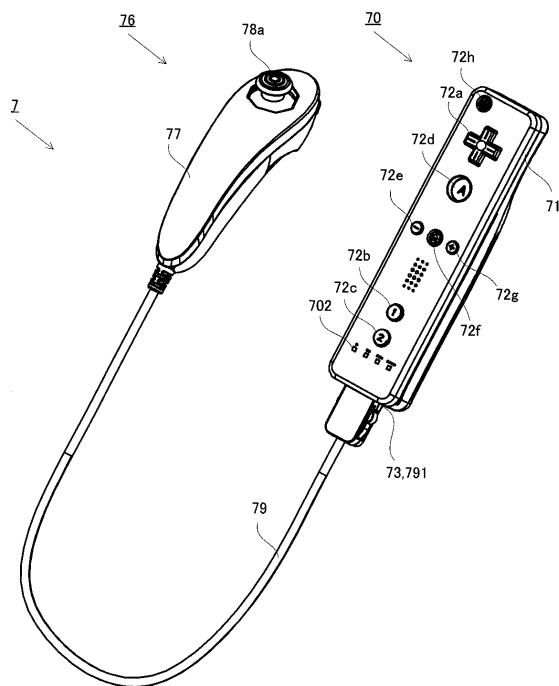
【図 1】



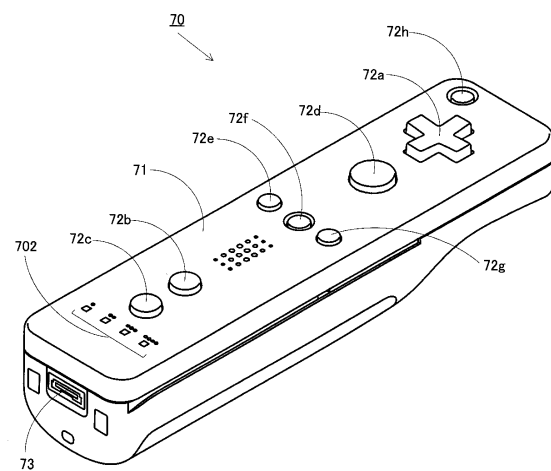
【図 2】



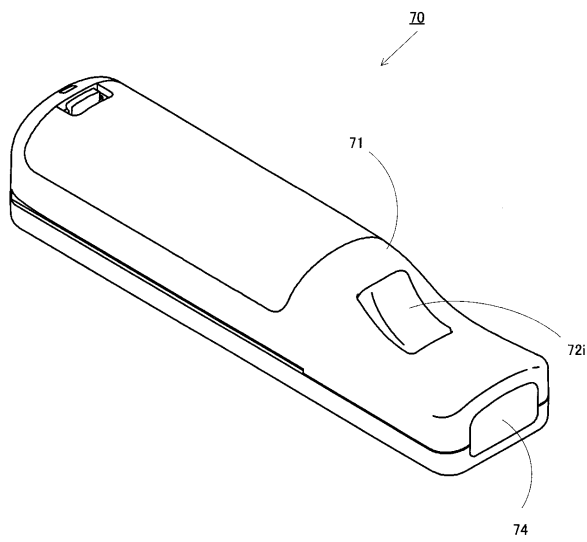
【図 3】



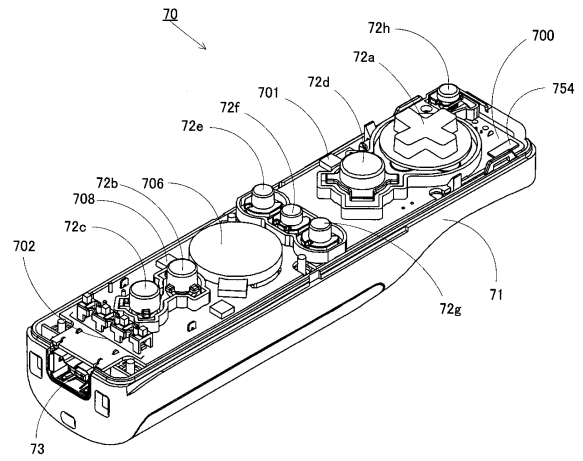
【図 4】



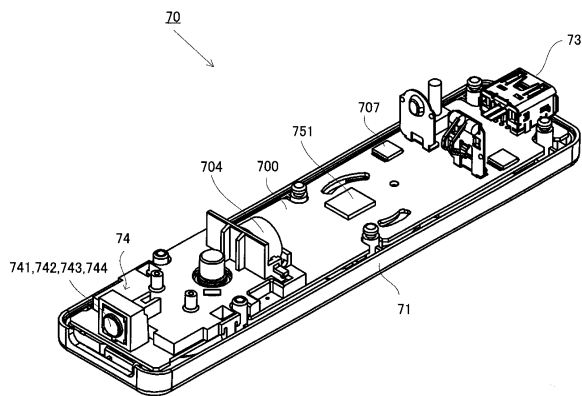
【図 5】



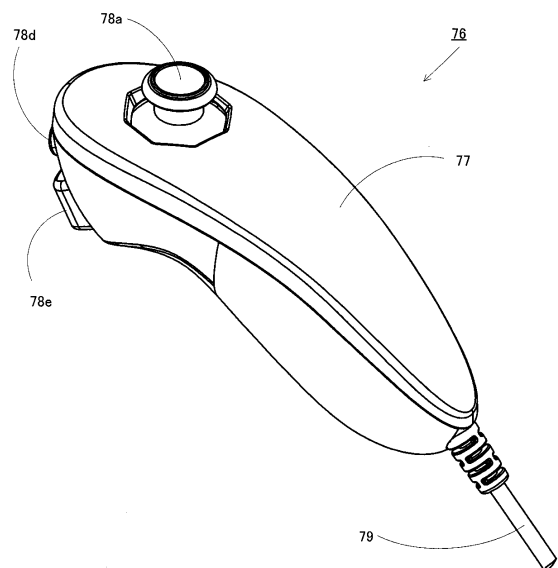
【図 6】



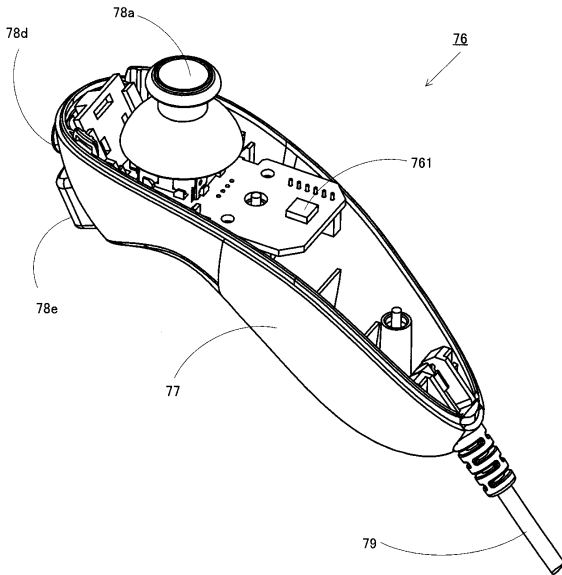
【図 7】



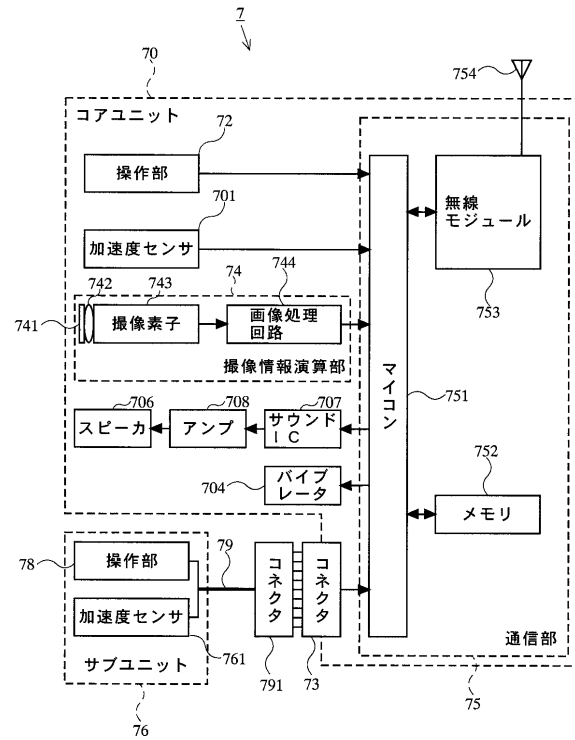
【図 8】



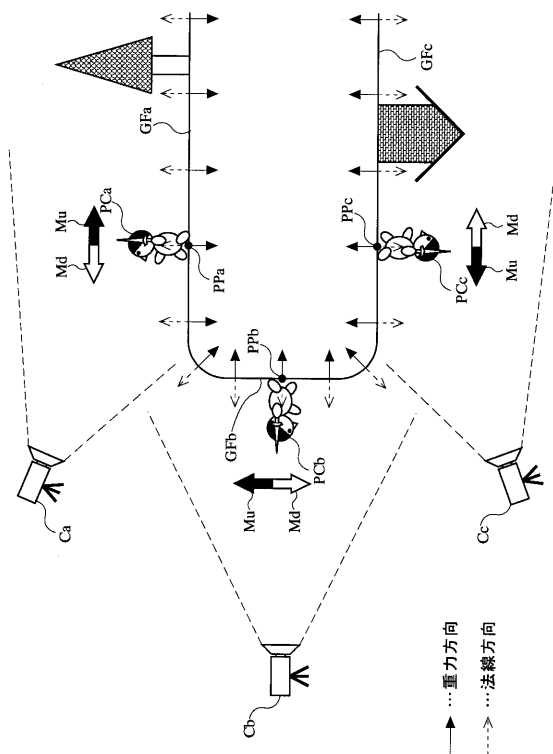
【図 9】



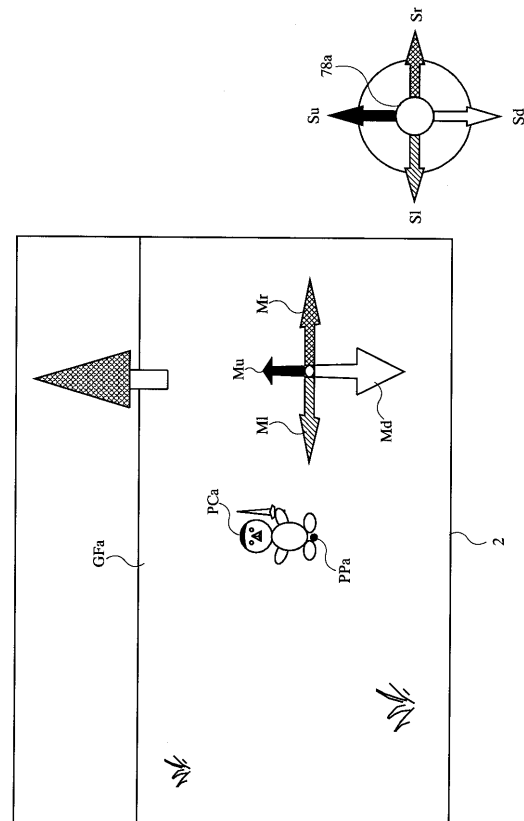
【図 10】



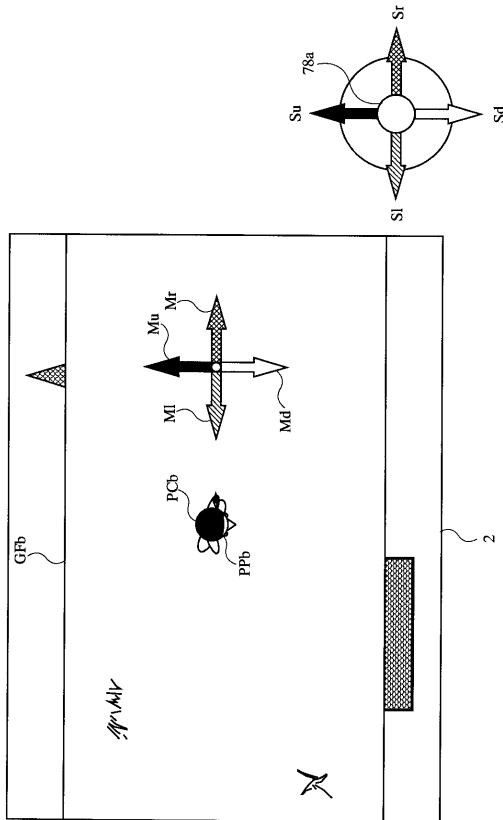
【図 11】



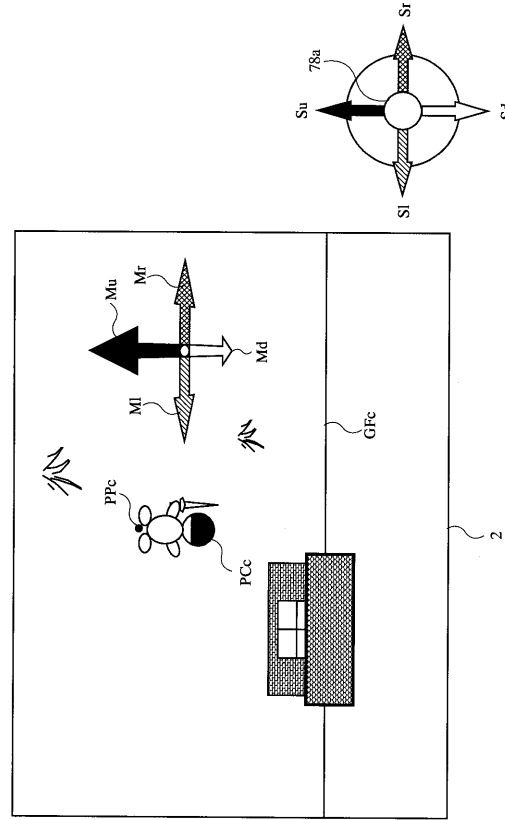
【図 12】



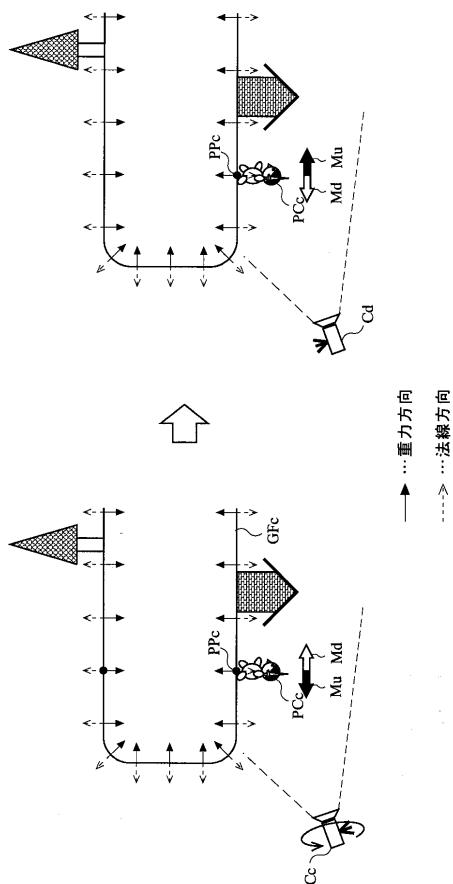
【図 13】



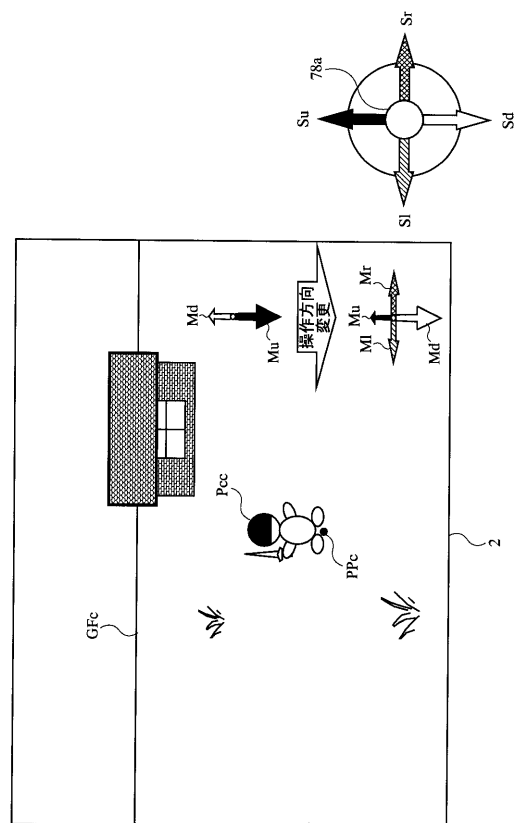
【図 14】



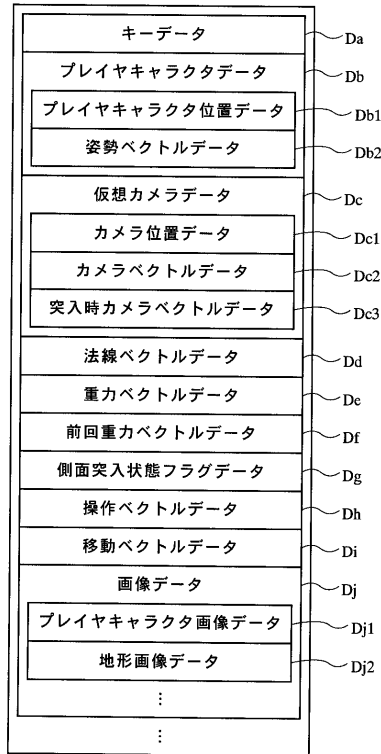
【図 15】



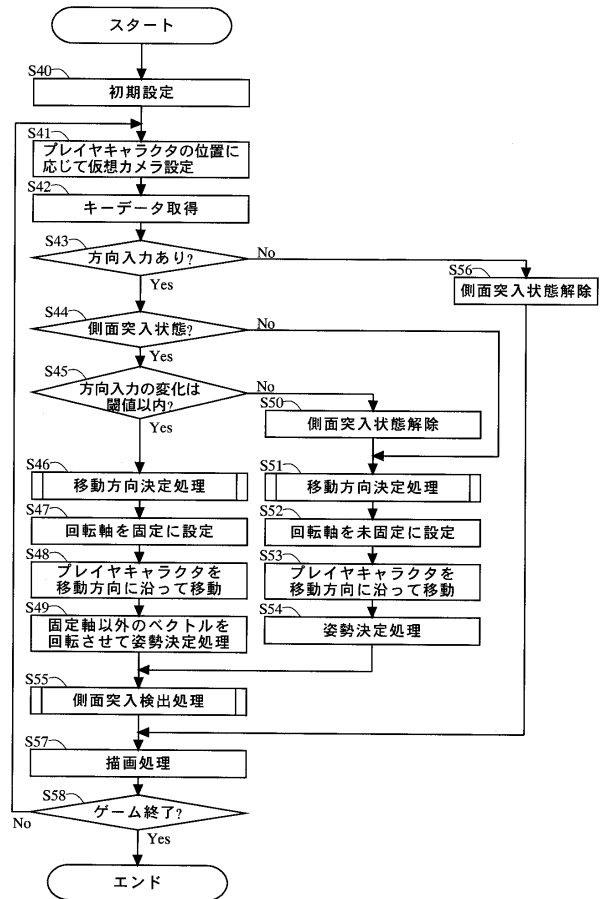
【図 16】



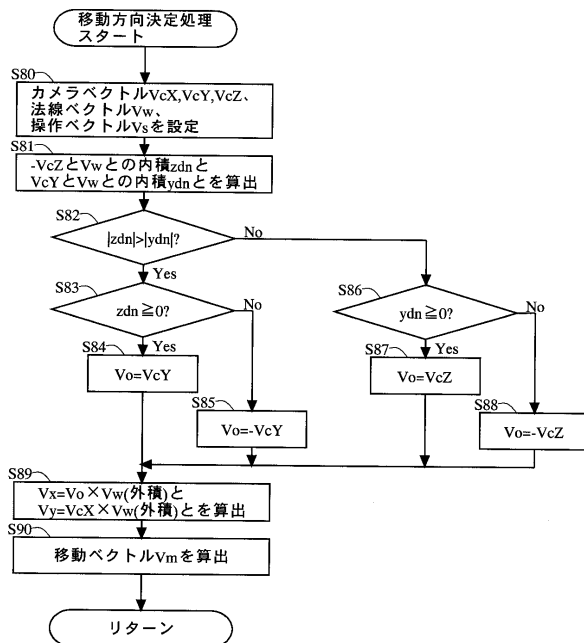
【図 17】



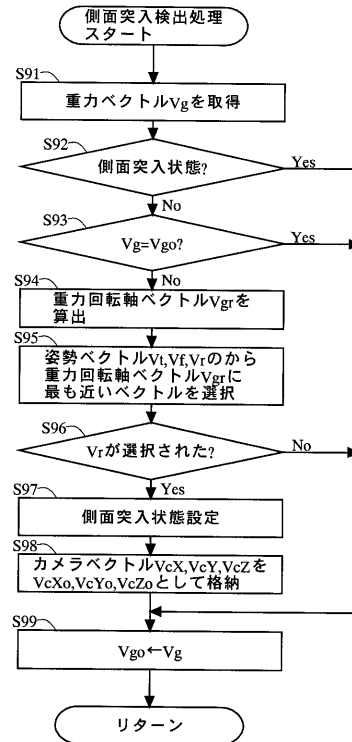
【図 18】



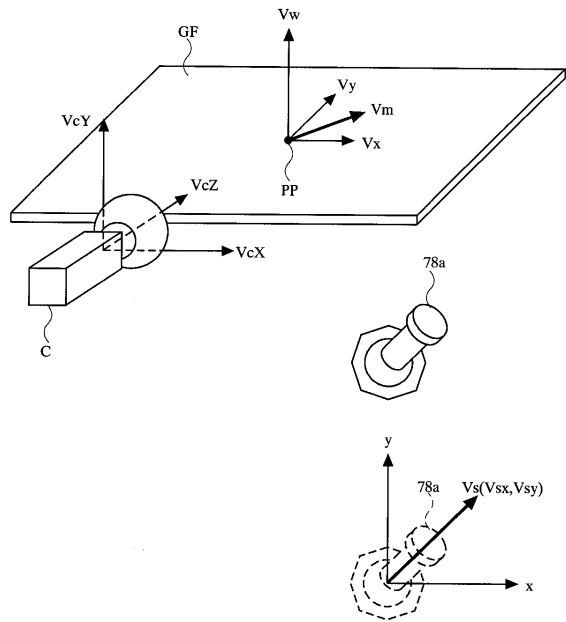
【図 19】



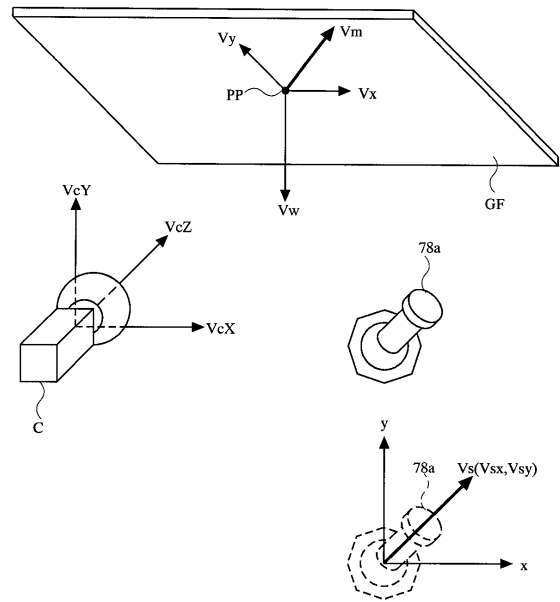
【図 20】



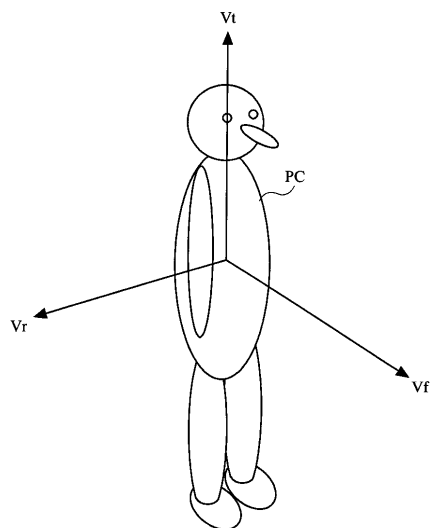
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-212080(JP,A)
特開2006-149767(JP,A)
特開2005-319136(JP,A)
特開2003-208632(JP,A)
特開2002-263359(JP,A)
特開2000-200362(JP,A)
"スーパーマリオギャラクシー",ファミ通ウィー,株式会社エンターブレイン,2007年
1月 1日,p.54
"スーパーマリオギャラクシー",デンゲキニンテンドーDS,メディアワークス,2007年
1月 1日,第7巻,第1号,p.118
"スーパーマリオギャラクシー",ファミ通ディーエスプラスウィー,株式会社エンターブレ
イン,2006年12月 1日,第8巻,第12号,p.40
"スーパーマリオギャラクシー",デンゲキニンテンドーDS,メディアワークス,2006年
12月 1日,第6巻,第18号,p.109
"デンゲキニンテンドーDS",メディアワークス,2006年 7月 1日,第6巻,第11
号,p.14-15
井口雅人,外2名,"ガイドエージェントによる仮想空間の自動ナビゲーション",映像情報メ
ディア学会誌,日本,(社)映像情報メディア学会,2001年12月 1日,第55巻,第1
2号,p.104-109

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G06T 19/00,13/00-13/80,19/20
A63F 9/24,13/00-13/12
G06T 15/00-15/87
G09G 5/00-5/42