

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3968356号
(P3968356)

(45) 発行日 平成19年8月29日(2007.8.29)

(24) 登録日 平成19年6月8日(2007.6.8)

(51) Int. Cl. F I
G06T 17/40 (2006.01) G O 6 T 17/40 C
A63F 13/00 (2006.01) A 6 3 F 13/00 C

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2004-163825 (P2004-163825)	(73) 特許権者	506113602
(22) 出願日	平成16年4月29日 (2004.4.29)		株式会社コナミデジタルエンタテインメント
(65) 公開番号	特開2005-316927 (P2005-316927A)		東京都港区赤坂九丁目7番2号
(43) 公開日	平成17年11月10日 (2005.11.10)	(74) 代理人	100110135
審査請求日	平成17年3月14日 (2005.3.14)		弁理士 石井 裕一郎
		(72) 発明者	中村 大三郎
			東京都港区六本木六丁目10番1号 株式会社コナミコンピュータエンタテインメントスタジオ内
		(72) 発明者	伊藤 裕
			東京都港区六本木六丁目10番1号 株式会社コナミコンピュータエンタテインメントスタジオ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置、表示方法、ならびに、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

仮想三次元空間内に配置されるオブジェクトおよび視点の座標と、当該視点から当該仮想三次元空間内を見る向きを表す向きベクトルと、が記憶される記憶部、

所定の更新時間おきに、現実の時間（以下「現実時間」という。）に、当該仮想三次元空間における時間（以下「仮想時間」という。）を対応付ける対応部、

前記対応付けられた仮想時間に対する当該仮想三次元空間内の当該オブジェクト、当該視点の位置および当該視点から当該仮想三次元空間内を見る向きを求め、前記記憶部に記憶される当該オブジェクトおよび当該視点の座標および向きベクトルを更新する移動部、

当該更新時間おきに、前記対応付けられた仮想時間に対する当該仮想三次元空間内のオブジェクトを当該視点から当該向きベクトルの向きに見た様子を表す画像を表示する表示部、

当該視点の座標と当該オブジェクトの座標と当該仮想三次元空間における当該視点と当該オブジェクトとの相対速度を表す速度ベクトルとから、当該仮想三次元空間における現在から当該仮想三次元空間における閾時間が経過するまでの間（以下「仮想閾時間内」という。）に当該視点と当該オブジェクトとが衝突するか否かを判定する判定部

を備える表示装置であって、

前記対応部は、当該仮想閾時間内に当該視点と当該オブジェクトとが衝突すると判定されるまでは、当該仮想時間の経過と当該現実時間の経過とが一致するように対応付け、当該衝突すると判定された後は、当該仮想時間の経過が当該現実時間の経過よりも遅くなる

10

20

ように対応付ける

ことを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の表示装置であって、

前記記憶部には、当該オブジェクトの外面に直交する法線ベクトルがさらに記憶され、
前記判定部は、当該オブジェクトが当該仮想三次元空間内で静止している場合は、当該仮想時間内に当該視点が通過する経路が、当該オブジェクトと交わり、以下の条件

(a) 当該法線ベクトルと当該向きベクトルとのなす角が所定の第 1 の範囲に含まれる

、

(b) 当該向きベクトルと当該速度ベクトルとのなす角が所定の第 2 の範囲に含まれる

10

、

(c) 当該速度ベクトルと当該法線ベクトルとのなす角が所定の第 3 の範囲に含まれる

、

のいずれか少なくとも 1 つが満たされる場合、当該仮想時間内に当該視点と当該オブジェクトとが衝突すると判定する

ことを特徴とするもの。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の表示装置であって、

前記表示部は、当該衝突すると判定された後は、当該生成された画像と所定の動画像もしくは所定の静止画像とをクロスフェードさせて表示する

20

ことを特徴とする装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の表示装置であって、

前記表示部は、当該衝突すると判定された後は、当該衝突すると判定される前よりも、当該表示すべき画像を生成する間隔を長くして表示する

ことを特徴とする装置。

【請求項 5】

記憶部、対応部、移動部、表示部、判定部を備える表示装置を制御する表示方法であって、

前記記憶部には、仮想三次元空間内に配置されるオブジェクトおよび視点の座標と、当該視点から当該仮想三次元空間内を見る向きを表す向きベクトルと、当該オブジェクトおよび当該視点が当該仮想三次元空間内を移動する速度を表す速度ベクトルと、が記憶され

30

、

当該表示方法は、

前記対応部が、所定の更新時間おきに、現実の時間（以下「現実時間」という。）に、当該仮想三次元空間における時間（以下「仮想時間」という。）を対応付ける対応工程、

前記移動部が、前記対応付けられた仮想時間に対する当該仮想三次元空間内の当該オブジェクト、当該視点の位置および当該視点から当該仮想三次元空間内を見る向きを求め、前記記憶部に記憶される当該オブジェクトおよび当該視点の座標および向きベクトルを更新する移動工程、

40

前記表示部が、当該更新時間おきに、前記対応付けられた仮想時間に対する当該仮想三次元空間内のオブジェクトを当該視点から当該向きベクトルの向きに見た様子を表す画像を表示する表示工程、

前記判定部が、当該視点の座標と当該オブジェクトの座標と当該仮想三次元空間における当該視点と当該オブジェクトとの相対速度を表す速度ベクトルとから、当該仮想三次元空間における現在から当該仮想三次元空間における閾時間が経過するまでの間（以下「仮想閾時間内」という。）に当該視点と当該オブジェクトとが衝突するか否かを判定する判定工程

を備え、

前記対応工程では、当該仮想閾時間内に当該視点と当該オブジェクトとが衝突すると判

50

定されるまでは、当該仮想時間の経過と当該現実時間の経過とが一致するように対応付け、当該衝突すると判定された後は、当該仮想時間の経過が当該現実時間の経過よりも遅くなるように対応付ける

ことを特徴とする表示方法。

【請求項6】

コンピュータを、

仮想三次元空間内に配置されるオブジェクトおよび視点の座標と、当該視点から当該仮想三次元空間内を見る向きを表す向きベクトルと、当該オブジェクトおよび当該視点から当該仮想三次元空間内を移動する速度を表す速度ベクトルと、が記憶される記憶部、

所定の更新時間おきに、現実の時間（以下「現実時間」という。）に、当該仮想三次元空間における時間（以下「仮想時間」という。）を対応付ける対応部、

前記対応付けられた仮想時間に対する当該仮想三次元空間内の当該オブジェクト、当該視点の位置および当該視点から当該仮想三次元空間内を見る向きを求め、前記記憶部に記憶される当該オブジェクトおよび当該視点の座標および向きベクトルを更新する移動部、

当該更新時間おきに、前記対応付けられた仮想時間に対する当該仮想三次元空間内のオブジェクトを当該視点から当該向きベクトルの向きに見た様子を表す画像を表示する表示部、

当該視点の座標と当該オブジェクトの座標と当該仮想三次元空間における当該視点と当該オブジェクトとの相対速度を表す速度ベクトルとから、当該仮想三次元空間における現在から当該仮想三次元空間における闘時間が経過するまでの間（以下「仮想闘時間内」という。）に当該視点と当該オブジェクトとが衝突するか否かを判定する判定部

として機能させるプログラムであって、当該コンピュータにおいて、

前記対応部が、当該仮想闘時間内に当該視点と当該オブジェクトとが衝突すると判定されるまでは、当該仮想時間の経過と当該現実時間の経過とが一致するように対応付け、当該衝突すると判定された後は、当該仮想時間の経過が当該現実時間の経過よりも遅くなるように対応付ける

ように機能させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三次元グラフィックス表示において、視点がオブジェクトに衝突することが予想される場合の表示を適切に行うのに好適な表示装置、表示方法、ならびに、これらをコンピュータにて実現するプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、仮想三次元空間内にオブジェクトを複数配置し、仮想三次元空間内における時間経過を考えて、当該時間経過によって当該オブジェクトを適宜移動させて種々の模擬実験を行うとともに、これらのオブジェクトを所定の視点から所定の向きで見た様子を三次元グラフィックス表示する技術が提案されている。また、視点の位置や三次元空間を見る向きを当該時間経過によって変化させる技術も提案され、典型的には、視点をいずれかのオブジェクト上に設定し、三次元空間を見る向きを当該設定されたオブジェクトの移動方向に設定するものや、当該設定されたオブジェクトそのものの向きによって定めるものもある。

【0003】

このような模擬実験においては、オブジェクト同士の衝突を考慮する必要がある。以下の文献には、三次元ゲームにおけるキャラクタ同士の衝突をリアルタイムに検出する技術が開示されている。

【特許文献1】特開平11-197357号公報

【0004】

従来、このような衝突の際の画面表示においては、仮想三次元空間内における時間経過

10

20

30

40

50

と、現実の時間経過とを一致させることとしてリアルタイムに処理を行うことが必要と考えられていた。

しかしながら、特にオブジェクトの形状が種々多様であったり、オブジェクトの数が多い場合には、正確に衝突を判定して衝突の際のオブジェクトの移動を正確に計算するのは、演算処理が複雑で膨大となり、事実上不可能な場合もあった。

一方で、衝突の判定や衝突の際のオブジェクトの移動を近似的に計算するのでは、いわゆるポリゴン落ちや、本来ありえない状況(たとえば、空洞のないオブジェクトの内部に視点が入り込んでしまう等。)が生じ、表示される画面が不自然になることもあった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

したがって、このような衝突の際における表示を適切に行って、衝突する旨をユーザにわかりやすいように提示する技術が求められている。

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、三次元グラフィックス表示において、視点がオブジェクトに衝突することが予想される場合の表示を適切に行うのに好適な表示装置、表示方法、ならびに、これらをコンピュータにて実現するプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以上の目的を達成するため、本発明の原理にしたがって、下記の発明を開示する。

20

【0007】

本発明の第1の観点に係る表示装置は、記憶部、対応部、移動部、表示部、判定部を備え、以下のように構成する。

【0008】

すなわち、記憶部には、仮想三次元空間内に配置されるオブジェクトおよび視点の座標と、当該視点から当該仮想三次元空間内を見る向きを表す向きベクトルと、当該オブジェクトおよび当該視点が当該仮想三次元空間内を移動する速度を表す速度ベクトルと、が記憶される。

典型的には、これらの値の初期値はDVD-ROM(Digital Versatile Disk Read Only Memory)などの記録媒体に記録されているものであるが、これらの値がRAM(Random Access Memory)や書換え可能な記録媒体にコピーされる。そして、これらの値は後述するように適宜更新される。

30

【0009】

一方、対応部は、所定の更新時間おきに、現実の時間(以下「現実時間」という。)に、当該仮想三次元空間における時間(以下「仮想時間」という。)を対応付ける。

更新時間を定数値Aとすると、更新は、

$$t \quad t + A$$

のように行われ(「 t 」は代入や値の更新を意味する。)、現実時間 t と仮想時間 u との対応付けは、もっとも単純には、定数値Cを用いて、

40

$$u = t + C$$

とすることとなる。この場合は、リアルタイムに仮想三次元空間の様子が表示されることとなる。本発明では、後述するように、この対応付けを変化させる。

【0010】

さらに、移動部は、対応付けられた仮想時間に対する当該仮想三次元空間内の当該オブジェクトおよび当該視点の位置および当該視点から当該仮想三次元空間を見る向きを求め、記憶部に記憶される当該オブジェクトおよび当該視点の座標および向きベクトルを更新する。

なお、視点やオブジェクトは、一方が静止しており、他方が静止しているのであっても良い。たとえば、本表示装置をレーシングゲームに適用する場合には、視点とともに移動

50

する自動車のオブジェクトは、仮想時間の経過とともに仮想三次元空間内を移動するが、自動車が走る路面やその路面上に配置される建物や壁などのオブジェクトは仮想三次元空間内で静止しているようにすることができる。

【0011】

典型的には、オブジェクトや視点の速度ベクトル等の情報や、オブジェクトや視点の各種の拘束条件（たとえば、重力がかかっている、外力がかかっている、互いに結合されており分離できない、等。）の情報も記憶部に記憶しておき、オブジェクトにかかる各種の拘束条件から加速度を求め、加速度から速度を求め、速度から位置を求めることとなる。

この場合の、仮想三次元空間における経過時間は、現在対応付けられている仮想時間 u と、その直前に対応付けられていた仮想時間との差によって得られる。上記のように、現実時間と仮想時間とが同じ経過をとる場合には、この差は定数値 A となる。

10

このようにして、現実時間 t に対応付けられる仮想時間 u における仮想三次元空間内でのオブジェクトの位置 $r(u)$ 、視点の位置 $c(u)$ 、向きベクトル $d(u)$ を求めて、これらを記憶部の所定の領域に書き込むのである。

【0012】

そして、表示部は、当該更新時間おきに、対応付けられた仮想時間に対する当該仮想三次元空間内のオブジェクトを当該視点から当該向きベクトルの向きに見た様子を表す画像を表示する。

典型的には、更新時間 A は、画面の垂直同期時間（たとえば、一般的なテレビジョン装置の場合約 $1/60$ 秒。）となっている。そこで、この更新時間おきに画像を表示すると、画面にはオブジェクトの様子がアニメーション表示されることになる。

20

【0013】

一方、判定部は、当該視点の座標と当該オブジェクトの座標と当該仮想三次元空間における当該視点と当該オブジェクトのとの相対速度を表す速度ベクトルとから、当該仮想三次元空間における現在から当該仮想三次元空間における闘時間が経過するまでの間（以下「仮想闘時間内」という。）に当該視点と当該オブジェクトとが衝突するか否かを判定する。

ここで行う判定は、正確にオブジェクト同士の衝突を調べても良いし、[特許文献1]に開示されるような近似手法を用いても良い。

このほかの近似手法としては、オブジェクトが壁や建物のように静止している場合には、相対速度を表す速度ベクトル $v(u)$ を求めた後、仮想闘時間の長さ P を用いて、

30

ベクトル $P \cdot v(u)$ と、

現在の両者の相対的な位置関係を示すベクトル $r(u) - c(u)$ と、の差が所定の範囲内である、などの技術を適用することもできる。

【0014】

さらに、対応部は、当該仮想闘時間内に当該視点と当該オブジェクトとが衝突すると判定されるまでは、当該仮想時間の経過と当該現実時間の経過とが一致するように対応付け、当該衝突すると判定された後は、当該仮想時間の経過が当該現実時間の経過よりも遅くなるように対応付ける。

すなわち、将来視点とオブジェクトとが仮想闘時間内に衝突することが判明した場合には、対応部における対応付けを変更するのである。たとえば、衝突することが判明する前は、

40

$t \quad t + A;$

$u \quad u + A$

のように更新して、

$u = t + C$

なる関係を満たす対応付けを行うが、将来衝突することが判明した後は、定数値 B ($B < A$) を用いて、

$t \quad t + A;$

$u \quad u + B$

50

のように更新する。この更新によって、現実時間 t と仮想時間 u の対応付けを行うのである。

【0015】

これによって、衝突することが判明した後は、実際に衝突が起きるまで、画面のアニメーション表示があたかもスローモーションで再生されているかのように見えるようになる。

本発明により、仮想三次元空間内での時間経過を遅くして、画面表示をスローモーション表示することによって、将来視点がオブジェクトに衝突すると判断された旨を、ユーザに提示することができる。

【0016】

また、本発明の表示装置において、記憶部には、当該オブジェクトの外面に直交する法線ベクトルがさらに記憶され、判定部は、当該オブジェクトが当該仮想三次元空間内で静止している場合は、当該仮想時間内に当該視点が通過する経路が、当該オブジェクトと交わり、以下の条件

(a) 当該法線ベクトルと当該向きベクトルとのなす角が所定の第1の範囲に含まれる

(b) 当該向きベクトルと当該速度ベクトルとのなす角が所定の第2の範囲に含まれる

(c) 当該速度ベクトルと当該法線ベクトルとのなす角が所定の第3の範囲に含まれる

のいずれか少なくとも1つが満たされる場合、当該仮想時間内に当該視点と当該オブジェクトとが衝突すると判定するように構成することができる。

【0017】

実施形態によって、条件(a)(b)(c)の組合せの中から、いずれか所望のものを採用することができる。たとえば、向きベクトルと法線ベクトルとのなす角が180度の近くにある場合であって、向きベクトルと速度ベクトルとがほぼ同じ向き(なす角が0度の近く)となっている場合は、視点(が配置されている他のオブジェクト)とオブジェクトとが正面衝突する状況に対応する。

本発明では、上記のような条件付けを行うことによって、衝突の仕方をあらかじめ予測し、その予測に応じてスローモーション再生とするか、通常再生のままぶつかる様子を見せるか、を適切に選択することができる。

【0018】

また、本発明の表示装置において、表示部は、当該衝突すると判定された後は、当該生成された画像と所定の動画像もしくは所定の静止画像とをクロスフェードさせて表示するように構成することができる。

たとえば、全面黒の静止画とのクロスフェードは、スローモーションとブラックアウトを組み合わせたようなアニメーション表示となり、全面白の静止画とのクロスフェードは、スローモーションとホワイトアウトを組み合わせたようなアニメーション表示となる。このほか、衝突に際してオブジェクトが壊れたり、オブジェクトから気体や液体が噴出したり、オブジェクトが爆発したりする場合には、それらの様子を表わすアニメーション画像とのクロスフェードを用いることもできる。

【0019】

一般に、衝突を近似的に判断する場合に、ポリゴン落ち等の異常が表示がされてしまうのは、視点とオブジェクトとが近接した場合に起きる。

本発明によれば、このような異常な表示が起きる可能性が高い状況であっても、ブラックアウト、ホワイトアウト、爆発のアニメーション等に画面表示を滑らかに移行することによって、演算処理をさほど複雑にせず、ユーザにそれを気付かせないようにすることができるようになる。

【0020】

また、本発明の表示装置において、表示部は、当該衝突すると判定された後は、当該衝

10

20

30

40

50

突すると判定される前よりも、当該表示すべき画像を生成する間隔を長くして表示するように構成することができる。

本発明によれば、更新時間Aが長くなるため、衝突に至るまでのアニメーション表示にストップモーシヨ的な効果を与えることができ、これによって、ユーザに衝突が起きる旨を簡易に提示することができるようになる。

【0021】

本発明のその他の観点に係る表示方法は、記憶部、対応部、移動部、表示部、判定部を備える表示装置を制御し、当該記憶部には、仮想三次元空間内に配置されるオブジェクトおよび視点の座標と、当該視点から当該仮想三次元空間内を見る向きを表す向きベクトルと、当該オブジェクトおよび当該視点から当該仮想三次元空間内を移動する速度を表す速度ベクトルと、が記憶され、対応工程、移動工程、表示工程、判定工程を備え、以下のように構成する。

10

【0022】

すなわち、対応工程では、対応部が、所定の更新時間おきに、現実の時間（以下「現実時間」という。）に、当該仮想三次元空間における時間（以下「仮想時間」という。）を対応付ける。

一方、移動工程では、移動部が、対応付けられた仮想時間に対する当該仮想三次元空間内の当該オブジェクトおよび当該視点の位置および当該視点から当該仮想三次元空間内を見る向きを求め、記憶部に記憶される当該オブジェクトおよび当該視点の座標および向きベクトルを更新する。

20

【0023】

さらに、表示工程では、表示部が、当該更新時間おきに、対応付けられた仮想時間に対する当該仮想三次元空間内のオブジェクトを当該視点から当該向きベクトルの向きに見た様子を表す画像を表示する。

一方、判定工程では、判定部が、当該視点の座標と当該オブジェクトの座標と当該仮想三次元空間における当該視点と当該オブジェクトとの相対速度を表す速度ベクトルとから、当該仮想三次元空間における現在から当該仮想三次元空間における闘時間が経過するまでの間（以下「仮想闘時間内」という。）に当該視点と当該オブジェクトとが衝突するか否かを判定する。

【0024】

さらに、対応工程では、当該仮想闘時間内に当該視点と当該オブジェクトとが衝突すると判定されるまでは、当該仮想時間の経過と当該現実時間の経過とが一致するように対応付け、当該衝突すると判定された後は、当該仮想時間の経過が当該現実時間の経過よりも遅くなるように対応付ける。

30

【0025】

本発明のその他の観点に係るプログラムは、コンピュータを上記表示装置として機能させ、または、コンピュータに上記表示方法を実行させるように構成する。

また、本発明のプログラムは、コンパクトディスク、フレキシブルディスク、ハードディスク、光磁気ディスク、デジタルビデオディスク、磁気テープ、半導体メモリ等のコンピュータ読取可能な情報記憶媒体に記録することができる。

40

上記プログラムは、プログラムが実行されるコンピュータとは独立して、コンピュータ通信網を介して配布・販売することができる。また、上記情報記憶媒体は、コンピュータとは独立して配布・販売することができる。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、三次元グラフィックス表示において、視点がオブジェクトに衝突することが予想される場合の表示を適切に行うのに好適な表示装置、表示方法、ならびに、これらをコンピュータにて実現するプログラムを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

50

以下に本発明の実施形態を説明する。以下では、理解を容易にするため、三次元グラフィックス表示がされるゲーム装置に本発明が適用される実施形態を説明するが、各種のコンピュータ、PDA(Personal Data Assistants)、携帯電話などの情報処理装置においても同様に本発明を適用することができる。すなわち、以下に説明する実施形態は説明のためのものであり、本願発明の範囲を制限するものではない。したがって、当業者であればこれらの各要素もしくは全要素をこれと均等なものに置換した実施形態を採用することが可能であるが、これらの実施形態も本発明の範囲に含まれる。

【実施例1】

【0028】

図1は、本発明の表示装置が実現される典型的なゲーム装置の概要構成を示す説明図である。以下、本図を参照して説明する。

【0029】

ゲーム装置100は、CPU(Central Processing Unit)101と、ROM 102と、RAM 103と、インターフェイス104と、コントローラ105と、外部メモリ106と、画像処理部107と、DVD-ROMドライブ108と、NIC(Network Interface Card)109と、を備える。

ゲーム用のプログラムおよびデータを記憶したDVD-ROMをDVD-ROMドライブ108に装着して、ゲーム装置100の電源を投入することにより、当該プログラムが実行され、本実施形態の表示装置が実現される。

【0030】

CPU 101は、ゲーム装置100全体の動作を制御し、各構成要素と接続され制御信号やデータをやりとりする。また、CPU 101は、レジスタ(図示せず)という高速アクセスが可能な記憶域に対してALU(Arithmetic Logic Unit)(図示せず)を用いて加減乗除等の算術演算や、論理和、論理積、論理否定等の論理演算、ビット和、ビット積、ビット反転、ビットシフト、ビット回転等のビット演算などを行うことができる。さらに、マルチメディア処理対応のための加減乗除等の飽和演算や、三角関数等、ベクトル演算などを高速に行えるように、CPU 101自身が構成されているものや、コプロセッサを備えて実現するものがある。

【0031】

ROM 102には、電源投入直後に実行されるIPL(Initial Program Loader)が記録され、これが実行されることにより、DVD-ROMに記録されたプログラムをRAM 103に読み出してCPU 101による実行が開始される。また、ROM 102には、ゲーム装置100全体の動作制御に必要なオペレーティングシステムのプログラムや各種のデータが記録される。

【0032】

RAM 103は、データやプログラムを一時的に記憶するためのもので、DVD-ROMから読み出したプログラムやデータ、その他ゲームの進行やチャット通信に必要なデータが保持される。また、CPU 101は、RAM 103に変数領域を設け、当該変数に格納された値に対して直接ALUを作用させて演算を行ったり、RAM 103に格納された値を一旦レジスタに格納してからレジスタに対して演算を行い、演算結果をメモリに書き戻す、などの処理を行う。

【0033】

インターフェイス104を介して接続されたコントローラ105は、ユーザがレーシングゲームなどのゲーム実行の際に行う操作入力を受け付ける。

インターフェイス104を介して着脱自在に接続された外部メモリ106には、レーシングゲーム等のプレイ状況(過去の成績等)を示すデータ、ゲームの進行状態を示すデータ、チャット通信のログ(記録)のデータなどが書き換え可能に記憶される。ユーザは、コントローラ105を介して指示入力を行うことにより、これらのデータを適宜外部メモリ106に記録することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

DVD-ROMドライブ108に装着されるDVD-ROMには、ゲームを実現するためのプログラムとゲームに付随する画像データや音声データが記録される。CPU 101の制御によって、DVD-ROMドライブ108は、これに装着されたDVD-ROMに対する読み出し処理を行って、必要なプログラムやデータを読み出し、これらはRAM 103等に一時的に記憶される。

【 0 0 3 5 】

画像処理部107は、DVD-ROMから読み出されたデータをCPU 101や画像処理部107が備える画像演算プロセッサ(図示せず)によって加工処理した後、これを画像処理部107が備えるフレームメモリ(図示せず)に記録する。フレームメモリに記録された画像情報は、所定の同期タイミングでビデオ信号に変換され画像処理部107に接続されるモニタ(図示せず)へ出力される。これにより、各種の画像表示が可能となる。

10

画像演算プロセッサは、2次元の画像の重ね合わせ演算やブレンディング等の透過演算、各種の飽和演算を高速に実行できる。

【 0 0 3 6 】

また、仮想3次元空間に配置され、各種のテクスチャ情報が付加されたポリゴン情報を、Zバッファ法によりレンダリングして、所定の視点位置から仮想3次元空間に配置されたポリゴンを所定の視線の方向へ俯瞰したレンダリング画像を得る演算の高速実行も可能である。

20

さらに、CPU 101と画像演算プロセッサが協調動作することにより、文字の形状を定義するフォント情報にしたがって、文字列を2次元画像としてフレームメモリへ描画したり、各ポリゴン表面へ描画することが可能である。

【 0 0 3 7 】

NIC 109は、ゲーム装置100をインターネット等のコンピュータ通信網(図示せず)に接続するためのものであり、LAN(Local Area Network)を構成する際に用いられる10BASE-T/100BASE-T規格にしたがうものや、電話回線を用いてインターネットに接続するためのアナログモデム、ISDN(Integrated services Digital Network)モデム、ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)モデム、ケーブルテレビジョン回線を用いてインターネットに接続するためのケーブルモデム等と、これらとCPU 101との仲立ちを行うインターフェース(図示せず)により構成される。

30

【 0 0 3 8 】

音声処理部110は、DVD-ROMから読み出した音声データをアナログ音声信号に変換し、これに接続されたスピーカ(図示せず)から出力させる。また、CPU 101の制御の下、ゲームの進行の中で発生させるべき効果音や楽曲データを生成し、これに対応した音声をスピーカから出力させる。

音声処理部110では、DVD-ROMに記録された音声データがMIDIデータである場合には、これが有する音源データを参照して、MIDIデータをPCMデータに変換する。また、ADPCM形式やOgg Vorbis形式等の圧縮済音声データである場合には、これを展開してPCMデータに変換する。PCMデータは、そのサンプリング周波数に応じたタイミングでD/A(Digital/Analog)変換を行って、スピーカに出力することにより、音声出力が可能となる。

40

【 0 0 3 9 】

このほか、ゲーム装置100は、ハードディスク等の大容量外部記憶装置を用いて、ROM 102、RAM 103、外部メモリ106、DVD-ROMドライブ108に装着されるDVD-ROM等と同じ機能を果たすように構成してもよい。

【 0 0 4 0 】

図2は、本発明の実施形態の一つに係る表示装置の概要構成を示す模式図である。以下

50

、本図を参照して説明する。

本実施形態の表示装置 201 は、記憶部 202、対応部 203、移動部 204、表示部 205、判定部 206 を備える。

【0041】

ここで、記憶部 202 には、以下のような情報が記憶される。

- (1) 仮想三次元空間内に配置されるオブジェクトの座標 (位置ベクトル)
- (2) 当該オブジェクトが移動する速度を表すベクトル
- (3) 当該オブジェクトの法線ベクトル
- (4) 仮想三次元空間内に配置される視点の座標 (位置ベクトル)
- (5) 当該視点移動する速度を表すベクトル
- (6) 当該視点から当該仮想三次元空間内を見る向きを表す向きベクトル
- (7) オブジェクトの拘束条件

10

ここで、オブジェクトの拘束条件としては、オブジェクトの質量や慣性モーメント、オブジェクト同士が連結されていること、オブジェクトに付与される重力や摩擦力等の外力を採用することができる。

【0042】

また、視点がいずれかのオブジェクトに配置され、当該オブジェクトとともに移動し、向きベクトルが当該オブジェクトの向き (法線ベクトル) と一定の角度を持つような形態を採用することもできる。

したがって、ゲーム装置 100 の RAM 103 は、記憶部 202 として機能する。なお、上述のように、これらの値の初期値は、DVD-ROM からロードされたり、各種の模擬実験によってあらかじめ求められた値である。

20

【0043】

このほか、RAM 103 には、以下のような変数領域が用意されている。

- (1) 現実の経過時間 (現実時間) を記録する変数領域 t
- (2) 仮想三次元空間内での経過時間 (仮想時間) を記録する変数領域 u
- (3) 現実時間の刻み幅を記憶する変数領域 A
- (4) 仮想時間の刻み幅を記憶する変数領域 B
- (5) バッファ領域
- (6) VRAM (Video RAM) 領域
- (7) 視点といずれかのオブジェクトが将来衝突するか否かを示すフラグ領域

30

本実施形態では、いわゆるリアルタイムで動作する場合には、 $t = u$ が成立し、仮想時間と現実時間とは、一致する。

【0044】

図 3 は、仮想三次元空間において、仮想時間 u における視点とオブジェクトの関係を示す説明図である。以下、本図を参照して説明する。

視点 301 は、座標 $302c(u)$ に配置されており、オブジェクト 311 は、座標 $312r(u)$ に配置されている。視点 301 は、ベクトル $303h(u)$ の速度で移動しており、オブジェクト 311 は、ベクトル $313k(u)$ の速度で移動している。

【0045】

40

視点 301 からは向きベクトル $304d(u)$ の方向に当該オブジェクト 311 を含む仮想三次元空間に配置されたオブジェクト群の様子を俯瞰した様子が三次元グラフィック処理される。本処理の詳細については、後述する。

また、オブジェクト 311 は、ポリゴン (多角形) によって表現されており、当該ポリゴンには、外向きの法線ベクトル $314n(u)$ が設定されている。これらの情報は、上記のように、いずれも RAM 103 内に記憶され、適宜更新される。

【0046】

一方、オブジェクト 311 と視点 301 との相対速度を表す速度ベクトル $322v(u)$ は、 $v(u) = h(u) - k(u)$ のように計算することができる。

また、オブジェクト 311 と視点 301 との相対的な位置関係を表す変位ベクトル 32

50

$1m(u)$ は、座標 $302c(u)$ と座標 $312r(u)$ とをベクトルとして考えれば、 $m(u) = r(u) - c(u)$ のように計算することができる。

【0047】

図4は、当該表示装置にて実行される表示方法の制御の流れを示すフローチャートである。以下、本図を参照して説明する。

本実施形態の表示装置201における表示処理が開始されると、まず、変数 t 、変数 u をクリアし(ステップS401)、変数 A 、変数 B を垂直同期割り込みが発生する間隔に設定する(ステップS402)。垂直同期割り込みが発生するまで待機する(ステップS403)。

【0048】

垂直同期割り込みは、ゲーム装置100において、画面表示の更新を行うための割り込みであり、この割り込みに同期して、画像処理部107はVRAM領域に格納された画像情報を読み出して、これをモニタに表示する。VRAM領域からモニタへの転送は、本処理とは並行してコルーチン的に行われるので、理解を容易にするため、本図では図示を省略している。

垂直同期割り込みが発生した後、対応部203は、変数 t 、変数 u を以下のように更新する(ステップS404)。

$$t \quad t + A ;$$

$$u \quad u + B$$

したがって、CPU 101は、RAM 103と共働して、対応部203として機能することとなる。なお、本表示処理を始めた当初は、上記のように $A = B$ であるから、 t と u の値の変化は一致することになる。

【0049】

次に、移動部204は、更新された仮想時間 u におけるRAM 103内に記憶される以下の値等を参照して、以下の値を計算し、RAM 103内に記憶される値を更新する(ステップS405)。

(1) 視点301の座標 $302c(u)$

(2) 視点301の移動速度を表すベクトル $303h(u)$

(3) 向きベクトル $304d(u)$

(4) オブジェクト311の座標 $312r(u)$

(5) オブジェクト311の移動速度を表すベクトル $313k(u)$

(6) オブジェクト311の法線ベクトル $314n(u)$

これらの値の計算は、種々の三次元グラフィックスで用いられるオブジェクトの物理モデルを適用して行うことができる。

【0050】

たとえば、仮想時間 u の刻み幅(直前の仮想時間との差)は、上記のように、 B であるから、現在のオブジェクトに付加されている外力を現在のオブジェクトの質量で除算し、 B を乗じれば、移動速度を表すベクトルの増分が得られる。これによって、移動速度を表すベクトルを更新することができる。また、移動速度を表すベクトルの更新前と更新後との平均に B を乗じれば、オブジェクトの変位が得られる。これによって、オブジェクトの座標を更新することができる。同様にオブジェクトの慣性モーメントと外力が加えられる場所との関係から、法線ベクトルを更新することができる。

【0051】

視点301があるオブジェクト上に設定されている場合は、当該オブジェクトの移動や姿勢の変化が、視点301の座標や移動速度を表すベクトル、向きベクトルに反映されることになる。

このような計算を行うため、CPU 101が、RAM 103と共働して、移動部204として機能する。

【0052】

ついで、表示部205は、RAM 103に記憶された上記の情報や、別途用意された

10

20

30

40

50

オブジェクト用のテクスチャ情報を利用して、仮想三次元空間内の座標 $302c(u)$ に配置された視点 301 から、仮想三次元空間内を向きベクトル $304d(u)$ の向きに俯瞰した様子を表す画像情報を生成して、これを RAM 103 内のバッファ部に記憶させる (ステップ $S406$)。

したがって、CPU 101 に制御される画像処理部 107 は、RAM 103 と共働して、表示部 205 として機能する。

【0053】

ついで、CPU 101 は、RAM 103 に記憶された情報から、オブジェクト 311 と視点 301 との相対的な位置関係を表す変位ベクトル $321m(u)$ を、

$$m(u) = r(u) - c(u);$$

により計算する (ステップ $S407$)。

さらに、判定部 206 は、RAM 103 のフラグ領域に「将来衝突する旨が既に判定されている」旨の値が記憶されているか否かを調べる (ステップ $S408$)。

【0054】

まだ、記憶されていない場合 (ステップ $S408$; No)、すなわち、視点 301 とオブジェクト 311 とが将来衝突するか否か不明である場合は、オブジェクト 311 と視点 301 との相対速度を表す速度ベクトル $322v(u)$ を、

$$v(u) = h(u) - (u)$$

により、計算する (ステップ $S409$)。

そして、これらの値と、あらかじめ定めた仮想闘時間 P とから、視点 301 とオブジェクト 311 とが将来衝突するか否かを判定する (ステップ $S410$)。

判定の手法としては、以下のようなものが考えられる。

【0055】

(1) 現在から仮想闘時間 P だけ経過した後に、視点 301 がオブジェクト 311 の近傍に位置しているか否かにより判定する手法である。具体的には、近傍であるか否かを判定する定数 ϵ を用いて、

$$|m(u) - Pv(u)|$$

であるか否か、もしくは、

$$|m(u) - Pv(u)|^2$$

であるか否かにより判定する手法である。なお $||$ は、ベクトルの大きさを求める演算を意味する。

【0056】

(2) 上記の条件に加えて、さらに、ベクトル $m(u)$ とベクトル $v(u)$ とのなす角が、0度の近傍の所定の範囲に含まれるか否かにより判定する手法である。両者のなす角は、

$$\arccos \{ m(u) \cdot v(u) / (|m(u)| |v(u)|) \}$$

により求めることができる。ここで \cdot はベクトルの内積を意味する。

【0057】

(3) オブジェクト 311 や視点 301 に想定される最大の加速度を求め、この場合に両者が移動しうる範囲を求めて、当該範囲に共通部分があるか否かにより判定する手法である。本手法は、計算量が多いが、高い精度で衝突するか否かを推定することができる。

このように、CPU 101 は、RAM 103 と共働して、判定部 206 として機能する。

【0058】

そして、将来衝突する旨が判定された場合 (ステップ $S410$; Yes)、RAM 103 内のフラグ領域に、その旨を記録し (ステップ $S411$)、変数領域 B に記憶されている値を小さくする (ステップ $S412$)。典型的には、変数領域 B に、あらかじめ定めた定数 D ($D < A$) を格納する。

これによって、仮想三次元空間内で視点 301 とオブジェクト 311 とが将来 (現在から仮想闘時間 P だけ経過するまでに) 衝突することが判定された場合には、 u の刻み幅が

10

20

30

40

50

小さくなり、現実時間 t に比べて仮想時間 u が遅く経過することになるのである。この後は、ステップ S 4 1 3 に進む。

【 0 0 5 9 】

一方、すでに将来衝突する旨がフラグ領域に記録されている場合（ステップ S 4 0 8 ; Yes）や、将来衝突しないと判定された場合（ステップ S 4 1 0 ; No）は、ステップ S 4 1 3 に進む。

【 0 0 6 0 】

そして、この後、垂直同期割り込みが発生するまで待機する（ステップ S 4 1 3）。当該待機の際には別途用意された他の処理を実行することも可能である。

垂直同期割り込みが発生した後、バッファ領域に記憶されている画像情報を、VRAM領域に転送する（ステップ S 4 1 4）。これはいわゆるダブルバッファリングという技術である。

上述したように、VRAM領域に格納された画像情報は、垂直同期割り込みと同期してモニターに出力されるため、VRAM領域への転送を垂直同期割り込みと同期させることにより、ちらつきのないアニメーション表示が可能となるのである。

【 0 0 6 1 】

そして、視点 3 0 1 とオブジェクト 3 1 1 との距離が所定の定数より小さいか、すなわち、視点 3 0 1 とオブジェクト 3 1 1 が衝突したか否かを調べる（ステップ S 4 1 5）。具体的には、定数 d を用いて、

$$|m(u)| < d$$

であるか否か、もしくは、

$$|m(u)|^2 < d^2$$

であるか否かによって、衝突しているか否かを判定することができる。この定数 d は、上述の定数 d_0 よりは小さく調整することが望ましい。

【 0 0 6 2 】

このほか、視点 3 0 1 があるオブジェクト（たとえば自動車オブジェクト）とともに移動する場合、視点 3 0 1 とともに移動するオブジェクトが、他のオブジェクト（たとえば壁オブジェクト）に衝突することをもって、ステップ S 4 1 5 における「視点 3 0 1 とオブジェクト 3 1 1 が衝突した」こととしても良い。

【 0 0 6 3 】

このようにして調べた結果、視点 3 0 1 とオブジェクト 3 1 1 が衝突している場合（ステップ S 4 1 5 ; Yes）、本処理を終了する。一方、衝突していない場合（ステップ S 4 1 5 ; No）は、ステップ S 4 0 4 に戻る。

衝突することが判明した後は、実際に衝突が起きるまで、画面のアニメーション表示があたかもスローモーションで再生されているかのように見えるようになり、仮想三次元空間内での時間経過を遅くして、画面表示をスローモーション表示することによって、将来視点がオブジェクトに衝突すると判断された旨を、ユーザに提示することができる。

【 0 0 6 4 】

なお、上記の処理の説明では、理解を容易にするため、視点 3 0 1 に対してオブジェクト 3 1 1 を 1 つだけ考慮して説明したが、実際にはオブジェクト 3 1 1 は複数あるため、そのそれぞれについて適宜判断を行う必要がある。ただし、いずれかのオブジェクト 3 1 1 に衝突する旨が判明したら、その時点からスローモーション表示を開始することとなる。

【 0 0 6 5 】

また、オブジェクト 3 1 1 の属性として、衝突判定を行うか否かを識別するための値を付与し、これを各オブジェクト 3 1 1 について RAM 1 0 3 に格納して、衝突判定を行うオブジェクト 3 1 1 を選択しても良い。たとえばレーシングゲームに本表示装置 2 0 1 を適用する場合、視点が配置される自動車のオブジェクトは、一般には路面や遠方に配置される建物とは衝突するとは考えられない。そこで、このような衝突がありえないオブジェクトと、コースの壁を構成するようなオブジェクトを区別して、衝突の可能性のあるも

10

20

30

40

50

のだけについて、上記のような判定処理を行うのである。

【実施例 2】

【0066】

上記実施形態では、将来衝突する旨が判定されると、それ以降はスローモーション表示がされていたが、本実施形態は、これに合わせてクロスフェードを行うものである。

たとえば、全面黒の静止画とのクロスフェードは、スローモーションとブラックアウトを組み合わせたようなアニメーション表示となり、全面白の静止画とのクロスフェードは、スローモーションとホワイトアウトを組み合わせたようなアニメーション表示となる。

このほか、衝突に際してオブジェクトが壊れたり、オブジェクトから気体や液体が噴出したり、オブジェクトが爆発したりする場合には、それらの様子を表わすアニメーション画像とのクロスフェードを用いることもできる。

10

【0067】

クロスフェードを行う場合には、2つの画像の混合比（「値」とも呼ばれる）を求めて、バッファ領域に得られた画像と所定の静止画像や動画像とをブレンディングすれば良い。

値は、以下のような手順で得ることができる。まず、RAM 103内に値を格納する変数領域を用意する。

まず、ステップS411の直後、すなわち、衝突する旨が初めて判別された直後に、変数領域を0にクリアする。

【0068】

一方、ステップS413における「他の処理」において、RAM 103内の変数領域を、

$$+ B / P$$

のように更新する。

このようにすると、衝突が生じると判断されたときから、実際に衝突が生じるまで、変数領域に格納される値は、0から1へ向かって次第に増加していくこととなる。

あとは、ステップS414において、バッファ領域に得られた画像と、所定の静止画や動画像と、を混合比（1 - ）： でブレンディングした結果をVRAM領域へ転送すれば良い。

20

【0069】

一般に、衝突を近似的に判断する場合に、ポリゴン落ち等の異常が表示がされてしまうのは、視点とオブジェクトとが近接した場合に起きる。

本実施形態によれば、このような異常な表示が起きる可能性が高い状況であっても、ブラックアウト、ホワイトアウト、爆発のアニメーション等に画面表示を滑らかに移行することによって、演算処理をさほど複雑にせずに、ユーザにそれを気付かせないようにすることができるようになる。

30

【実施例 3】

【0070】

本実施形態では、視点に対して衝突すると考えられるオブジェクトが静止している場合を考える。たとえば、視点が自動車のオブジェクトに配置され、壁をあらわすオブジェクトに視点と衝突するか否かを考える場合である。

40

【0071】

この場合、当該仮想時間内に当該視点と通過する経路が、当該オブジェクトと交わり、以下の条件

(a) 当該法線ベクトルと当該向きベクトルとのなす角が所定の第1の範囲に含まれる

(b) 当該向きベクトルと当該速度ベクトルとのなす角が所定の第2の範囲に含まれる

(c) 当該速度ベクトルと当該法線ベクトルとのなす角が所定の第3の範囲に含まれる

50

のいずれか少なくとも1つが満たされる場合に、当該仮想闘時間内に当該視点と当該オブジェクトとが衝突すると判定するのである。

【0072】

具体的には、実施形態が適用される模擬実験の種類特質に応じて、

- (1) これら3条件がすべて満たされる。
- (2) 条件(a)(b)のみが満たされる。
- (3) 条件(b)(c)のみが満たされる。
- (4) 条件(c)(a)のみが満たされる。
- (5) 条件(a)のみが満たされる。
- (6) 条件(b)のみが満たされる。
- (7) 条件(c)のみが満たされる。

10

の7通りの中から、いずれか所望のものを採用するのである。

【0073】

たとえば、向きベクトルと法線ベクトルとのなす角が180度の近くにある場合であって、向きベクトルと速度ベクトルとがほぼ同じ向き(なす角が0度の近く)となっている場合は、視点(が配置されている他のオブジェクト)とオブジェクトとが正面衝突する状況に対応する。この場合にのみ「衝突」と判定するがごときである。

本実施形態では、上記のような条件付けを行うことによって、衝突の仕方をあらかじめ予測し、その予測に応じてスローモーション再生とするか、通常再生のままぶつかる様子を見せるか、を適切に選択することができる。

20

【実施例4】

【0074】

本実施形態では、当該衝突すると判定された後は、当該衝突すると判定される前よりも、当該画像を生成する間隔を長くして表示することにより、衝突に至るまでのアニメーション表示にストップモーション的な効果を与えて、ユーザに衝突が起きる旨を簡易に提示しようとするものである。

具体的には、衝突が生じると判定された後は、バッファ領域に対する画像情報の生成ならびにバッファ領域からVRAM領域への転送を、間引くのである。

【0075】

新たな変数領域sをRAM 103に用意することによって間引く手法が適用できる。

30

間引く頻度をあらかじめ定数パラメータをE($E > A$)とする。Eが大きければ大きいほど、間引く度合が大きくなる。

【0076】

まず、ステップS411の直後、すなわち、衝突する旨が初めて判別された直後に、変数領域sを0にクリアする。

また、ステップS404においては、

$$s = s + A$$

のように、変数領域sを更新する。

【0077】

さらに、ステップS406におけるバッファ領域への画像生成処理とステップS414におけるバッファ領域からVRAM領域への転送処理は、 $s \geq E$ が成立する場合にのみ実行し、これらを実行した場合には、ステップS414とステップS415との間で、

40

$$s = s - E$$

のように変数領域sを更新するのである。

【0078】

このほか、同じように変数領域sを使う手法として、ステップS411の直後、すなわち、衝突する旨が初めて判別された直後に

$$s = t$$

とし、ステップS404では更新は行わず、バッファ領域への画像生成とVRAM領域への転送は、 $t - s \geq E$ が成立する場合にのみ実行し、これらを実行した場合には、ステッ

50

プロセス 414 とステップ S 415 との間で、

$$s = s + E$$

のように変数領域 s を更新する、というものを採用しても良い。

【0079】

このように、ストップモーションを用いることによって、衝突が近付いた際に画面表示に必要な各種演算の量を大幅に減らすことができ、CPU 102 の計算時間をほかの処理にまわすことができるようになる。

【産業上の利用可能性】

【0080】

以上説明したように、本発明によれば、三次元グラフィックス表示において、視点がオブジェクトに衝突することが予想される場合の表示を適切に行うのに好適な表示装置、表示方法、ならびに、これらをコンピュータにて実現するプログラムを提供することができ、ゲーム装置においてレーシングゲームやアクションゲームなどを実現する場合のほか、各種の仮想体験を提供するバーチャルリアリティ技術に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明の実施形態の1つに係る表示装置が実現される典型的な情報処理装置の概要構成を示す説明図である。

【図2】本発明の実施形態の1つの表示装置の概要構成を示す模式図である。

【図3】仮想三次元空間における視点とオブジェクトの関係を示す説明図である。

【図4】当該表示装置にて実行される表示方法の制御の流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0082】

- 100 ゲーム装置
- 101 CPU
- 102 ROM
- 103 RAM
- 104 インターフェイス
- 105 コントローラ
- 106 外部メモリ
- 107 画像処理部
- 108 DVD-ROMドライブ
- 109 NIC
- 110 音声処理部
- 201 表示装置
- 202 記憶部
- 203 対応部
- 204 移動部
- 205 表示部
- 206 判定部
- 301 視点
- 302 視点の位置ベクトル
- 303 視点の速度ベクトル
- 304 視線の向きベクトル
- 311 オブジェクト
- 312 オブジェクトの位置ベクトル
- 313 オブジェクトの速度ベクトル
- 314 オブジェクトの法線ベクトル
- 321 視点からオブジェクトへの相対位置を表す変位ベクトル

10

20

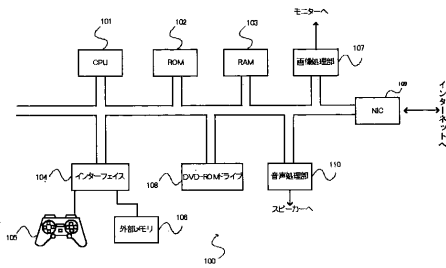
30

40

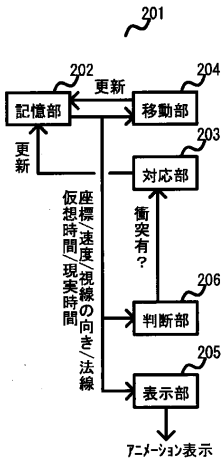
50

3 2 2 視点からオブジェクトへの相対速度を表す速度ベクトル

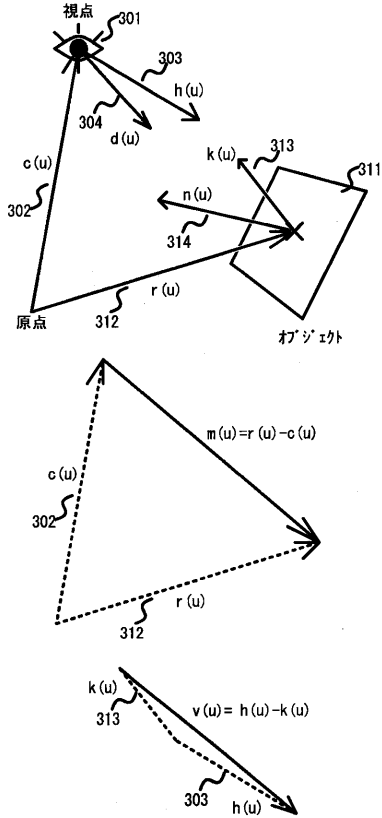
【図1】



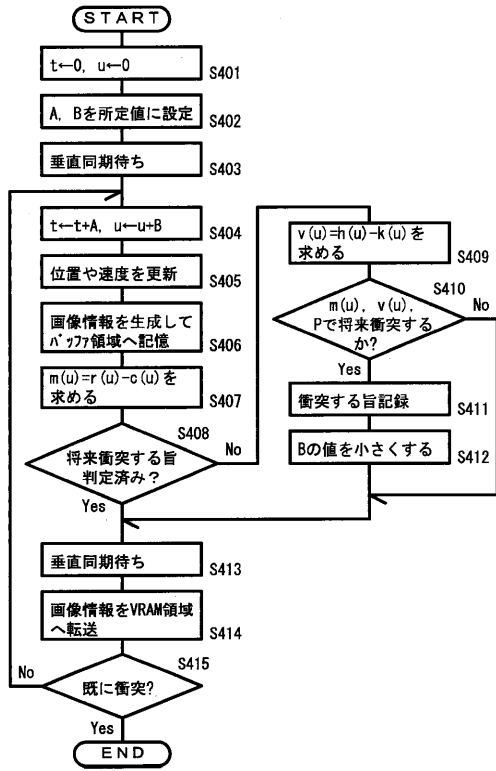
【図2】



【図3】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 大久保 建

東京都港区六本木六丁目10番1号 株式会社コナミコンピュータエンタテインメントスタジオ内

審査官 村松 貴士

(56)参考文献 特開2001-076185(JP,A)

特開2000-200361(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 15/00 - 17/50

A63F 9/24

A63F 13/00 - 13/12