

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4443084号
(P4443084)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月22日(2010.1.22)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 6 T 1 5 / 0 0 (2006.01) G 0 6 T 1 5 / 0 0 3 0 0

請求項の数 6 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2001-323983 (P2001-323983)	(73) 特許権者	000134855
(22) 出願日	平成13年10月22日(2001.10.22)		株式会社バンダイナムコゲームス
(62) 分割の表示	特願平11-345141の分割		東京都品川区東品川4丁目5番15号
原出願日	平成11年12月3日(1999.12.3)	(74) 代理人	100090387
(65) 公開番号	特開2002-183752 (P2002-183752A)		弁理士 布施 行夫
(43) 公開日	平成14年6月28日(2002.6.28)	(74) 代理人	100090479
審査請求日	平成18年11月8日(2006.11.8)		弁理士 井上 一
		(74) 代理人	100090398
			弁理士 大淵 美千栄
		(72) 発明者	齋藤 健司
			東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式会社ナムコ内
		審査官	伊知地 和之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像生成システム及び情報記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像を生成するための画像生成システムであって、
 テクスチャパターンが定義されるテクスチャ空間において環境マッピングの原像領域を移動又は回転させながら、環境テクスチャをオブジェクトにマッピングする手段と、
 オブジェクト空間において仮想カメラから見える画像を描画する手段とを含み、
テクスチャ空間の環境テクスチャを仮想オブジェクトにマッピングすることで得られる画像が、変形処理後の環境テクスチャとしてテクスチャ空間に描画され、テクスチャ空間に描画された変形処理後の環境テクスチャがオブジェクトにマッピングされ、
環境マッピングの原像領域が矩形であり、前記仮想オブジェクトが、複数のポリゴンで構成されると共に該複数のポリゴンの頂点が集まった極を有する場合に、前記矩形の隣り合う2つの頂点が前記極に配置されるように、テクスチャ空間の環境テクスチャが仮想オブジェクトにマッピングされることを特徴とする画像生成システム。

【請求項2】

請求項1において、
 前記環境テクスチャが、オブジェクトから見て上方向に見えるべき環境を表すテクスチャであり、該環境テクスチャが、仮想カメラの位置又は回転角度に依らずにオブジェクトの上方向からオブジェクトにマッピングされることを特徴とする画像生成システム。

【請求項3】

請求項2において、

オブジェクトの面の向きを表すための法線ベクトルを、ローカル座標系からワールド座標系への回転マトリクスで回転させ、回転後の法線ベクトルの座標に基づいて環境テクスチャのテクスチャ座標を求め、求められたテクスチャ座標に基づいてテクスチャ記憶部から環境テクスチャを読み出すことで、環境テクスチャが、オブジェクトの上方向からオブジェクトにマッピングされることを特徴とする画像生成システム。

【請求項 4】

コンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体であって、

テクスチャパターンが定義されるテクスチャ空間において環境マッピングの原像領域を移動又は回転させながら、環境テクスチャをオブジェクトにマッピングする手段と、

オブジェクト空間において仮想カメラから見える画像を描画する手段としてコンピュータを機能させるためのプログラムを記憶し、

テクスチャ空間の環境テクスチャを仮想オブジェクトにマッピングすることで得られる画像が、変形処理後の環境テクスチャとしてテクスチャ空間に描画され、テクスチャ空間に描画された変形処理後の環境テクスチャがオブジェクトにマッピングされ、

環境マッピングの原像領域が矩形であり、前記仮想オブジェクトが、複数のポリゴンで構成されると共に該複数のポリゴンの頂点が集まった極を有する場合に、前記矩形の隣り合う2つの頂点が前記極に配置されるように、テクスチャ空間の環境テクスチャが仮想オブジェクトにマッピングされることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記環境テクスチャが、オブジェクトから見て上方向に見えるべき環境を表すテクスチャであり、該環境テクスチャが、仮想カメラの位置又は回転角度に依らずにオブジェクトの上方向からオブジェクトにマッピングされることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項 6】

請求項 5 において、

オブジェクトの面の向きを表すための法線ベクトルを、ローカル座標系からワールド座標系への回転マトリクスで回転させ、回転後の法線ベクトルの座標に基づいて環境テクスチャのテクスチャ座標を求め、求められたテクスチャ座標に基づいてテクスチャ記憶部から環境テクスチャを読み出すことで、環境テクスチャが、オブジェクトの上方向からオブジェクトにマッピングされることを特徴とする情報記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像生成システム及び情報記憶媒体に関する。

【0002】

【背景技術及び発明が解決しようとする課題】

従来より、仮想的な3次元空間であるオブジェクト空間内の所与の視点から見える画像を生成する画像生成システムが知られており、いわゆる仮想現実を体験できるものとして人気が高い。レーシングゲームを楽しむことができる画像生成システムを例にとれば、プレイヤーは、レーシングカー（オブジェクト）を操作してオブジェクト空間内で走行させ、他のプレイヤーやコンピュータが操作するレーシングカーと競争することで3次元ゲームを楽しむ。

【0003】

このような画像生成システムでは、プレイヤーの仮想現実感の向上のために、よりリアルな画像を生成することが重要な技術的課題になっている。そして、このような課題を解決する1つの手法として、環境マッピングと呼ばれるものが知られている。

【0004】

このような環境マッピングを実現する手法としては例えば以下の第1、第2手法が考えられる。

【0005】

10

20

30

40

50

第1の手法では、オブジェクトから見える環境の画像を仮想球にリアルタイムに描画し、次に、反射ベクトルの方向にある仮想球の画像をオブジェクトにマッピングすることで環境マッピングを実現する。

【0006】

しかしながら、この第1の手法は、非常にリアルな画像を生成できるという利点を有する反面、処理負荷が非常に重くなるという不利点を有する。

【0007】

また第2の手法では、オブジェクトから仮想カメラの方を見た時の環境を擬似的に表す環境テクスチャを予め用意しておき、この擬似的な環境テクスチャを仮想カメラの方向（仮想カメラからオブジェクトの方へと向かう方向）から単にマッピングする。

10

【0008】

しかしながら、この第2の手法は、第1の手法よりも処理負荷が軽くなるという利点を有する反面、オブジェクトに映り込んだ環境が流れて行く様子の表現を実現できず、得られる画像が単調になってしまうという不利点を有する。

【0009】

本発明は、以上のような課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、少ない処理負担でリアルな環境マッピングを実現できる画像生成システム及び情報記憶媒体を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

20

上記課題を解決するために、本発明は、画像を生成するための画像生成システムであって、テクスチャパターンが定義されるテクスチャ空間において環境マッピングの原像領域を移動又は回転させながら、環境テクスチャをオブジェクトにマッピングする手段と、オブジェクト空間において仮想カメラから見える画像を描画する手段とを含むことを特徴とする。また本発明に係る情報記憶媒体は、コンピュータにより使用可能な情報記憶媒体であって、上記手段を実行するためのプログラムを含むことを特徴とする。また本発明に係るプログラムは、コンピュータにより使用可能なプログラム（搬送波に具現化されるプログラムを含む）であって、上記手段を実行するための処理ルーチンを含むことを特徴とする。

【0011】

30

本発明によれば、原像領域が移動又は回転しながら環境テクスチャがオブジェクトにマッピングされる。これにより、オブジェクトに映り込んだ環境が流れて行く様子の表現（環境の流れ表現）を実現できる。従って、仮想カメラの方向から環境テクスチャを単にマッピングする手法では得ることができないリアルな環境マッピングを、テクスチャ空間で原像領域を移動又は回転させるだけという少ない処理負担で実現できるようになる。

【0012】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、オブジェクトが移動するコースに設定されたコース情報に基づいて、環境マッピングの原像領域を移動又は回転させることを特徴とする。このようにすれば、他の用途に使用されるコース情報を有効利用して、原像領域を移動又は回転させることができるようになる。

40

【0013】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記コース情報がコースの道のり距離情報を含み、前記道のり距離情報に基づいて、環境マッピングの原像領域を第1の方向に沿って移動させることを特徴とする。このようにすれば、例えば、コース上でオブジェクトが速く移動すれば、テクスチャ空間において原像領域が速く移動するようになり、オブジェクトへの映り込み画像も速く流れるようになる。従って、コース上で移動するオブジェクトに最適な環境マッピングを実現できる。

【0014】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記コース情報がコース幅情報を含み、前記コース幅情報に基づいて、環境マッピングの原像領域を前記第

50

1の方向とは異なる第2の方向に沿って移動させることを特徴とする。このようにすれば、オブジェクトがコース上でコース幅方向に移動すると、それに応じて、オブジェクトへの映り込み画像も変化するようになる。従って、あたかも、コースに沿って配置された表示物がオブジェクトに映り込み、その映り込み画像が、コース幅方向でのオブジェクトの移動に伴い変化しているかのように見せることができる。

【0015】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、オブジェクトが移動するコースに設定されたコース情報がコース方向情報を含み、前記コース方向情報に基づいて、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャ自体を回転させることを特徴とする。このようにすれば、例えば、オブジェクトがコースのコーナーを移動した場合に、そのコーナーのカーブに沿って環境テクスチャも回転するようになる。これにより、リアルで矛盾の無い画像表現を実現できる。

10

【0016】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、ワールド座標系でのオブジェクトの位置情報又は回転角度情報に基づいて、環境マッピングの原像領域を移動又は回転させることを特徴とする。このようにすれば、オブジェクトの位置情報や回転角度(方向)情報に応じた適切な環境テクスチャをオブジェクトにマッピングできるようになる。

【0017】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、テクスチャ空間の環境テクスチャに変形処理が施され、変形処理後の環境テクスチャがオブジェクトにマッピングされることを特徴とする。このようにすれば、種々の画像効果を有する環境テクスチャをオブジェクトにマッピングできるようになる。

20

【0018】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、テクスチャ空間の環境テクスチャが極座標変換され、極座標変換後の環境テクスチャがオブジェクトにマッピングされることを特徴とする。このようにすれば、環境テクスチャの流れる速度や、流れる方向にパース効果を与えることができるようになる。

【0019】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、テクスチャ空間の環境テクスチャを仮想オブジェクトにマッピングすることで得られる画像が、変形処理後の環境テクスチャとしてテクスチャ空間に描画され、テクスチャ空間に描画された変形処理後の環境テクスチャがオブジェクトにマッピングされることを特徴とする。本発明によれば、まず、テクスチャ空間の環境テクスチャが2次元又は3次元の仮想オブジェクトにマッピングされる。そして、このマッピングにより得られる画像が、テクスチャ空間に描画され、変形処理後の環境テクスチャとして使用され、オブジェクトにマッピングされる。このようにすることで、環境テクスチャの変形処理を少ない処理負担で実現でき、様々な画像効果を奏する環境テクスチャをリアルタイムに生成できるようになる。

30

【0020】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、環境マッピングの原像領域が矩形であり、前記仮想オブジェクトが、複数のポリゴンで構成されると共に該複数のポリゴンの頂点が集まった極を有する場合に、前記矩形の隣り合う2つの頂点が前記極に配置されるように、テクスチャ空間の環境テクスチャが仮想オブジェクトにマッピングされることを特徴とする。このようにすれば、極座標変換による環境テクスチャの変形処理を、簡易な処理で実現できるようになる。

40

【0021】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、テクスチャ空間において原像領域が固定される環境テクスチャと、テクスチャ空間において原像領域が移動又は回転する環境テクスチャとが、オブジェクトにマッピングされることを特徴とする。このようにすれば、流れない環境テクスチャと流れる環境テクスチャとが合成された環境

50

テクスチャを作り出すことができるようになる。なお、原像領域が固定される環境テクスチャとしては遠景の環境テクスチャが望ましく、原像領域が移動又は回転する環境テクスチャとしては近景の環境テクスチャが望ましい。

【0022】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記環境テクスチャが、オブジェクトから見て上方向に見えるべき環境を表すテクスチャであり、該環境テクスチャが、仮想カメラの位置又は回転角度に依らずにオブジェクトの上方向からオブジェクトにマッピングされることを特徴とする。このようにすれば、仮想カメラの位置や回転角度の変化の影響が、環境マッピングに及ぶのを防止できる。このため、仮想カメラの注視場所に常に光源が映り込むなどの不具合の発生を防止でき、光源の映り込みについても正確に表現できる環境マッピングを実現できる。

10

【0023】

また本発明は、画像を生成するための画像生成システムであって、第1のテクスチャを仮想オブジェクトにマッピングし、第1のテクスチャを変形する手段と、前記第1のテクスチャを仮想オブジェクトにマッピングすることで得られる画像を、第2のテクスチャとしてテクスチャ空間に描画する手段と、テクスチャ空間に描画された前記第2のテクスチャをオブジェクトにマッピングする手段とを含むことを特徴とする。また本発明に係る情報記憶媒体は、コンピュータにより使用可能な情報記憶媒体であって、上記手段を実行するためのプログラムを含むことを特徴とする。また本発明に係るプログラムは、コンピュータにより使用可能なプログラム（搬送波に具現化されるプログラムを含む）であって、上記手段を実行するための処理ルーチンを含むことを特徴とする。

20

【0024】

本発明によれば、まず、テクスチャ空間のテクスチャが2次元又は3次元の仮想オブジェクトにマッピングされる。そして、このマッピングにより得られる画像が、テクスチャ空間に描画され、変形処理後のテクスチャとして使用され、オブジェクトにマッピングされる。このようにすることで、テクスチャの変形処理を少ない処理負担で実現でき、様々な画像効果を奏するテクスチャをリアルタイムに生成できるようになる。

【0025】

また本発明は、画像を生成するための画像生成システムであって、環境テクスチャをオブジェクトにマッピングする手段と、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャを切り替える手段と、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャが第1の環境テクスチャから第2の環境テクスチャに切り替わる場合に、第1の環境テクスチャのフェイドアウト処理を行うと共に第2の環境テクスチャのフェイドイン処理を行う手段と、オブジェクト空間において仮想カメラから見える画像を描画する手段とを含むことを特徴とする。また本発明に係る情報記憶媒体は、コンピュータにより使用可能な情報記憶媒体であって、上記手段を実行するためのプログラムを含むことを特徴とする。また本発明に係るプログラムは、コンピュータにより使用可能なプログラム（搬送波に具現化されるプログラムを含む）であって、上記手段を実行するための処理ルーチンを含むことを特徴とする。

30

【0026】

本発明によれば、環境テクスチャが切り替わる場合に、第1の環境テクスチャのフェイドアウト処理が行われ、第1の環境テクスチャによるオブジェクトへの画像の映り込みが、徐々に消えるようになる。また、第2の環境テクスチャのフェイドイン処理が行われ、第2の環境テクスチャによるオブジェクトへの画像の映り込みが、徐々に表示されるようになる。これにより、環境テクスチャの切り替わりが目立たなくなり、より自然でリアルな画像表現を実現できる。

40

【0027】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、オブジェクト空間に設けられた閉鎖空間へのオブジェクトの進入イベントの際に、第1の環境テクスチャのフェイドアウト処理を行うことを特徴とする。このような閉鎖空間へのオブジェクトの進入イベントの際には、第1の環境テクスチャのフェイドアウト処理が行われ周囲の環境が

50

オブジェクトに映り込まなくなっても、プレーヤは不自然さを感じない。従って本発明によれば、環境テクスチャが切り替わる様子を、更に目立たなくすることが可能になる。

【0028】

また本発明は、画像を生成するための画像生成システムであって、環境テクスチャをオブジェクトにマッピングする手段と、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャを切り替える手段と、環境テクスチャを第1の環境テクスチャから第2の環境テクスチャに切り替えるための繋ぎエリアに、環境テクスチャの切り替え用のマップオブジェクトを配置する手段と、オブジェクト空間において仮想カメラから見える画像を描画する手段とを含むことを特徴とする。また本発明に係る情報記憶媒体は、コンピュータにより使用可能な情報記憶媒体であって、上記手段を実行するためのプログラムを含むことを特徴とする。また本発明に係るプログラムは、コンピュータにより使用可能なプログラム（搬送波に具現化されるプログラムを含む）であって、上記手段を実行するための処理ルーチンを含むことを特徴とする。

10

【0029】

本発明によれば、環境テクスチャを切り替えるための繋ぎエリアに、環境テクスチャの切り替え用のマップオブジェクト（望ましくは閉鎖空間を形成するマップオブジェクト）が配置される。従って、この繋ぎエリアに配置された切り替え用マップオブジェクトを利用して、環境テクスチャの切り替え処理、フェイドアウト処理、フェイドイン処理などを行えるようになり、環境テクスチャが切り替わる様子を目立たなくすることができる。

【0030】

また本発明に係る画像生成システム、情報記憶媒体及びプログラムは、オブジェクトが前記繋ぎエリアに位置する場合に、オブジェクトへの環境マッピングが省略されることを特徴とする。このようにオブジェクトが繋ぎエリアに位置する場合にオブジェクトへの環境マッピングを省略して、意図的に暗い環境を創出することで、環境テクスチャが切り替わる様子を更に目立たなくすることができる。

20

【0031】

また本発明は、画像を生成するための画像生成システムであって、環境テクスチャをオブジェクトにマッピングする手段と、オブジェクトが移動するコースに設定されるコース情報が含む環境テクスチャ特定情報に基づいて、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャを切り替える手段と、オブジェクト空間において仮想カメラから見える画像を描画する手段とを含むことを特徴とする。また本発明に係る情報記憶媒体は、コンピュータにより使用可能な情報記憶媒体であって、上記手段を実行するためのプログラムを含むことを特徴とする。また本発明に係るプログラムは、コンピュータにより使用可能なプログラム（搬送波に具現化されるプログラムを含む）であって、上記手段を実行するための処理ルーチンを含むことを特徴とする。

30

【0032】

本発明では、コース情報が含む環境テクスチャ特定情報に基づいて、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャが切り替わる。従って、順位決定などに使用されるコース情報を有効利用して、環境テクスチャの切り替えを簡易な処理で実現できるようになる。

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて説明する。なお以下では、本発明を、レーシングゲームに適用した場合を例にとり説明するが、本発明はこれに限定されず、種々のゲームに適用できる。

40

【0034】

1. 構成

図1に、本実施形態のブロック図の一例を示す。なお同図において本実施形態は、少なくとも処理部100を含めばよく（或いは処理部100と記憶部170、或いは処理部100と記憶部170と情報記憶媒体180を含めばよく）、それ以外のブロック（例えば操作部160、表示部190、音出力部192、携帯型情報記憶装置194、通信部196

50

）については、任意の構成要素とすることができる。

【0035】

ここで処理部100は、システム全体の制御、システム内の各ブロックへの命令の指示、ゲーム処理、画像処理、又は音処理などの各種の処理を行うものであり、その機能は、各種プロセッサ（CPU、DSP等）、或いはASIC（ゲートアレイ等）などのハードウェアや、所与のプログラム（ゲームプログラム）により実現できる。

【0036】

操作部160は、プレーヤが操作データを入力するためのものであり、その機能は、レバー、ボタン、筐体などのハードウェアにより実現できる。

【0037】

記憶部170は、処理部100や通信部196などのワーク領域となるもので、その機能はRAMなどのハードウェアにより実現できる。

【0038】

情報記憶媒体（コンピュータにより使用可能な記憶媒体）180は、プログラムやデータなどの情報を格納するものであり、その機能は、光ディスク（CD、DVD）、光磁気ディスク（MO）、磁気ディスク、ハードディスク、磁気テープ、或いはメモリ（ROM）などのハードウェアにより実現できる。処理部100は、この情報記憶媒体180に格納される情報に基づいて本発明（本実施形態）の種々の処理を行う。即ち情報記憶媒体180には、本発明（本実施形態）の手段（特に処理部100に含まれるブロック）を実行するための情報（プログラム或いはデータ）が格納される。

【0039】

なお、情報記憶媒体180に格納される情報の一部又は全部は、システムへの電源投入時等に記憶部170に転送されることになる。また情報記憶媒体180に記憶される情報は、本発明の処理を行うためのプログラムコード、画像データ、音データ、表示物の形状データ、テーブルデータ、リストデータ、本発明の処理を指示するための情報、その指示に従って処理を行うための情報等の少なくとも1つを含むものである。

【0040】

表示部190は、本実施形態により生成された画像を出力するものであり、その機能は、CRT、LCD、或いはHMD（ヘッドマウントディスプレイ）などのハードウェアにより実現できる。

【0041】

音出力部192は、本実施形態により生成された音を出力するものであり、その機能は、スピーカなどのハードウェアにより実現できる。

【0042】

携帯型情報記憶装置194は、プレーヤの個人データやセーブデータなどが記憶されるものであり、この携帯型情報記憶装置194としては、メモリカードや携帯型ゲーム装置などを考えることができる。

【0043】

通信部196は、外部（例えばホスト装置や他の画像生成システム）との間で通信を行うための各種の制御を行うものであり、その機能は、各種プロセッサ、或いは通信用ASICなどのハードウェアや、プログラムなどにより実現できる。

【0044】

なお本発明（本実施形態）の手段を実行するためのプログラム或いはデータは、ホスト装置（サーバー）が有する情報記憶媒体からネットワーク及び通信部196を介して情報記憶媒体180に配信するようにしてもよい。このようなホスト装置（サーバー）の情報記憶媒体の使用も本発明の範囲内に含まれる。

【0045】

処理部100は、ゲーム処理部110、画像生成部130、音生成部150を含む。

【0046】

ここでゲーム処理部110は、コイン（代価）の受け付け処理、各種モードの設定処理、

10

20

30

40

50

ゲームの進行処理、選択画面の設定処理、オブジェクト（１又は複数のプリミティブ面）の位置や回転角度（X、Y又はZ軸回り回転角度）を求める処理、オブジェクトを動作させる処理（モーション処理）、視点の位置（仮想カメラの位置）や視線角度（仮想カメラの回転角度）を求める処理、マップオブジェクトなどのオブジェクトをオブジェクト空間へ配置する処理、ヒットチェック処理、ゲーム結果（成果、成績）を演算する処理、複数のプレーヤが共通のゲーム空間でプレイするための処理、或いはゲームオーバー処理などの種々のゲーム処理を、操作部１６０からの操作データや、携帯型情報記憶装置１９４からの個人データ、保存データや、ゲームプログラムなどに基づいて行う。

【００４７】

画像生成部１３０は、ゲーム処理部１１０からの指示等にしたがって各種の画像処理を行い、例えばオブジェクト空間内で仮想カメラ（視点）から見える画像を生成して、表示部１９０に出力する。

10

【００４８】

音生成部１５０は、ゲーム処理部１１０からの指示等にしたがって各種の音処理を行い、BGM、効果音、又は音声などの音を生成し、音出力部１９２に出力する。

【００４９】

なお、ゲーム処理部１１０、画像生成部１３０、音生成部１５０の機能は、その全てをハードウェアにより実現してもよいし、その全てをプログラムにより実現してもよい。或いは、ハードウェアとプログラムの両方により実現してもよい。

【００５０】

20

ゲーム処理部１１０は移動・動作演算部１１２、マップオブジェクト配置部１１４を含む。

【００５１】

ここで移動・動作演算部１１２は、車などのオブジェクトの移動情報（位置データ、回転角度データ）や動作情報（オブジェクトの各パーツの位置データ、回転角度データ）を演算するものであり、例えば、操作部１６０によりプレーヤが入力した操作データやゲームプログラムなどに基づいて、オブジェクトを移動させたり動作させたりする処理を行う。

【００５２】

より具体的には、移動・動作演算部１１２は、オブジェクトの位置や回転角度を例えば１フレーム（１／６０秒）毎に求める処理を行う。例えば（ $k-1$ ）フレームでのオブジェクトの位置を PM_{k-1} 、速度を VM_{k-1} 、加速度を AM_{k-1} 、１フレームの時間を t とする。すると k フレームでのオブジェクトの位置 PM_k 、速度 VM_k は例えば下式（１）、（２）のように求められる。

30

【００５３】

$$PM_k = PM_{k-1} + VM_{k-1} \times t \quad (1)$$

$$VM_k = VM_{k-1} + AM_{k-1} \times t \quad (2)$$

マップオブジェクト配置部１１４は、コース、コース脇の建物や木、トンネルなどのマップオブジェクトをオブジェクト空間に配置するための処理を行う。より具体的には本実施形態では、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャを切り替えるための繋ぎエリアが設けられる。そして、マップオブジェクト配置部１１４は、この繋ぎエリアに、環境テクスチャの切り替え用のマップオブジェクトを配置する処理（マップオブジェクトのオブジェクトデータを作成する処理）を行う。このようにすることで、環境テクスチャの切り替えが自然に行われるようになり、環境テクスチャが切り替わったことがプレーヤに気づかれる事態を防止できる。なお、マップオブジェクトの情報（形状情報、テクスチャ情報、色情報等）は、記憶部１７０の中のマップオブジェクト情報記憶部１７９に記憶される。

40

【００５４】

画像生成部１３０は、ジオメトリ処理部１３２（３次元演算部）、描画部１４０（レンダリング部）を含む。

【００５５】

50

ここで、ジオメトリ処理部 1 3 2 は、座標変換、クリッピング処理、透視変換、或いは光源計算などの種々のジオメトリ処理（3次元演算）を行う。そして、本実施形態では、ジオメトリ処理後（透視変換後）のオブジェクトデータ（オブジェクトの頂点座標、頂点テクスチャ座標、或いは輝度データ等）は、記憶部 1 7 0 のメインメモリ 1 7 2 に格納されて、保存される。

【 0 0 5 6 】

ジオメトリ処理部 1 3 2 が含む法線ベクトル処理部 1 3 4 は、オブジェクトの各頂点の法線ベクトル（広義にはオブジェクトの面の法線ベクトル）を、ローカル座標系からワールド座標系への回転マトリクスで回転させる処理を行う。そして、本実施形態では、この回転後の法線ベクトルに基づいて、環境テクスチャのテクスチャ座標を求めている。

10

【 0 0 5 7 】

描画部 1 4 0 は、ジオメトリ処理後（透視変換後）のオブジェクトデータと、テクスチャ記憶部 1 7 6 に記憶されるテクスチャとに基づいて、オブジェクトをフレームバッファ 1 7 4 に描画する。これにより、オブジェクトが移動するオブジェクト空間において、仮想カメラ（視点）から見える画像が描画（生成）されるようになる。

【 0 0 5 8 】

描画部 1 4 0 は、テクスチャマッピング部 1 4 2 を含む。

【 0 0 5 9 】

ここで、テクスチャマッピング部 1 4 2 は、テクスチャ記憶部 1 7 6 に記憶されるテクスチャをオブジェクトにマッピングするための処理（オブジェクトにマッピングするテクスチャを指定する処理、テクスチャを転送する処理等）を行うものであり、原像領域移動・回転部 1 4 4、環境テクスチャ変形部 1 4 6、環境テクスチャ切り替え部 1 4 8、フェイド処理部 1 4 9 を含む。

20

【 0 0 6 0 】

原像領域移動・回転部 1 4 4 は、テクスチャ空間（テクスチャ記憶部）において環境マッピングの原像領域を移動又は回転させる処理を行う。より具体的には、例えば、オブジェクトにマッピングされるテクスチャを指定するためのテクスチャ座標（U、V座標）を、原像領域が移動又は回転するように変化させる。この場合、原像領域移動・回転部 1 4 4 は、コース情報記憶部 1 7 8 に記憶されるコース情報（広義には、ワールド座標系でのオブジェクトの位置情報又は回転角度情報）に基づいて、環境マッピングの原像領域を移動又は回転させる。このようにすることで、オブジェクトに映り込んでいる環境が流れて見えるようになり、これまでにないリアルな画像表現が可能になる。

30

【 0 0 6 1 】

なお本実施形態では、オブジェクトから見て上方向に見えるべき環境テクスチャ（魚眼レンズを通して見えるようなテクスチャ）が、オブジェクトの上方向からオブジェクトに対してマッピングされる。このようにすることで、仮想カメラの位置や回転角度（方向）が変化した場合にも、光源の映り込みなどが正確に表現された環境マッピングを実現できる。

【 0 0 6 2 】

また本実施形態では、例えば、遠景を表す環境テクスチャについては、その原像領域が固定され、近景を表す環境テクスチャについては、その原像領域が移動又は回転される。そして、これらの遠景、近景を表すテクスチャが合成されて、オブジェクトにマッピングされる。このようにすることで、より多様な画像表現が可能になる。

40

【 0 0 6 3 】

環境テクスチャ変形部 1 4 6 は、テクスチャ空間の環境テクスチャに変形処理を施すものである。より具体的には、環境テクスチャ変形部 1 4 6 は、例えば、テクスチャ空間の環境テクスチャを仮想オブジェクトにマッピングすることで環境テクスチャを変形し、このマッピングにより得られる画像をテクスチャ空間に描画する。そして、このテクスチャ空間に描画された変形処理後の環境テクスチャが、オブジェクトにマッピングされるようになる。このようにすることで、極座標変換などの変形処理を環境テクスチャに施すことが

50

可能になり、よりリアルな環境マッピングを実現できる。

【0064】

環境テクスチャ切り替え部148は、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャを切り替えるための処理を行う。より具体的には、コース情報が含む環境テクスチャ特定情報などに基づいて、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャを切り替える。このようにすることで、ゲーム状況、コース状況などに応じた最適な環境テクスチャをオブジェクトにマッピングできるようになり、より多様でリアルな画像表現を実現できる。

【0065】

フェイド処理部149は、環境テクスチャを切り替える際に、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャのフェイドアウト処理（徐々に消す処理）やフェイドイン処理（徐々に表示する処理）を行う。より具体的には、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャが例えば第1の環境テクスチャから第2の環境テクスチャに切り替わる場合に、まず、第1の環境テクスチャのフェイドアウト処理を行う。そして、次に、第2の環境テクスチャのフェイドイン処理を行う。

10

【0066】

なお、本実施形態の画像生成システムは、1人のプレイヤーのみがプレイできるシングルプレイヤーモード専用のシステムにしてもよいし、このようなシングルプレイヤーモードのみならず、複数のプレイヤーがプレイできるマルチプレイヤーモードも備えるシステムにしてもよい。

【0067】

また複数のプレイヤーがプレイする場合に、これらの複数のプレイヤーに提供するゲーム画像やゲーム音を、1つの端末を用いて生成してもよいし、ネットワーク（伝送ライン、通信回線）などで接続された複数の端末を用いて生成してもよい。

20

【0068】

2. 本実施形態の特徴

(1) 原像領域の移動、回転

さて、本実施形態では図2に示すように、環境テクスチャなどのテクスチャパターンが定義されるテクスチャ空間（U、V）において、環境マッピングの原像領域IM（マッピングされる画像が定義される領域）を移動又は回転（スクロール）しながら、車などのオブジェクト10に対して環境テクスチャ（原像領域にある画像）をマッピングするようにしている。これにより、オブジェクト10（車）に映り込んだ環境が流れて行く様子の表現（環境の流れ表現）が可能になる。即ち、オブジェクト10とその周りの環境（木、建物）との相対的位置関係の変化に起因して、オブジェクト10に映り込んだ環境が流れているかのように見せることができ、リアルで多様な環境マッピングを少ない処理負担で実現できる。

30

【0069】

例えば環境マッピングを実現する第1の手法として、オブジェクトから見える環境の画像を仮想球にリアルタイムに描画し、次に、反射ベクトルの方向にある仮想球の画像をオブジェクトにマッピングする手法を考えることができる。

【0070】

しかしながら、この第1の手法では、環境の流れ表現は可能になるが、オブジェクトから見える画像を仮想球にリアルタイムに描画する処理が必要になるため、処理負荷が非常に重くなってしまう。

40

【0071】

また環境マッピングを実現する第2の手法として、オブジェクトから仮想カメラの方を見た時の環境を擬似的に表す環境テクスチャを予め用意しておき、この擬似的な環境テクスチャを仮想カメラの方向から単にマッピングする手法が考えられる。

【0072】

しかしながら、この第2の手法では、仮想カメラの注視点の位置が変化しない限り、オブジェクトへの映り込み画像は変化しないため、環境の流れ表現などのリアルな画像表現を

50

実現できない。

【 0 0 7 3 】

これに対して本実施形態によれば、第 1 の手法に比べて非常に軽い処理負担で、第 2 の手法では実現できないリアルな画像表現を実現できるようになる。

【 0 0 7 4 】

なお本実施形態では、図 2 に示すように、テクスチャ空間の環境テクスチャの境界 B D 1、B D 2 が論理的に連続するようにアドレス制御されている。従って、原像領域 I M の境界 B D 3 が境界 B D 1 を越えると、G 1 に示すように境界 B D 2 に戻る（境界 B D 2 からの画像が再び使用される）。このようにすることで、図 1 のテクスチャ記憶部 1 7 6 の使用記憶容量を節約できる。

10

【 0 0 7 5 】

さて、本実施形態では、車などのオブジェクトが走行するコースに設定されたコース情報に基づいて、環境マッピングの原像領域を移動又は回転させている。

【 0 0 7 6 】

例えば図 3 に示すように、コース 3 0 上に多数のコースポイント P C が設定され、このコースポイント P C に対して、道のり距離 L C、コース方向 D C、コース幅 W C などが設定される。そして、オブジェクト（車）の位置等に基づいて 1 又は複数のコースポイント P C が選択され、選択されたコースポイント P C に設定された道のり距離 L C、コース方向 D C、コース幅 W C が図 1 のコース情報記憶部 1 7 8 から読み出される。そして、読み出された道のり距離 L C に基づいてオブジェクトの順位などが決定される。また、読み出されたコース方向 D C に基づいて、オブジェクトの走行アシストなどが行われる。更に、読み出されたコース幅 W C に基づいて、コースの両サイドに設けられた壁等とオブジェクトとのヒットチェックが行われる。

20

【 0 0 7 7 】

本実施形態では、このように順位決定、走行アシスト、ヒットチェックなどに使用されるコース情報を有効利用して、環境マッピングの原像領域を移動又は回転させている。

【 0 0 7 8 】

例えば図 4（A）に示すように本実施形態では、コース情報が含む道のり距離 L C に基づいて、U 座標の方向（第 1 の方向）に沿って原像領域 I M を移動（スクロール）させている。

30

【 0 0 7 9 】

より具体的には、まず、オブジェクト 1 0 の位置に基づきコースポイント P C が選択され、そのコースポイント P C に設定された道のり距離 L C が読み出される。そして、この読み出された道のり距離 L C に基づいて、U 座標の方向での原像領域 I M の移動量（I M の代表点の U 座標）が決定される。

【 0 0 8 0 】

このようにすれば、オブジェクト 1 0 の移動量に応じた移動量で原像領域 I M も移動するようになる。例えばオブジェクト 1 0 が速く移動すれば、原像領域 I M も速く移動するようになり、オブジェクト 1 0 への映り込み画像も高速に流れるようになる。また、オブジェクト 1 0 が停止した場合には、オブジェクト 1 0 への映り込み画像の流れも停止するようになる。従って、あたかも、コースに沿って木や建物が設置され、その設置された木や建物がオブジェクト 1 0 に映り込み、その木や建物の映り込み画像が、オブジェクト 1 0 の移動に伴い流れているかのように見せることができる。これにより、よりリアルな画像表現を実現できる。

40

【 0 0 8 1 】

また図 4（B）に示すように本実施形態では、コース情報が含むコース幅 W C に基づいて、例えば V 座標の方向（第 2 の方向）に沿って原像領域 I M を移動させている。

【 0 0 8 2 】

より具体的には、まず、オブジェクト 1 0 の位置に基づきコースポイント P C が選択され、そのコースポイント P C に設定されたコース幅 W C が読み出される。そして、この読み

50

出されたコース幅WCとオブジェクト10の位置などに基づいて、V座標の方向での原像領域IMの移動量（IMの代表点のV座標）が決定される。即ち、オブジェクト10がコース30の左側に寄った場合には、原像領域IMはV座標の例えば正方向側に移動し、オブジェクト10がコース30の右側に寄った場合には、原像領域IMはV座標の例えば負方向側に移動する。

【0083】

このようにすれば、オブジェクト10がコース30上で左右方向に移動した場合に、それに応じて、オブジェクト10への映り込み画像も変化するようになる。例えば図4(B)のようにオブジェクト10がコース30の左側に寄ると、環境テクスチャのH1に示す部分がオブジェクト10に映り込まなくなる一方で、H2に示す部分が張り出してきてオブジェクト10に映り込むようになる。この結果、あたかも、コースに沿って木や建物が設置され、その設置された木や建物がオブジェクト10に映り込み、その木や建物の映り込み画像が、オブジェクト10の左右方向の移動に伴い変化しているかのように見せることができる。

10

【0084】

なお、図4(B)では、原像領域IMがV座標の方向で移動した場合にも適正な環境テクスチャがマッピングされるように、環境テクスチャをV座標の方向に拡張して、H3、H4に示すようなマージン領域を設けている。しかしながら、図5(A)に示すように、このようなマージン領域を設けないようにしてもよい。そして、この場合には、図5(B)のように原像領域IMがV座標の方向で移動した場合に、はみ出したH5の部分については境界H6でのテクスチャ(色)をマッピングするようにすればよい。

20

【0085】

また本実施形態では図6に示すように、コース情報が含むコース方向DCに基づいて、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャ自体(或いは環境テクスチャがマッピングされた仮想オブジェクト)を回転させるようにしている。

【0086】

より具体的には、まず、オブジェクトの位置に基づきコースポイントPCが選択され、そのコースポイントPCに設定されたコース方向DCが読み出される。そして、この読み出されたコース方向DCに基づいて、環境テクスチャ自体が回転されて、オブジェクトにマッピングされる。例えば、コース方向DCが右方向に回転した場合(右カーブの場合)には、環境テクスチャも右方向に回転し、コース方向DCが左方向に回転した場合(左カーブの場合)には、環境テクスチャも左方向に回転する。

30

【0087】

このようにすれば、オブジェクトがコーナーを走行した場合に、そのコーナーのカーブに沿って環境テクスチャも回転するようになる。従って、あたかも、コーナーに沿って木や建物が設置され、その設置された木や建物がオブジェクトに映り込んでいるかのように見せることができる。これにより、リアルで矛盾の無い画像表現を実現できる。

【0088】

なお、コースに沿ってオブジェクトが移動するゲーム(車ゲーム、自転車ゲーム、バイクゲーム等)の場合には、コース情報に基づいて環境マッピングの原像領域を移動又は回転させることが望ましい。しかしながら、このようなコース情報が無いゲームの場合には、ワールド座標系でのオブジェクトの位置情報や回転角度(方向)情報などに基づいて、環境マッピングの原像領域を移動又は回転させればよい。

40

【0089】

(2) 環境テクスチャの変形

さて、図7に、本実施形態で使用される環境テクスチャの例を示す。この環境テクスチャは、コースに沿って設置される木や建物などの近景を擬似的に表す環境テクスチャである。

【0090】

本実施形態では、この近景の環境テクスチャに変形処理を施し、変形処理後の環境テクス

50

チャをオブジェクトにマッピングするようにしている。

【 0 0 9 1 】

より具体的には図 8 に示すように、テクスチャ空間の近景の環境テクスチャを仮想オブジェクト 4 0 (半球オブジェクト) にマッピングする。そして、このマッピングにより得られる画像が、変形処理後の近景の環境テクスチャとしてテクスチャ空間 (テクスチャ記憶部) に描画される。そして、この描画された変形処理後の近景の環境テクスチャと、図 9 に示すような遠景の環境テクスチャとが合成され、合成後の環境テクスチャが車などのオブジェクトにマッピングされる。

【 0 0 9 2 】

なお、図 9 の遠景の環境テクスチャには、オブジェクトに映り込ませるべき太陽、空、雲などの周囲の環境が、下から上方向に魚眼レンズを介して見たような絵柄で描かれている。

【 0 0 9 3 】

図 1 0 (A) ~ 図 1 2 (C) に、本実施形態により近景と遠景とが合成された環境テクスチャの例を示す。

【 0 0 9 4 】

図 1 0 (A)、(B)、(C) は、図 4 (A) で説明したように、近景の環境テクスチャの原像領域 I M を U 座標の方向に沿って移動した場合の合成後の環境テクスチャの例である。図 1 0 (A)、(B)、(C) では、空、雲、太陽などを表す遠景の環境テクスチャは固定されている一方で、木や建物などを表す近景の環境テクスチャは I 1 に示す方向に流れている。従って、オブジェクト (車) 上においては、遠景の映り込み画像はほぼ停止する一方で、近景の映り込み画像は速く流れるようになる。従って、遠くの物の映り込みは停止し近くの物の映り込みは速く流れるという現実世界の事象に則したリアルな画像表現を、少ない処理負担で実現できるようになる。

【 0 0 9 5 】

図 1 1 (A)、(B)、(C) は、図 4 (B) で説明したように、近景の環境テクスチャの原像領域 I M を V 座標の方向に沿って移動した場合の合成後の環境テクスチャの例である。図 1 1 (A)、(B)、(C) では、遠景の環境テクスチャは固定されている一方で、近景の環境テクスチャは I 2 に示す方向に動いている。これにより、オブジェクトがコースの左右方向に移動することによる映り込み画像の変化の様子を、リアルに表現できるようになる。

【 0 0 9 6 】

図 1 2 (A)、(B)、(C) は、図 6 で説明したように、オブジェクトにマッピングされる環境テクスチャ自体をコース方向に基づいて回転させた場合の合成後の環境テクスチャの例である。図 1 2 (A)、(B)、(C) では、遠景の環境テクスチャは固定されている一方で、近景の環境テクスチャは I 3 に示す方向で回転している。これにより、オブジェクトがコーナーを走行した場合に、そのコーナーのカーブに沿って環境テクスチャも回転するようになり、よりリアルで矛盾の無い画像表現を実現できる。

【 0 0 9 7 】

さて、図 8 では、環境テクスチャを仮想オブジェクト 4 0 にマッピングすることで、環境テクスチャの変形処理を実現している。より具体的には、半球形状の仮想オブジェクト 4 0 は複数のポリゴンで構成されると共に、複数のポリゴンの頂点が集まった極 P L 1、P L 2 を有する。そして、矩形の原像領域 I M の例えば頂点 V X 1、V X 2 が極 P L 1 に配置され、頂点 V X 3、V X 4 が極 P L 2 に配置されるように、環境テクスチャを仮想オブジェクト 4 0 にマッピングする。このようにすることで、極座標変換などの変形処理を環境テクスチャに施すことが可能になる。

【 0 0 9 8 】

図 8 のように、2 つの極を有する極座標系に環境テクスチャを座標変換することで、例えば、図 1 3 において、J 1 に示す部分での映り込み画像の流れ速度を速くし、J 2、J 3 に示す部分での映り込み画像の流れ速度を遅くできる。これにより、映り込み画像の流れ

10

20

30

40

50

速度にパース効果を与えることができるようになり、現実世界の事象に近い環境の流れ表現を実現できる。

【0099】

一方、図14では、4つの極 $PL1$ 、 $PL2$ 、 $PL3$ 、 $PL4$ を有する半球形状の仮想オブジェクト42を用意し、この仮想オブジェクト42に環境テクスチャをマッピングすることで、環境テクスチャの変形処理を実現している。より具体的には、矩形の原像領域 IM の例えば頂点 $VX1$ 、 $VX2$ が極 $PL1$ に配置され、頂点 $VX3$ 、 $VX4$ が極 $PL2$ に配置され、頂点 $VX1$ 、 $VX4$ が極 $PL3$ に配置され、頂点 $VX2$ 、 $VX3$ が極 $PL4$ に配置されるように（頂点 $VX1$ 、 $VX2$ 、 $VX3$ 、 $VX4$ が辺43、44、45、46に配置されるように）、環境テクスチャを仮想オブジェクト42にマッピングしている。

10

【0100】

図14のように、4つの極を有する極座標系に環境テクスチャを座標変換することで、例えば、図13において、 $J4$ に示すように回り込みながら映り込み画像がオブジェクト10上で流れるようになる。これにより、映り込み画像の流れる方向にパース効果を与えることができ、現実世界の事象に近い環境の流れ表現を実現できる。

【0101】

なお、環境テクスチャをマッピングする仮想オブジェクト40、42は、3次元オブジェクトである必要はなく、2次元オブジェクトであってもよい。即ち、図8、図14において、仮想オブジェクト40、42の各頂点（仮想オブジェクトを構成するポリゴンの各頂点）には、 X 、 Y 座標（2次元座標）を持たせれば十分であり、 Z 座標（3次元座標）を持たせる必要はない。

20

【0102】

（3）上方向からの環境テクスチャのマッピング

さて、前述した第2の手法（以下、比較例と呼ぶ）の環境マッピングでは、図15に示すように、オブジェクトから仮想カメラの方を見た時に見える環境テクスチャを用意しておき、この環境テクスチャを仮想カメラの方向からマッピングしている。

【0103】

このように仮想カメラの方向からマッピングする理由は、仮想カメラがオブジェクトのどの場所を注視した場合にも、その場所に環境が映り込んでいるように見せるためである。即ち、仮想カメラの注視場所がオブジェクトの裏側に回り込んだ時に環境が映り込まなくなってしまうと、不自然な画像になるからである。

30

【0104】

しかしながら、この比較例の環境マッピングには、光源の映り込みを正確に表現できないという問題がある。即ち、仮想カメラの注視場所に光源が常に映り込むようになってしまうため、得られる画像に矛盾が生じる。

【0105】

そこで本実施形態では図16の $B1$ に示すように、まず、オブジェクト10（モデルオブジェクト）から見て上方向（真上方向）に見えるべき環境テクスチャを用意する（図7、図9～図12（C）参照）。

【0106】

そして本実施形態では図16の $B2$ に示すように、仮想カメラ12の位置や回転角度（方向）に依らずに、用意された環境テクスチャを上方向からオブジェクト10に対してマッピングする。このようにすれば、仮想カメラ12の位置や回転角度が変化した場合にも、光源の映り込みなどを正確に表現できる環境マッピングを実現できる。

40

【0107】

図17（A）、（B）に、図15で説明した比較例による環境マッピングにより得られる画像の例を示す。

【0108】

図17（A）では、環境テクスチャにより映り込ませようとしている光源（夕焼け）も仮想カメラも共に、オブジェクト10の前方にある。そして、この場合には、 $C1$ に示すよ

50

うにオブジェクト10の前方に光源(夕焼け)が映り込んでおり、矛盾の無い画像になっている。

【0109】

一方、図17(B)では、光源はオブジェクト10の前方にあるのに対して、仮想カメラはオブジェクト10の右方にある。そして、この場合に比較例の環境マッピングでは、C2の場所に映り込むべき光源がC3に示すようにオブジェクト10の右方に映り込んでしまっている。即ち、実際の光源の方向に対応しない場所に光源の映り込みが生じてしまい、矛盾のある画像になってしまっている。

【0110】

図18(A)、(B)に、本実施形態の環境マッピングにより得られる画像の例を示す。なお同図では、近景の映り込みについては省略している。

10

【0111】

図18(A)では、前述の図17(A)と同様に、光源も仮想カメラも共に、オブジェクト10の前方にある。そして、D1に示すようにオブジェクト10の前方に正しく光源が映り込んでおり、矛盾の無い画像になっている。

【0112】

一方、図18(B)では、前述の図17(B)と同様に、光源はオブジェクト10の前方にあり、仮想カメラは右方にある。そして、この場合に本実施形態の環境マッピングでは、図17(B)とは異なりD3の場所には光源は映り込まず、D2の場所に正しく光源が映り込んでいる。即ち、実際の光源の方向に対応する場所に正しく光源が映り込んでおり、矛盾の無い画像になっている。このように本実施形態によれば、仮想カメラの位置や方向に依らずに、実際の光源の方向に対応する場所に正しく光源の映り込みが生じる。従って、比較例の環境マッピングでは矛盾が生じるため断念せざるを得なかった光源の映り込みを、矛盾無く実現できるようになる。

20

【0113】

次に、図19を用いて、オブジェクト10にマッピングする環境テクスチャのテクスチャ座標を求める手法について説明する。

【0114】

まず、オブジェクト10の世界座標系での各軸回りの回転角度に基づいて、例えばローカル座標系(XL、YL、ZL)から世界座標系(XW、YW、ZW)への回転マトリクスを求める。ここで、オブジェクト10の世界座標系での各軸回りの回転角度は、プレーヤからの操作データや(プレーヤの運転操作)、ゲームプログラム(オブジェクト10の動きを制御するプログラム)などに基づいて各フレーム毎にリアルタイムに求められ、このリアルタイムに求められる回転角度に基づいて上記回転マトリクスが求められることになる。

30

【0115】

次に、求められた回転マトリクスにより、オブジェクト10の各面の法線ベクトルN(面の向きを表すためのベクトル)を回転させる。なお、この法線ベクトルは、オブジェクト10の各面(ポリゴン)の各頂点に与えられる法線ベクトルであることが望ましいが、各面の代表点や各ドットの法線ベクトルであってもよい。

40

【0116】

次に、回転後の法線ベクトルNに基づいて、テクスチャマッピングのためのU、V座標を求める。そして、このU、V座標に基づいて、テクスチャ記憶部から対応するテクスチャが読み出されることになる。

【0117】

以上のように、法線ベクトルを回転マトリクスで回転させ、回転後の法線ベクトルに基づいてテクスチャマッピングのU、V座標を求めるようにすれば、オブジェクトの位置や方向に応じた適切な環境マッピングを実現できるようになる。

【0118】

即ち図20のE1では、オブジェクト10の側面の法線ベクトルNの方向と光源の方向(

50

光源ベクトルの方向)が反対向きで一致するため(角度差が180度となるため)、オブジェクト10の側面へ映り込む光源の輝度が最も強くなる。一方、図20のE2ではオブジェクト10の側面の法線ベクトルNの方向と光源の方向が一致しないため(角度差が180度よりも小さくなるため)、E1の場合に比べて側面へ映り込む光源の輝度が弱くなる。従って、オブジェクト10の位置や方向が変化した場合に、その変化に応じて光源の映り込み具合が変化するようになり、これまでにないリアルな画像を生成できるようになる。

【0119】

本実施形態により生成されるゲーム画像の例を図21(A)、(B)に示すなお、同図においても近景の映り込みについては省略している。

10

【0120】

図21(A)では、オブジェクト10の左側(画面の右側)から光源の光があたっている。この場合に、本実施形態の環境マッピングによればF1に示すように、オブジェクトの左側の面に光源の映り込みが生じており、オブジェクト10に施されるシェーディング処理との間に矛盾が生じない光源の映り込み表現に成功している。また本実施形態によれば、道路に落とされるオブジェクト10の影16の形や位置と、光源の映り込みとの間にも矛盾が生じていない。

【0121】

一方、図21(B)では、オブジェクト10の左前方側(画面の右手前側)から光源の光があたっている。この場合に、本実施形態の環境マッピングによればF2に示すように、オブジェクトの左前方に光源の映り込みが生じており、オブジェクト10に施されるシェーディング処理との間に矛盾が生じない光源の映り込み表現に成功している。また、道路に落とされる影16の形や位置と、光源の映り込みとの間にも矛盾が生じていない。

20

【0122】

(4) 環境テクスチャの切り替え

さて、本実施形態では、複数の環境テクスチャを用意しておき、オブジェクトにマッピングする環境テクスチャを適宜切り替えるようにしている。

【0123】

例えば、オブジェクト(車)の通常走行時においては、図7、図9~図12(C)に示すような環境テクスチャを使用する。一方、オブジェクトがトンネル(広義には閉鎖空間)に進入した場合には、使用する環境テクスチャを切り替えて、図22に示すようなトンネル内の壁や照明が描かれた環境テクスチャを使用する。

30

【0124】

このような環境テクスチャの切り替えを行う場合には、環境テクスチャが切り替えられたことをプレイヤーに気づかれないようにすることが望ましい。

【0125】

そこで本実施形態では、第1の環境テクスチャから第2の環境テクスチャへの切り替え時に、第1の環境テクスチャのフェイドアウト処理を行うと共に第2の環境テクスチャのフェイドイン処理を行うようにしている。

【0126】

即ち図23において、オブジェクト10がトンネル50(閉鎖空間)の外を走行している場合には、環境テクスチャA(図7、図9~図12(C))がオブジェクト10にマッピングされる。そして、オブジェクト10がトンネル10に進入する直前に、環境テクスチャAのフェイドアウト処理が行われ、環境テクスチャAによる画像の映り込みを徐々に消す。そして、オブジェクト10がトンネル10に進入すると、今度は、環境テクスチャB(図22)のフェイドイン処理が行われ、環境テクスチャBによる画像の映り込みが徐々に増えてくるようにする。

40

【0127】

このようにすることで、環境テクスチャが切り替わる様子を目立たなくすることができ、より自然でリアルな画像を生成できる。

50

【 0 1 2 8 】

なお、環境テクスチャAのフェイドアウト処理と環境テクスチャBのフェイドイン処理を同時に行ってもよい。或いは、環境テクスチャAのフェイドアウト処理を行ってから少し期間を空けて、環境テクスチャBのフェイドイン処理を行うようにしてもよい。

【 0 1 2 9 】

また、環境テクスチャのフェイドアウト処理やフェイドイン処理は、環境テクスチャの値（透明度）を制御することによって実現してもよいし、環境テクスチャの色情報自体を書き換えることで実現してもよい。

【 0 1 3 0 】

また、環境テクスチャAのフェイドアウト処理は、オブジェクト空間に設けられたトンネルなどの閉鎖空間へのオブジェクトの進入イベントの際に行うことが望ましい。即ち、現実世界においても、トンネルへの進入時には周囲の環境が暗くなる。従って、トンネルへの進入時に環境テクスチャAのフェイドアウト処理を行い、周囲の環境がオブジェクトに映り込まなくなっても、プレーヤは、それほど不自然さを感じない。従って、このようなトンネルへの進入時に環境テクスチャAのフェイドアウト処理を行うことで、環境テクスチャが切り替わる様子を、更に目立たなくすることが可能になり、プレーヤの仮想現実感を増すことができる。

10

【 0 1 3 1 】

また本実施形態では、環境テクスチャの切り替え処理を、コースに設定されたコース情報に基づいて行っている。より具体的には、例えば、コース情報の中に、環境テクスチャの種類を特定するための環境テクスチャ特定情報を含ませておく。そして、オブジェクトの位置に基づいてコースポイントを選択し、選択されたコースポイントに設定された環境テクスチャ特定情報を読み出す。そして、読み出された環境テクスチャ特定情報に基づいて、環境テクスチャを切り替える。

20

【 0 1 3 2 】

例えば図23において、区間STAのコース情報には環境テクスチャAを特定するための情報が設定され、区間STBのコース情報には環境テクスチャBを特定するための情報が設定される。そして、これらの環境テクスチャ特定情報に基づいて、切り替え地点52において環境テクスチャAからBへの切り替え処理が行われる。このようにすることで、順位決定などに使用されるコース情報を有効利用して、環境テクスチャの切り替え処理を簡易な処理で実現できるようになる。

30

【 0 1 3 3 】

なお、切り替え地点52に設定されるコース情報の中に、環境テクスチャ特定情報として環境テクスチャ切り替えフラグを含ませ、この環境テクスチャ切り替えフラグをトリガーとして、環境テクスチャを切り替えるようにしてもよい。

【 0 1 3 4 】

さて本実施形態では、環境テクスチャを切り替えるための繋ぎエリアに、環境テクスチャの切り替え用のマップオブジェクトを配置するようにしている。

【 0 1 3 5 】

即ち図24に示すように、地点54と地点56の間の繋ぎエリア58に、切り替え用マップオブジェクト60を配置する。そして例えば、地点54付近において環境テクスチャAのフェイドアウト処理を行い、オブジェクト10が繋ぎエリア58に位置する場合には、オブジェクトへの環境テクスチャのマッピングが行われないようにする（環境マッピングを省略する）。そして、地点56付近において環境テクスチャBのフェイドイン処理を行い、トンネル50の中では、図22に示すようなトンネル内の照明などを表す環境テクスチャBを、オブジェクト10にマッピングするようにする。

40

【 0 1 3 6 】

このように、繋ぎエリア58を設け、この繋ぎエリア58に切り替え用マップオブジェクト60を配置して、意図的に暗い環境を創出することで、環境テクスチャが切り替わる様子を更に目立たなくすることができる。

50

【 0 1 3 7 】

即ち、オブジェクト10が繋ぎエリア58に進入した場合に、環境テクスチャAがフェイドアウトされてオブジェクトへの環境の映り込みが無くなっても、オブジェクト10の周囲は切り替え用マップオブジェクト60に覆われており、暗い環境であると想定されているため、プレイヤーは不自然さを感じない。そして、トンネル50内の照明が見えてきた所で、環境テクスチャBのフェイドイン処理を行い、トンネル内の照明等をオブジェクト10に映り込ませるようにする。このようにすることで、オブジェクト10に映り込む環境が、より自然に切り替わるようになり、プレイヤーの仮想現実感を高めることができる。

【 0 1 3 8 】

3. 本実施形態の処理

次に、本実施形態の処理の詳細例について、図25、図26のフローチャートを用いて説明する。

【 0 1 3 9 】

まず、オブジェクト(車)の元絵テクスチャ(オブジェクトのデザインを表すテクスチャとして予め用意されたテクスチャ)をVRAM上のテクスチャ記憶部に転送する(ステップS1)。

【 0 1 4 0 】

次に、遠景の環境テクスチャ(図9)と、図27(A)に示すコース情報の中の環境テクスチャ特定情報により特定される近景の環境テクスチャ(図7、図22)とを、テクスチャ記憶部に転送する(ステップS2)。なお、オブジェクトがトンネル内に位置する場合には、遠景の環境テクスチャは転送されない。

【 0 1 4 1 】

次に、図4(A)で説明したように、近景の環境テクスチャのU座標を、図27(A)に示すコース情報の中の道のり距離LCに基づいて計算する(ステップS3)。また、図4(B)で説明したように、近景の環境テクスチャのV座標を、図27(A)のコース情報の中のコース幅WCに基づいて計算する(ステップS4)。そして、これらの計算結果に基づいて、半球形状の仮想オブジェクトの各頂点のU、V座標を計算し、得られたU、V座標に基づいて、図8で説明したように仮想オブジェクトに近景の環境テクスチャをマッピングする(ステップS5)。仮想オブジェクトの各頂点のU、V座標は、例えば下式のように計算される。

【 0 1 4 2 】

$$UF = U0 + \{ \text{MOD}(LC | TL) \} / TL \quad (3)$$

$$VF = V0 + (WP / WC) \quad (4)$$

上式において、U0、V0は、仮想オブジェクトの各頂点に対して予め与えられている初期値のU、V座標である。また、LCは、コース情報が含む道のり距離であり、TLは、環境テクスチャのU座標方向の長さであり、MOD(X | Y)は、XをYで除算した場合の余りである。また、WPは、コース幅方向でのオブジェクトの位置であり、WCは、コース情報が含むコース幅である(図27(A)、(B)参照)。

【 0 1 4 3 】

なお、道のり距離LCをコース情報に含ませないで、コースポイントPCに基づいて道のり距離LCを計算するようにしてもよい。即ち、この場合には、コースポイントPC自体が道のり距離情報に相当することになる。

【 0 1 4 4 】

次に、近景の環境テクスチャがマッピングされた仮想オブジェクトを、図6で説明したように、コース情報の中のコース方向DC(図27(A)、(B)参照)に基づいて回転させる(ステップS6)。そして、テクスチャ空間の遠景の環境テクスチャの上に、回転後の仮想オブジェクトの画像を描画する(ステップS7)。これにより、遠景の環境テクスチャと近景の環境テクスチャとが、テクスチャ空間(テクスチャ記憶部)上で合成される。

【 0 1 4 5 】

10

20

30

40

50

次に、オブジェクトが環境テクスチャのフェイドアウト範囲又はフェイドイン範囲（図 27（B）参照）に位置するか否かを判断し（ステップ S 8）、いずれかの範囲に位置する場合には、環境テクスチャの切り替え地点とオブジェクトとの距離に応じて、環境テクスチャの値（半透明度、透明度、不透明度）を変化させる（ステップ S 9）。このようにすることで、環境テクスチャのフェイドアウト処理やフェイドイン処理が実現される。この場合の値は、例えば下式のようにして計算される。

【0146】

$$= |LC - LP| / RL \quad (5)$$

ここで、LC は、現在のオブジェクトの位置での道のり距離であり、LP は、切り替え地点までの道のり距離であり、RL は、フェイド範囲の長さ（図 27（B）参照）である。また |Z| は、Z の絶対値である。

10

【0147】

次に、オブジェクトデータ（オブジェクトの頂点座標、頂点テクスチャ座標、輝度データ等）に基づいてオブジェクトのジオメトリ処理を行う（図 26 のステップ S 10）。より具体的には、例えば、オブジェクトをローカル座標系からワールド座標系へ座標変換し、次に、ワールド座標系から視点座標系に座標変換し、クリッピング処理を行った後、スクリーン座標系への透視変換を行う。そして、透視変換後のオブジェクトデータをメインメモリに格納し、消さないで保存しておく（ステップ S 11）。

【0148】

次に、透視変換後のオブジェクトデータと、図 25 のステップ S 1 で転送されたオブジェクトの元絵テクスチャとに基づき、フレームバッファにオブジェクトを描画する（ステップ S 12）。これにより、環境マッピングが施されていない、元のデザインのオブジェクトが描画されることになる。

20

【0149】

次に、図 19 で説明したように、オブジェクトの各頂点の法線ベクトルを、ローカル座標系からワールド座標系への回転マトリクスで回転させる（ステップ S 13）。そして、回転後の法線ベクトルの座標 NXW、NZW に基づき、環境テクスチャの U、V 座標を求める（ステップ S 14）。この場合の U、V 座標を求める計算式は例えば以下になる。

【0150】

$$U = (NXW + 1.0) / 2 \quad (6)$$

$$V = (NZW + 1.0) / 2 \quad (7)$$

上式のような計算を行うのは、U、V 座標の変域は 0.0 ~ 1.0 であり、NXW、NZW の変域は -1.0 ~ 1.0 だからである。

30

【0151】

次に、得られた U、V 座標を、ステップ S 11 でメインメモリに保存したオブジェクトデータ（頂点リスト）の各頂点の U、V 座標に上書きする（ステップ S 15）。即ち、オブジェクトのモデルデータにおいて設定されていた U、V 座標を、法線ベクトルに基づき求められた U、V 座標に置き換える。

【0152】

次に、ステップ S 15 で U、V 座標が上書きされたオブジェクトデータと、図 25 のステップ S 7 で合成された環境テクスチャ（遠景、近景）とに基づき、フレームバッファにオブジェクトを描画する（ステップ S 16）。即ち、ステップ S 12 で既に描画されたオブジェクト（元絵テクスチャがマッピングされたオブジェクト）の上に、環境テクスチャがマッピングされたオブジェクトを上書きで描画する。このように本実施形態では、同一座標のオブジェクトを 2 度書きすることで環境マッピングを実現している。

40

【0153】

4. ハードウェア構成

次に、本実施形態を実現できるハードウェアの構成の一例について図 28 を用いて説明する。

50

【 0 1 5 4 】

メインプロセッサ 9 0 0 は、C D 9 8 2 (情報記憶媒体) に格納されたプログラム、通信インターフェース 9 9 0 を介して転送されたプログラム、或いは R O M 9 5 0 (情報記憶媒体の 1 つ) に格納されたプログラムなどに基づき動作し、ゲーム処理、画像処理、音処理などの種々の処理を実行する。

【 0 1 5 5 】

コプロセッサ 9 0 2 は、メインプロセッサ 9 0 0 の処理を補助するものであり、高速並列演算が可能な積和算器や除算器を有し、マトリクス演算 (ベクトル演算) を高速に実行する。例えば、オブジェクトを移動させたり動作 (モーション) させるための物理シミュレーションに、マトリクス演算などの処理が必要な場合には、メインプロセッサ 9 0 0 上で動作するプログラムが、その処理をコプロセッサ 9 0 2 に指示 (依頼) する。

10

【 0 1 5 6 】

ジオメトリプロセッサ 9 0 4 は、座標変換、透視変換、光源計算、曲面生成などのジオメトリ処理を行うものであり、高速並列演算が可能な積和算器や除算器を有し、マトリクス演算 (ベクトル演算) を高速に実行する。例えば、座標変換、透視変換、光源計算などの処理を行う場合には、メインプロセッサ 9 0 0 で動作するプログラムが、その処理をジオメトリプロセッサ 9 0 4 に指示する。

【 0 1 5 7 】

データ伸張プロセッサ 9 0 6 は、圧縮された画像データや音データを伸張するデコード処理を行ったり、メインプロセッサ 9 0 0 のデコード処理をアクセレートする処理を行う。これにより、オープニング画面、インターミッション画面、エンディング画面、或いはゲーム画面などにおいて、M P E G 方式等で圧縮された動画像を表示できるようになる。なお、デコード処理の対象となる画像データや音データは、R O M 9 5 0、C D 9 8 2 に格納されたり、或いは通信インターフェース 9 9 0 を介して外部から転送される。

20

【 0 1 5 8 】

描画プロセッサ 9 1 0 は、ポリゴンや曲面などのプリミティブ面で構成されるオブジェクトの描画 (レンダリング) 処理を高速に実行するものである。オブジェクトの描画の際には、メインプロセッサ 9 0 0 は、D M A コントローラ 9 7 0 の機能を利用して、オブジェクトデータを描画プロセッサ 9 1 0 に渡すと共に、必要であればテクスチャ記憶部 9 2 4 にテクスチャを転送する。すると、描画プロセッサ 9 1 0 は、これらのオブジェクトデータやテクスチャに基づいて、Z バッファなどを利用した陰面消去を行いながら、オブジェクトをフレームバッファ 9 2 2 に高速に描画する。また、描画プロセッサ 9 1 0 は、ブレンディング (半透明処理)、デプスキューイング、ミップマッピング、フォグ処理、トライリニア・フィルタリング、アンチエイリアシング、シェーディング処理なども行うことができる。そして、1 フレーム分の画像がフレームバッファ 9 2 2 に書き込まれると、その画像はディスプレイ 9 1 2 に表示される。

30

【 0 1 5 9 】

サウンドプロセッサ 9 3 0 は、多チャンネルの A D P C M 音源などを内蔵し、B G M、効果音、音声などの高品位のゲーム音を生成する。生成されたゲーム音は、スピーカ 9 3 2 から出力される。

40

【 0 1 6 0 】

ゲームコントローラ 9 4 2 からの操作データや、メモリカード 9 4 4 からのセーブデータ、個人データは、シリアルインターフェース 9 4 0 を介してデータ転送される。

【 0 1 6 1 】

R O M 9 5 0 にはシステムプログラムなどが格納される。なお、業務用ゲームシステムの場合には、R O M 9 5 0 が情報記憶媒体として機能し、R O M 9 5 0 に各種プログラムが格納されることになる。なお、R O M 9 5 0 の代わりにハードディスクを利用するようにしてもよい。

【 0 1 6 2 】

R A M 9 6 0 は、各種プロセッサの作業領域として用いられる。

50

【 0 1 6 3 】

DMAコントローラ970は、プロセッサ、メモリ(RAM、VRAM、ROM等)間でのDMA転送を制御するものである。

【 0 1 6 4 】

CDドライブ980は、プログラム、画像データ、或いは音データなどが格納されるCD982(情報記憶媒体)を駆動し、これらのプログラム、データへのアクセスを可能にする。

【 0 1 6 5 】

通信インターフェース990は、ネットワークを介して外部との間でデータ転送を行うためのインターフェースである。この場合に、通信インターフェース990に接続されるネットワークとしては、通信回線(アナログ電話回線、ISDN)、高速シリアルバスなどを考えることができる。そして、通信回線を利用することでインターネットを介したデータ転送が可能になる。また、高速シリアルバスを利用することで、他の画像生成システム、他のゲームシステムとの間でのデータ転送が可能になる。

10

【 0 1 6 6 】

なお、本発明の各手段は、その全てを、ハードウェアのみにより実行してもよいし、情報記憶媒体に格納されるプログラムや通信インターフェースを介して配信されるプログラムのみにより実行してもよい。或いは、ハードウェアとプログラムの両方により実行してもよい。

【 0 1 6 7 】

そして、本発明の各手段をハードウェアとプログラムの両方により実行する場合には、情報記憶媒体には、本発明の各手段をハードウェアを利用して実行するためのプログラムが格納されることになる。より具体的には、上記プログラムが、ハードウェアである各プロセッサ902、904、906、910、930等に処理を指示すると共に、必要であればデータを渡す。そして、各プロセッサ902、904、906、910、930等は、その指示と渡されたデータとに基づいて、本発明の各手段を実行することになる。

20

【 0 1 6 8 】

図29(A)に、本実施形態を業務用ゲームシステムに適用した場合の例を示す。プレイヤーは、ディスプレイ1100上に映し出されたゲーム画像を見ながら、レバー1102、ボタン1104等を操作してゲームを楽しむ。内蔵されるシステムボード(サーキットボード)1106には、各種プロセッサ、各種メモリなどが実装される。そして、本発明の各手段を実行するための情報(プログラム或いはデータ)は、システムボード1106上の情報記憶媒体であるメモリ1108に格納される。以下、この情報を格納情報と呼ぶ。

30

【 0 1 6 9 】

図29(B)に、本実施形態を家庭用のゲームシステムに適用した場合の例を示す。プレイヤーはディスプレイ1200に映し出されたゲーム画像を見ながら、ゲームコントローラ1202、1204を操作してゲームを楽しむ。この場合、上記格納情報は、本体システムに着脱自在な情報記憶媒体であるCD1206、或いはメモ리카ード1208、1209等に格納されている。

【 0 1 7 0 】

図29(C)に、ホスト装置1300と、このホスト装置1300とネットワーク1302(LANのような小規模ネットワークや、インターネットのような広域ネットワーク)を介して接続される端末1304-1~1304-nを含むシステムに本実施形態を適用した場合の例を示す。この場合、上記格納情報は、例えばホスト装置1300が制御可能な磁気ディスク装置、磁気テープ装置、メモリ等の情報記憶媒体1306に格納されている。端末1304-1~1304-nが、スタンドアロンでゲーム画像、ゲーム音を生成できるものである場合には、ホスト装置1300からは、ゲーム画像、ゲーム音を生成するためのゲームプログラム等が端末1304-1~1304-nに配送される。一方、スタンドアロンで生成できない場合には、ホスト装置1300がゲーム画像、ゲーム音を生成し、これを端末1304-1~1304-nに伝送し端末において出力することになる。

40

50

【0171】

なお、図29(C)の構成の場合に、本発明の各手段を、ホスト装置(サーバー)と端末とで分散して実行するようにしてもよい。また、本発明の各手段を実行するための上記格納情報を、ホスト装置(サーバー)の情報記憶媒体と端末の情報記憶媒体に分散して格納するようにしてもよい。

【0172】

またネットワークに接続する端末は、家庭用ゲームシステムであってもよいし業務用ゲームシステムであってもよい。そして、業務用ゲームシステムをネットワークに接続する場合には、業務用ゲームシステムとの間で情報のやり取りが可能であると共に家庭用ゲームシステムとの間でも情報のやり取りが可能な携帯型情報記憶装置(メモリカード、携帯型ゲーム装置)を用いることが望ましい。

10

【0173】

なお本発明は、上記実施形態で説明したものに限らず、種々の変形実施が可能である。

【0174】

例えば、本発明のうち従属請求項に係る発明においては、従属先の請求項の構成要件の一部を省略する構成とすることもできる。また、本発明の1の独立請求項に係る発明の要部を、他の独立請求項に従属させることもできる。

【0175】

また、環境テクスチャの原像領域を移動又は回転させる手法は、図4(A)~図6で説明した手法が特に望ましいが、これに限定されるものではない。例えばコース情報以外の情報に基づいて、原像領域を移動又は回転させるようにしてもよい。

20

【0176】

また、コース情報の設定手法も、図3、図27(A)、(B)で説明した手法に限定されるものではない。

【0177】

また、原像領域を移動又は回転させながら環境テクスチャをマッピングする手法では、環境テクスチャは図16のように上方向からマッピングすることが特に望ましいが、本発明は、これに限定されない。

【0178】

また、図8、図14で説明した、テクスチャの変形手法は、環境テクスチャの変形に限定されず、種々のテクスチャの変形に使用できる。

30

【0179】

また、環境テクスチャを切り替える発明においては、原像領域を移動又は回転させる手法や、環境テクスチャを上方向からマッピングする手法を採用しなくてもよい。

【0180】

また、本発明でマッピングされる環境テクスチャの形状やデザインは、本実施形態で説明したものに限定されない。

【0181】

また、画像生成システムが、1つのオブジェクトに複数のテクスチャを重ねてマッピングするというマルチテクスチャマッピング(狭義のマルチテクスチャマッピング)の機能をハードウェアでサポートしている場合には、オブジェクトに対して、元絵テクスチャ(モデルデータのテクスチャ)と環境テクスチャを一度に重ねてマルチテクスチャマッピングすることが望ましい。そして、このように1つのオブジェクトに複数のテクスチャを重ねる場合には、オブジェクトデータの中に、元絵テクスチャを指定するためのテクスチャ座標、環境テクスチャを指定するためのテクスチャ座標というように、複数セットのテクスチャ座標を含ませればよい。

40

【0182】

また、オブジェクトにマッピングされるテクスチャは、色情報のテクスチャに限定されず、輝度情報、半透明情報(値)、表面形状情報(バンプ値)、反射率情報、屈折率情報、或いは深さ情報などについてのテクスチャでもよい。

50

【 0 1 8 3 】

また本発明はレーシングゲーム以外にも種々のゲーム（格闘ゲーム、シューティングゲーム、ロボット対戦ゲーム、スポーツゲーム、競争ゲーム、ロールプレイングゲーム、音楽演奏ゲーム、ダンスゲーム等）に適用できる。

【 0 1 8 4 】

また本発明は、業務用ゲームシステム、家庭用ゲームシステム、多数のプレーヤが参加する大型アトラクションシステム、シミュレータ、マルチメディア端末、ゲーム画像を生成するシステムボード等の種々の画像生成システムに適用できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本実施形態の画像生成システムのブロック図の例である。

10

【 図 2 】 原像領域を移動又は回転しながら環境テクスチャをマッピングする手法について説明するための図である。

【 図 3 】 コース情報について説明するための図である。

【 図 4 】 図 4 (A)、(B) は、コース情報の中の道のり距離、コース幅に基づいて原像領域を移動させる手法について説明するための図である。

【 図 5 】 図 5 (A)、(B) は、環境テクスチャに対して V 座標方向のマージン領域を設けない場合の手法について説明するための図である。

【 図 6 】 コース情報の中のコース方向に基づいて環境テクスチャ自体を回転させる手法について説明するための図である。

【 図 7 】 近景の環境テクスチャの一例を示す図である。

20

【 図 8 】 近景の環境テクスチャを変形して、遠景の環境テクスチャと合成する手法について説明するための図である。

【 図 9 】 遠景の環境テクスチャの一例を示す図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 (A)、(B)、(C) は、近景と遠景が合成された環境テクスチャの例である。

【 図 1 1 】 図 1 1 (A)、(B)、(C) も、近景と遠景が合成された環境テクスチャの例である。

【 図 1 2 】 図 1 2 (A)、(B)、(C) も、近景と遠景が合成された環境テクスチャの例である。

【 図 1 3 】 極を有する仮想オブジェクトに環境テクスチャをマッピングして環境テクスチャを変形する手法の効果について説明するための図である。

30

【 図 1 4 】 4 つの極を有する仮想オブジェクトに環境テクスチャをマッピングして環境テクスチャを変形する手法について説明するための図である。

【 図 1 5 】 比較例の環境マッピングについて説明するための図である。

【 図 1 6 】 上方向から環境テクスチャをマッピングする手法について説明するための図である。

【 図 1 7 】 図 1 7 (A)、(B) は、比較例の環境マッピングにより生成される画像の例について示す図である。

【 図 1 8 】 図 1 8 (A)、(B) は、本実施形態の環境マッピングにより生成される画像の例について示す図である。

40

【 図 1 9 】 法線ベクトルを回転マトリクスで回転させることでテクスチャ座標を求める手法について説明するための図である。

【 図 2 0 】 オブジェクトの回転角度の変化に応じて、オブジェクトへの光源の映り込み具合が変化する様子について説明するための図である。

【 図 2 1 】 図 2 1 (A)、(B) は、本実施形態により生成されるゲーム画像の例である。

【 図 2 2 】 トンネル内で使用される近景の環境テクスチャの一例を示す図である。

【 図 2 3 】 環境テクスチャの切り替え時に環境テクスチャのフェイドアウト処理、フェイドイン処理を行う手法について説明するための図である。

【 図 2 4 】 繋ぎエリアに環境テクスチャの切り替え用のマップオブジェクトを配置する手

50

法について説明するための図である。

【図 2 5】本実施形態の詳細な処理例について示すフローチャートである。

【図 2 6】本実施形態の詳細な処理例について示すフローチャートである。

【図 2 7】図 2 7 (A)、(B) は、コース情報について説明するための図である。

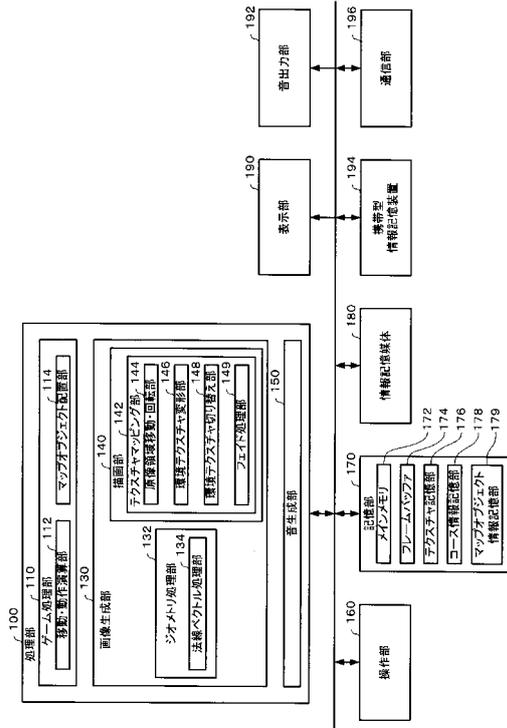
【図 2 8】本実施形態を実現できるハードウェアの構成の一例を示す図である。

【図 2 9】図 2 9 (A)、(B)、(C) は、本実施形態が適用される種々の形態のシステムの例を示す図である。

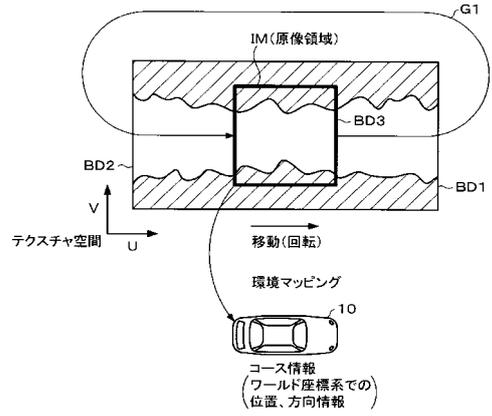
【符号の説明】

1 0	オブジェクト	
1 2	仮想カメラ	10
1 4	光源	
1 6	影	
3 0	コース	
4 0、4 2	仮想オブジェクト	
4 3、4 4、4 5、4 6	辺	
5 0	トンネル(閉鎖空間)	
5 2	切り替え地点	
5 4、5 6	地点	
5 8	繋ぎエリア	
6 0	切り替え用マップオブジェクト	20
1 0 0	処理部	
1 1 0	ゲーム処理部	
1 1 2	移動・動作演算部	
1 1 4	マップオブジェクト配置部	
1 3 0	画像生成部	
1 3 2	ジオメトリ処理部	
1 3 4	法線ベクトル処理部	
1 4 0	描画部	
1 4 2	テクスチャマッピング部	
1 4 4	原像領域移動・回転部	30
1 4 6	環境テクスチャ変形部	
1 4 8	環境テクスチャ切り替え部	
1 4 9	フェイド処理部	
1 5 0	音生成部	
1 6 0	操作部	
1 7 0	記憶部	
1 7 2	メインメモリ	
1 7 4	フレームバッファ	
1 7 6	テクスチャ記憶部	
1 7 8	コース情報記憶部	40
1 7 9	マップオブジェクト情報記憶部	
1 8 0	情報記憶媒体	
1 9 0	表示部	
1 9 2	音出力部	
1 9 4	携帯型情報記憶装置	
1 9 6	通信部	

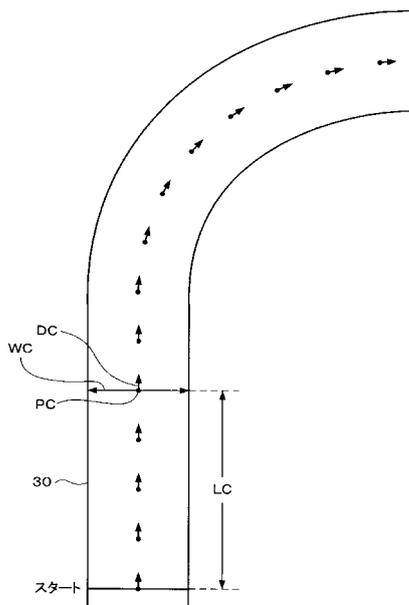
【図1】



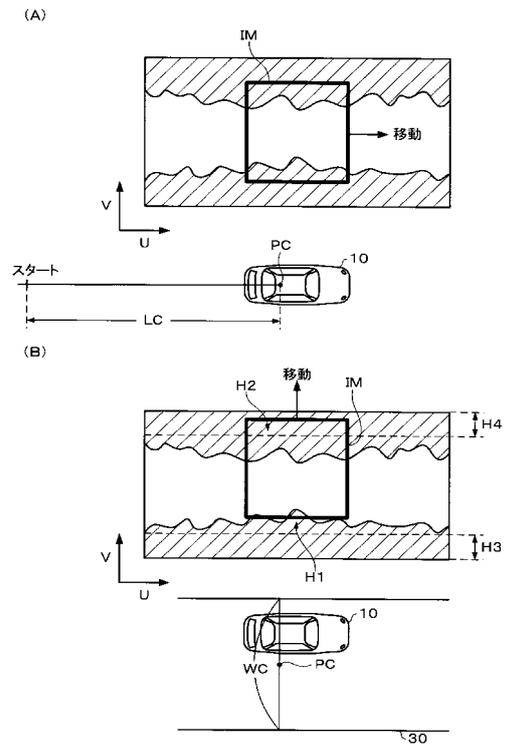
【図2】



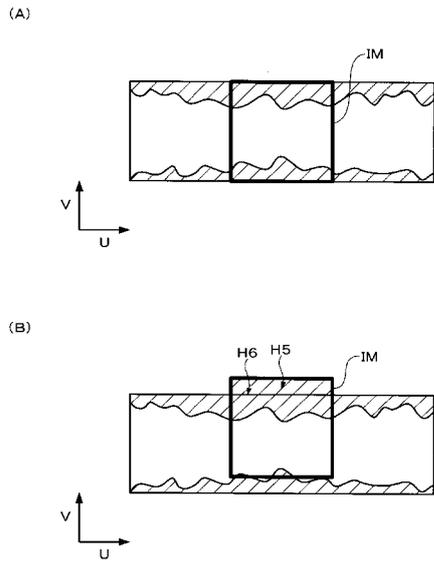
【図3】



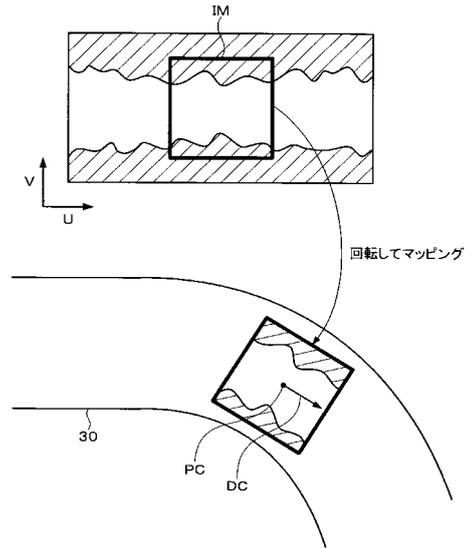
【図4】



【図5】



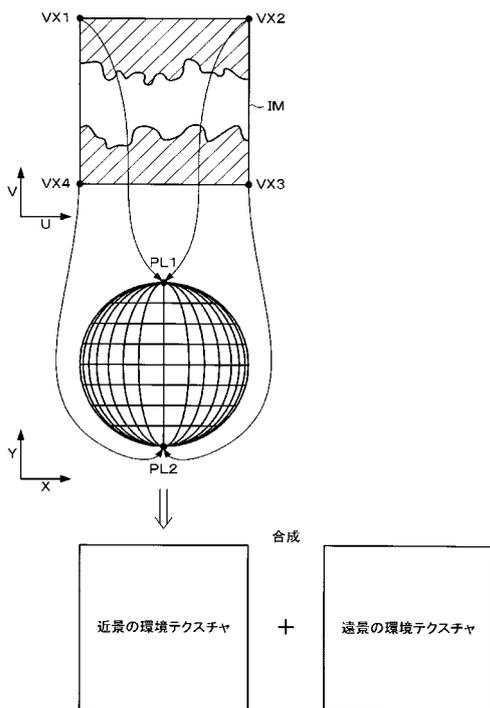
【図6】



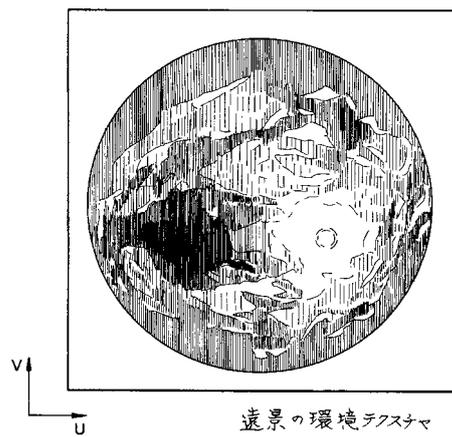
【図7】



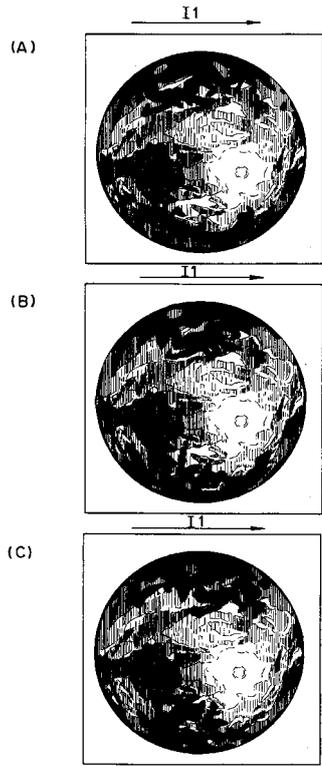
【図8】



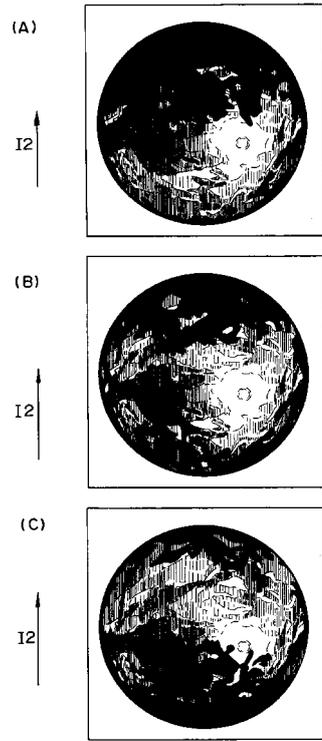
【図9】



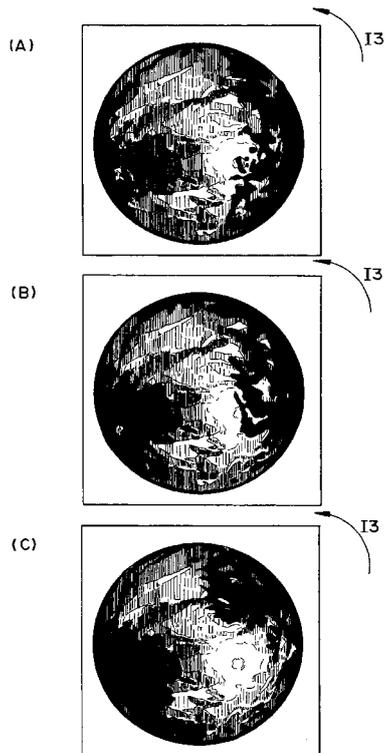
【図10】



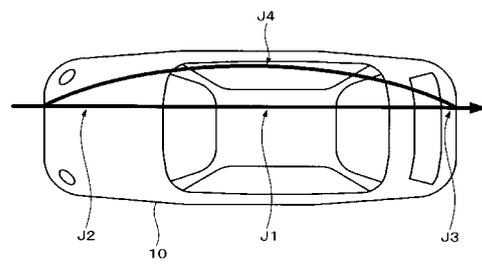
【図11】



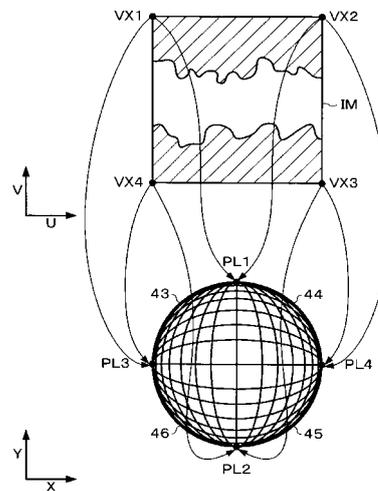
【図12】



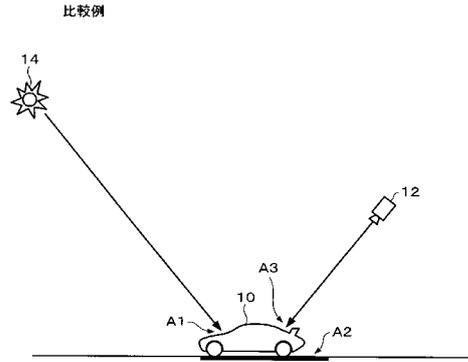
【図13】



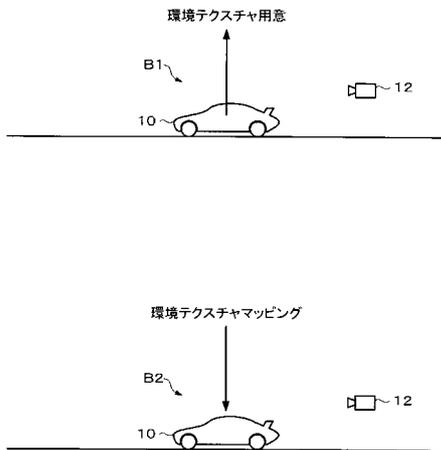
【図14】



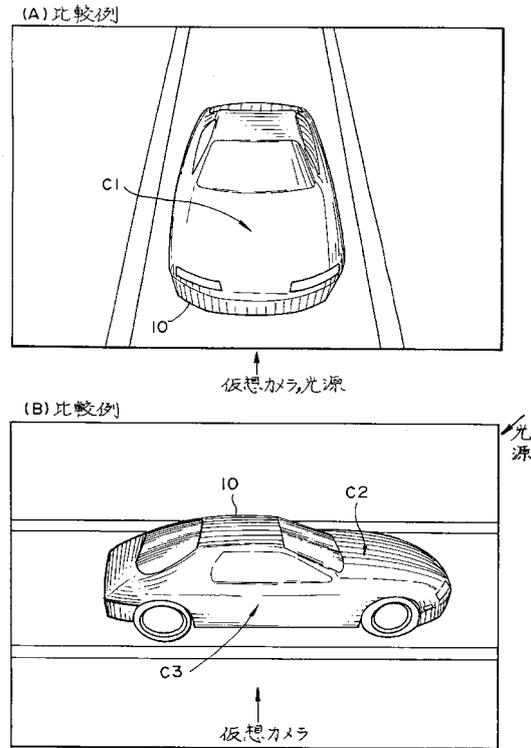
【図15】



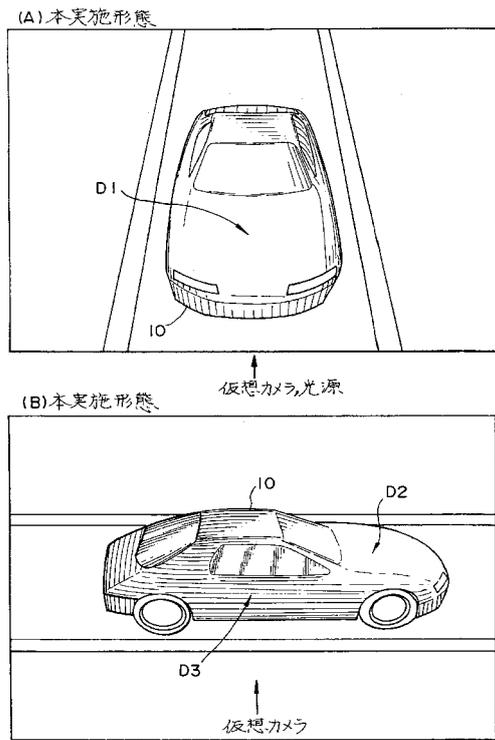
【図16】



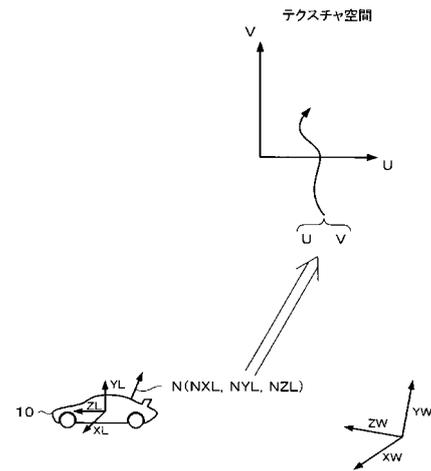
【図17】



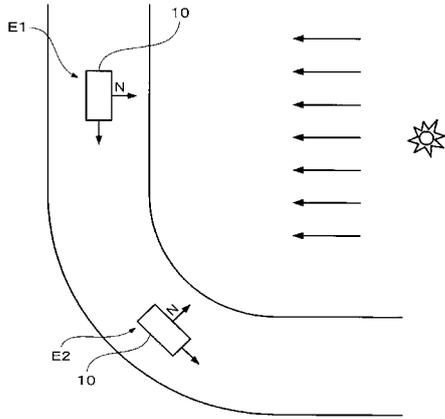
【図18】



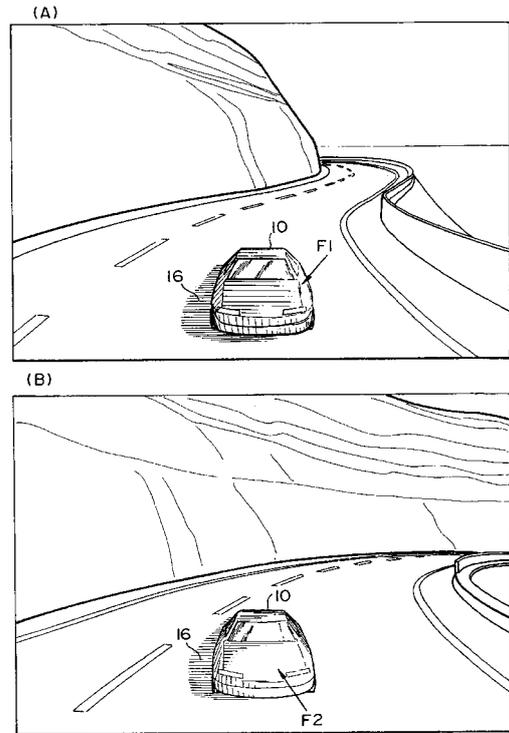
【図19】



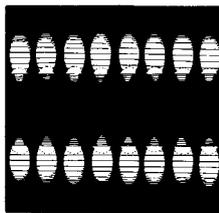
【図20】



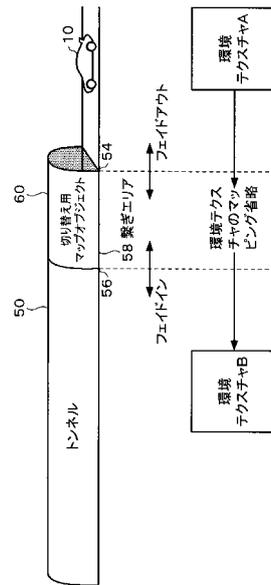
【図21】



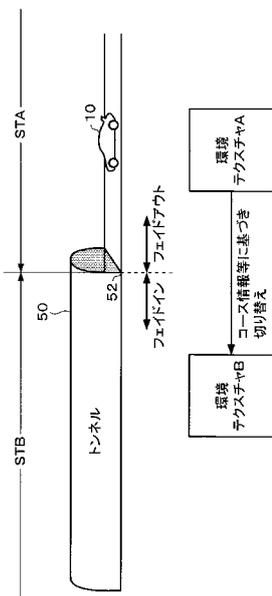
【図22】



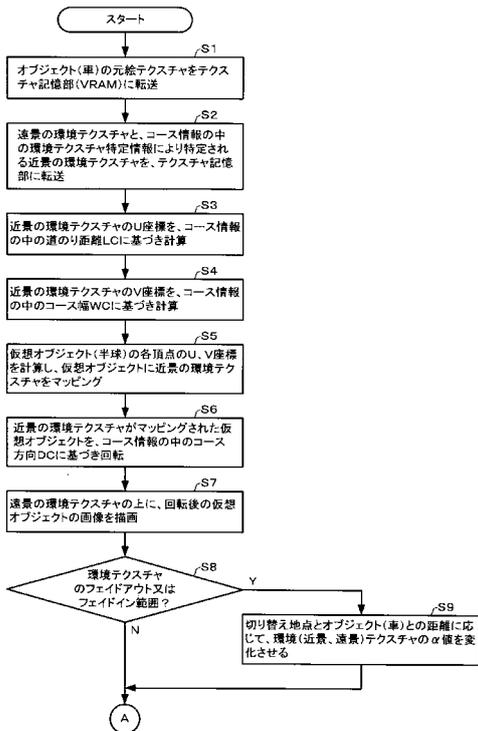
【図24】



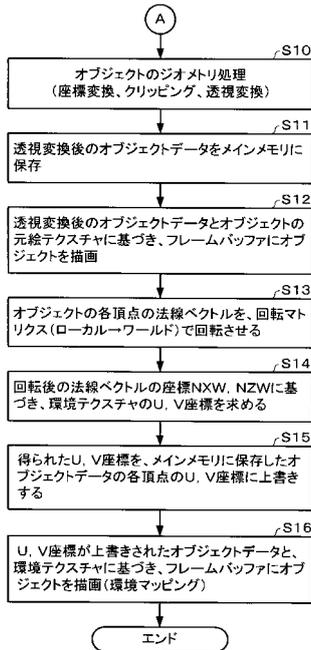
【図23】



【図 25】



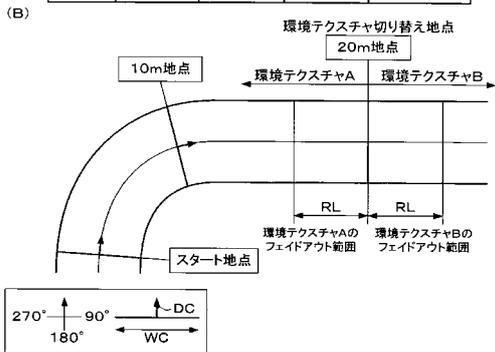
【図 26】



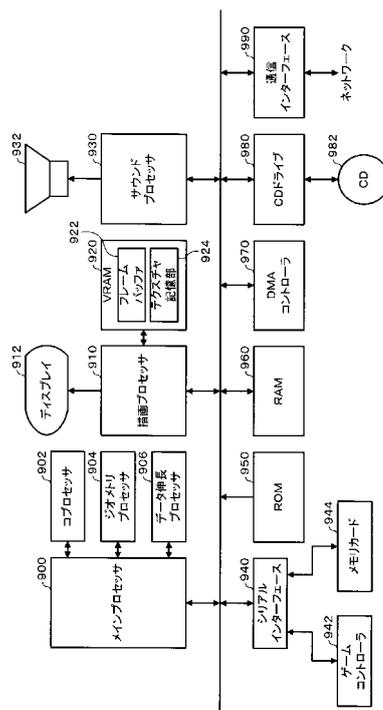
【図 27】

(A)

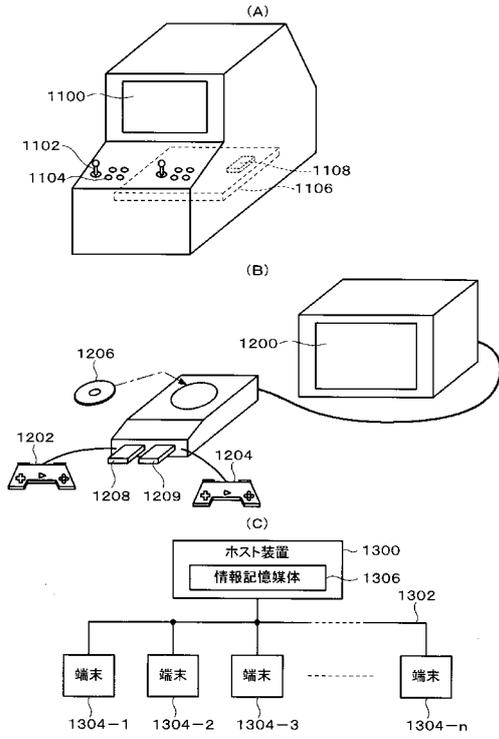
コースポイントPC	道のり距離 LC(m)	コース方向 DC(度)	コース幅 WC(m)	環境テクスチャ 特定情報
PC0	0.0	15	10.0	A
PC1	0.1	15	10.1	A
PC2	0.2	15	10.2	A
PC3	0.3	15	10.4	A
...
PC100	10.0	80	10.8	A
PC101	10.1	81	10.6	A
PC102	10.2	82	10.4	A
PC103	10.3	83	10.1	A
...
PC200	20.0	90	10.0	B
PC201	20.1	90	10.0	B
PC202	20.2	90	10.0	B
...



【図 28】



【図29】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 11 - 175748 (JP, A)
特開平 05 - 143711 (JP, A)
特開平 10 - 320590 (JP, A)
特開平 11 - 259672 (JP, A)
特開平 09 - 319891 (JP, A)
松下 康之, “ Mesa 3Dで始めるOpenGLプログラミング 第6回 特殊効果 - 映り込みの表現”, Linux Japan, 日本, 株式会社五橋研究所, 2000年 1月 1日, 第3巻, 第1号, p. 148 - 153

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 15/00 - 17/50
G09G 5/00 - 5/40
A63F 13/00
CSDB(日本国特許庁)