

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-293091

(P2005-293091A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

G06T 15/50

G06T 15/00

F I

G06T 15/50 200

G06T 15/00 300

テーマコード (参考)

5B080

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2004-105635 (P2004-105635)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 000134855

株式会社ナムコ

東京都大田区多摩川2丁目8番5号

(74) 代理人 100090387

弁理士 布施 行夫

(74) 代理人 100090479

弁理士 井上 一

(74) 代理人 100090398

弁理士 大淵 美千栄

(72) 発明者 中里 裕司

東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式会社ナムコ内

Fターム(参考) 5B080 AA13 BA05 CA01 FA02 FA03

FA08 FA17 GA02 GA08 GA18

GA22

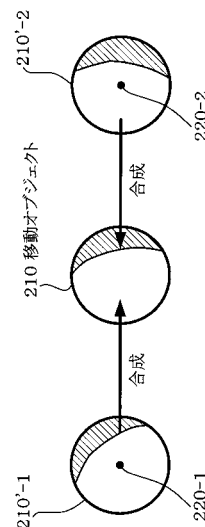
(54) 【発明の名称】 画像生成システム、プログラム及び情報記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 カラーブリーディング効果を少ない演算負荷で高速に再現すること。

【解決手段】 本画像生成システムは、オブジェクト空間内の静止オブジェクトがオブジェクト空間に存在する複数の指定点に配置されたオブジェクトに与えるカラーブリーディング効果に関する情報を、前記指定点に対応付けて記憶するカラーブリーディング効果情報記憶部182と、所与の移動オブジェクトの位置を演算する位置演算部110と、移動オブジェクトの位置に基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある1つ又は複数の指定点を選択する指定点選択部130と、選択された1つ又は複数の指定点に対応付けて記憶されているカラーブリーディング効果情報を読み出し、読み出した1つ又は複数のカラーブリーディング効果情報に基づき、移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるためのレンダリング処理を行うカラーブリーディング効果演算部142を含む。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像生成を行うシステムであって、

オブジェクト空間内の静止オブジェクトがオブジェクト空間に存在する複数の指定点に配置されたオブジェクトに与えるカラーブリーディング効果に関する情報を、前記指定点に対応づけて記憶するカラーブリーディング効果情報記憶部と、

所与の移動オブジェクトの位置を演算する位置演算部と、

前記移動オブジェクトを含むオブジェクト空間の画像を生成する画像生成部とを含み、前記画像生成部は、

移動オブジェクトの位置に基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある 1 つ又は複数の指定点を選択する指定点選択部と、 10

選択された 1 つ又は複数の指定点に対応付けて記憶されているカラーブリーディング効果情報を読み出し、読み出した 1 つ又は複数のカラーブリーディング効果情報に基づき、移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるためのレンダリング処理を行うカラーブリーディング効果演算部とを含む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、

前記カラーブリーディング効果演算部は、

選択された第 1 の指定点、第 2 の指定点、・・・、第 n の指定点のそれぞれに対応する第 1 のカラーブリーディング効果情報、第 2 のカラーブリーディング効果情報、・・・、第 20
n のカラーブリーディング効果情報を読み出して、移動オブジェクトと第 1 の指定点、第 2 の指定点、・・・、第 n の指定点との位置関係に応じて決定される比率で、第 1 のカラーブリーディング効果情報、第 2 のカラーブリーディング効果情報、・・・、第 n のカラーブリーディング効果情報を合成して、合成されたカラーブリーディング効果情報に基づき移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるレンダリング処理を行うことを特徴とする画像生成システム。

【請求項 3】

請求項 1 乃至 2 のいずれかにおいて、

前記カラーブリーディング効果情報記憶部は、

前記カラーブリーディング効果情報として、移動オブジェクトにマッピングするカラーブリーディング効果用テクスチャ情報を記憶し、 30

前記カラーブリーディング効果演算部は、

移動オブジェクトの法線ベクトルに基づいてカラーブリーディング効果用テクスチャのテクスチャ座標を求め、カラーブリーディング効果用テクスチャを移動オブジェクトにマッピングする処理を行うことを特徴とする画像生成システム。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、

前記カラーブリーディング効果情報記憶部は、

前記カラーブリーディング効果情報として、移動オブジェクトにマッピングするカラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャ情報を記憶し、 40

前記カラーブリーディング効果演算部は、

移動オブジェクトの法線ベクトルをテクスチャ座標として前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャを移動オブジェクトにマッピングする処理を行うことを特徴とする画像生成システム。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値は、前記指定点を視点として見たオブジェクト空間の前後左右上下の 6 方向の画像からなるキューブマップ用視点画像の対応する一又は複数のピクセルの輝度値の重み付き総和に基いて設定されていることを特徴とする画像生成システム。 50

【請求項 6】

請求項 4 乃至 5 のいずれかにおいて、

前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値は、各テクセルに対応する方向ベクトルを法線に持つ面要素が受けるカラーブリーディング効果値を、前記指定点を視点として見たオブジェクト空間の前後左右上下の 6 方向の画像からなるキューブマップ用視点画像のピクセルの輝度値に基づき演算し、演算結果に基づき設定されていることを特徴とする画像生成システム。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記方向ベクトルを法線に持つ面要素が受ける有限個数の方向からのカラーブリーディング効果値が、キューブマップ用視点画像における有限個数の方向の入射光に対するピクセルの輝度値の重み付き総和に基づき決定されることを特徴とする画像生成システム。 10

【請求項 8】

請求項 6 において、

前記方向ベクトルを法線に持つ面要素が受ける所定の方向又はあらゆる方向からの入射光の強度が、キューブマップ用視点画像における所定の方向又はあらゆる方向に対する入射光に対するピクセルの輝度値の重み付き総和に基づき決定されることを特徴とする画像生成システム。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかにおいて、 20

前記複数の指定点は 3 次元格子の頂点又は 2 次元格子の頂点に配置されていることを特徴とする画像生成システム。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかにおいて、

前記静止オブジェクトが非表示である画像を生成することを特徴とする画像生成システム。

【請求項 11】

コンピュータで画像生成処理を行うためのプログラムであって

オブジェクト空間内の静止オブジェクトがオブジェクト空間に存在する複数の指定点に配置されたオブジェクトに与えるカラーブリーディング効果に関する情報を、前記指定点 30 に対応づけて記憶するカラーブリーディング効果情報記憶部と、

所与の移動オブジェクトの位置を演算する位置演算部と、

前記移動オブジェクトを含むオブジェクト空間の画像を生成する画像生成部としてコンピュータを機能させ、

前記画像生成部を、

移動オブジェクトの位置に基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある 1 つ又は複数の指定点を選択する指定点選択部と、

選択された 1 つ又は複数の指定点に対応付けて記憶されているカラーブリーディング効果情報を読み出し、読み出した 1 つ又は複数のカラーブリーディング効果情報に基づき、移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるためのレンダリング処理を行うカラーブリーディング効果演算部としてコンピュータを機能させることを特徴とするプログラム。 40

【請求項 12】

コンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体であって、請求項 11 のプログラムが記憶されていることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項 13】

コンピュータを用いて画像生成を行う方法であって、

オブジェクト空間内の静止オブジェクトがオブジェクト空間に存在する複数の指定点に配置されたオブジェクトに与えるカラーブリーディング効果に関するカラーブリーディング効果情報を、前記指定点に対応づけて記憶部に記憶させるステップと、 50

所与の移動オブジェクトの位置を演算するステップと、
前記移動オブジェクトを含むオブジェクト空間の画像を生成する画像生成ステップとを含み、

前記画像生成ステップにおいて、

移動オブジェクトの位置に基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある1つ又は複数の指定点を選択するステップと、

選択された1つ又は複数の指定点に対応付けて記憶されているカラーブリーディング効果情報を読み出し、読み出した1つ又は複数のカラーブリーディング効果情報に基づき、移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるためのレンダリング処理を行うカラーブリーディング効果演算を行うステップを含むことを特徴とする画像生成方法。

10

【請求項14】

カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャを作成するためのプログラムであって、

オブジェクト空間に存在する複数の指定点について、指定点を視点として、視点からみたオブジェクト空間の前後左右上下の6方向の画像からなるキューブマップ用視点画像を生成するキューブマップ用視点画像生成部と、

前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値を前記キューブマップ用視点画像の対応する一又は複数のピクセルの輝度値の重み付き総和に基いて設定するカラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャ画素値演算部としてコンピュータを機能させることを特徴とするプログラム。

20

【請求項15】

カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャを作成するためのプログラムであって、

オブジェクト空間に存在する複数の指定点について、指定点を視点として、視点からみたオブジェクト空間の前後左右上下の6方向の画像からなるキューブマップ用視点画像を生成するキューブマップ用視点画像生成部と、

前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルに対応する方向ベクトルを求め、当該方向ベクトルを法線に持つ面要素が受けるカラーブリーディング効果値を、前記キューブマップ用視点画像のピクセルの輝度値に基づき演算し、演算結果に基づき前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値を設定するカラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャ画素値演算部としてコンピュータを機能させることを特徴とするプログラム。

30

【請求項16】

カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの作成方法であって、

オブジェクト空間に存在する複数の指定点について、指定点を視点として、視点からみたオブジェクト空間の前後左右上下の6方向の画像からなるキューブマップ用視点画像を生成するステップと、

前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値を前記キューブマップ用視点画像の対応する一又は複数のピクセルの輝度値の重み付き総和に基いて設定するステップと、

40

を含むことを特徴とするカラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの作成方法。

【請求項17】

カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの作成方法であって、

オブジェクト空間に存在する複数の指定点について、指定点を視点として、視点からみたオブジェクト空間の前後左右上下の6方向の画像からなるキューブマップ用視点画像を生成するステップと、

前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルに対応する方向ベクトルを求め、当該方向ベクトルを法線に持つ面要素が受けるカラーブリーディング効果値を、前記キューブマップ用視点画像のピクセルの輝度値に基づき演算し、演算結果

50

に基づき前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値を設定するステップと、

を含むことを特徴とするカラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの作成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体、画像生成方法及びカラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの作成方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

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において仮想カメラ（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（例えばゲームシステム）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。

【0003】

このような画像生成システムでは、プレーヤ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課題になっている。

【0004】

近年、ゲーム機やPCに搭載されている3次元グラフィックス機能は向上の一途をたどり、大量のポリゴンと高精細なテクスチャを含む3次元シーンや、そのシーン上で起こるさまざまな特殊効果をリアルタイムに表示することが可能となっている。しかしその一方、最先端のCGによる映像作品ではリアルタイム性が要求されないため、制作の過程では作品の品質を追求するために多大な計算時間を要する技術を採用入れることが可能である。そのため、リアルタイムCGと非リアルタイムCGとでは、その表現力には依然として大きな隔たりが存在する。

20

【0005】

例えばこの隔たりの要因の一つとして、現実での物体表面（あるいは内部）における光の反射は非常に複雑であり、従来のリアルタイムCGがサポートする近似的で画一的なシェーディングモデルや単純なテクスチャリングでは十分に再現できないという点や、グローバルイルミネーションによる視覚効果は計算に非常に時間が掛かるものであるため、リアルタイムで処理することが非常に困難だという点が上げられる。

30

【特許文献1】特開2000-300842号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

例えばある物体の左側に赤い壁があったとすると、当該物体の左側面が赤く色づいて見える。この現象は部屋の左にある赤い壁からの反射光が物体を照らすために起こるグローバルイルミネーションのカラーブリーディング効果によるものである。

【0007】

一般にグローバルイルミネーション $L_e(x, \omega)$ （位置 x における ω 方向の放射光）は以下の方程式によって計算される。

40

【0008】

【数3】

$$L_e(\vec{x}, \vec{\omega}) = \int_{\Omega} f_r(\vec{x}, \vec{\omega}, \vec{\omega}') L_i(\vec{x}, \vec{\omega}') (\vec{n}(\vec{x}) \cdot \vec{\omega}') d\vec{\omega}'$$

【0009】

ただし、 Ω は積分範囲の半球面、 f_r は反射係数、 L_i は入射光、 n は法線を表している。

50

【0010】

この式が示すように、グローバルイルミネーションの厳密な計算には半球面での積分が必要となり非常に多くの時間を要する。そのためリアルタイム処理を行うために近似は必須であるが、その際に照明効果をいかに損なわずに近似を行うかが重要なポイントとなる

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、グローバルイルミネーション現象の一種であるカラーブリーディング効果を少ない演算負荷で高速に再現することが可能な画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体、画像生成方法及びカラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの作成方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

10

【0011】

(1) 本発明は、画像生成を行うシステムであって、

オブジェクト空間内の静止オブジェクトがオブジェクト空間に存在する複数の指定点に配置されたオブジェクトに与えるカラーブリーディング効果に関する情報を、前記指定点に対応づけて記憶するカラーブリーディング効果情報記憶部と、

所与の移動オブジェクトの位置を演算する位置演算部と、

前記移動オブジェクトを含むオブジェクト空間の画像を生成する画像生成部とを含み、前記画像生成部は、

移動オブジェクトの位置に基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある1つ又は複数の指定点を選択する指定点選択部と、

20

選択された1つ又は複数の指定点に対応付けて記憶されているカラーブリーディング効果情報を読み出し、読み出した1つ又は複数のカラーブリーディング効果情報に基づき、移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるためのレンダリング処理を行うカラーブリーディング効果演算部を含むことを特徴とする。

【0012】

また本発明は、上記各部としてコンピュータを機能させるためのプログラムに関する。また本発明は、コンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体であって、上記各部としてコンピュータを機能させるプログラムを記憶（記録）した情報記憶媒体に関する。

【0013】

また本発明は、上記各部を含むゲームシステムに関する。

30

【0014】

カラーブリーディング (color bleeding) とは、グローバルイルミネーションの一種で、シーン中のある面による反射光の色が隣接する面の色に影響を及ぼす間接光効果のことを指す。

【0015】

移動オブジェクトと所定の位置関係にある複数の指定点を選択された場合には、選択された複数の指定点に対応付けて記憶されているカラーブリーディング効果情報を読み出し、各指定点と移動オブジェクトの距離比に応じて合成係数を求めて、合成係数に基づき複数のカラーブリーディング効果情報を合成するようにしてもよい。

【0016】

40

カラーブリーディング効果情報は、例えばテクスチャ情報として記憶させ、移動オブジェクトにマッピングするようにしてもよい。

【0017】

またカラーブリーディング効果を球面調和関数の線形結合係数として記憶させ、球面調和関数の基底関数をその結合係数に従って合成した結果を移動オブジェクトに反映させるようにしてもよい。

【0018】

移動オブジェクトと所定の位置関係にある1つ又は複数の指定点を選択する際には、移動オブジェクトの位置座標や移動オブジェクトの代表点の位置座標等に基づき所定の位置関係を判断するようにしてもよい。

50

【0019】

オブジェクトが受けるカラーブリーディング効果を表現するには一般には多大な計算量を必要とするが、静止オブジェクトが他の静止オブジェクトから受けるカラーブリーディング効果については動的に変化しないので予めカラーブリーディング効果を演算して反映させておくことができる。

【0020】

しかし移動オブジェクトが他のオブジェクト（静止オブジェクト）から受けるカラーブリーディング効果は、移動オブジェクトの位置に応じて動的に変化する。

【0021】

本発明によればオブジェクト空間内のオブジェクトを動かないもの（静止オブジェクト）と動くもの（移動オブジェクト）に分け、静止オブジェクトが移動オブジェクトにもたらすカラーブリーディング効果については、複数の指定点においてあらかじめ計算して記憶させておいたカラーブリーディング効果情報を、移動オブジェクトの位置に応じて動的に合成することによって、少なき演算負荷で実現することができる。

【0022】

（2）本発明の画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体は、
前記カラーブリーディング効果演算部が、

選択された第1の指定点、第2の指定点、・・・、第nの指定点のそれぞれに対応する第1のカラーブリーディング効果情報、第2のカラーブリーディング効果情報、・・・、第nのカラーブリーディング効果情報を読み出して、移動オブジェクトと第1の指定点、第2の指定点、・・・、第nの指定点との位置関係に応じて決定される比率で、第1のカラーブリーディング効果情報、第2のカラーブリーディング効果情報、・・・、第nのカラーブリーディング効果情報を合成して、合成されたカラーブリーディング効果情報に基づき移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるレンダリング処理を行うことを特徴とする。

【0023】

（3）本発明の画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体は、
前記カラーブリーディング効果情報記憶部が、

前記カラーブリーディング効果情報として、移動オブジェクトにマッピングするカラーブリーディング効果用テクスチャ情報を記憶し、

前記カラーブリーディング効果演算部が、

移動オブジェクトの法線ベクトルに基づいてカラーブリーディング効果用テクスチャのテクスチャ座標を求め、カラーブリーディング効果用テクスチャを移動オブジェクトにマッピングする処理を行うことを特徴とする。

【0024】

カラーブリーディング効果用テクスチャ情報は、キューブマップのテクスチャ情報でもよいし、環境マップのテクスチャ情報でもよい。

【0025】

キューブマップでは移動オブジェクトが持っている法線ベクトルをテクスチャ座標として使うことができる。それ以外では法線ベクトルに何らかの変換を加えてテクスチャ座標に変換する。

【0026】

（4）本発明の画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体は、
前記カラーブリーディング効果情報記憶部が、

前記カラーブリーディング効果情報として、移動オブジェクトにマッピングするカラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャ情報を記憶し、

前記カラーブリーディング効果演算部が、

移動オブジェクトの法線ベクトルをテクスチャ座標として前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャを移動オブジェクトにマッピングする処理を行うことを特徴とする。

【0027】

カラーブリーディング効果情報をキューブマップテクスチャ情報として持っている構成にすると、法線ベクトルをテクスチャ座標として使うことができるので、処理が簡単になる。

【0028】

(5) 本発明の画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体は、
前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値は、前記指定点を視点として見たオブジェクト空間の前後左右上下の6方向の画像からなるキューブマップ用視点画像の対応する一又は複数のピクセルの輝度値の重み付き総和に基いて設定されていることを特徴とする。

10

【0029】

(6) 本発明の画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体は、
前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値は、各テクセルに対応する方向ベクトルを法線に持つ面要素が受けるカラーブリーディング効果値を、前記指定点を視点として見たオブジェクト空間の前後左右上下の6方向の画像からなるキューブマップ用視点画像のピクセルの輝度値に基づき演算し、演算結果に基づき設定されていることを特徴とする。

【0030】

前記方向ベクトルはテクセルと視点を結ぶベクトルを使用することができる。

【0031】

また当該方向ベクトルを法線に持つ面要素が受けるカラーブリーディング効果値をキューブマップ用視点画像の複数のピクセルの輝度値をその影響度の大きさに応じた割合で加算した値に基づき決定するようにしてもよい。

20

(7) 本発明の画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体は、

前記方向ベクトルを法線に持つ面要素が受ける有限個数の方向からのカラーブリーディング効果値を、キューブマップ用視点画像における有限個数の方向の入射光に対するピクセルの輝度値の重み付き総和に基づき決定することを特徴とする。

【0032】

またカラーブリーディング効果値は入射光の強度等で表すことができる。

【0033】

またキューブマップ用視点画像における有限個数の方向の入射光に対するピクセルの輝度値の重み付き総和を求める際には、複数のピクセルの輝度値をその影響度の大きさに応じた割合で加算した値に基づき決定するようにしてもよい。

30

【0034】

(8) 本発明の画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体は、

前記方向ベクトルを法線に持つ面要素が受ける所定の方向又はあらゆる方向からの入射光の強度を、キューブマップ用視点画像における所定の方向又はあらゆる方向に対する入射光に対するピクセルの輝度値の重み付き総和に基づき決定することを特徴とする。

【0035】

またカラーブリーディング効果値は入射光の強度等で表すことができる。

40

【0036】

またキューブマップ用視点画像における所定の方向又はあらゆる方向の入射光に対するピクセルの輝度値の総和を求める際には、複数のピクセルの輝度値をその影響度の大きさに応じた割合で加算した値に基づき決定するようにしてもよい。

【0037】

(9) 本発明の画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体は、

前記複数の指定点は3次元格子の頂点又は2次元格子の頂点に配置されていることを特徴とする。

【0038】

例えば3次元格子の頂点に指定点を配置する場合には移動オブジェクトの位置座標 (x

50

、 y 、 z)の x 、 y 、 z 成分と指定点 n の位置座標(x_n 、 y_n 、 z_n)の x 、 y 、 z 成分とに基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある1つ又は複数の指定点を選択するようにしてもよい。

【0039】

また例えば2次元格子の頂点に指定点を配置するようにしても良い。この場合には移動オブジェクトの位置座標(x 、 y 、 z)の x 、 z 成分と指定点 n の位置座標(x_n 、 y_n 、 z_n)の x 、 z 成分とに基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある1つ又は複数の指定点を選択するようにしてもよい。

【0040】

また例えば上記の構成において、カラーブリーディング効果の変化が激しい箇所に対して動的に格子の幅を変化させることができる構成としてもよい。 10

【0041】

なお格子点のすべてに指定点を配置しなくてもよい。例えば移動オブジェクトの移動可能な範囲に存在する格子点に配置するようにしてもよい。

【0042】

(10) 本発明の画像生成システム、プログラム、情報記憶媒体は、
前記静止オブジェクトが非表示である画像を生成することの特徴とする。

【0043】

(11) 本発明は、コンピュータで画像生成処理を行うためのプログラムであって
オブジェクト空間内の静止オブジェクトがオブジェクト空間に存在する複数の指定点に 20
配置されたオブジェクトに与えるカラーブリーディング効果に関する情報を、前記指定点
に対応づけて記憶するカラーブリーディング効果情報記憶部と、
所与の移動オブジェクトの位置を演算する位置演算部と、
前記移動オブジェクトを含むオブジェクト空間の画像を生成する画像生成部としてコン
ピュータを機能させ、
前記画像生成部を、
移動オブジェクトの位置に基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある1つ又
は複数の指定点を選択する指定点選択部と、
選択された1つ又は複数の指定点に対応付けて記憶されているカラーブリーディング効
果情報を読み出し、読み出した1つ又は複数のカラーブリーディング効果情報に基づき、 30
移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるためのレンダリング処理を行うカ
ラーブリーディング効果演算部としてコンピュータを機能させることを特徴とする。

【0044】

(12) 本発明は、コンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体であって、上記記載のプログラムが記憶されていることを特徴とする。

【0045】

(13) 本発明は、コンピュータを用いて画像生成を行う方法であって、
オブジェクト空間内の静止オブジェクトがオブジェクト空間に存在する複数の指定点に 40
配置されたオブジェクトに与えるカラーブリーディング効果に関する情報を、前記指定点
に対応づけて記憶部に記憶させるステップと、
所与の移動オブジェクトの位置を演算するステップと、
前記移動オブジェクトを含むオブジェクト空間の画像を生成する画像生成ステップとを
含み、
前記画像生成ステップにおいて、
移動オブジェクトの位置に基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある1つ又
は複数の指定点を選択するステップと、
選択された1つ又は複数の指定点に対応付けて記憶されているカラーブリーディング効
果情報を読み出し、読み出した1つ又は複数のカラーブリーディング効果情報に基づき、
移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるためのレンダリング処理を行うカ
ラーブリーディング効果演算を行うステップを含むことを特徴とする。 50

【0046】

(14) 本発明は、カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャを作成するためのプログラムであって、

オブジェクト空間に存在する複数の指定点について、指定点を視点として、視点からみたオブジェクト空間の前後左右上下の6方向の画像からなるキューブマップ用視点画像を生成するキューブマップ用視点画像生成部と、

前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値を前記キューブマップ用視点画像の対応する一又は複数のピクセルの輝度値の重み付き総和に基いて設定するカラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャ画素値演算部としてコンピュータを機能させることを特徴とする。

10

【0047】

(15) 本発明は、カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャを作成するためのプログラムであって、

オブジェクト空間に存在する複数の指定点について、指定点を視点として、視点からみたオブジェクト空間の前後左右上下の6方向の画像からなるキューブマップ用視点画像を生成するキューブマップ用視点画像生成部と、

前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルに対応する方向ベクトルを求め、当該方向ベクトルを法線に持つ面要素が受けるカラーブリーディング効果値を、前記キューブマップ用視点画像のピクセルの輝度値に基づき演算し、演算結果に基づき前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値を設定するカラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャ画素値演算部としてコンピュータを機能させることを特徴とする。

20

【0048】

(16) 本発明は、カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの作成方法であって、

オブジェクト空間に存在する複数の指定点について、指定点を視点として、視点からみたオブジェクト空間の前後左右上下の6方向の画像からなるキューブマップ用視点画像を生成するステップと、

前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値を前記キューブマップ用視点画像の対応する一又は複数のピクセルの輝度値の重み付き総和に基いて設定するステップと、

30

を含むことを特徴とする。

【0049】

(17) 本発明は、カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの作成方法であって、

オブジェクト空間に存在する複数の指定点について、指定点を視点として、視点からみたオブジェクト空間の前後左右上下の6方向の画像からなるキューブマップ用視点画像を生成するステップと、

前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルに対応する方向ベクトルを求め、当該方向ベクトルを法線に持つ面要素が受けるカラーブリーディング効果値を、前記キューブマップ用視点画像のピクセルの輝度値に基づき演算し、演算結果に基づき前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャの各テクセルの輝度値を設定するステップと、

40

を含むことを特徴とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0050】

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。

【0051】

なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を何ら限定するものではない。また本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段とし

50

て必須であるとは限らない。

【0052】

1. 構成

図1に、本実施形態の画像生成システム（例えばゲームシステム）10の機能ブロック図の一例を示す。

【0053】

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）については、任意の構成要素とすることができる。 10

【0054】

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。

【0055】

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。

【0056】

記憶部170は、メインメモリ（主記憶部等）172やフレームバッファ（描画バッファ等）174等を含み、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。 20

【0057】

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。 30

【0058】

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、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。

【0059】

また情報記憶媒体180は、カラーブリーディング効果情報記憶部182を含む。

【0060】

カラーブリーディング効果情報記憶部182は、オブジェクト空間内の静止オブジェクトがオブジェクト空間に存在する複数の指定点に配置されたオブジェクトに与えるカラーブリーディング効果に関する情報を、前記指定点に対応づけて記憶する。 40

【0061】

またカラーブリーディング効果情報記憶部182は、前記カラーブリーディング効果情報として、移動オブジェクトにマッピングするカラーブリーディング効果用テクスチャ情報を記憶するようにしても良い。

【0062】

またカラーブリーディング効果情報記憶部182は、前記カラーブリーディング効果情報として、移動オブジェクトにマッピングするカラーブリーディング効果用キューブマッ 50

ブテクスチャ情報を記憶するようにしても良い。

【0063】

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。

【0064】

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。

【0065】

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。 10

【0066】

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。

【0067】

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）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）の情報記憶媒体の使用も本発明の範囲内に含まれる。 20

【0068】

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。

【0069】

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、ゲームの進捗処理、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軸回りの回転角度）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。 30

【0070】

ゲーム処理部は所与の移動オブジェクトの位置を演算する位置演算部として機能する。

【0071】

画像生成部120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。

【0072】

画像生成部120は、指定点選択部130、ジオメトリ処理部（3次元演算部）132、描画部（レンダリング部）140を含む。 40

【0073】

ここで、ジオメトリ処理部132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170の主記憶部172に格納されて、保存される。

【0074】

指定点選択部130は、移動オブジェクトの位置に基づいて、移動オブジェクトと所定 50

の位置関係にある1つ又は複数の指定点を選択する処理を行う。

【0075】

描画部140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、記憶部170に記憶されるテクスチャとに基づいて、オブジェクトを描画バッファ174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。

【0076】

描画部140はカラーブリーディング効果演算部142を含む。

【0077】

カラーブリーディング効果演算部142は、選択された1つ又は複数の指定点に対応付けて記憶されているカラーブリーディング効果情報を読み出し、読み出した1つ又は複数のカラーブリーディング効果情報に基づき、移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるためのレンダリング処理を行う。 10

【0078】

またカラーブリーディング効果演算部142は、選択された第1の指定点、第2の指定点、・・・、第nの指定点のそれぞれに対応する第1のカラーブリーディング効果情報、第2のカラーブリーディング効果情報、・・・、第nのカラーブリーディング効果情報を読み出して、移動オブジェクトと第1の指定点、第2の指定点、・・・、第nの指定点との位置関係に応じて決定される比率で、第1のカラーブリーディング効果情報、第2のカラーブリーディング効果情報、・・・、第nのカラーブリーディング効果情報を合成して、合成されたカラーブリーディング効果情報に基づき移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるレンダリング処理を行うようにしてもよい。 20

【0079】

またカラーブリーディング効果演算部142は、移動オブジェクトの法線ベクトルに基づいてカラーブリーディング効果用テクスチャのテクスチャ座標を求め、カラーブリーディング効果用テクスチャを移動オブジェクトにマッピングする処理を行うようにしてもよい。

【0080】

またカラーブリーディング効果演算部142は、移動オブジェクトの法線ベクトルをテクスチャ座標として前記カラーブリーディング効果用キューブマップテクスチャを移動オブジェクトにマッピングする処理を行うようにしてもよい。 30

【0081】

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。

【0082】

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。

【0083】

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。 40

【0084】

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。

【0085】

2. 本実施形態の特徴と処理

本実施の形態の特徴と処理を図面を用いて説明する。

【0086】

図2は、本実施の形態のカラーブリーディング効果演算の特徴について説明するための図である。

【0087】

本実施の形態によればオブジェクト空間内のオブジェクトを動かないもの（静止オブジェクト）と動くもの（移動オブジェクト）に分け、静止オブジェクトが移動オブジェクトにもたらすカラーブリーディング効果をリアルタイムに反映させる。

【0088】

本実施の形態では、まずカラーブリーディング効果を与える物体（移動オブジェクト210）の近傍空間に多数のポイント（指定点220-1、220-2、・・・）を配置し、それらのポイント（指定点220-1、220-2、・・・）に物体（移動オブジェクト210'-1、210'-2）があると仮定した場合に受けるカラーブリーディング効果情報をあらかじめ計算し、計算済みカラーブリーディング効果情報として記憶部に記憶させておく。

【0089】

そしてリアルタイム描画の1フレームごとに、多数ある前計算ポイント（指定点220-1、220-2、・・・）のうちどのポイントでの計算済みカラーブリーディング効果を合成に使用するか、かつ、どのような割合で合成するかを移動物体（移動オブジェクト210）の位置から決定する。ここにおいて移動物体（移動オブジェクト210）の位置とは、例えば移動物体（移動オブジェクト210）の代表点の位置座標でもよい。

【0090】

そしてリアルタイム処理時にそれらの前計算カラーブリーディング効果を適宜合成することで、移動物体（移動オブジェクト210）にもたらされるカラーブリーディング効果を演算する。

【0091】

図2では、移動オブジェクト210の位置が前計算ポイントPとQ（指定点220-1と220-2）の間にあることから、移動オブジェクト210が受けるべきカラーブリーディング効果は、P、Q两点（指定点220-1と220-2の两点）であらかじめ計算しておいたカラーブリーディング効果から合成する。

【0092】

図3（A）（B）は、本実施の形態の指定点の設定手法について説明するための図である。

【0093】

指定点220-n（n=1、2、・・・）は、オブジェクト空間内250に配置された複数の指定点である。

【0094】

複数の指定点はオブジェクト空間内250に所定間隔で配置するようにしてもよい。例えば図3（A）に示すように3次元格子の頂点に指定点を配置するようにしても良い。この場合には移動オブジェクトの位置座標（x、y、z）のx、y、z成分と指定点220-nの位置座標（xn、yn、zn）のx、y、z成分とに基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある1つ又は複数の指定点を選択するようにしてもよい。

【0095】

例えば移動オブジェクト210の代表点を含む立方体を構成する3次元格子の8頂点220-1～220-8を選択するようにしてもよい。

【0096】

また例えば図3（B）に示すように2次元格子の頂点に指定点を配置するようにしても良い。この場合には移動オブジェクトの位置座標（x、y、z）のx、z成分と指定点nの位置座標（xn、yn、zn）のx、z成分とに基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある1つ又は複数の指定点を選択するようにしてもよい。

【0097】

10

20

30

40

50

例えば移動オブジェクト 2 1 0 の代表点の X Z 平面への投影点 2 1 2 を含む正方形を構成する 2 次元格子の 4 頂点 2 2 0 - 1 ~ 2 2 0 - 4 を選択するようにしてもよい。

【0 0 9 8】

また例えば上記の構成において、カラーブリーディング効果の変化が激しい箇所に対して動的に格子の幅を変化させることができる構成としてもよい。

【0 0 9 9】

なお格子点のすべてに指定点を配置しなくてもよい。例えば移動オブジェクトの移動可能な範囲に存在する格子点に指定点を配置するようにしてもよい。

【0 1 0 0】

本実施の形態では、前記カラーブリーディング効果情報として、移動オブジェクトにマッピングするテクスチャ情報を記憶し、移動オブジェクトの法線ベクトルに基づいてテクスチャ座標を求め、求めたテクスチャ座標に対応する値に基づき移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるシェーディング演算を行うように構成してもよい。

【0 1 0 1】

また合成の割合は移動オブジェクトの代表点から各指定点への距離によって線形補間されるように与えることができる。

【0 1 0 2】

図 4 (A) (B) は、移動オブジェクトの法線ベクトルと前記カラーブリーディング効果情報としてマッピングするテクスチャ（環境マップの場合）のテクスチャ座標の関係について説明するための図である。

【0 1 0 3】

例えば図 4 (A) の 3 1 0 が移動オブジェクトの法線ベクトル (x、y、z) であり、図 4 (B) の 3 2 0 がカラーブリーディング効果情報として予め記憶されている環境マップ用テクスチャであるとする。この場合移動オブジェクトを構成するプリミティブ（例えばポリゴン面や頂点）の法線ベクトルが (x、y、z) である場合に当該プリミティブにマッピングするテクスチャ座標を (s、t) とすると、環境マッピングを行う場合、2 次元のテクスチャ座標 (s, t) は、前記法線ベクトル（テクスチャ要素を参照したい方向の単位ベクトル (x, y, z) を用いて以下の式で生成される。

【0 1 0 4】

【数 4】

$$s = \frac{x}{m} + \frac{1}{2}, \quad t = \frac{y}{m} + \frac{1}{2}$$

$$\left(m = 2\sqrt{x^2 + y^2 + (z+1)^2} \right)$$

【0 1 0 5】

図 5 (A) (B) は、移動オブジェクトの法線ベクトルと前記カラーブリーディング効果情報としてマッピングするテクスチャ（キューブマップの場合）のテクスチャ座標の関係について説明するための図である。

【0 1 0 6】

指定点で保持しなければならない具体的な情報は、その指定点における任意の法線方向を持つ面が受けるカラーブリーディング効果である。すなわち、指定点の役割は法線方向を引数にカラーブリーディング効果を返す関数となり、これは、キューブマップテクスチャと、法線ベクトルからテクスチャ座標を生成する仕組みを用いることで実装が可能である。キューブマップテクスチャとは、3 要素のテクスチャ座標 (s, t, r) を立方体の中心を視点 4 7 0 とする 3 次元の方向ベクトル 4 1 0 とみなし、そのベクトルと立方体が交差する箇所におけるテクセルを採用するテクスチャ手法である。キューブマップテクスチャを利用することで、カラーブリーディング効果の合成プロセスはテクスチャの合成プロセスと同様となる。

【0 1 0 7】

例えば図 5 (A) は移動オブジェクトの法線ベクトルと、キューブマップテクスチャの関係を示している。キューブマップテクスチャは、立方体 4 5 0 の面となるように配置された 6 枚のテクスチャで構成される。図 5 (B) は、カラーブリーディング効果情報として記憶されているキューブマップテクスチャの展開図である。

【0108】

キューブマップテクスチャでは、テクスチャ座標として 3 次元のベクトルを使用し、立方体の中心位置を視点とするベクトル 4 1 0 が立方体と交差する箇所 4 6 0 のテクスチャ要素が採用される。

【0109】

テクスチャの合成は CPU 側で行いそれをフレームごとにグラフィックスボードに転送するようにしてもよい。 10

【0110】

図 6 は、本実施の形態の画像生成処理の一例を示すフローチャート図である。まず静止オブジェクトから 1 つを選択する (ステップ S 1 0)。

【0111】

次に選択した静止オブジェクトを描画する (ステップ S 2 0)。

【0112】

そして静止オブジェクトをすべて描画したか否か判断し、していない場合にはステップ S 1 0 にもどる (ステップ S 3 0)。また静止オブジェクトをすべて描画した場合には、以下の処理を行う。 20

【0113】

移動オブジェクトから 1 つを選択する (ステップ S 4 0)。

【0114】

次に選択した移動オブジェクトを描画する (ステップ S 5 0)。ここにおいて本実施の形態では、移動オブジェクトの位置に基づいて、移動オブジェクトと所定の位置関係にある 1 つ又は複数の指定点を選択し、選択された 1 つ又は複数の指定点に対応付けて記憶されているカラーブリーディング効果情報を読み出し、読み出した 1 つ又は複数のカラーブリーディング効果情報に基づき、移動オブジェクトにカラーブリーディング効果を与えるシェーディング演算を行うカラーブリーディング効果演算処理をおこなって、移動オブジェクトの画像を生成する。 30

【0115】

移動オブジェクトをすべて描画したか否か判断し、すべて描画していない場合場合にはステップ S 4 0 にもどる (ステップ S 6 0)。移動オブジェクトをすべて描画したか場合に 1 フレーム分の画像の描画を終了する。

【0116】

図 7 は、本実施の形態の移動オブジェクトの描画処理の一例を示すフローチャート図である。

【0117】

以下の処理は図 6 のステップ S 5 0 のより詳細な処理の一例である。

【0118】

まず描画対象オブジェクトはカラーブリーディング効果の適用対象でなければオブジェクトの情報に従って通常の描画を行う (ステップ S 1 1 0、S 1 6 0)。例えば移動オブジェクトについてオブジェクト情報等でカラーブリーディング効果の適用対象とするか否かのフラグを持たせて、当該フラグを参照してカラーブリーディング効果の適用対象とするか否かを判断するようにしても良い。 40

【0119】

またカラーブリーディング効果の適用対象であれば以下のステップ S 1 2 0 ~ S 1 5 0 の処理を行う (ステップ S 1 1 0)。

【0120】

まずオブジェクトを代表する点の座標を求める (ステップ S 1 2 0)。オブジェクトの 50

位置座標を用いるようにしてもよい。

【0121】

求めた座標位置に基づいて、指定点を選択し、選択した指定点に対応したカラーブリーディング効果情報を読み出し、かつカラーブリーディング効果を適用する際の合成比率を求める（ステップS130）。

【0122】

前記合成比率に従って、読み出したカラーブリーディング効果を合成する（ステップS140）。

【0123】

合成したカラーブリーディング効果を描画対象オブジェクトに適用し、描画する（ステップS150）。 10

【0124】

図8（A）（B）、図9（A）（B）、図10（A）（B）は、キューブマップテクスチャの生成方法について説明するための図である。

【0125】

本実施の形態では、指定点におけるカラーブリーディング効果を保持するキューブマップテクスチャを比較的簡易に求めるために以下のような手法を考案した。

【0126】

図8（A）は、指定点を視点とした6方向（前後左右上下）のキューブマップ用視点画像（P1）である。 20

【0127】

キューブマップ用視点画像（P1）は、図8（B）に示すように、指定点を視点に取り、指定点470に対して前（481）後（482）左（483）右（484）上（485）下（486）の6方向すべてについてオブジェクト空間のシーンを描画し、画像と奥行きを保存したものである。このとき、視野角を90度に設定しておくことで、6枚の画像で全方位をカバーできるようにしておく。なおオブジェクト空間内には静止オブジェクトが配置されている。

【0128】

図9（A）は、指定点に対応してカラーブリーディング効果情報を記憶するキューブマップテクスチャの展開図である。 30

【0129】

本実施の形態ではキューブマップテクスチャ510の所与の点T1におけるカラーブリーディング効果を以下のようにして求める。

【0130】

図9（B）に示すように指定点の座標をX、求めたいテクセルT1に対応する法線方向をnとおくと、その位置と法線向きを持つ面が受けるカラーブリーディング効果は以下の式で表される。

【0131】

【数1】

$$L_e(\vec{x}, \vec{n}) = \int_{\Omega} f_r L_i(\vec{x}, \vec{\omega}') (\vec{n} \cdot \vec{\omega}') d\vec{\omega}'$$

40

【0132】

この式中の半球面積分を総和により近似すると以下の式となる。

【0133】

【数 2】

$$\sum_i \sum_j f_r L_i(\vec{x}, \vec{\omega}_{ij}) (\vec{n} \cdot \vec{\omega}_{ij}) \cos \varphi \Delta \theta \Delta \varphi$$

【0134】

式中の $L_i(x, \omega_{ij})$ を先ほど求めたキューブマップ用視点画像 (P1、図8(A)の510参照) と奥行きから得ることで、テクセルの値を求めることができる。

【0135】

本実施の形態では図9(A)のT1におけるカラーブリーディング効果情報を、図9(B)に示すように方向ベクトル $\vec{n}$ を法線に持つ面要素を考え、図10(B)に示すようにその面要素が受けるあらゆる方向からの入射光を有限数の入射方向 ($T1'-1 \sim T1'-7$) からの入射光の総和と近似する。すなわち図10(A)に示すキューブマップ用視点画像の $T1'-1 \sim T1'-7$ に対応するピクセルの輝度値を対応する入射方向 ($n1 \sim n7$) との法線ベクトルの角度比に応じて集計し、集計した輝度値に基づき処理対象テクセルT1の輝度を設定するようにしてもよい。

【0136】

図11は、本実施の形態のキューブマップテクスチャの生成処理の流れを示すフローチャート図である。

【0137】

まず所定の点 (指定点) を視点とした6方向 (前後左右上下) のキューブマップ用視点画像 (P1) を求める (ステップS210)。この時、オブジェクト空間には静止オブジェクトが配置されている。これにより図8(A)に示すようなキューブマップ用視点画像 (P1) が生成される。

【0138】

次に図9(A)に示すようにカラーブリーディング効果のテクスチャ画像から1画素 (テクセルT1) を選択する (ステップS220)。

【0139】

キューブマップ用視点画像に基づき選択したテクセルでの輝度を計算する (ステップS230)。輝度の計算は例えば図9(A)(B)、図10(A)(B)で説明した手法を用いて行うことができる。

【0140】

カラーブリーディング効果のテクスチャ画像のすべてのテクセルについて処理が終了するまでステップS220～S240の処理を繰り返す (ステップS240)。

【0141】

図12は、カラーブリーディング効果のテクスチャ画像の各テクセルの輝度値の計算処理の流れを示すフローチャート図であり、図11のステップS230の詳細の処理の一例である。

まず処理対象テクセルに対応する方向ベクトルを求める (ステップS310)。例えば図9(A)のテクセルT1に対する方向ベクトル $\vec{n}$ は、図9(B)において指定点XとテクセルT1を結ぶ法線ベクトル $\vec{n}$ となる。

【0142】

次に前記方向ベクトルを法線に持つ面要素を考え、その面要素が受けるあらゆる方向からの入射光を有限数の入射方向 (T') からの入射光の総和と近似する際における有限数の入射方向を1つ選択する (ステップS320)。

【0143】

選択した入射方向に対する入射光の強度をキューブマップ用視点画像 (P1) における前記入射方向に対応するピクセルの輝度値から求める (ステップS330)。例えば図10(B)において入射方向 $n1$ が選択された場合には、キューブマップ用視点画像 (P1) における前記入射方向に対応するピクセル $T1'-1$ の輝度値から求める。

【0144】

求めた入射光強度を入射光強度総和に足し合わせる（ステップS340）。この場合に入射方向と法線ベクトルのなす角度によって影響度 k （ $0 < k \leq 1$ ）を求め影響度に応じた割合で（例えば影響度 $k \times$ 輝度値）入射光強度を求めるようにしてもよい。

【0145】

すべての入射方向の入射光強度を入射光強度総和に足し合わせたか否か判断し、たしわせていない場合にはステップS320に戻る。すべての有限数の入射方向の入射光強度を入射光強度総和に足し合わせるまでステップS320～S350を繰り返す（ステップS350）。

【0146】

そしてすべての有限数の入射方向の入射光強度を入射光強度総和に足し合わせた場合には、入射光強度総和に基づき処理対象テクセルの輝度を設定する（ステップS360）。

【0147】

図13（A）（B）、図14（A）（B）は、リアルタイムカラーブリーディング機能を用いたゲームの一例について説明するための図である。

【0148】

図13（A）に示すように複数のカラーボード810-1～810-6が配置された3次元空間内を、物体（移動オブジェクト）820が奥から手前に向かって移動してくる。

【0149】

プレイヤーは操作部からの操作によってこの物体を左右に動かすことで、空間内に配置されているカラーボード810-1～810-6と衝突しないように物体（移動オブジェクト）820をゴールまで移動させるのが目的となる。ただし、カラーボード810-1～810-6そのものは物体が通過するまで見ることができない（静止オブジェクトが非表示である画像を生成する）。

【0150】

そのかわり、図13（B）の830に示すようにカラーボードが発する拡散反射光がカラーブリーディング効果として物体（移動オブジェクト）820を照らしている。プレイヤーはその照明効果を観察することで、壁の隙間の位置を判断して、物体（移動オブジェクト）820の移動を制御する。

【0151】

例えば操作部の矢印キーの左と右で物体を左右に動かすように構成する。図14（A）においては、カラーボード820'-7は物体の進行方向に垂直な緑のライン上にあるが非表示となっている。

【0152】

プレイヤーは物体に映るカラーブリーディング効果から判断した隙間の位置に物体を移動させて、カラーボード820'-7にぶつからないよう物体（移動オブジェクト）820を移動させる。

【0153】

うまく隙間を通過すると、図14（B）に示すように通過したカラーボード820-7壁が見えるようになる。もし壁にぶつかってしまった場合は一旦ゲーム進行を中断し、プレイを続行するかどうかをプレイヤーに聞いて、Yキーでその場からプレイ続行とし、Nキーでタイトル画面に戻るようにしてもよい。

【0154】

3. 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15を用いて説明する。

【0155】

メインプロセッサ900は、CD982（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990を介して転送されたプログラム、或いはROM950（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

10

20

30

40

50

処理などの種々の処理を実行する。

【0156】

コプロセッサ902は、メインプロセッサ900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900上で動作するプログラムが、その処理をコプロセッサ902に指示（依頼）する。

【0157】

ジオメトリプロセッサ904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900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904に指示する。 10

【0158】

データ伸張プロセッサ906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900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、所与の画像圧縮方式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、ROM950、CD982に格納されたり、或いは通信インターフェース990を介して外部から転送される。 20

【0159】

描画プロセッサ910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900は、DMAコントローラ970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910に渡すと共に、必要であればテクスチャ記憶部924にテクスチャを転送する。すると、描画プロセッサ910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922に高速に描画する。また、描画プロセッサ910は、α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、バイリニア・フィルタリング、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922に書き込まれると、その画像はディスプレイ912に表示される。 30

【0160】

サウンドプロセッサ930は、多チャンネルのADPCM音源などを内蔵し、BGM、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932から出力される。

【0161】

ゲームコントローラ942からの操作データや、メモ리카ード944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940を介してデータ転送される。

【0162】

ROM950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、ROM950が情報記憶媒体として機能し、ROM950に各種プログラムが格納されることになる。なお、ROM950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。 40

【0163】

RAM960は、各種プロセッサの作業領域として用いられる。

【0164】

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。

【0165】

C D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 C D 982 (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。

【0166】

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、I S D N)、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、他のゲームシステム、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

【0167】

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。

【0168】

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

【0169】

図 16 (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 (プログラム又はデータ) 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。

【0170】

図 16 (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 C D 1206、或いはメモリカード 1208、1209 等に格納されている。

30

【0171】

図 16 (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 と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

【0172】

なお、図 16 (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

50

納するようにしてもよい。

【0173】

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セーブ用情報記憶装置（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。

【0174】

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。

【図面の簡単な説明】

10

【0175】

【図1】本実施形態の画像生成システム（例えばゲームシステム）の機能ブロック図の一例である。

【図2】本実施の形態のカラーブリーディング効果演算の特徴について説明するための図である。

【図3】図3（A）（B）は、本実施の形態の指定点の設定手法について説明するための図である。

【図4】図4（A）（B）は、移動オブジェクトの法線ベクトルと前記カラーブリーディング効果情報としてマッピングするテクスチャ（環境マップの場合）のテクスチャ座標の関係について説明するための図である。

20

【図5】図5（A）（B）は、移動オブジェクトの法線ベクトルと前記カラーブリーディング効果情報としてマッピングするテクスチャ（キューブマップの場合）のテクスチャ座標の関係について説明するための図である。

【図6】本実施の形態の画像生成処理の一例を示すフローチャート図である。

【図7】本実施の形態の移動オブジェクトの描画処理の一例を示すフローチャート図である。

【図8】図8（A）（B）は、キューブマップテクスチャの生成方法について説明するための図である。

【図9】図9（A）（B）は、キューブマップテクスチャの生成方法について説明するための図である。

30

【図10】図10（A）（B）は、キューブマップテクスチャの生成方法について説明するための図である。

【図11】図11は、本実施の形態のキューブマップテクスチャの生成処理の流れを示すフローチャート図である。

【図12】カラーブリーディング効果のテクスチャ画像の各テクセルの輝度値の計算処理の流れを示すフローチャート図である。

【図13】図13（A）（B）は、リアルタイムカラーブリーディング機能を用いたゲームの一例について説明するための図である。

【図14】図14（A）（B）は、リアルタイムカラーブリーディング機能を用いたゲームの一例について説明するための図である。

40

【図15】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16】図16（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】

【0176】

10 画像生成システム

100 処理部

110 ゲーム処理部

120 画像生成部

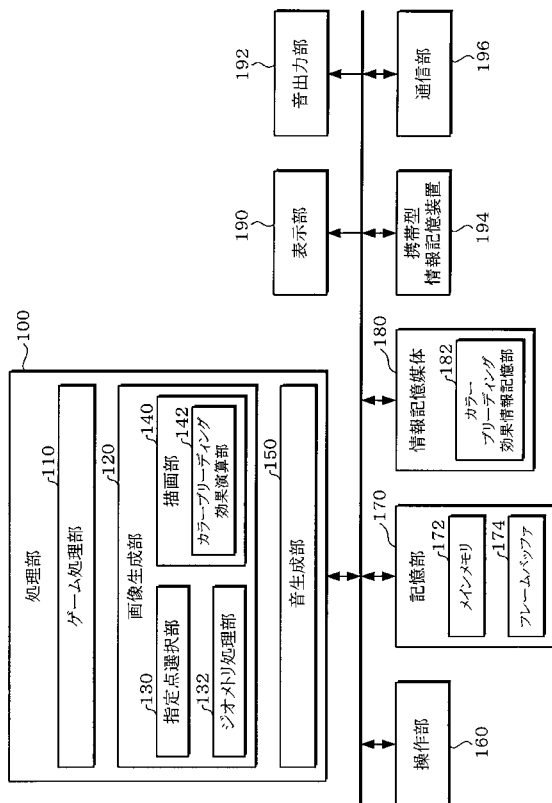
130 指定点選択部

50

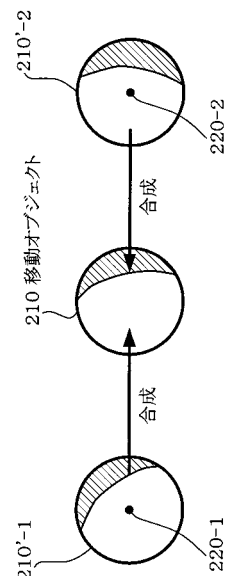
- 1 3 2 ジオメトリ処理部
- 1 4 0 描画部
- 1 4 2 カラーブリーディング効果演算部
- 1 5 0 音生成部
- 1 6 0 操作部
- 1 7 0 記憶部
- 1 7 2 メインメモリ
- 1 7 4 フレームバッファ
- 1 8 0 情報記憶媒体
- 1 8 2 カラーブリーディング効果情報記憶部
- 1 9 0 表示部
- 1 9 2 音出力部
- 1 9 4 携帯型情報記憶装置
- 1 9 6 通信部

10

【図 1】

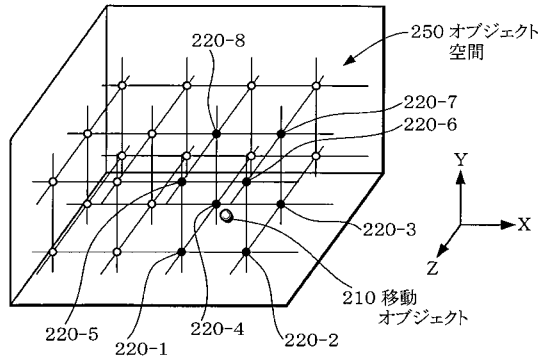


【図 2】

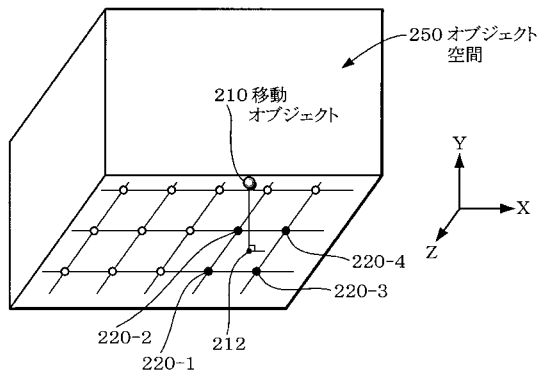


【図 3】

(A)

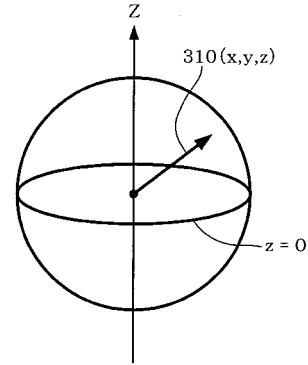


(B)

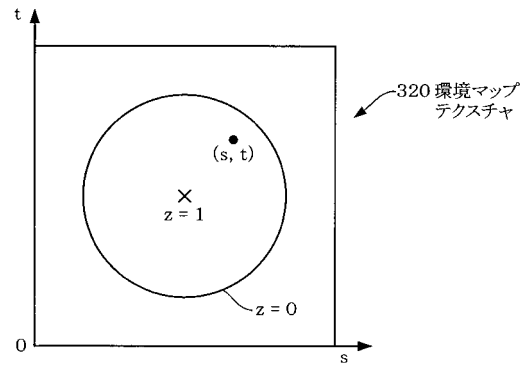


【図 4】

(A)

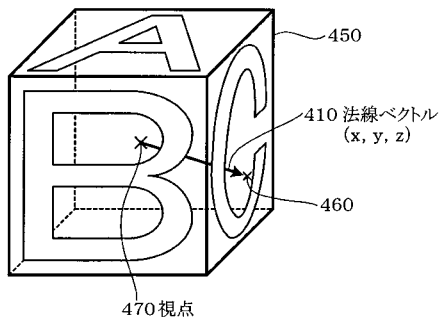


(B)

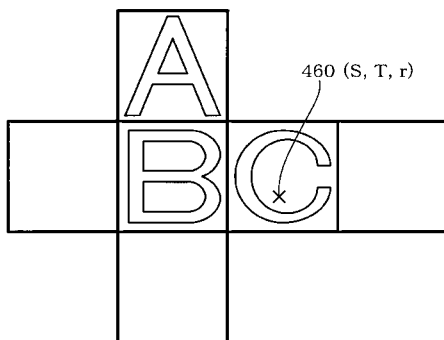


【図 5】

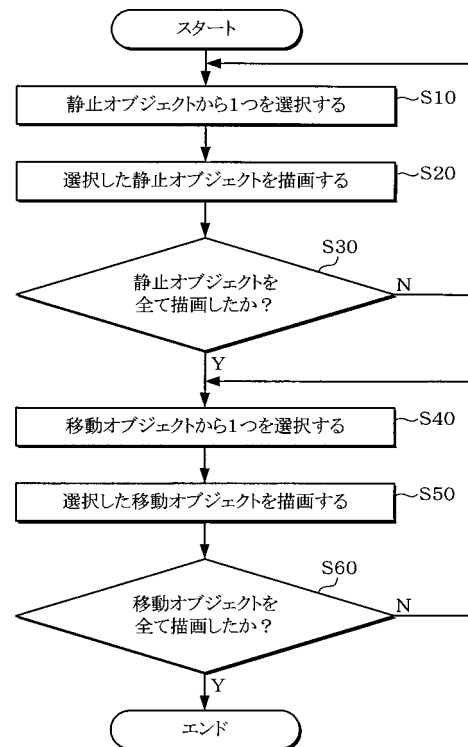
(A)



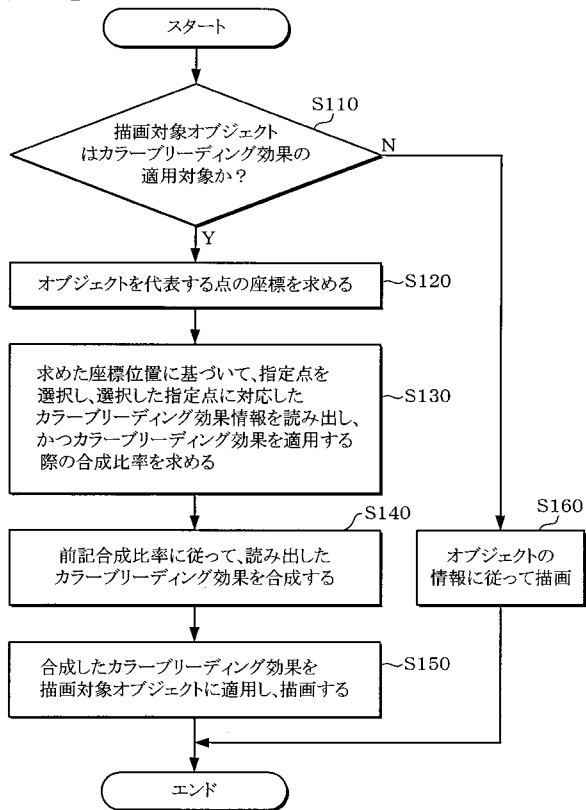
(B)



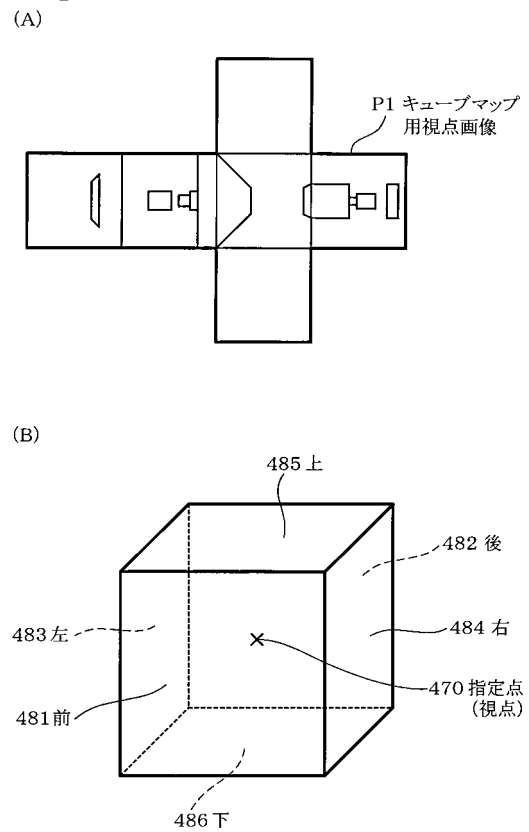
【図 6】



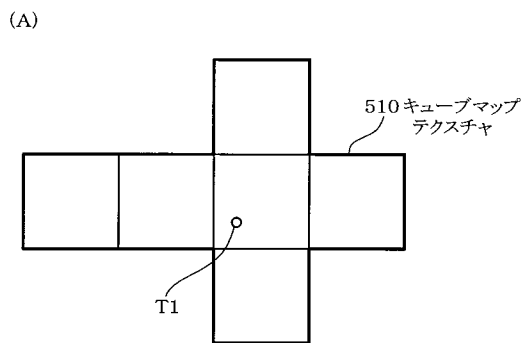
【図 7】



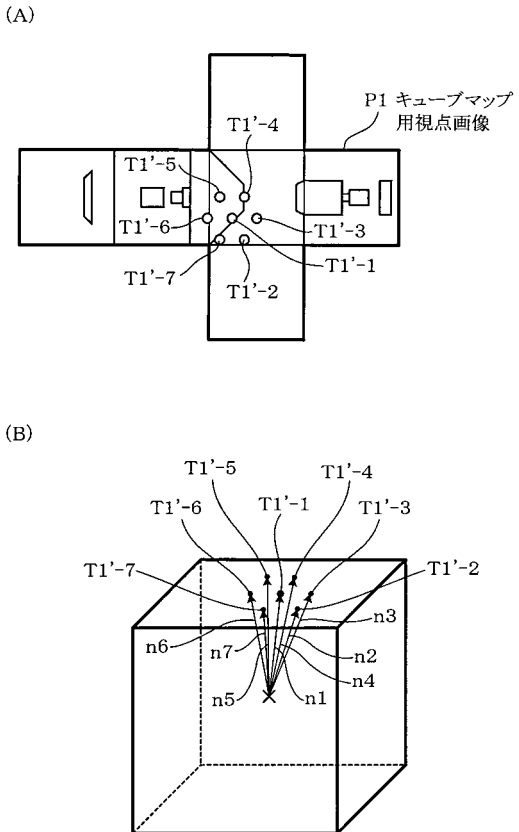
【図 8】



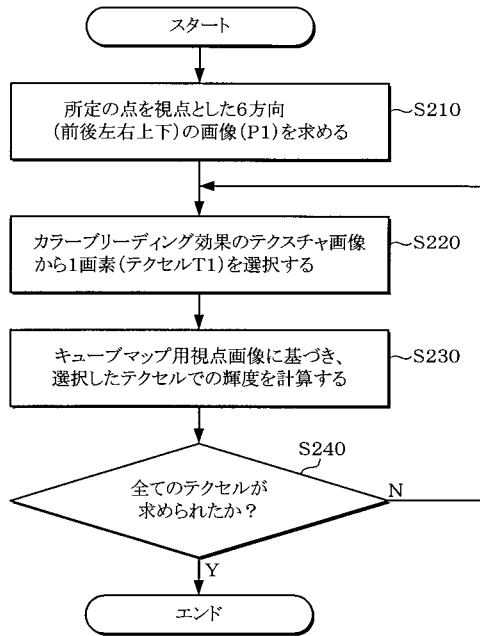
【図 9】



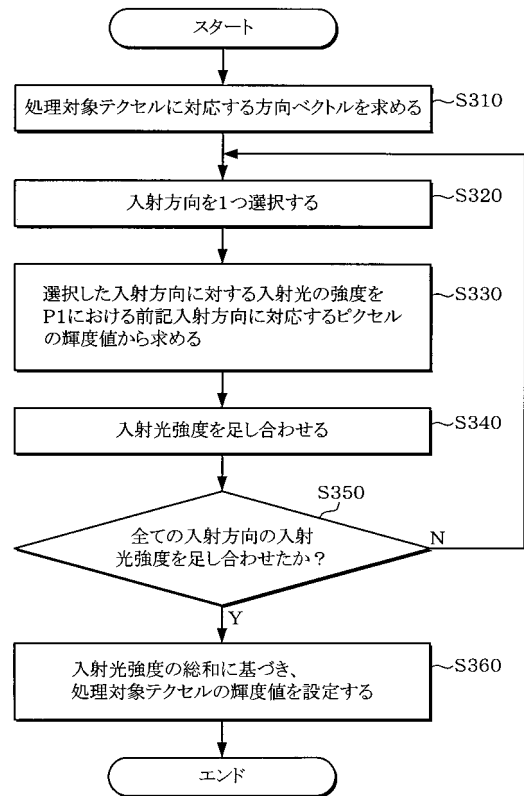
【図 10】



【図 1 1】

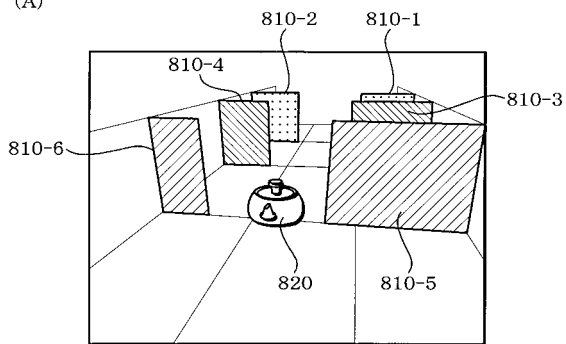


【図 1 2】

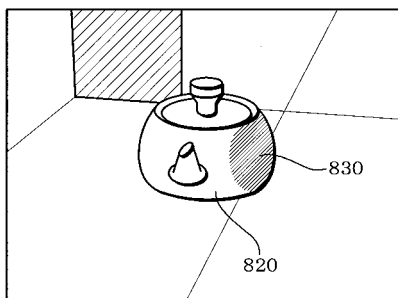


【図 1 3】

(A)

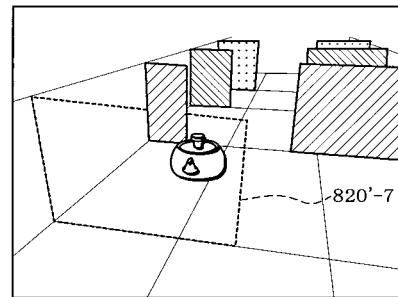


(B)

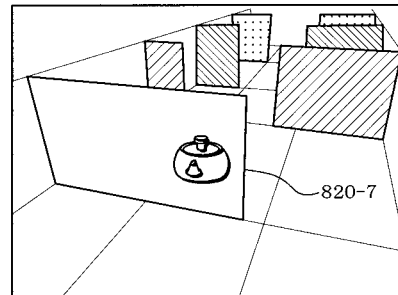


【図 1 4】

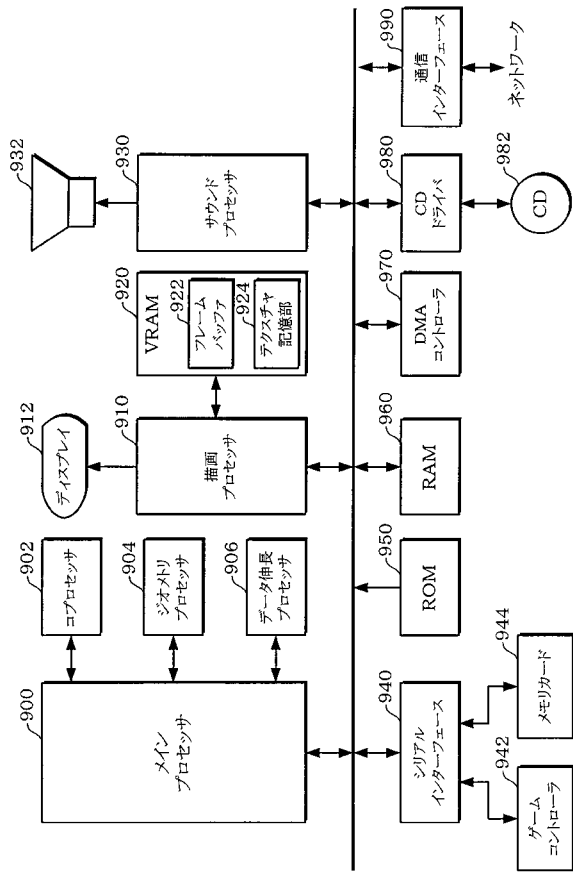
(A)



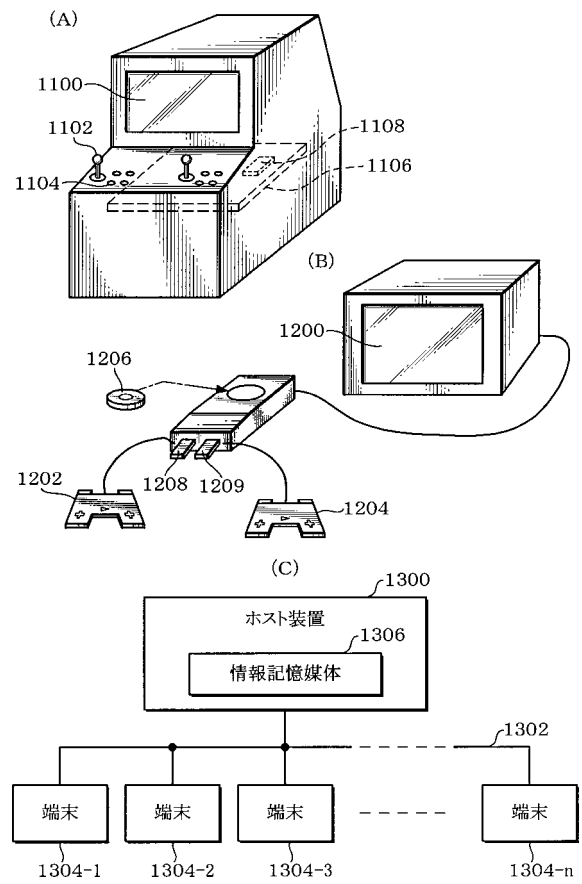
(B)



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

【要約の続き】