

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5711262号

(P5711262)

(45) 発行日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)

(24) 登録日 平成27年3月13日 (2015. 3. 13)

(51) Int. Cl.

G 0 6 T 15/80 (2011.01)

F I

G 0 6 T 15/80

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-545273 (P2012-545273)	(73) 特許権者	501263810
(86) (22) 出願日	平成22年12月20日 (2010. 12. 20)		トムソン ライセンシング
(65) 公表番号	特表2013-515307 (P2013-515307A)		Thomson Licensing
(43) 公表日	平成25年5月2日 (2013. 5. 2)		フランス国, 92130 イッシー レ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/070247		ムーリノー, ル ジャンヌ ダルク,
(87) 国際公開番号	W02011/080142		1-5
(87) 国際公開日	平成23年7月7日 (2011. 7. 7)		1-5, rue Jeanne d' A
審査請求日	平成25年12月20日 (2013. 12. 20)		rc, 92130 ISSY LES
(31) 優先権主張番号	09306301.4		MOULINEAUX, France
(32) 優先日	平成21年12月21日 (2009. 12. 21)	(74) 代理人	110001243
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		特許業務法人 谷・阿部特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 環境マップを生成する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

現実環境の照明情報を表す環境マップを生成する方法であって、

デジタル光学式取得デバイスから前記現実環境の部分照明情報を表す、複数のピクセルを含む画像をリアルタイムで取得するステップであって、前記画像は前記環境マップの領域を形成する、ステップと、

前記画像の前記ピクセルの少なくとも一部を外挿して、前記環境マップを完成させるために不足している照明情報を生成するステップであって、前記外挿することは、

前記画像の境界に属するピクセルの値を前記環境マップの少なくとも第1の部分に及ぼすこと、および

前記画像の前記ピクセルの平均値に応じた第1の値を、前記環境マップの少なくとも第2の部分に対して適用することを含み、前記第1および第2の部分は前記生成された不足している照明情報に属し、前記第2の部分は前記第1の部分よりも前記画像から離れている、ステップと、

を含む、前記方法。

【請求項 2】

前記環境マップを拡散フィルタリングするステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記環境マップをグロッシーフイルタリングするステップを含む、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の 値は、前記環境マップの前記少なくとも第 2 の部分に依拠する重み係数 α により重み付けされる、請求項 1 から 3 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記取得デバイスは、しきい値よりも長い焦点距離を有する、請求項 1 から 4 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記環境マップが角度マップによって表される、請求項 1 から 5 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

現実環境の照明情報を表す環境マップを生成するように構成された装置であって、
デジタル光学式取得デバイスから前記現実環境の部分照明情報を表す、複数のピクセルを含む画像をリアルタイムで取得する手段であって、前記画像は前記環境マップの領域を形成する、手段と、

前記画像の前記ピクセルの少なくとも一部を 外挿して、前記環境マップを完成させるために不足している照明情報を生成する手段であって、前記外挿することは、

前記画像の境界に属するピクセルの値を前記環境マップの少なくとも第 1 の部分に及ぼすこと、および

前記画像の前記ピクセルの平均値に応じた第 1 の値を、前記環境マップの少なくとも第 2 の部分に対して適用することを含み、前記第 1 および第 2 の部分は前記生成された不足している照明情報に属し、前記第 2 の部分は前記第 1 の部分よりも前記画像から離れている、手段と、

を備える、前記装置。

【請求項 8】

前記第 1 の 値は、前記環境マップの前記少なくとも第 2 の部分に依拠する重み係数 α により重み付けされる、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

コンピュータ上で実行されるときに、請求項 1 から 6 のうちのいずれか 1 項に記載の方法のステップを実行するためのプログラムコード命令を備える、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、合成画像の合成の領域に関し、より詳細には、仮想環境または 3 次元 (3D) シーンの環境マップのリアルタイム生成の領域に関する。

【背景技術】

【0002】

現在の技術によると、現実感のあるレンダリングのための方法は、仮想オブジェクトを照明するために現実の照明環境を取り込んで、再利用する、画像ベースの照明を広範に使用している。しかし、そのような照明環境の取込みは通常、静止シーンと、ハイエンドデジタルカメラ、ミラーボール、HDR ビデオ取込みデバイスなどの特定の取込みハードウェアとを必要とする。

【0003】

対話式ゲームおよびシミュレーションアプリケーションの出現と共に、仮想環境への没入の印象および仮想環境との対話性を、特にリアルタイムで高める方法がますます求められている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の目的は、従来技術のこうした欠点を克服することである。

10

20

30

40

50

【0005】

より具体的には、本発明の特定の目的は、仮想環境への没入の印象を高めることである。

【0006】

本発明は、現実環境を表す環境マップを生成する方法であって、デジタル光学式取得デバイスから現実環境の部分照明情報を表す画像をリアルタイムで取得するステップであって、画像が複数のピクセルを含むステップと、画像のピクセルの少なくとも一部の外挿によって環境マップを推定するステップとを含む方法に関する。

【0007】

有利には、この方法は、環境マップを拡散フィルタリングするステップを含む。

10

【0008】

特定の特徴によれば、この方法は、環境マップをグロッシーフイルタリングするステップを含む。

【0009】

有利な方式では、外挿は、画像の境界に属するピクセルの値を環境マップ全体にスパンニングするステップを含む。

【0010】

別の特徴によれば、外挿は、環境マップの少なくとも一部に対する、画像のピクセルの平均値に対応する値の適用を含む。

【0011】

20

有利には、値の適用は、環境マップの少なくとも一部に応じて重み係数で重み付けされる。

【0012】

別の特徴によれば、取得デバイスは、しきい値よりも長い焦点距離を有する。

【0013】

有利な方式では、環境マップは角度マップによって表される。

【図面の簡単な説明】

【0014】

添付の図面を参照する以下の説明を読むときに、本発明をより良く理解し、他の特定の特徴および利点が明らかとなるであろう。

30

【0015】

【図1】本発明の特定の実施形態による、現実環境から照明情報を受け取る仮想環境を示す図である。

【図2】本発明の特定の実施形態による、図1の現実環境の部分照明情報を表す画像の取込みを図式的に示す図である。

【図3】本発明の特定の実施形態による、図2の取り込んだ照明情報を外挿する方法を図式的に示す図である。

【図4】本発明の特定の実施形態による、図2の取り込んだ照明情報を外挿することによって生成される環境マップを図式的に示す図である。

【図5】本発明の特定の実施形態による、図4の環境マップを生成する方法を実装するデバイスを示す図である。

40

【図6】本発明の特定の実施形態による、図1の現実環境の環境マップを生成する方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

現実環境を表す環境マップを生成する方法の特定の実施形態を参照することによって発明を説明する。環境マップは、仮想環境を照明するのに使用される情報を含む。この方法は、単純なウェブカメラまたは他の取得デバイスによって提供される画像から、照明情報 (lighting information) を抽出するための単純かつ安価な解決策を提供する。まず、取り込んだ画像を環境マップ上に再マッピングし、取り込んだ画像から発出される、取り込

50

んだ照明情報を、周囲環境の未知の部分に外挿する。有利な変形形態によれば、次いで、高品質レンダリング用のグラフィックスハードウェアを使用して、外挿した照明情報表現をリアルタイムでフィルタリングする。近似ではあるが、本発明は、バーチャルリアリティおよびマルチメディア応用例に対して使用可能な、もっともらしい環境マップを提供し、ローエンドグラフィックスハードウェア上であってもリアルタイムで動作する。

【0017】

図1に、画面13上に表示される仮想環境（3Dシーンとも呼ばれる）100と対話する、現実環境1に属するユーザ12を示す。仮想環境100は、仮想オブジェクト（3Dオブジェクト）101、例えばユーザ12が対話するアバターを含む。アバターは、例えば、ユーザ12がビデオチャットアプリケーションを介して話をする人物のグラフィカル表現、またはユーザ12によって制御される仮想アプリケーション（例えばゲーム）のキャラクターのグラフィカル表現である。ユーザ12に関し仮想環境への没頭の印象を向上させることに関して、現実環境1の照明を表す情報が、デジタル光学式取得デバイス11、例えばウェブカメラによって取り込まれる。取得デバイス11の開口が限定されることにより、環境の全てを取り込むことはできないので、取り込まれる入射照明が取得デバイス11の範囲外で外挿され、空間内の任意の方向に関する入射照明の完全な推定が得られる。仮想環境100を照明する現実環境1から来る照明情報を使用することにより、現実環境1と仮想環境100が1つの環境に統合されているという印象を向上させる。したがって、ユーザ12が対話する仮想環境100に没頭する印象が向上する。リアルタイムバーチャルリアリティ応用例では、光学式取得デバイス11に関する位置の選択は、照明の空間的コヒーレンスを保証するためにディスプレイ画面13の真上または真下となる。変形形態によれば、例えば照明設計の状況で、取得デバイス11が、ターゲット照明を得るために任意の所望の位置に配置される。

【0018】

図2に、デジタル光学式取得デバイス22による現実環境1の部分的な照明情報を表す画像24の取込みの図を示す。取り込んだ画像24（またはその結果として得られる照明情報／データ）を仮想球Ω上にマッピングすることにより（光学式取得デバイスは球の中心に位置する）、現実環境1の環境マップ2が得られる。現実環境の取込みの結果として得られる照明情報は、取得デバイス22の開口23に限定される。したがって、環境マップ2は、利用可能な照明情報である第1の部分20と、再構築すべき欠落した照明情報である第2の部分21の2つの部分から構成される。取得デバイス22の開口23は、取得デバイスの焦点距離に依存する。有利な方式では、取得デバイス22は、安価であり、現在のディスプレイ画面、コンピュータデバイス（ラップトップなど）、さらにはスマートフォンの多くの上で利用可能であるウェブカメラである。例えばウェブカメラの焦点距離は、例えば25mmまたは50mmに等しいしきい値よりも長い。変形形態によれば、光学式取得デバイスは、前述のしきい値よりも短い、または長い焦点距離を有する高解像度デバイス、またはHDR（「高ダイナミックレンジ」）デバイスである。

【0019】

図3に、本発明の特定の非限定的な実施形態による、取り込んだ照明情報を外挿する方法の図を示す。

【0020】

取り込んだ照明情報から、全体の環境照明を再構築することに関して、図2に示すように、取得したデータを仮想球にマッピングし、環境マップの角度マップが得られる。角度マップは環境マップの角度表現である。方向 d_{31} は、ターゲット角度マップ内のピクセル $(x, y) = (d_x r, d_y r)$ に対応する。ただし、

【0021】

【数1】

$$r = \frac{1}{\pi} \frac{\arccos d_z}{\sqrt{d_x^2 + d_y^2}}$$

式1

10

20

30

40

50

【0022】

同様に、取り込んだデータのピクセル（x，y）を方向 $d_{capture}$ に関連付けることができる。

【0023】

【数2】

$$\begin{aligned} d_{capture_x} &= \tan \frac{y_x}{2} \left(\frac{2x}{Res_x} - 1 \right) \\ d_{capture_y} &= \tan \frac{y_y}{2} \left(\frac{2y}{Res_y} - 1 \right) \\ d_{capture_z} &= 1 \end{aligned} \quad \text{式2}$$

10

【0024】

上式で、

- ・ Y_x および Y_y は、それぞれ取得デバイスの水平開口および垂直開口であり、
- ・ Res_x および Res_y は、それぞれ取り込んだ画像の水平解像度および垂直解像度である。

【0025】

この対応関係を使用して、次いで、取り込んだ画像24を、図4上に示した角度マップ4（環境マップの角度表現に対応する）上にマッピングし、環境マップの部分表現が得られる。入射照明に関する利用可能な情報は、ウェブカメラの開口が限定されることにより部分的であるので、多くのサンプル方向 d_{34} は、環境の未知の部分に対応する可能性がある。次いで、欠落した照明情報を外挿して環境マップを完成させる。球の残りの部分にわたる、取り込んだ画像の境界ピクセル42の拡張により、入射照明を外挿する。各境界ピクセル42は、環境マップ内において非常に広い立体角に及ぶことになる（スパニングする）。言い換えれば、図4に示すように、取り込んだ画像24の境界ピクセル42のピクセル値が、考慮する境界ピクセル42から開始して、球 Ω の湾曲をたどって、方向43に沿ったあらゆるピクセルについて再現される。その場合、所与の方向43に沿った、外挿したあらゆるピクセルは、境界ピクセル42のピクセル値と同一のピクセル値を取る。

20

【0026】

変形形態によれば、外挿したあらゆるピクセルは、環境マップの欠落した部分21に関するユーザの定義した値に対応するピクセル値を取る。

30

【0027】

別の変形形態によれば、取り込んだ入射照明20の平均値が、球の未知の部分21に対して使用される。次いで、環境マップ生成を2つの部分に分割する。まず、部分環境マップを前に詳述したように生成する。同時に、未知の照明値に対応する所与の方向 d_{31} の周りのサンプル方向の割合を求める。そのようなサンプルは、ターゲット方向に入射する照明に対する寄与がない。その目的で、 d_{31} の周りの余弦分布33に従ってN個のランダムな方向32のセット34を選択する。光情報が利用可能ではない球の部分21内に位置するランダムな方向と、Nとの間の比により、値 α が得られる。次いで、部分環境マップ生成の出力はRGB- α テクスチャであり、RGBチャンネルは、畳み込まれた照明値を含み、アルファチャンネルは、未知の値に対応する方向の量を格納する。平均照明の良好な概念が、部分環境マップの中心ピクセル44によって与えられる。畳み込み中に使用される方向は、大部分は取得デバイス22の範囲内に位置する。したがって、最終的環境マップのピクセルは、部分環境マップ L_{part} と、この平均値 L_{avg} の加重和によって得られる。重み値は、未知の照明値に対応する方向の量である、部分マップのアルファチャンネルである。次いで、外挿する照明が次のように定義される。

40

$$L_{final}(d) = \alpha \cdot L_{avg} + (1 - \alpha) \cdot L_{part}$$

そのような外挿の結果を図4上に示す。図4は、本発明の特定の非限定的な実施形態による、現実環境の照明情報を表す角度マップ4を示す。角度マップ4は、現実環境の環境

50

マップの角度表現に対応する。角度マップ4を得るために、球 Ω のピクセル（環境マップに対応する）を、取得デバイス22の主な取込み方向に直交する平面に投影する。角度マップは、取り込んだ部分光情報20のピクセル、すなわち取り込んだ画像24のピクセル、すなわち取得デバイス22で取り込んだ現実環境からの光情報のピクセルを主に含むエリア40を中心とする。このエリアは、円形の点線で境界が画される。角度マップ4を灰色の濃淡41で示し、濃淡の最も明るい部分41は角度マップの中心に位置し、最も暗い部分45は角度マップの周辺に位置する。実際、最も明るい部分41は、光学式取得デバイスから値が取り込まれた多数のピクセルを含む部分（部分光情報20に対応する）に対応する。円形の点線によって境界が画される、最も暗い部分45は、外挿によってピクセル値が推定され、値 α が大きい、すなわち1に近いピクセルを含む部分に対応する。その部分45のピクセルについて、その部分45は、光情報が取り込まれ、したがって利用可能である部分20から遠く離れた、環境マップの欠落した部分21に属するので、そのピクセル値に関する不確定性は高い。一般的には、角度マップの中心部分から離れるほど、値 α が大きいピクセルの数がより顕著となる。

【0028】

球 Ω の欠落した部分21に属するピクセルのピクセル値の外挿後、有利には、角度マップの拡散および／またはグロッシーフイルタリングを実施する。図2に示す仮想球 Ω の各ピクセルPについて、対応する方向dを求める。次いで、拡散面について、dの周りの余弦分布に従って球のランダムな方向のセット34を求める。モンテカルロ積分を使用して、半球Hに対する入射照明の積分を記述する式は以下のようになる。

【0029】

【数3】

$$L_{diffuse}(d) \approx \pi \sum_1^N \frac{L(\omega_i)}{\cos\theta_i} \quad \text{式3}$$

【0030】

上式で、

- ・ $L_{diffuse}(d)$ は、方向dに沿って拡散する光量であり、
- ・ $L(\omega_i)$ は、N個の方向34のセットに属する方向 ω_i に沿って拡散する光量に対応し、
- ・ θ_i は、方向dと方向 ω_i によって形成される角度に対応する。

【0031】

モンテカルロ積分は積分式に対する近似解を与え、その精度は、式3のサンプル数Nに直接関係する。リアルタイム計算の状況では、有利には、数値積分が非常に少ない時間量で実施される。この積分が高解像度画像に対して実施される場合、環境方向当たり受け入れることのできるサンプルは、最新のグラフィックスハードウェアであっても非常に少数だけ（例えば5、10、または20）である。そのような少数のサンプルを使用すると、空間および時間の両方で非常に雑音のある結果が生じ、したがって最終的画像で光スペクトルおよびフリッカリングが生じる。しかし、拡散または中程度のグロッシー照明は、各方向にわたって滑らかに変化する傾向がある。この観察を活用して、生成されたフィルタリング済み環境マップの解像度を128×128などの非常に小さい値に低減することができる。この場合、リアルタイム制約をなおも満たしながら、フィルタリング済み環境マップの各ピクセルのサンプリング品質を高くする（通常は50サンプル／ピクセル）ことができる。

【0032】

図5に、現実環境1の照明情報を表す環境マップ4の生成のために適合され、1つまたはいくつかの画像のディスプレイ信号の作成に適合されたデバイス5のハードウェア実施形態の図を示す。デバイス5は、例えばパーソナルコンピュータPC、ラップトップ、ゲームコンソール、またはワークステーションに対応する。

【0033】

デバイス5は、クロック信号も移送するアドレスおよびデータバス24によって互いに

10

20

30

40

50

接続された以下の要素を備える。

- －マイクロプロセッサ 5 1（または CPU）、
- －以下を備えるグラフィカルカード 5 2、
 - ・いくつかのグラフィックプロセッサユニット GPU 5 2 0
 - ・GRAM（「グラフィカルランダムアクセスメモリ」）型の揮発性メモリ 5 2 1
- －ROM（「読取り専用メモリ」）型の不揮発性メモリ 5 6、
- －ランダムアクセスメモリ（RAM）5 7、
- －例えばキーボード、マウス、ウェブカメラなどの 1 つまたは複数の I / O（「入出力」）デバイス 5 4
- －電源 5 8。

10

【0034】

デバイス 5 はまた、グラフィカルカードで例えばリアルタイムで計算および構成される環境マップによって照明された合成画像のレンダリングを特に表示するグラフィカルカード 5 2 に直接接続されたディスプレイ画面のタイプのディスプレイデバイス 5 3 をも備える。グラフィカルカード 5 2 にディスプレイデバイス 5 3 を接続するための専用バスの使用は、データ伝送のより顕著なスループットを有し、したがってグラフィカルカードによって構成された画像を表示する待ち時間を削減するという利点を有する。変形形態によれば、ディスプレイデバイスはデバイス 5 の外部にあり、ディスプレイ信号を伝送するケーブルでデバイス 5 に接続される。デバイス 5、例えばグラフィカルカード 5 2 は、例えば LCD またはプラズマ画面、ビデオプロジェクタなどの外部ディスプレイ手段へのディスプレイ信号の伝送のために適合された伝送手段またはコネクタ（図 5 には図示せず）を備える。

20

【0035】

メモリ 5 2、5 6、5 7 の説明で使用する「レジスタ」という語は、上述の各メモリにおいて、低容量のメモリゾーン（何らかのバイナリデータ）ならびに大容量のメモリゾーン（格納すべきプログラム全体、あるいは計算されるデータを表すデータまたは表示されるデータのすべてまたは一部を可能にする）を指すことに留意されたい。

【0036】

始動したとき、マイクロプロセッサ 5 1 は、RAM 5 7 に格納されたプログラムの命令をロードし、実行する。

30

【0037】

ランダムアクセスメモリ 5 7 は特に以下を含む。

【0038】

－レジスタ 5 3 0 内の、デバイス 5 の始動時にロードされるマイクロプロセッサ 5 1 のオペレーティングプログラム、

－仮想環境を表すパラメータ 5 3 1（例えば、仮想環境のオブジェクトをモデル化するパラメータ、仮想環境を照明することに関するパラメータ）、

－受信パラメータ 2 3 2（例えば、変調、コーディング、MIMO、フレーム繰り返しパラメータ）。

【0039】

40

本発明に特有の、以下で説明する方法のステップを実装するアルゴリズムが、こうしたステップを実装するデバイス 5 に関連するグラフィカルカード 5 2 の RAM 5 7 に格納される。始動し、仮想環境を表すパラメータ 5 7 1 が RAM 5 7 にロードされると、グラフィカルカード 5 2 の GPU 5 2 0 が、こうしたパラメータを RAM 5 2 1 にロードし、例えば HLSL（「高水準シェーダ言語」）言語、GLSL（「OpenGL シェーディング言語」）言語を使用する「シェーダ」などのマイクロプログラムの形態の下で、こうしたアルゴリズムの命令を実行する。

【0040】

GRAM 5 2 1 は特に以下を含む。

－レジスタ 5 2 1 0 内の、仮想環境 1 0 0 を表すパラメータ、

50

- －部分照明情報 5 2 1 1、
- －現実環境 1 の環境マップを表す環境マップ 5 2 1 2 を表すデータ、および
- －比 α を表す値 5 2 1 3。

【0041】

変形形態によれば、GRAM 5 2 1 で利用可能なメモリ空間が十分でない場合、RAM 5 7 の一部が、データ 5 2 1 1、5 2 1 2、および 5 2 1 3 を格納するために CPU 5 1 によって割り振られる。それでも、この変形形態は、GPU から GRAM に、およびその逆にデータを送るためにグラフィカルカードで利用可能な能力よりも一般には低い伝送能力を有するバス 3 5 を通じてグラフィカルカードから RAM 5 7 にデータを送らなければならないので、環境マップの合成および GPU に含まれるマイクロプログラムから構成された仮想環境 1 0 0 の表現を含む画像の合成に、より顕著な待ち時間をもたらす。

10

【0042】

変形形態によれば、電源 5 8 はデバイス 5 の外部にある。

【0043】

図 6 に、本発明の特定の非限定的な実施形態による、現実環境 1 の照明情報を表す環境マップを生成する方法を示す。

【0044】

初期化ステップ 6 0 の間に、デバイス 5 の様々なパラメータを更新する。具体的には、環境マップのパラメータを含む仮想環境を表すパラメータを任意の方式で初期化する。

【0045】

20

次に、ステップ 6 1 の間に、デジタル光学式取得デバイスで画像を取り込み、画像は現実環境の部分照明情報を表す。取得デバイスによって取り込まれた部分照明情報は、取得デバイスの開口角に従って、すなわち取得デバイスの焦点距離に従って取得デバイスによって取り込むことのできる現実環境の部分に対応する。有利には、複数のピクセルを含む画像の取得をリアルタイムで実施し、したがって経時的な照明変化が取り込まれる。デジタル光学式取得デバイスは、例えば、しきい値よりも長い焦点距離を有するウェブカメラに対応し、しきい値は、例えば 25 または 50 mm に等しい。変形形態によれば、デジタル光学式取得デバイスは高解像度カメラまたは HDR カメラである。別の変形形態によれば、取得デバイスの焦点距離はしきい値未満であり、取り込んだ部分光情報は、その変形形態によれば、焦点距離がしきい値よりも長い場合よりも重要となる。

30

【0046】

次いで、ステップ 6 2 の間に、取り込んだ部分光情報を外挿することにより、現実環境の照明情報を表す環境マップを推定する。外挿により、現実環境の光情報についての情報を有さない環境マップの部分、取得デバイスの取込みの範囲外として埋めることが可能となる。有利には、部分光情報の外挿は、取り込んだ画像の境界ピクセルのピクセル値の、環境マップの残りの部分へのスパニングを含む。したがって、取り込んだ画像の周辺に属する各ピクセルのピクセル値が、境界ピクセルで始まり、環境マップの曲がり角をたどる曲線（球 Ω で表される）に沿って位置する環境マップ（または、環境マップの角度表現であり、したがって環境マップに対応する角度マップ）のピクセルに関連付けられる。変形形態によれば、外挿は、環境マップの 1 つまたはいくつかのエリアに対する、取り込んだ画像のピクセルの平均値の適用を含む。この変形形態によれば、平均値が適用されるエリア（複数可）は、現実環境の照明についての情報が取り込まれなかった環境マップの部分、例えば取り込んだ画像に対応する部分の反対側の環境マップの部分に対応する。この変形形態は、境界ピクセルの、環境マップの他のピクセルへのスパニングによる、周囲の照明の恐らくは顕著な過大評価または過小評価を補正するという利点をもたらす。別の変形形態によれば、環境マップのいくつかの部分に対する平均値の適用が、重み係数で重み付けされる。有利には、重み係数は、図 3 に関して説明したように、未知の照明値に対応する所与の方向 d の周りのサンプル方向の割合に対応する比 α に対応する。したがって、重み係数 α は、ピクセル値が外挿される環境マップのピクセルの位置に依存する。別の変形形態によれば、外挿は、現実環境から来る照明情報が利用可能ではない環境マップのピク

40

50

セルに対する、ユーザの定義した値の適用を含む。

【0047】

有利な方式では、環境マップは、環境マップの角度表現である角度マップの形態の下で表される。角度表現は、環境マップ全体を1つの単一のコンパクトなマップで表現するという利点を有する。変形形態によれば、環境マップは、任意の他のタイプの表現、例えば緯度-経度表現、双放物面表現、キューブマップ表現、ミラーボール表現で表される。

【0048】

変形形態によれば、この方法は、環境マップの拡散フィルタリングのステップを含み、このステップは、ステップ62の前または後に実施され、有利には、拡散フィルタリングがリアルタイムで実施される。この変形形態は、拡散面上の照明の迅速な計算を可能にし、完全な鏡面に限定されないという利点をもたらす。

10

【0049】

別の変形形態によれば、方法は、環境マップのグロッシーフイルタリングのステップを含み、このステップは、ステップ62の前または後に実施され、有利には、グロッシーフイルタリングがリアルタイムで実施される。この変形形態は、中程度の鏡面上の照明の迅速な計算を可能にし、完全な鏡面に限定されないという利点をもたらす。

【0050】

当然ながら、本発明は上述の実施形態に限定されない。

【0051】

具体的には、本発明は、照明情報を表す環境マップを生成する方法に限定されず、この方法を実装する任意のデバイス、特に少なくともGPUを備えるすべてのデバイスにも拡張される。環境マップを生成するのに必要な計算の実装は、シェーダタイプのマイクロプログラムでの実装に限定されず、あらゆるタイプのプログラム、例えばCPUタイプのマイクロプロセッサによって実行されるいくつかのプログラムでの実装にも拡張される。

20

【0052】

本発明の使用はリアルタイムの使用に限定されず、任意の他の使用にも拡張される。

【0053】

有利には、仮想会議で発明を使用することができる。各ユーザが、仮想世界のアバターによって表される。本発明はもっともらしい動的照明再構築を実現するので、現実ユーザと仮想アバターとの間のギャップを低減する傾向があり、したがってアバターの存在を高める。仮想トレーニングや共同的仮想世界などの広範な他の応用例が、本発明から利益を受けることができる。

30

【0054】

本発明は、周囲の照明の単純な取得を実現する。本発明により、ユーザは仮想環境の照明と直接対話することが可能となるので、有利には、対話式光編集ツールのための基礎として本発明を使用することができる。3Dモデルで始めて、ユーザは、現実光源を使用して、仮想照明環境のプロトタイプを構築することができる。本発明は、環境照明の完全な記述を実現するので、生成中に仮想環境を照明するために、再構築した環境マップをそのまま使用することができる。別の可能性は、ターゲット照明を構築するためのいくつかの環境マップの組合せに依拠し、照明を数回取り込み、次いで組み合わせて所望の効果を得る。さらに、ユーザは、本発明を使用して環境マップを生成し、次いでマップの主な照明要素に対応する半対話式点光源の自動抽出を実施することができる。

40

【0055】

ウェブカメラの開口は通常は小さいので、球面情報の大部分は外挿によって得られる。法外なアーチファクトを導入することなくこの問題を低減する単純な方式は、ウェブカメラの開口を人工的に広げるものである。したがって、画像が球のより広い部分に及び、外挿されるデータ量が削減される。物理的には正しくないが、この解決策は、カメラの周りの現実オブジェクトの移動を強調し、したがって現実世界への仮想オブジェクトの没入感が高まる。照明設計について、このことにより、実際のウェブカメラ開口範囲に限定されるのではなく、半球の任意の方向について光源を作成する単純かつ直感的な方式が得られ

50

る。

【0056】

変形形態によれば、H D R画像の取込みをエミュレートすることに関して、取得デバイスセンサの露光時間を動的に修正することにより、取り込んだ照明のダイナミックレンジが向上する。

【0057】

発明はまた、現実環境の照明の取込みから環境マップが生成されるビデオ画像を2次元または3次元で構成する方法にも関する。

【0058】

有利な方式では、図5上で示したデバイス5は、キーボードおよび／またはジョイスティックなどの対話手段を備え、例えば音声認識などの他の入力手段も可能である。

本発明は以下の実施の態様を含むものである。

付記1．現実環境の照明情報を表す環境マップを生成する方法であって、

デジタル光学式取得デバイスから前記現実環境の部分照明情報を表す、複数のピクセルを含む画像をリアルタイムで取得するステップと、

前記画像の前記ピクセルの少なくとも一部の外挿によって前記環境マップを推定するステップと

を含む、前記方法。

付記2．前記環境マップを拡散フィルタリングするステップを含む、付記1に記載の方法。

付記3．前記環境マップをグロッシーフィルタリングするステップを含む、付記1または2に記載の方法。

付記4．前記外挿は、前記画像の境界に属するピクセルの値を環境マップ全体にスパニングするステップを含む、付記1ないし3のいずれか1つに記載の方法。

付記5．前記外挿は、前記環境マップの少なくとも一部に対する、前記画像の前記ピクセルの平均値に対応する値の適用を含む、付記4に記載の方法。

付記6．前記値の適用が、前記環境マップの前記少なくとも一部に応じて重み係数 α で重み付けされる、付記5に記載の方法。

付記7．前記取得デバイスは、しきい値よりも長い焦点距離を有する、付記1ないし6のいずれか1つに記載の方法。

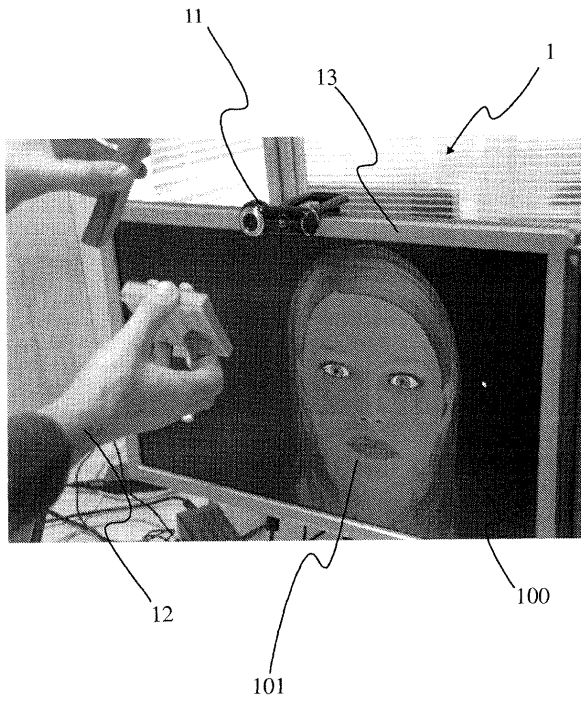
付記8．前記環境マップが角度マップによって表される、付記1ないし7のいずれか1つに記載の方法。

10

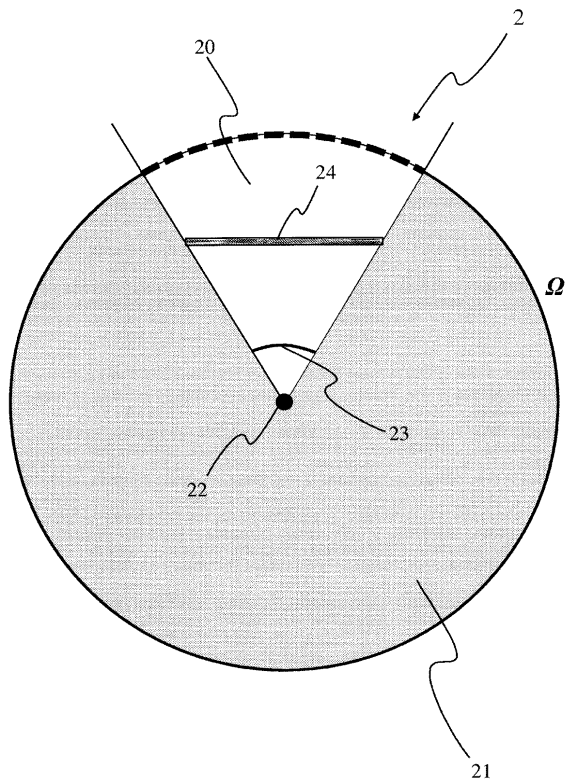
20

30

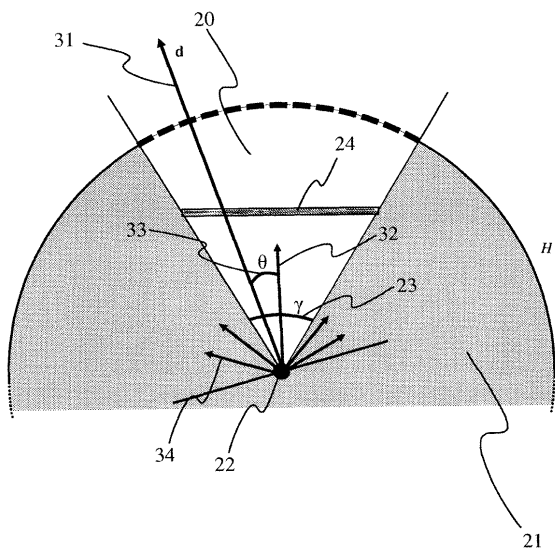
【図 1】



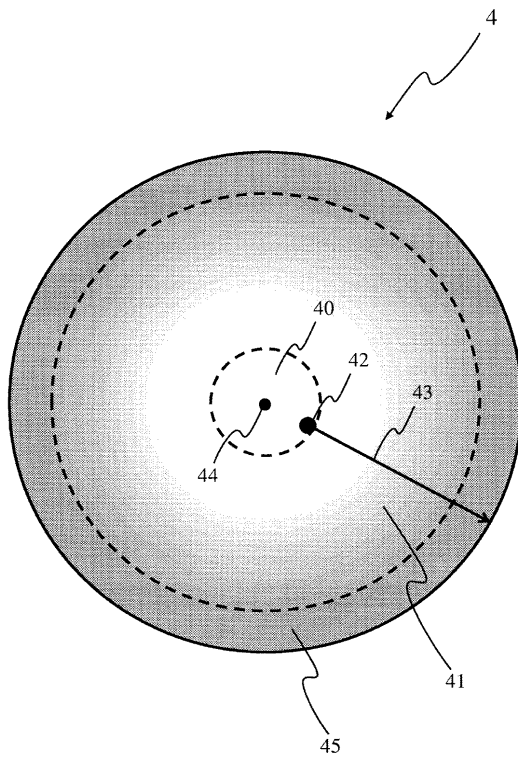
【図 2】



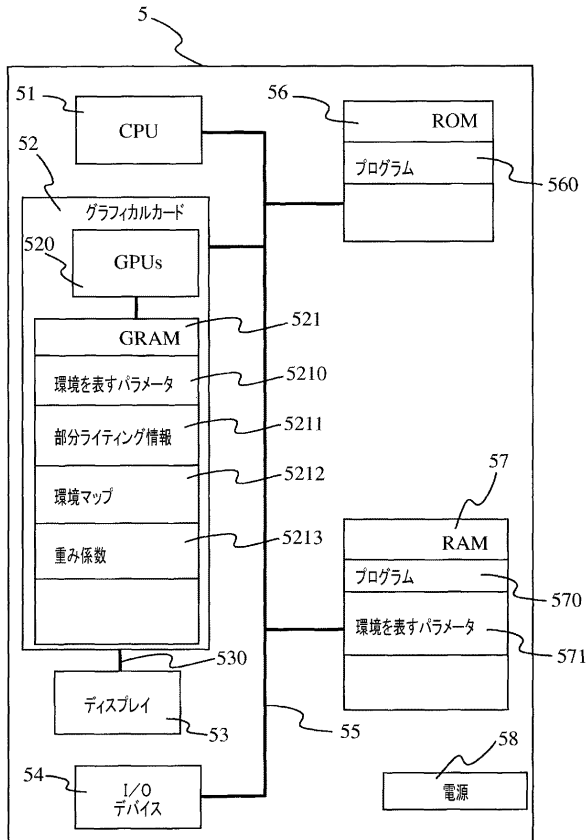
【図 3】



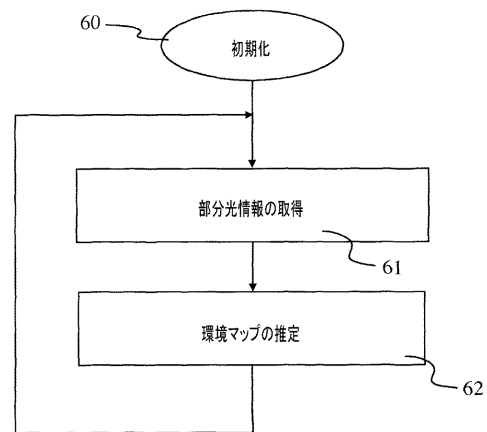
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 パスカル ガウトロン
フランス 35510 セソン セヴィニエ アベニュー ド ベル フォンテーヌ 1 テクニ
カラー アール アンド ディー フランス内
- (72)発明者 ジャンーユード マービー
フランス 35510 セソン セヴィニエ アベニュー ド ベル フォンテーヌ 1 テクニ
カラー アール アンド ディー フランス内

審査官 千葉 久博

- (56)参考文献 特開2008-079897 (JP, A)
特開2008-033531 (JP, A)
特開2007-018173 (JP, A)
特開2005-260583 (JP, A)
特開2005-107644 (JP, A)
特開2003-187267 (JP, A)
特開2000-235657 (JP, A)
特開平08-063618 (JP, A)
倉地紀子, "HOT STUFF! MOVIE", CG WORLD, 日本, 株式会社ワークスコーポレーショ
ン, 2009年12月 1日, 第137巻, p.58-63
仁科勇作, 外3名, "適応的なハイダイナミックレンジ画像合成による拡張現実感のための光源
環境推定", 情報処理学会研究報告, 日本, 社団法人情報処理学会, 2008年 1月17日,
第2008巻, 第3号, p.185-190
神原誠之, 外1名, "実世界の光源環境を考慮した拡張現実感 ビジョンベース拡張現実感にお
ける幾何学的・光学的整合性の解決", 画像ラボ, 日本, 日本工業出版株式会社, 2003年1
0月 1日, 第14巻, 第10号, p.43-47
柿本正憲, 外5名, "反射特性を考慮した実時間グレア描画手法", 画像電子学会誌, 日本, 画
像電子学会, 2003年 7月25日, 第32巻, 第4号, p.336-345
三ッ峰秀樹, 外3名, "実写ベース仮想スタジオのための照明条件変更手法", 映像情報メディ
ア学会技術報告, 日本, (社)映像情報メディア学会, 2002年 9月 6日, 第26巻, 第
57号, p.5-8

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 15/00-15/87