

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4214976号
(P4214976)

(45) 発行日 平成21年1月28日(2009.1.28)

(24) 登録日 平成20年11月14日(2008.11.14)

(51) Int.Cl.

H04N 13/00 (2006.01)
G06T 1/00 (2006.01)

F 1

H04N 13/00
G06T 1/00 315

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2004-273040 (P2004-273040)
 (22) 出願日 平成16年9月21日 (2004.9.21)
 (65) 公開番号 特開2005-151534 (P2005-151534A)
 (43) 公開日 平成17年6月9日 (2005.6.9)
 審査請求日 平成18年12月27日 (2006.12.27)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-331030 (P2003-331030)
 (32) 優先日 平成15年9月24日 (2003.9.24)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-362705 (P2003-362705)
 (32) 優先日 平成15年10月23日 (2003.10.23)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004329
 日本ビクター株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12
 番地
 (74) 代理人 100085235
 弁理士 松浦 兼行
 (72) 発明者 山田 邦男
 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12
 番地 日本ビクター株式会社内
 審査官 伊東 和重
 (56) 参考文献 特開平7-296185 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】擬似立体画像作成装置及び擬似立体画像作成方法並びに擬似立体画像表示システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

奥行き情報が明示的にも又はステレオ画像のように暗示的にも与えられていない非立体画像から奥行き推定データを作成し、この奥行き推定データと前記非立体画像とから擬似的な立体画像を作成する擬似立体画像作成装置であって、

基本となる複数のシーン構造のそれぞれについて奥行き値を示す複数の基本奥行きモデルを発生する発生手段と、

供給される前記非立体画像の、画面内の所定領域における画素値の統計量を算定して、シーン構造を推定する算定手段と、

前記発生手段から発生した前記複数の基本奥行きモデルを、前記算定手段により算定された値に応じた合成比率で合成する合成手段と、

前記合成手段により合成された合成結果と、供給される前記非立体画像とから前記奥行き推定データを作成する作成手段と

を有することを特徴とする擬似立体画像作成装置。

【請求項 2】

前記算定手段は、供給される前記非立体画像の、画面内の所定領域における輝度信号の高域成分を算定して、シーン構造を推定することを特徴とする請求項1記載の擬似立体画像作成装置。

【請求項 3】

奥行き情報が明示的にも又はステレオ画像のように暗示的にも与えられていない非立体

10

20

画像から奥行き推定データを作成し、この奥行き推定データと前記非立体画像とから擬似的な立体画像を作成する擬似立体画像作成方法であって、

供給される前記非立体画像の、画面内の所定領域における画素値の統計量を算定して、シーン構造を推定する第1のステップと、

基本となる複数のシーン構造のそれぞれについて奥行き値を示す複数の基本奥行きモデルを、前記第1のステップにより算定された値に応じた合成比率で合成する第2のステップと、

前記第2のステップにより合成された合成結果と、供給される前記非立体画像とから前記奥行き推定データを作成する第3のステップと

を含むことを特徴とする擬似立体画像作成方法。

10

【請求項4】

前記第1のステップは、供給される前記非立体画像の、画面内の所定領域における輝度信号の高域成分を算定して、シーン構造を推定することを特徴とする請求項3記載の擬似立体画像作成方法。

【請求項5】

奥行き情報が明示的にも又はステレオ画像のように暗示的にも与えられていない非立体画像から奥行き推定データを作成し、この奥行き推定データと前記非立体画像とから擬似的な立体画像を作成する請求項1記載の擬似立体画像作成装置と、

前記擬似立体画像作成装置に供給される前記非立体画像と、前記擬似立体画像作成装置から出力される前記奥行き推定データとに基づいて、前記非立体画像のテクスチャのシフトを対応部分の前記奥行き推定データに応じた量だけ行うことによって別視点画像を生成する複数視点画像作成装置と、

前記複数視点画像作成装置で作成された前記別視点画像と前記非立体画像との一方を左目画像とし、他方を右目画像として表示するステレオ表示装置と

からなることを特徴とする擬似立体画像表示システム。

20

【請求項6】

前記複数視点画像作成装置は、

前記擬似立体画像作成装置に供給される前記非立体画像と、前記擬似立体画像作成装置から出力される前記奥行き推定データとに基づいて、前記非立体画像のテクスチャのシフトを対応部分の前記奥行き推定データに応じた量だけ行うテクスチャシフト部と、

30

テクスチャの存在しない部分であるオクルージョンを、入力画像の対応部で充填するか又は分割された画像のテクスチャの統計量に基づきオクルージョン補償を行うオクルージョン補償部と、

オクルージョン補償部から出力された信号に対してポスト処理を行うポスト処理部と、

前記ポスト処理部から出力された画像信号を前記別視点画像である左目画像又は右目画像とし、前記擬似立体画像作成装置に供給される前記非立体画像を右目画像又は左目画像として出力する手段と

を有することを特徴とする請求項5記載の擬似立体画像表示システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は擬似立体画像作成装置及び擬似立体画像作成方法並びに擬似立体画像表示システムに係り、特に通常の静止画若しくは動画、即ち奥行き情報が明示的にも又はステレオ画像のように暗示的にも与えられていない画像（非立体画像）から擬似的な立体画像を作成する擬似立体画像作成装置及び擬似立体画像作成方法並びに作成した擬似的な立体画像を表示する擬似立体画像表示システムに関する。

【背景技術】

【0002】

立体表示システムにおいて非立体画像の擬似立体視による鑑賞を可能にするために、通常の静止画若しくは動画、即ち奥行き情報が明示的にも又はステレオ画像のように暗示的

50

にも与えられていない画像（非立体画像）から擬似的な立体化画像を作成することが行われる。また、立体視に限らず2次元画像からシーンの3次元構造を推定し、画像の合成や仮想的な視点移動を実現しようというアプローチは数多く研究・検討がなされている（例えば、非特許文献1参照）。この非特許文献1記載のツァー・インツー・ザ・ピクチャ（Tour Into the Picture）では、撮影済みの画像から近影物を除去し、遠近法における消失点を決定した上で、それを基にシーンの概略的な構成を推定して視点移動を行うことを可能にしている。

【0003】

また、上記のTour Into the Pictureでは奥行き構造が長方形を断面とするチューブ状になっているのに対して、奥行きに応じた輪郭線を断面とするチューブを構成することを前提とする遠近法ベースのアプローチによる擬似立体画像作成装置及び擬似立体画像作成方法も従来より知られている（例えば、特許文献1参照）。この特許文献1記載の発明では、メッシュ画像データに輪郭線の距離情報を付加して三次元ポリゴン立体データを形成し、この三次元ポリゴン立体データに写真画像から得たカラー画像データを適用して、三次元ポリゴン立体データにより構成される三次元ポリゴン立体の内側にカラー画像データを貼り付ける様に、上記三次元ポリゴン立体をレンダリング処理して三次元画像データを得るようにしたものである。

【0004】

また、古典的な2次元3次元手法としては所謂シェーブ・フロム・モーション（shape from motion）が知られている（例えば、非特許文献2参照）。これは文字通り動き情報から奥行きを推定するもので、動画の動き情報を用いて立体画像を構成するというものである。しかし、編集なしに動きのみから安定した奥行き推定を自動的に行なうことは困難であり、この編集を行い易くするための擬似立体画像作成装置及び擬似立体画像作成方法も知られている（例えば、特許文献2参照）。この特許文献2には、元の2次元画像を複数個のシーンに分割し、そのシーン毎に2次元画像のままにするか3次元画像に変換するかによって、2次元画像から生成される3次元画像の前記2次元画像に対する変換率を調整する2次元画像から3次元画像への変換方法が開示されている。

【0005】

【非特許文献1】Y.Horry,K.Anjyo,K.Arai：“Tour Into the Picture: Using a Spidery Mesh Interface to Make Animation from a Single Image”, SIGGRAPH '97 Proceedings, pp.225-232(1997)

【非特許文献2】C.Tomasi and T.Kanade：“Shape and Motion from Image Streams under Orthography: A Factorization Method”, Int. Journal of Computer Vision, Vol.9, No.2, pp.137-154(1992)

【特許文献1】特開平9-185712号公報

【特許文献2】特開平7-222201号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記の従来の擬似立体画像作成装置及び擬似立体画像作成方法では、様々な画像に対して、消失点の決定を自動的に行なうことは困難であり、また入力されるすべてのシーンに対して遠近法的な構造推定が適合するわけではなく、また遠近法的な構造推定が適合する場合であっても自動的に正しい奥行き構造モデルを構成して違和感の無い立体視を実現することは容易ではない。

【0007】

また、非特許文献2に記載の手法（shape from motion）は上記のように安定した奥行き推定を自動的に行なうことは困難であり、さらに根本的には静止画若しくは相対的に動きが停止した部分の立体化は不可能である。また、このような動き推定の伴う処理を高速で行なうことは困難であり、画像処理のリアルタイム性を損なう可能性が高い。

【0008】

10

20

30

40

50

本発明は以上の点に鑑みなされたもので、所謂シェーブ・フロム・モーションのような動き情報を利用した奥行き推定は行わず、静止画の画像内容からシーンの基本的な奥行き構造を、”経験知からあるタイプのシーン構造が比較的近い可能性が高いので選択する”という程度に推定し、誤判定された場合でも強い違和感を感じさせないようなものを採用する、所謂フェイルセーフの思想に基づき、非立体画像から擬似的な立体化画像を作成する擬似立体画像作成装置及び擬似立体画像作成方法並びに作成した擬似立体画像を表示する擬似立体画像表示システムを提供することを目的とする。

【0009】

また、本発明の他の目的は、処理の高速化のため、擬似立体画像の作成アルゴリズムを簡便なものとした擬似立体画像作成装置及び擬似立体画像作成方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の目的を達成するため、第1の発明の擬似立体画像作成装置は、奥行き情報が明示的にも又はステレオ画像のように暗示的にも与えられていない非立体画像から奥行き推定データを作成し、この奥行き推定データと非立体画像とから擬似的な立体画像を作成する擬似立体画像作成装置であって、基本となる複数のシーン構造のそれぞれについて奥行き値を示す複数の基本奥行きモデルを発生する発生手段と、供給される非立体画像の、画面内の所定領域における画素値の統計量を算定して、シーン構造を推定する算定手段と、発生手段から発生した複数の基本奥行きモデルを、算定手段により算定された値に応じた合成比率で合成する合成手段と、合成手段により合成された合成結果と、供給される非立体画像とから奥行き推定データを作成する作成手段とを有する構成としたものである。

20

【0011】

また、上記の目的を達成するため、第2の発明は、第1の発明の算定手段を、供給される非立体画像の、画面内の所定領域における輝度信号の高域成分を算定して、シーン構造を推定する構成としたことを特徴とする。

【0012】

また、上記の目的を達成するため、第3の発明の擬似立体画像作成方法は、奥行き情報が明示的にも又はステレオ画像のように暗示的にも与えられていない非立体画像から奥行き推定データを作成し、この奥行き推定データと非立体画像とから擬似的な立体画像を作成する擬似立体画像作成方法であって、供給される非立体画像の、画面内の所定領域における画素値の統計量を算定して、シーン構造を推定する第1のステップと、基本となる複数のシーン構造のそれぞれについて奥行き値を示す複数の基本奥行きモデルを、第1のステップにより算定された値に応じた合成比率で合成する第2のステップと、第2のステップにより合成された合成結果と、供給される非立体画像とから奥行き推定データを作成する第3のステップとを含むことを特徴とする。

30

【0013】

また、上記の目的を達成するため、第4の発明は、第3の発明における第1のステップを、供給される非立体画像の、画面内の所定領域における輝度信号の高域成分を算定して、シーン構造を推定するようにしたことを特徴とする。

40

【0014】

第1乃至第4の発明の擬似立体画像作成装置及び作成方法では、所謂シェーブ・フロム・モーションのような動き情報を利用した奥行き推定は行わず、奥行き情報が明示的にも又はステレオ画像のように暗示的にも与えられていない非立体画像の、画面内の所定領域における輝度信号の高域成分を算定して、シーンの奥行き構造を推定する。このとき推定されるシーンの奥行き構造は厳密なものではなく、”経験知からあるタイプのシーン奥行き構造が比較的近い可能性が高いので選択する”という程度のものに止め、誤判定された場合でも強い違和感を感じさせないようなものを採用する、所謂フェイルセーフの思想に

50

基づくものとする。この理由は、事実上 1 枚の非立体画像からその内容を確実に検知し、詳細なシーン構造を決定することは技術的に不可能であるためである。

【 0 0 1 5 】

現実のシーン構造は無限に存在するが、本発明ではどのような画像に対しても違和感を感じさせないと同時に、できる限り現実に近いシーン構造の決定を行うために、基本となる複数のシーン構造のそれぞれについて奥行き値を示す複数の基本奥行きモデルを複数（例えば、3 種類）用意し、それらの合成比率を上記の非立体画像の、画面内の所定領域における輝度信号の高域成分の算定値に応じて変化させる。

【 0 0 1 6 】

基本奥行きモデルを用いることの利点は、本来複雑な構造である現実の 3 次元のシーンについて、比較的単純な数式で表現される曲面や平面を用いて近似することにより、視覚的な広がり（奥行き感）と動き推定や消失点決定などのプロセスのない簡便な演算処理を両立することである。

10

【 0 0 1 7 】

合成比率の変化の例としては、通常の球状の凹面を示す第 1 の基本奥行きモデルの使用を基本にしながらも、上記の高域成分の算定値が例えば画面上部の高域成分が少ないと示している場合は、画面上部に空若しくは平坦な壁が存在するシーンと認識して、画面上部の奥行きを深くした第 2 の基本奥行きモデルの比率を増加させ、また、上記の高域成分の算定値が例えば画面下部の高域成分が少ないと示している場合は、画面下部に平坦な地面若しくは水面が手前に連続的に広がるシーンと認識して、画面上部を遠景として平面近似し、下部については下に行くほど奥行きの小さくなる第 3 の基本奥行きモデルの比率を増加させるといった処理を行う。このようにして、本発明では、どのような画像に対しても違和感を感じさせないと同時に、できる限り現実に近いシーンの奥行き構造を得ることが可能になる。

20

【 0 0 1 8 】

上記の 3 種類のモデルについては、発明を実施するための最良の形態において詳説するが、これらはあくまでも一例であり、別の形状を持つモデルを使用することや、3 種類に限らない数のモデルを使用することも可能である。また、モデルの混在比について、画面上部・下部の高域成分を算定した結果をもとに決定しているが、この算定領域について限定されるものではなく、算定されるものも輝度の高域成分に限定されない。本発明のポイントはモデルの形態ではなく、モデルの使用そのものにある。

30

【 0 0 1 9 】

また、上記の目的を達成するため、第 5 の発明の擬似立体画像表示システムは、奥行き情報が明示的にも又はステレオ画像のように暗示的にも与えられていない非立体画像から奥行き推定データを作成し、この奥行き推定データと非立体画像とから擬似的な立体画像を作成する請求項 1 記載の擬似立体画像作成装置と、擬似立体画像作成装置に供給される非立体画像と、擬似立体画像作成装置から出力される奥行き推定データとに基づいて、非立体画像のテクスチャのシフトを対応部分の奥行き推定データに応じた量だけ行うことによって別視点画像を生成する複数視点画像作成装置と、複数視点画像作成装置で作成された別視点画像と非立体画像との一方を左目画像とし、他方を右目画像として表示するステレオ表示装置とからなることを特徴とする。

40

【 0 0 2 0 】

また、上記の目的を達成するため、第 6 の発明は、第 5 の発明における複数視点画像作成装置を、擬似立体画像作成装置に供給される非立体画像と、擬似立体画像作成装置から出力される奥行き推定データとに基づいて、非立体画像のテクスチャのシフトを対応部分の奥行き推定データに応じた量だけ行うテクスチャシフト部と、テクスチャの存在しない部分であるオクルージョンを、入力画像の対応部で充填するか又は分割された画像のテクスチャの統計量に基づきオクルージョン補償を行うオクルージョン補償部と、オクルージョン補償部から出力された信号に対してポスト処理を行うポスト処理部と、ポスト処理部から出力された画像信号を別視点画像である左目画像又は右目画像とし、擬似立体画像作

50

成装置に供給される非立体画像を右目画像又は左目画像として出力する手段とからなる構成としたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、基本となる複数のシーン構造のそれぞれについて奥行き値を示す複数の基本奥行きモデルを複数用意し、それらの合成比率を、非立体画像の、画面内の所定領域における輝度信号の高域成分の算定値に応じて変化させることにより、1枚の非立体画像から違和感を感じさせないと同時に、できる限り現実に近いシーンの奥行き構造を得ることができるので、これを基にどのような非立体画像からも違和感の少ない擬似立体画像を作成することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

次に、本発明を実施するための最良の形態について図面と共に説明する。図1は本発明になる擬似立体画像作成装置の一実施の形態のブロック図、図2は図1における“合成部”の一実施の形態のブロック図、図3は本発明になる擬似立体画像作成方法の一実施の形態のフローチャートを示す。

【0023】

図1において、本実施の形態の擬似立体画像作成装置は、擬似立体化を行う非立体画像が入力される画像入力部1と、画像入力部1からの非立体画像の上部約20%の高域成分評価値（"top activity"）を計算により求める上部の高域成分評価部2と、画像入力部1からの非立体画像の下部約20%の高域成分評価値（"bottom activity"）を計算により求める下部の高域成分評価部3と、各々基本奥行きモデルタイプ1、基本奥行きモデルタイプ2及び基本奥行きモデルタイプ3の画像を記憶する3つのフレームメモリ4、5及び6と、下部の高域成分評価値及び上部の高域成分評価値の各値に応じて決定される合成比率により、フレームメモリ4、5及び6からの3種類の基本奥行き画像を合成する合成部7と、合成部7により得られた合成基本奥行きモデル画像に、画像入力部1の基になる画像の三原色信号（RGB信号）のうち赤色信号（R信号）9を重畠し最終的な奥行き推定データ11を得る加算器10により構成されている。

20

【0024】

図2は上記合成部7の構成を示したもので、後述する手法により、下部の高域成分評価値及び上部の高域成分評価値の各値をもとに各モデルの合成比率k1、k2、k3（ただし、 $k_1 + k_2 + k_3 = 1$ ）を決定する合成比率決定部70と、これらの合成比率k1、k2、k3と、前記基本奥行きモデルタイプ1、基本奥行きモデルタイプ2、基本奥行きモデルタイプ3Sを別々に乗算して、合成比率k1、k2、k3による各モデルの線形和を出力する3つの乗算器71、72、73と、これらの乗算器71、72、73の各乗算結果を加算する加算器74により構成されている。

30

【0025】

上記の基本奥行きモデルタイプ1は、球面上の凹面による奥行きモデルで、上部の高域評価値（top activity）と下部の高域評価値（bottom activity）の値が特に小さい場合以外は、この基本奥行きモデルタイプ1の画像が使用される。また、上記の基本奥行きモデルタイプ2は、基本奥行きモデルタイプ1の上部を球面でなく、アーチ型の円筒面に置き換えたもので、上部を円筒面（軸は垂直方向）で下部を凹面（球面）としたモデルである。更に、上記の基本奥行きモデルタイプ3は、上部を平面（Z = 1000 - 901 = 99）、下部をその平面から連続し、下に行くほど手前側に向かう円筒面状としたもので、上部が平面、下部が円筒面（軸は水平方向）としたモデルである。

40

【0026】

次に、図1の実施の形態の動作について図3のフローチャート等と共に説明する。まず、画像入力部1に擬似立体化を行う画像が入力される（ステップS1）。この画像は、通常の静止画若しくは動画、即ち奥行き情報が明示的にも又はステレオ画像のように暗示的

50

にも与えられていない非立体画像で、8ビットで量子化されている画像データである。また、この入力画像の画像サイズは、例えば、水平720画素、垂直486画素である。

【0027】

上記の画像入力部1に入力された非立体画像の画像データは、上部の高域成分評価部2に供給され、ここで非立体画像の上部約20%が水平8画素、垂直8画素のブロックに分割され、各ブロック内の点(i, j)における輝度信号をY(i, j)としたとき、各ブロックについて次式

【0028】

【数1】

10

$$\sum_{i,j} (|Y(i,j) - Y(i+2,j)| + |Y(i,j) - Y(i,j+2)|)$$

による計算が行われ、この計算結果の値の上記画像上部約20%のブロックについての平均が高域成分評価値("top activity")とされる(ステップS2)。

【0029】

また、上記の高域成分評価と並行して、上記の画像入力部1に入力された非立体画像の画像データは、下部の高域成分評価部3にも供給され、ここで非立体画像の下部約20%が水平8画素、垂直8画素のブロックに分割され、各ブロック内の点(i, j)における輝度信号をY(i, j)としたとき、各ブロックについて上記と同じ式による計算が行われ、この計算結果の値の上記画像下部約20%のブロックについての平均が下部の高域成分評価値("bottom activity")とされる(ステップS3)。

20

【0030】

一方、フレームメモリ4には、球面(凹面)モデルである基本奥行きモデルタイプ1の半径をr、画像中心をx、y座標の原点とした場合、次式により得られる奥行きZの基本奥行きモデルタイプ1の画像が格納されている。

【0031】

【数2】

30

$$Z = \sqrt{r^2 - x^2 - y^2} - \sqrt{r^2 - 360^2 - 243^2} = \sqrt{1000^2 - x^2 - y^2} - 901$$

ここで、画像入力部1の水平720画素、垂直486画素の画像データの例では、上式の半径rを画素サイズを単位としてr=1000としている。なお、本明細書において、奥行きZは、球を示す次式

$$x^2 + y^2 + z^2 = r^2$$

におけるzの値のことであり、1画素の一辺の長さを単位とし、xy平面に画像を置き、z軸方向を奥行きと設定したときの値である。

【0032】

この基本奥行きモデルタイプ1の奥行き画像の一例を図4に示す。図4は通常の球状の凹面を示しており、このときの輝度は255-2×Zで表され、輝度が高いほど奥行きが浅いことを示す。図5に基本奥行きモデルタイプ1の立体構造を示す。この基本奥行きモデルタイプ1で凹面を使用する理由は、基本的にオブジェクトが存在しないシーンにおいては画面中央を一番遠距離に設定することにより、違和感の少ない立体感及び快適な奥行き感が得られるからである。基本奥行きモデルタイプ1が使用されるシーン構成の一例として、図6のようなシーンが挙げられる。

40

【0033】

また、フレームメモリ5には、上部が円筒面(軸は垂直方向)で下部が凹面(球面)とした基本奥行きモデルタイプ2の次式により得られる奥行きZの画像が格納されている。

【0034】

50

【数3】

$$Z = \sqrt{r^2 - x^2} - \sqrt{r^2 - 360^2 - 243^2} = \sqrt{1000^2 - x^2} - 901$$

この基本奥行きモデルタイプ2の奥行き画像を図7に示す。図7は上半分が円筒状の凹面で、下半分が球状の凹面を示しており、輝度の換算は基本奥行きモデルタイプ1の画像と同様に $255 - 2 \times Z$ である。図8に基本奥行きモデルタイプ2の立体構造を示す。

【0035】

この基本奥行きモデルタイプ2は、上部の高域成分評価値 (top activity 10) が小さい場合に、画面上部に空若しくは平坦な壁が存在するシーンと認識して、画面上部の奥行きを深く設定するものである。基本奥行きモデルタイプ2が使用されるシーン構成の一例として、図9のようなシーンがあげられる。

【0036】

更に、フレームメモリ6には、画像上部を平面 ($Z = 1000 - 901 = 99$)、画像下部をその平面から連続し、画像の下に行くほど手前側に向かう円筒面状とした基本奥行きモデルタイプ3の次式により得られる奥行きZの画像が格納されている。

【0037】

【数4】

20

$$Z = \sqrt{1000^2 - y^2} - 0.00035y^2$$

この基本奥行きモデルタイプ3の奥行き画像を図10に示す。図10は上半分が平面で下半分が下に行くほど手前寄りになるグラデーション画像を示しており、輝度の換算も上記の2つの基本奥行きモデルタイプ1、2と同様に $255 - 2 \times Z$ である。図11に基本奥行きモデルタイプ3の立体構造を示す。

【0038】

この基本奥行きモデルタイプ3は下部の高域成分評価値 (bottom activity 30) が小さい場合に、画面下部に平坦な地面若しくは水面に広がるシーンと認識し、画面上部を遠景として平面近似し、画面下部については下に行くほど奥行きZが小さくなるように設定したものである。基本奥行きモデルタイプ3が使用されるシーン構成の一例として、図12のようなシーンが挙げられる。

【0039】

上記のフレームメモリ4、5及び6に格納されている3種類の基本奥行きモデルタイプ1、2、3の各奥行き画像は、入力画像の画像サイズによって奥行きZが決定されている。上部の高域成分評価部2からの上部の高域成分評価値 (top activity) と、下部の高域成分評価部3からの下部の高域成分評価値 (bottom activity) の値に応じて合成比率8が決定され(ステップS4)、その合成比率8に応じて上記のフレームメモリ4、5及び6に格納されている3種類の基本奥行きモデルタイプ1、2、3の各奥行き画像が、図2に示したブロック図の構成の合成部7において合成される(ステップS5)。合成部7では、後述する手法により、各モデルの合成比率 k_1, k_2, k_3 (ただし、 $k_1 + k_2 + k_3 = 1$) を決定し、これらの比率による各モデルの線形和を出力する。

【0040】

図13はステップS5で決定される合成比率の決定条件の一例を示す。図13は上部の高域成分評価値 (top activity) を横軸、下部の高域成分評価値 (bottom activity) を縦軸とし、予め指定された値 $t_{ps}, t_{pl}, b_{ms}, b_{ml}$ との兼ね合いにより基本奥行きモデルタイプが選択若しくは合成されることを示す。図13において、複数の基本奥行きモデルタイプが記載されている部分については、高域成

40

50

分評価値 (activity) に応じて線形に合成される。

【0041】

例えば、Type1/2では (top activity - tps) : (tpl - top activity) の比率で基本奥行きモデルタイプ1 (Type1) と基本奥行きモデルタイプ2 (Type2) の合成比率が決定する。すなわち、Type1/2の合成比率は、基本奥行きモデルタイプ3 (Type3) は使用せず、

Type1 : Type2 : Type3 = (top activity - tps) : (tpl - top activity) : 0
で合成比率が決定される。

【0042】

また、Type2/3、Type1/3については (bottom activity - bms) : (bml - bottom activity) の比率で基本奥行きモデルタイプ2 と基本奥行きモデルタイプ3 の合成比率が決定し、基本奥行きモデルタイプ1 と基本奥行きモデルタイプ3 の合成比率が決定する。すなわち、Type2/3の合成比率は、基本奥行きモデルタイプ1 (Type1) は使用せず、

Type1 : Type2 : Type3 = 0 : (bottom activity - bms) : (bml - bottom activity)
で合成比率が決定され、Type1/3の合成比率は、基本奥行きモデルタイプ2 (Type2) は使用せず、

Type1 : Type2 : Type3 = (bottom activity - bms) : 0 : (bml - bottom activity)
で合成比率が決定される。

【0043】

更に、Type1/2/3においては、Type1/2、Type1/3の合成比率の平均を採用しており、

Type1 : Type2 : Type3 = (top activity - tps) + (bottom activity - bms) : (tpl - top activity) : (bml - bottom activity)

で合成比率が決定される。

【0044】

なお、図2における合成比率 k_1 、 k_2 、 k_3 は、次式で表現される。

【0045】

$$k_1 = \text{Type1} / (\text{Type1} + \text{Type2} + \text{Type3})$$

$$k_2 = \text{Type2} / (\text{Type1} + \text{Type2} + \text{Type3})$$

$$k_3 = \text{Type3} / (\text{Type1} + \text{Type2} + \text{Type3})$$

このように、本実施の形態では、基本となるシーンの奥行き構造モデルとして3種類の基本奥行きモデルを用意し、基になる画像の輝度信号の高域成分を画面上部及び画面下部について算定し、基本奥行きモデルタイプ1を基本にしながらも、画面上部の高域成分が少ない場合には上部に空若しくは平坦な壁が存在するシーンと認識して上部の奥行きを深くした基本奥行きモデルタイプ2の比率を増加させ、画面下部の高域成分が少ない場合は下部に平坦な地面若しくは水面が手前に連続的に広がるシーンと認識して、上部を遠景として平面近似し、下部については下に行くほど奥行きの小さくなる基本奥行きモデルタイプ3の比率を増加させるといった処理を行うようにしたため、どのような画像に対しても違和感を感じさせないと同時に、できる限り現実に近いシーン構造の決定を行うことが可能になる。

【0046】

再び図1及び図3に戻って説明する。上記のように図1の合成器7において図3のステップS5で得られた合成基本奥行きモデルは加算器10に供給され、ここで画像入力部1により入力された基になる非立体画像の三原色信号 (RGB信号) のうちの赤色信号 (R信号) 9と重畳されて最終的な奥行き推定データ11とされる (ステップS6)。ここでは原画のR信号の1/10を重畳している。

【0047】

R信号を使用する理由の一つは、R信号の大きさが、順光に近い環境で、かつ、テクスチャの明度が大きく異なるような条件において、被写体の凹凸と一致する確率が高い

10

20

30

40

50

という経験則によるものである。更にもう一つの理由として、赤色及び暖色は色彩学における前進色であり、寒色系よりも奥行きが手前に認識されるという特徴があり、この奥行きを手前に配置することで立体感を強調することが可能であるということである。

【0048】

基本奥行きモデル1の一例である図6のシーンの、手前に人物を配したサンプルである図14に対して、R信号を重畠したときの奥行き推定データ11の画像の例を図15に示す。また図16にその3次元構造を示す。図15、図16においてはR信号の比較的大きな人物や並木が一段前面に出たような形態になっている。

【0049】

他方、赤色及び暖色が前進色であるのに対し、青色は後退色であり、暖色系よりも奥行きが奥に認識される特徴がある。よって、青色の部分を奥に配置することによっても立体感の強調は可能である。さらに双方を併用して、赤色の部分を手前、青色の部分を奥に配置することによって立体感を強調することも可能である。

【0050】

また、以上の奥行き推定データ11を基に別視点の画像を生成することが可能になる。例えば、左に視点移動する場合、画面より手前に表示するものについては、近い物ほど画像を見る者の内側（鼻側）に見えるので、内側すなわち右に対応部分のテクスチャを奥行きに応じた量だけ移動する。画面より奥に表示するものについては、近い物ほど画像を見る者の外側に見えるので、左に対応部分のテクスチャを奥行きに応じた量だけ移動する。これを左目画像、原画を右目画像とすることでステレオペアが構成される。

【0051】

ステレオペア生成のより具体的な手順を図17に示す。ここでは、入力画像15に対応する奥行き推定データ16を8ビットの輝度値Ydで表すものとする。テクスチャシフト部17では、この輝度値Ydについて小さい値、すなわち奥に位置するものから順に、その値に対応する部分の入力画像15のテクスチャを(Yd - m) / n画素右にシフトする。ここで、mは画面上の奥行きに表示する奥行きデータであり、これより大きなYdに関しては画面より手前に、小さなYdに関しては奥に表示される。また、nは奥行き感を調整するパラメータであり、これらのパラメータの具体例として、m = 200、n = 20などが挙げられる。

【0052】

シフトを行うことによる画像中の位置関係変化によりテクスチャの存在しない部分、すなわちオクルージョンが発生する場合がある。このような部分については、オクルージョン補償部18において、入力画像15の対応部分で充填する、若しくは公知の文献（山田邦男、望月研二、相澤清晴、齋藤隆弘：“領域競合法により分割された画像のテクスチャの統計量に基づくオクルージョン補償”、映像情報学会誌、Vol.56, No.5, pp.863~866(2002.5)）に記載の手法で充填する。

【0053】

オクルージョン補償部18でオクルージョン補償された画像は、ポスト処理部19において平滑化などの公知のポスト処理が施されることにより、それ以前の処理において発生したノイズなどが軽減されることによって左目画像21として生成され、一方、入力画像15を右目画像20とすることによりステレオペアが構成される。これらの右目画像20と左目画像21とは、出力手段により出力される。

【0054】

図18に以上の手順で生成されたステレオペアの一例を示す。但し、ここでは、左右の違いをわかりやすくするための強調がなされている。なお、上記について左右反転することで、左目画像が原画、右目画像が生成された別視点画像のステレオペアが構成される。

【0055】

なお、上記プロセスにおいて、右目画像を入力画像、他方を生成された別視点画像とするようなステレオペアを構成しているが、左目画像を入力画像、右目画像を生成された別視点画像としてもよく、更には左右どちらについても別視点画像を用いる、すなわち、右

10

20

30

40

50

に視点移動した別視点画像と左に視点移動した別視点画像を用いてステレオペアを構成することも可能である。更に、2視点以上の表示が可能な表示装置にて表示する場合、その視点数に応じた数の別視点画像を生成することも可能である。

【0056】

上記の奥行き推定及びステレオペア生成法を組み合わせることにより、図19のような本発明に係る2次元画像を立体視することを可能にする擬似立体画像生成・表示システムを構成することができる。同図中、図1及び図17と同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0057】

図19に示す擬似立体画像表示システムは、図1に示した擬似立体画像生成装置30で生成した擬似立体画像である奥行き推定データと、画像入力部1に入力された非立体画像とを図17に示した構成のステレオペア生成装置40のテクスチャシフト部17に供給し、これによりステレオペア生成装置40で生成されたステレオペア画像（右目画像20及び左目画像21）をステレオ表示装置50に供給する構成である。

【0058】

ここで、上記のステレオ表示装置50とは、偏光メガネを用いたプロジェクションシステム、時分割表示と液晶シャッタメガネを組み合わせたプロジェクションシステム若しくはディスプレイシステム、レンチキュラ方式のステレオディスプレイ、アナグリフ方式のステレオディスプレイ、ヘッドマウントディスプレイなどを含む。特にステレオ画像の各画像に対応した2台のプロジェクタによるプロジェクタシステムを含む。また、上記のように2視点以上の表示が可能な表示装置を用いた多視点立体映像表示システムの構築も可能である。また、本立体表示システムにおいては音声出力を装備する形態のものも考えられる。この場合、静止画等音声情報を持たない映像コンテンツについては、映像にふさわしい環境音を附加するような態様のものが考えられる。

【0059】

このように、本実施の形態によれば、基本奥行きモデルの決定において、3種類の基本奥行きモデルの合成を基本にし、経験知に基づき、現実のシーン構造に比較的に近い可能性が高いようにすることを目標としつつも、複雑なシーンの場合には、球面の基本モデルタイプ1が主体になるように、いわばフェイルセーフに配慮しながら、立体感を見る者に与えるようにし、得られたステレオペア（擬似立体画像）は、左目画像について目立った破綻がなく、また立体視した場合、大きな違和感がないため、1枚の画像からシーン内容に応じた奥行きモデルを構築することが可能になり、これを基に違和感の少ない擬似立体画像を生成することができる。

【0060】

なお、本発明は、ハードウェアにより図1の構成の擬似立体画像作成装置を構成する場合に限定されるものではなく、図3の手順を実行するコンピュータプログラムによるソフトウェアにより擬似立体画像作成を行うこともできる。この場合、コンピュータプログラムは、記録媒体からコンピュータに取り込まれてもよいし、ネットワーク経由でコンピュータに取り込まれてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明の擬似立体画像作成装置の一実施の形態のプロック図である。

【図2】図1における“合成部”的一実施の形態のプロック図である。

【図3】本発明の擬似立体画像作成方法の一実施の形態のフローチャートである。

【図4】基本奥行きモデルタイプ1の奥行き画像の一例を示す図である。

【図5】基本奥行きモデルタイプ1の立体構造の一例を示す図である。

【図6】基本奥行きモデルタイプ1が使用されるシーン構成の一例を示す図である。

【図7】基本奥行きモデルタイプ2の奥行き画像の一例を示す図である。

【図8】基本奥行きモデルタイプ2の立体構造の一例を示す図である。

【図9】基本奥行きモデルタイプ2が使用されるシーン構成の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図10】基本奥行きモデルタイプ3の奥行き画像の一例を示す図である。

【図11】基本奥行きモデルタイプ3の立体構造の一例を示す図である。

【図12】基本奥行きモデルタイプ3が使用されるシーン構成の一例を示す図である。

【図13】基本奥行きモデル合成比率決定条件を説明する図である。

【図14】画像サンプルの一例を示す図である。

【図15】R信号を重畠した奥行き画像の一例を示す図である。

【図16】R信号を重畠した奥行きの立体構造を示す図である。

【図17】ステレオペアの生成装置の一実施の形態のブロック図である。

【図18】擬似立体化されたステレオペアの一例を示す図である。

【図19】本発明の擬似立体画像表示システムの一実施の形態のブロック図である。

10

【符号の説明】

【0062】

1 画像入力部

2 上部の高域成分評価部

3 下部の高域成分評価部

フレームメモリ

7 合成部

9 R信号

10 加算器

11 奥行き推定データ

20

17 テクスチャシフト部

18 オクルージョン補償部

19 ポスト処理部

20 右目画像

21 左目画像

30 擬似立体画像生成装置

40 ステレオペア生成装置

50 ステレオ表示装置

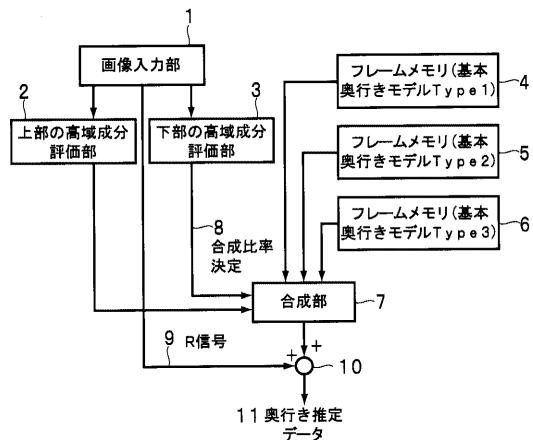
70 合成比率決定部

71、72、73 乗算器

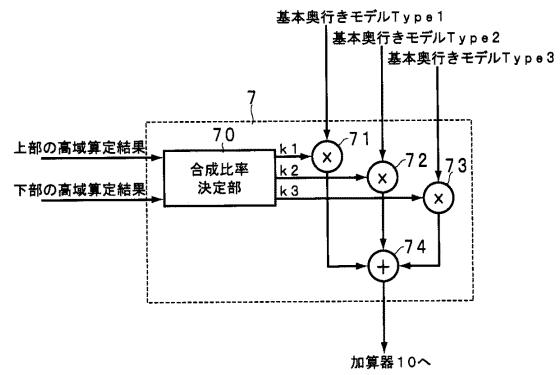
30

74 加算器

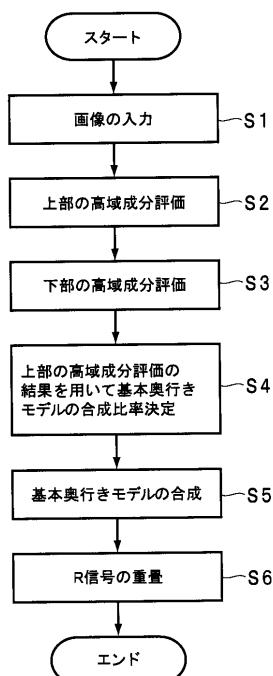
【図1】



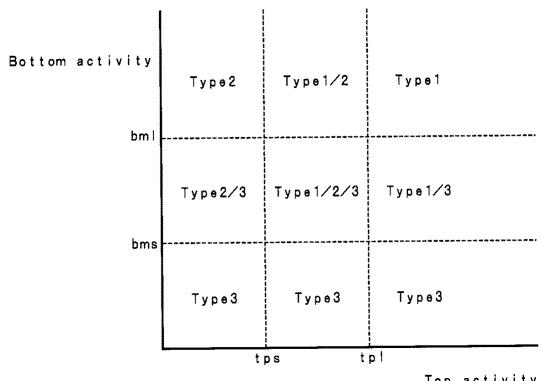
【図2】



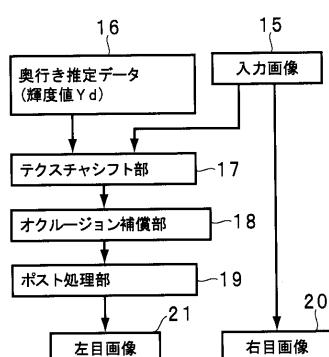
【図3】



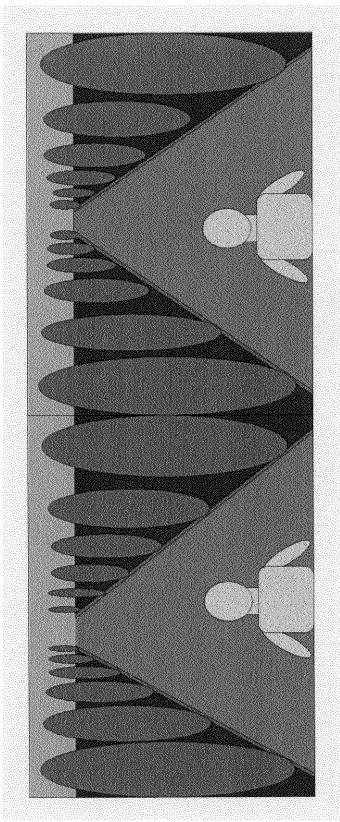
【図13】



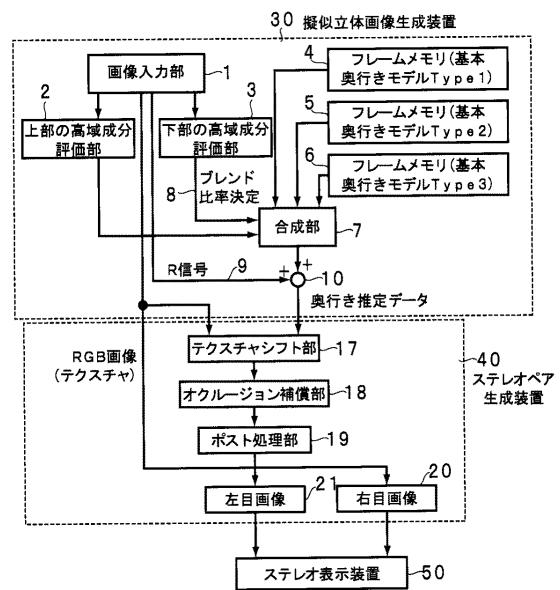
【図17】



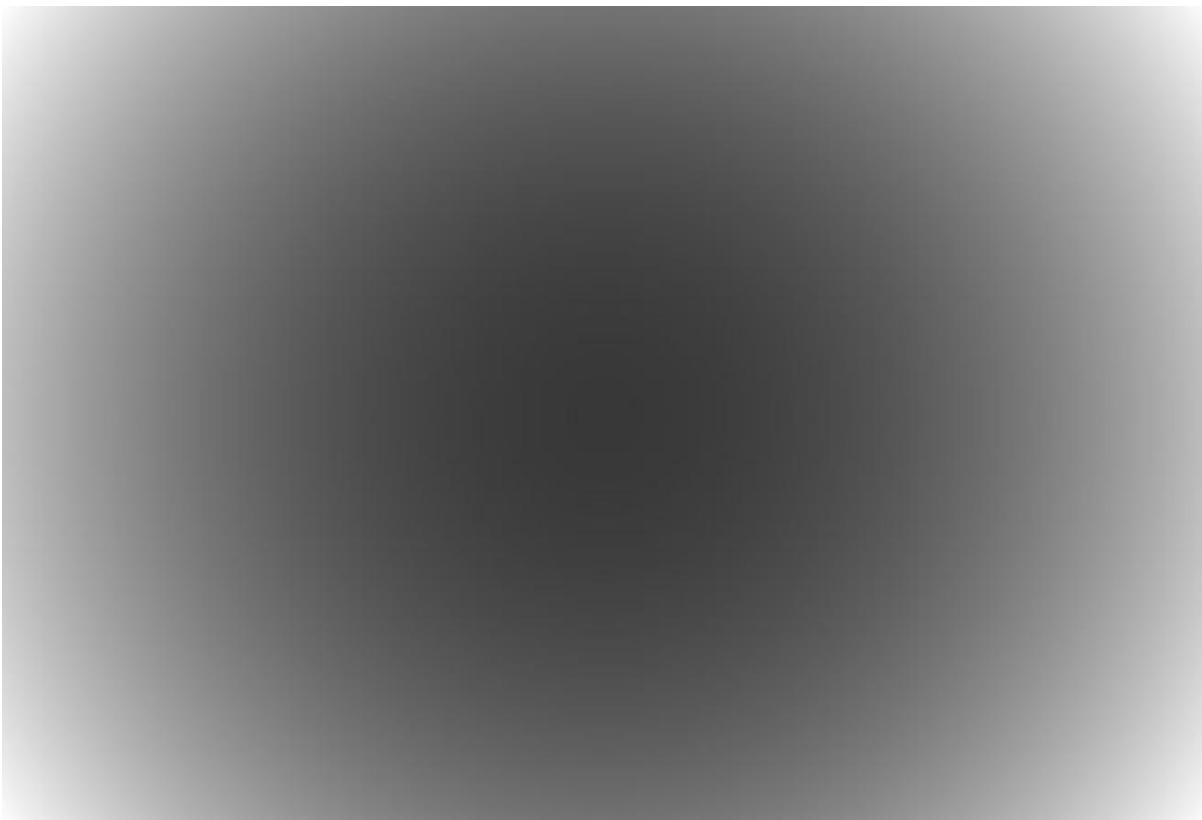
【図18】



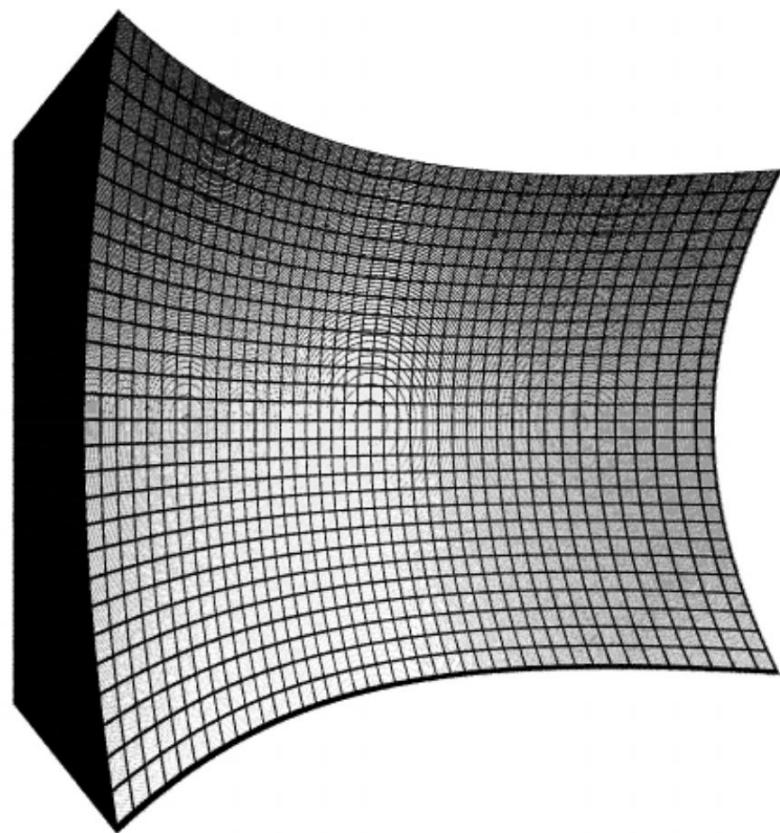
【図19】



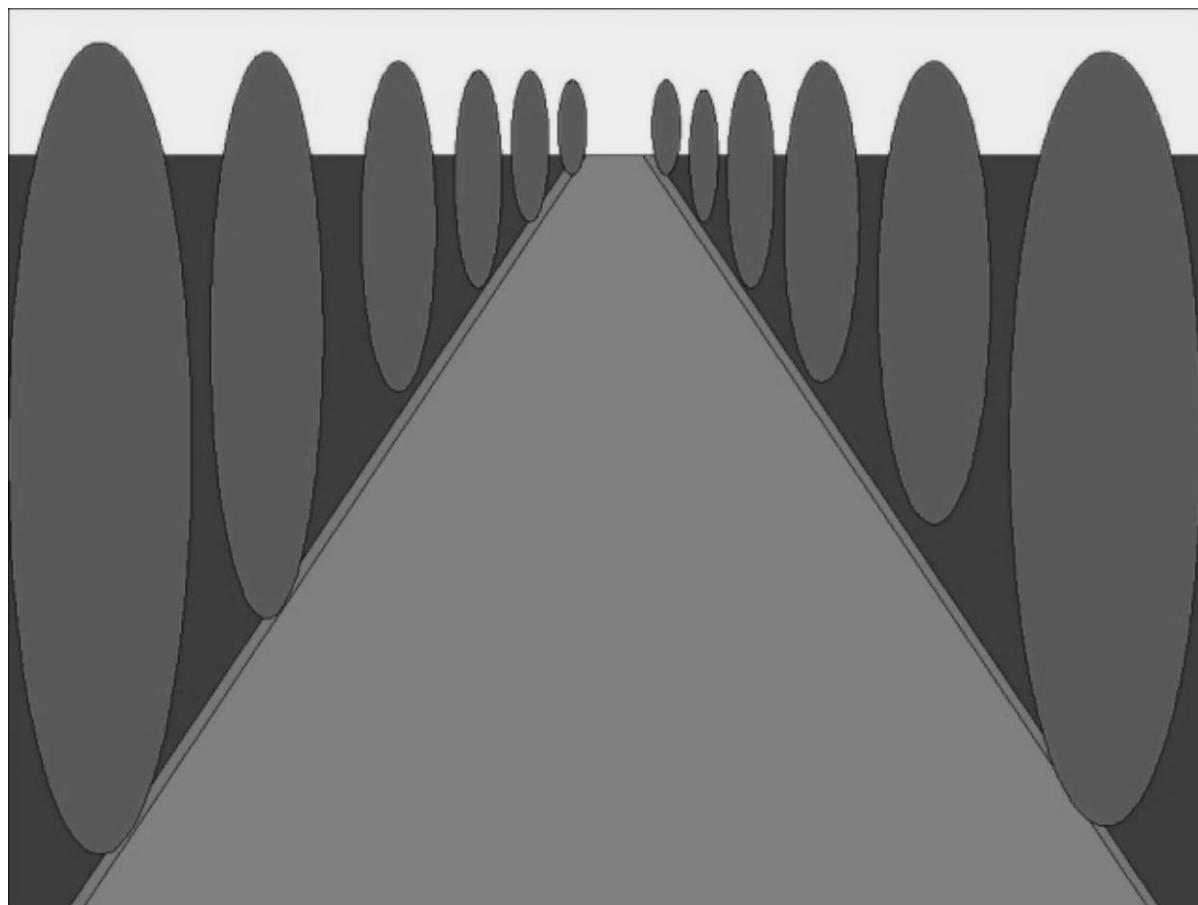
【図4】



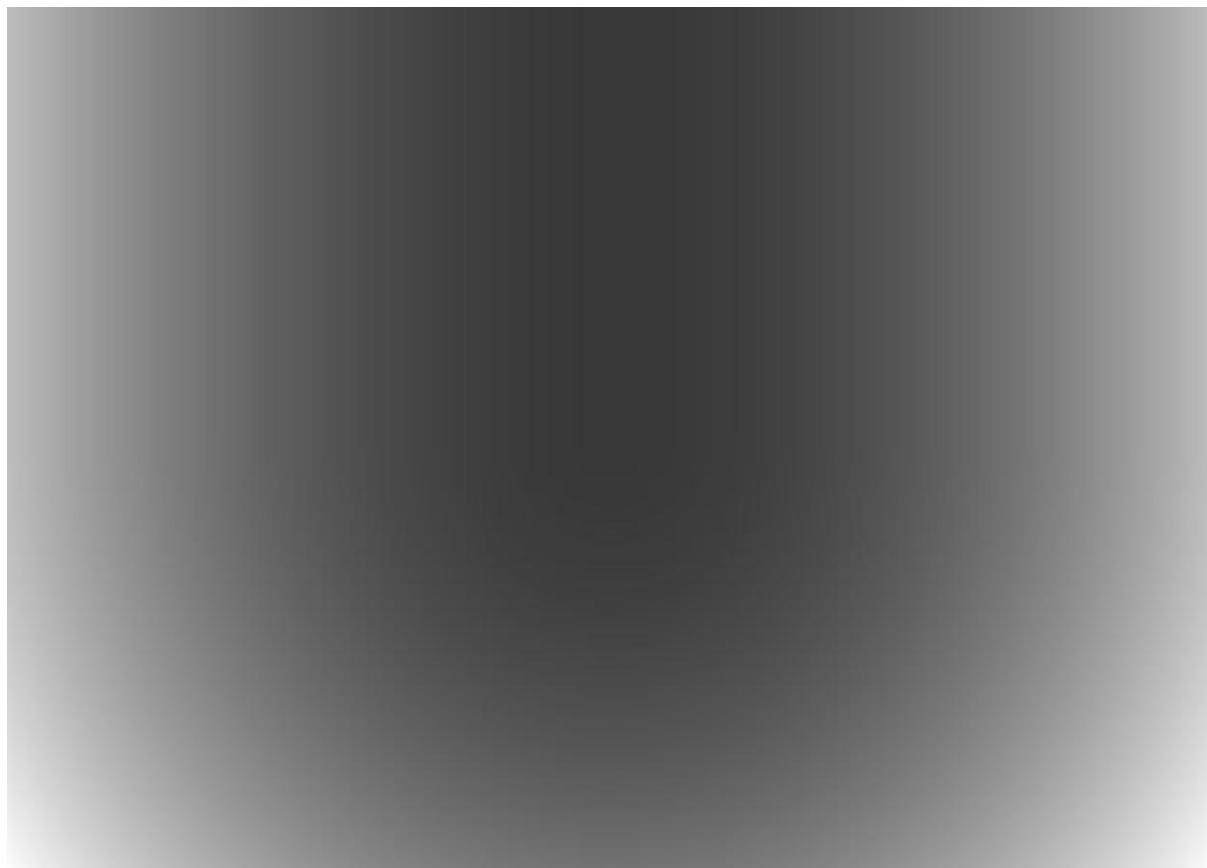
【図5】



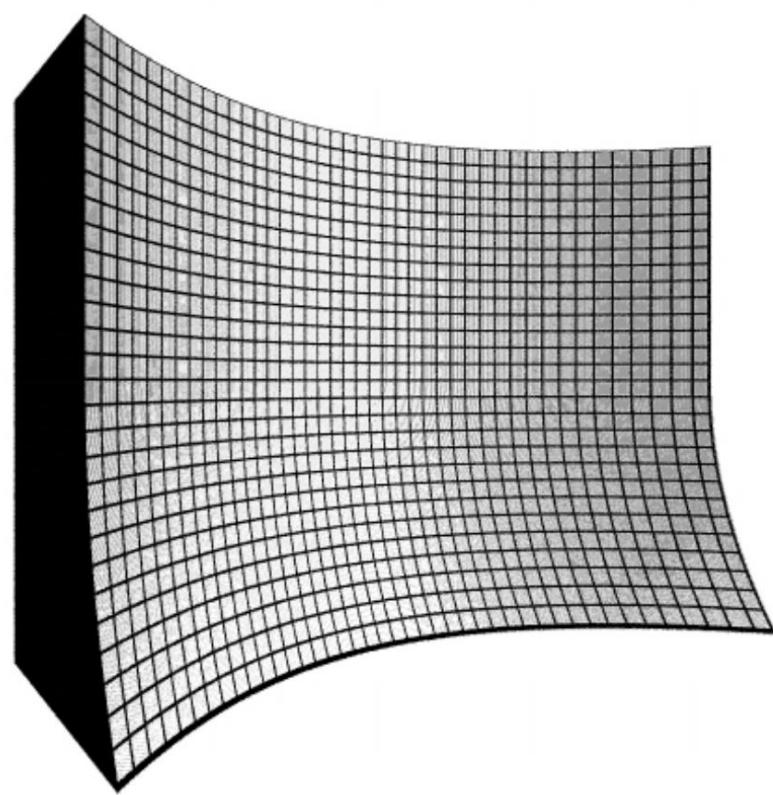
【図6】



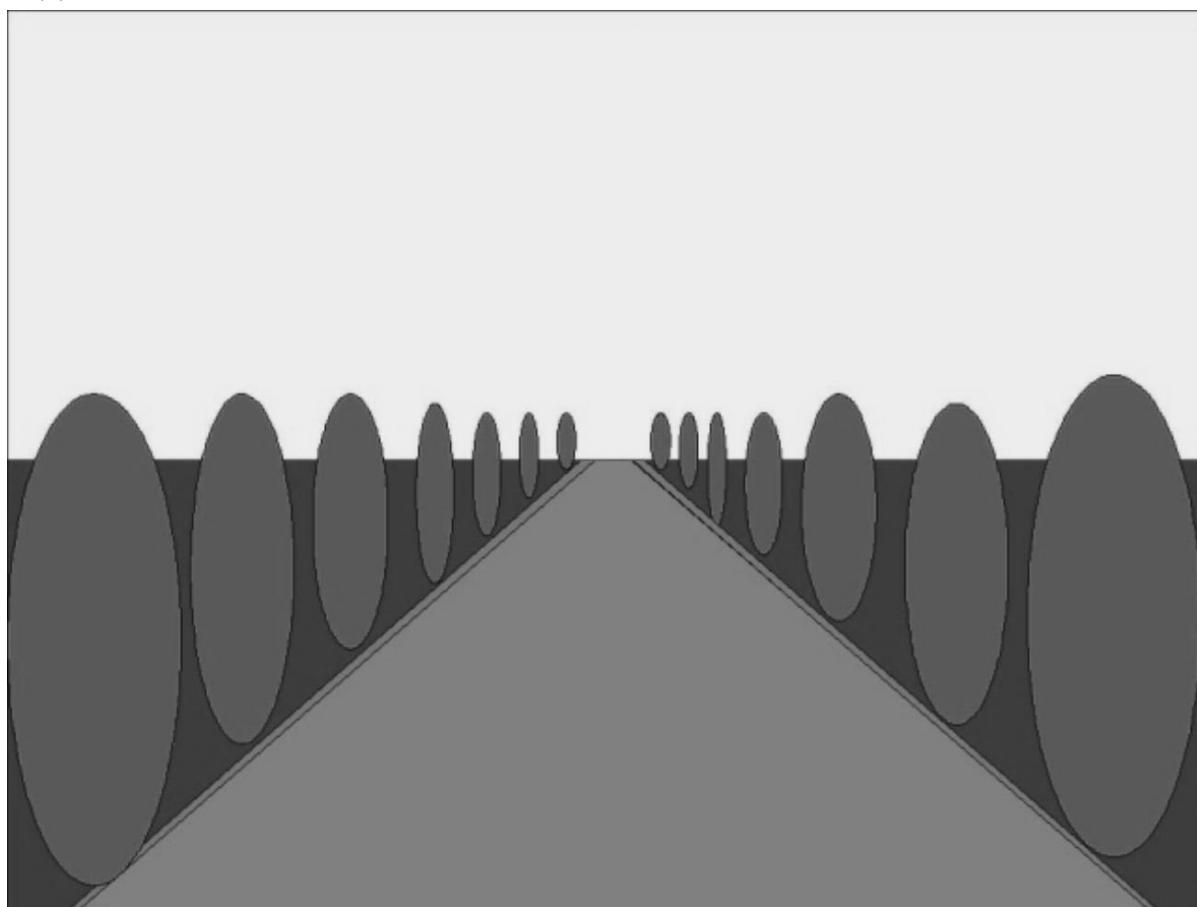
【図7】



【図8】



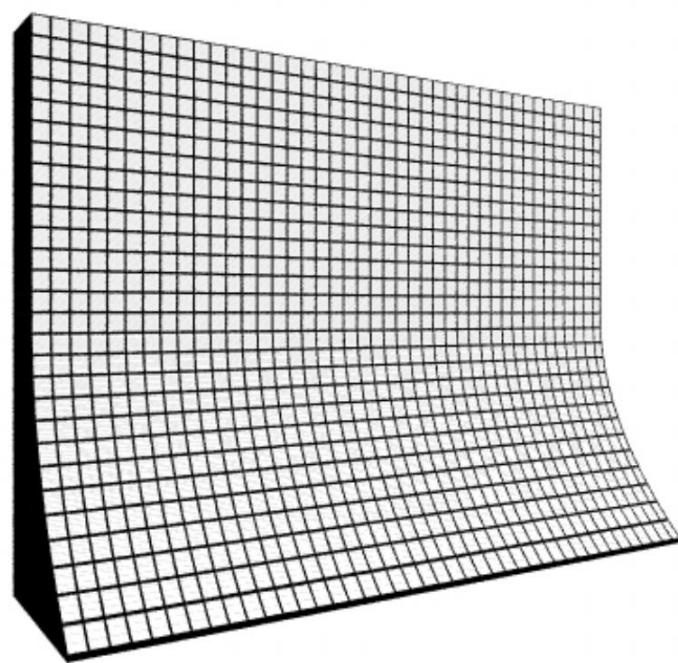
【図9】



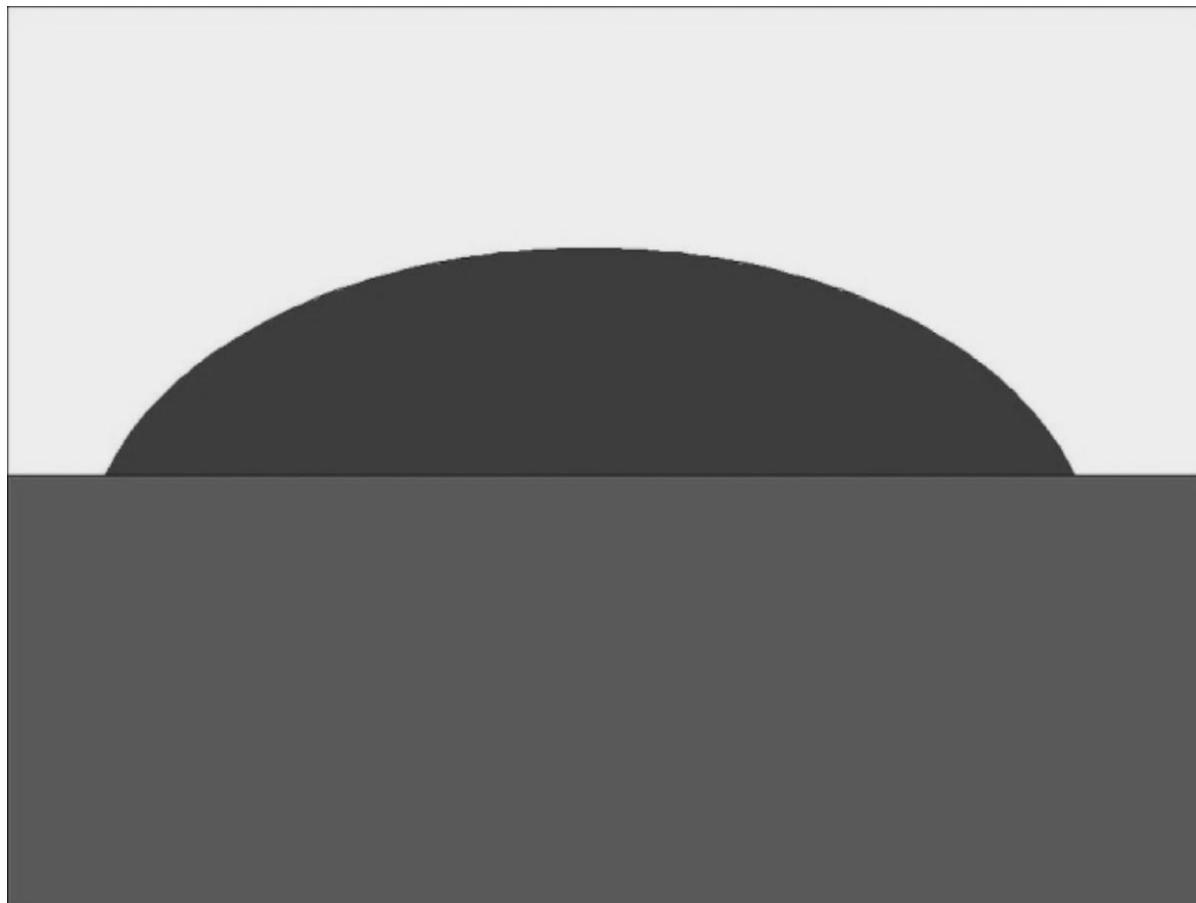
【図10】



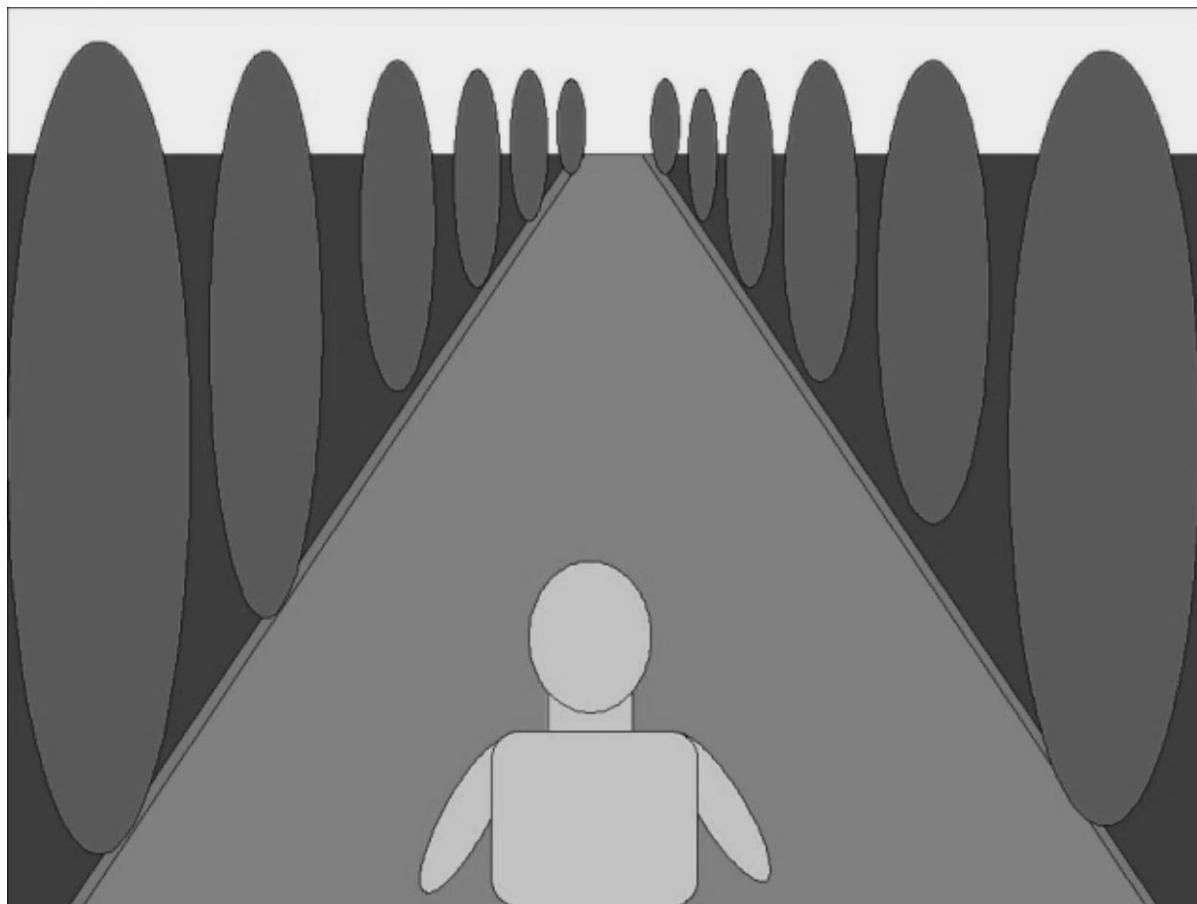
【図11】



【図12】



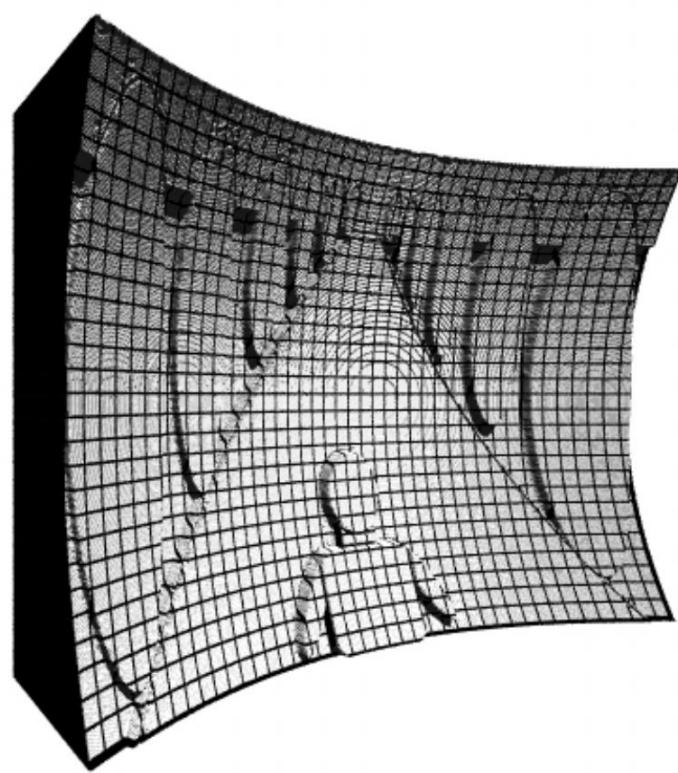
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 4 N	1 3 / 0 0
G 0 6 T	1 / 0 0
G 0 6 T	7 / 0 0
G 0 6 T	1 5 / 0 0
G 0 6 T	1 7 / 0 0
G 0 2 F	2 7 / 2 2
G 0 3 B	3 5 / 0 0