

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4501479号
(P4501479)

(45) 発行日 平成22年7月14日(2010.7.14)

(24) 登録日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int.Cl.

G06T 17/00 (2006.01)

F 1

G06T 17/00

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2004-79089 (P2004-79089)
 (22) 出願日 平成16年3月18日 (2004.3.18)
 (65) 公開番号 特開2005-267272 (P2005-267272A)
 (43) 公開日 平成17年9月29日 (2005.9.29)
 審査請求日 平成19年2月14日 (2007.2.14)

(73) 特許権者 000001443
 カシオ計算機株式会社
 東京都渋谷区本町1丁目6番2号
 (74) 代理人 100093632
 弁理士 阪本 紀康
 (74) 代理人 100074099
 弁理士 大菅 義之
 (72) 発明者 島田 敬輔
 東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
 計算機株式会社羽村技術センター内
 審査官 伊知地 和之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ポリゴンモデルの簡略化方法、画像処理装置、画像描画装置、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の頂点を持つポリゴンの集合により3次元の物体を表現するポリゴンモデルの簡略化を行う画像処理装置におけるポリゴンモデルの簡略化方法であって、

前記ポリゴンモデルで表現された前記物体の輪郭を所定の視点で検出するステップと、前記検出した輪郭を保持するよう、前記物体の表現に用いるポリゴンの数を減少させることにより、前記ポリゴンモデルを簡略化するステップと、

前記ポリゴンモデルを簡略化した後に前記視点のみを変更する場合に、該簡略化したポリゴンモデルによる前記物体の輪郭を該変更後の視点で再度、検出するステップと、

前記再度、検出した輪郭を考慮して、前記簡略化したポリゴンモデルに対し、前記ポリゴンの2つの頂点を結ぶ稜線の縮退操作、及び該縮退によって既に1つにまとめられた頂点を分割する分割操作を行うことにより、該ポリゴンの数の変化を少なくとも抑えつつ簡略化したポリゴンモデルを新たに生成するステップと、

を含むことを特徴とするポリゴンモデルの簡略化方法。

【請求項2】

前記ポリゴンの2つの頂点を結ぶ稜線別に、該2つの頂点を1つにまとめて該稜線を消滅させる縮退操作を行うことにより生じる誤差を評価するステップと、

前記評価した誤差を前記輪郭と併せて考慮して、前記稜線の数を前記縮退操作により減らすことにより、前記ポリゴンの数を減少させて前記ポリゴンモデルを簡略化するステップと、

10

20

を含むことを特徴とする請求項 1 記載のポリゴンモデルの簡略化方法。

【請求項 3】

複数の頂点を持つポリゴンの集合により 3 次元の物体を表現するポリゴンモデルの簡略化を行う画像処理装置において、

前記ポリゴンモデルを表すモデルデータを取得するデータ取得手段と、

前記モデルデータが表すポリゴンモデルで表現された前記物体の輪郭を所定の視点で検出する輪郭検出手段と、

前記輪郭検出手段により検出された輪郭を保持するよう、前記物体の表現に用いるポリゴンの数を減少させることにより、前記データ取得手段がモデルデータを取得したポリゴンモデルを簡略化したモデルデータを生成するデータ生成手段と、を具備し、

前記輪郭検出手段は、

前記ポリゴンモデルを簡略化した後に前記視点のみを変更する場合に、該簡略化したポリゴンモデルによる前記物体の輪郭を該変更後の視点で再度、検出し、

前記データ生成手段は、

前記輪郭検出手段により再度、検出した輪郭を考慮して、前記簡略化したポリゴンモデルに対し、前記ポリゴンの 2 つの頂点を結ぶ稜線の縮退操作、及び該縮退によって既に 1 つにまとめられた頂点を分割する分割操作を行うことにより、該ポリゴンの数の変化を少なくとも抑えつつ簡略化したポリゴンモデルを新たに生成する

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

前記物体の表現に用いる前記ポリゴンの 2 つの頂点を結ぶ稜線別に、該 2 つの頂点を 1 つにまとめて該稜線を消滅させる縮退操作を行うことにより生じる誤差を評価する誤差評価手段、を更に具備し、

前記データ生成手段は、前記輪郭、及び前記誤差評価手段が評価した誤差を基に、前記稜線の数を前記縮退操作により減らすことにより、前記ポリゴンの数を減少させて前記ポリゴンモデルを簡略化する、

ことを特徴とする請求項 3 記載の画像処理装置。

【請求項 5】

ポリゴンモデルで表現された 3 次元の物体の画像を描画する画像描画装置において、

前記ポリゴンモデルを表すモデルデータを取得するデータ取得手段と、

前記モデルデータが表すポリゴンモデルで表現された前記物体の輪郭を所定の視点で検出する輪郭検出手段と、

前記ポリゴンモデルの詳細度から、ポリゴンの数を決定するポリゴン数決定手段と、

前記輪郭検出手段により検出された輪郭を保持するよう、前記ポリゴンの 2 つの頂点を 1 つにまとめて該頂点間の稜線を消滅させる縮退操作を行うことにより、前記データ取得手段がモデルデータを取得したポリゴンモデルを簡略化して、該ポリゴンモデルが表現する物体を前記ポリゴン数決定手段が決定したポリゴンの数で表現するポリゴンモデルのモデルデータを生成するデータ生成手段と、

前記データ生成手段が生成したモデルデータを用いて前記物体の画像を描画する画像描画手段と、を具備し、

前記輪郭検出手段は、

前記ポリゴンモデルを簡略化した後に前記視点のみを変更する場合に、該簡略化したポリゴンモデルによる前記物体の輪郭を該変更後の視点で再度、検出し、

前記データ生成手段は、

前記輪郭検出手段により再度、検出した輪郭を考慮して、前記簡略化したポリゴンモデルに対し、前記ポリゴンの 2 つの頂点を結ぶ稜線の縮退操作、及び該縮退によって既に 1 つにまとめられた頂点を分割する分割操作を行うことにより、該ポリゴンの数の変化を少なくとも抑えつつ簡略化したポリゴンモデルを新たに生成する

ことを特徴とする画像描画装置。

【請求項 6】

10

20

30

40

50

複数の頂点を持つポリゴンの集合により3次元の物体を表現するポリゴンモデルの簡略化を行う画像処理装置に実行させるプログラムであって、

前記ポリゴンモデルを表すモデルデータを取得する機能と、

前記モデルデータが表すポリゴンモデルで表現された前記物体の輪郭を所定の視点で検出する機能と、

前記検出する機能により検出された輪郭を保持するよう、前記物体の表現に用いるポリゴンの数を減少させることにより、前記取得する機能によりモデルデータを取得したポリゴンモデルを簡略化したモデルデータを生成する機能と、

前記ポリゴンモデルを簡略化した後に前記視点のみを変更する場合に、該簡略化したポリゴンモデルによる前記物体の輪郭を該変更後の視点で再度、検出する機能と、 10

前記再度、検出した輪郭を考慮して、前記簡略化したポリゴンモデルに対し、前記ポリゴンの2つの頂点を結ぶ稜線の縮退操作、及び該縮退によって既に1つにまとめられた頂点を分割する分割操作を行うことにより、該ポリゴンの数の変化を少なくとも抑えつつ簡略化したポリゴンモデルを新たに生成する機能と、

を実現させるためのプログラム。

【請求項7】

ポリゴンモデルで表現された3次元の物体の画像を描画する画像描画装置に実行させるプログラムであって、

前記ポリゴンモデルを表すモデルデータを取得する機能と、

前記モデルデータが表すポリゴンモデルで表現された前記物体の輪郭を所定の視点で検出する機能と、 20

前記ポリゴンモデルの詳細度から、ポリゴンの数を決定する機能と、

前記検出する機能により検出された輪郭を保持するよう、前記ポリゴンの2つの頂点を1つにまとめて該頂点間の稜線を消滅させる縮退操作を行うことにより、前記取得する機能によりモデルデータを取得したポリゴンモデルを簡略化して、該ポリゴンモデルが表現する物体を前記決定する機能により決定したポリゴンの数で表現するポリゴンモデルのモデルデータを生成する機能と、

前記生成する機能により生成したモデルデータを用いて前記物体の画像を描画する機能と、

前記ポリゴンモデルを簡略化した後に前記視点のみを変更する場合に、該簡略化したポリゴンモデルによる前記物体の輪郭を該変更後の視点で再度、検出する機能と、 30

前記再度、検出した輪郭を考慮して、前記簡略化したポリゴンモデルに対し、前記ポリゴンの2つの頂点を結ぶ稜線の縮退操作、及び該縮退によって既に1つにまとめられた頂点を分割する分割操作を行うことにより、該ポリゴンの数の変化を少なくとも抑えつつ簡略化したポリゴンモデルを新たに生成する機能と、

を実現させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の頂点を持つポリゴンの集合により3次元の物体を表現するポリゴンモデルを簡略化する技術に関する。 40

【背景技術】

【0002】

近年、コンピュータ・グラフィックス(CG)は様々な分野で利用されている。そのCGで画像の表現に用いられるものにポリゴンモデルがある。そのポリゴンモデルは、ポリゴンと呼ばれる多角形の平面の集合により3次元物体を表現するモデルである。そのポリゴンの形状としては三角形が採用されるのが一般的である。そのポリゴンの集合により表された面はポリゴンパッチ面と呼ばれる。

【0003】

3次元CGでは、描画品質と描画速度の向上が望まれている。描画品質を向上させるた 50

めには、細部まで表現された解像度の高いモデルが必要である。しかし、解像度の高いモデルではポリゴン数が多いために、描画時間は長くなる。その描画時間を短くするためにポリゴン数を少なくすると、解像度は低下する。このように、描画品質と描画速度はトレードオフの関係にあるのが普通である。

【0004】

描画速度と描画品質の両方を満足させるための手法の一つに L O D (Level Of Detail) を用いた描画手法がある。その手法では、図 13 に示すように、画面上に描画する画像の見かけの大きさに応じて、その大きさが小さくなるほどポリゴン数のより少ないポリゴンモデルで画像を描画するようになっている。それにより、その画像の描画品質の視覚的な低下を回避しつつ、より高速な描画を実現させている。このことから、その L O D は、V R (Virtual Reality) やゲームなどのアプリケーション・プログラム (以下「アプリケーション」と略記) で広く採用されている。これは、そのようなアプリケーションでは、膨大なデータで表現される仮想空間内で描画する部分を変更 (更新) する頻度が高いために、描画を高速に行えるようにすることが強く求められるからである。

10

【0005】

L O D で用いるポリゴンモデルは事前に用意しても良い。しかし、各ポリゴンモデルを手作業で作成するのは困難である。このことから、詳細なポリゴンモデルを一つだけ用意して、それよりもポリゴン数の少ないポリゴンモデルはその詳細なポリゴンモデルから自動的に生成することも行われている (非特許文献 1、2)。以降、詳細なポリゴンモデルから生成されるポリゴンモデルについては、元のポリゴンモデル (で表現される画像) を簡略化する形で近似するものであることから「近似ポリゴンモデル」と呼ぶこととする。

20

【0006】

上記ポリゴンモデルの簡略化とは、ポリゴン数を減少させることである。そのポリゴン数の減少は、edge collapse と呼ばれる稜線縮退操作により行われる。その操作について図 14 を参照して具体的に説明する。

【0007】

図 14 中の v 1、及び v 2 は、ポリゴンの頂点である。その 2 つの頂点 v 1、v 2 を一つの頂点 V にまとめると、頂点 v 1、v 2 間の線である稜線は縮退して消滅し、その消滅に伴い、2 つのポリゴンも消滅する。稜線縮退操作は、そのようにして稜線を縮退させることでポリゴン数を減少させるものである。ポリゴン数の簡略化は、その稜線縮退操作を反復的に行うことにより実現される。

30

【0008】

稜線縮退操作の逆操作は、頂点分割操作 (vsplit) と呼ばれる。その頂点分割操作は、一つにまとめられた頂点 V を元の 2 つの頂点 v 1、v 2 に分割し、その分割によって 2 つのポリゴンを発生させる操作である。頂点分割操作、稜線縮退操作は、その操作内容を示す情報を保存しておくことにより可逆性を持たせることができる (非特許文献 2)。そのため、稜線縮退操作を利用した簡略化を行う場合には、その操作情報を保存しておくことにより、任意の段階の近似ポリゴンモデルを可逆的に生成することができる。

【0009】

上記稜線縮退操作では、縮退させる稜線の選択 (縮退させていく稜線の順番)、稜線縮退後の頂点位置の決定、の 2 点が重要である。なぜなら、簡略化後のポリゴンモデルで表現される画像は、この 2 点の決め方に大きく影響されるからである。従って、それら 2 点を適切な方法で決定しなければならない。

40

【0010】

その従来の方法として、非特許文献 1 に記載されたように、Q E M (Quadric Error Metric) を用いたものがある。その Q E M を用いた従来の方法では、前処理として、全ての頂点で Q E M を計算し、全ての稜線で Q E M、縮退後の頂点の位置、その頂点の位置に縮退させることによって生じる誤差の大きさを示す評価値 (Q E D : Quadric Error Distance) をそれぞれ計算する。以降、稜線のなかで評価値が最小 (エネルギーが最小) の稜線を選択して縮退させていくことにより、ポリゴンモデルを簡略化していた。

50

【0011】

縮退させた稜線の周辺に位置する頂点、稜線のQEMは更新する。縮退によって1つにまとめられた頂点のQEMは、縮退前の2つの頂点のQEMの和とさせる。それにより、縮退操作前の形状情報を保存する。そのようにして形状情報を保存しながら稜線縮退操作を行うため、その操作によって簡略化されるポリゴンモデルが元のモデルから大きく変化するようなことを回避できるようになっている。また、行列を用いた比較的に単純な計算のみでその縮退操作は行えるため、ポリゴンモデルの簡略化を高速に行えるという利点もある。

【0012】

ここでQEMについて具体的に説明する。そのQEMは、各頂点における、隣接面との距離の二乗和を計算するための行列を示すものである。 10

ポリゴンの面分の法線ベクトルをn、頂点座標をvとすると次式が成り立つ。

【0013】

$$n^T v + d = 0 \quad \dots \quad (1)$$

ただし、(1)式中に上添字として示すTは転置を表している。

このとき、任意の点v(x, y, z)との距離Dと二乗距離(quadric error)D²はそれぞれ

$$D = n^T v + d \quad \dots \quad (2)$$

$$D^2 = (n^T v + d)^2 = v^T (n n^T) v + 2 d n^T v + d^2 \quad \dots \quad (3)$$

により求められる。ここで、3×3行列をA、3次元ベクトルをb、定数をc、及びそれらの数値から構成される4×4行列をQとすると、行列Qは以下のように定義することができ、二乗距離Q(v)すなわちD²は以下のように変形される。 20

【0014】

$$Q = (A, b, c) = (n n^T, d n, d^2) \quad \dots \quad (4)$$

$$Q(v) = v^T A v + 2 b^T v + c \quad \dots \quad (5)$$

さらに点座標をv(x, y, z, 1)とすれば、(5)式は

$$Q(v) = v^T Q v \quad \dots \quad (6)$$

とも表される。このQをQEM、二乗距離Q(v)をQEDと呼ぶ。そのQ(v)は2次式なので

$$Q(v) / x = Q(v) / y = Q(v) / z = 0 \quad \dots \quad (7) \quad 30$$

のとき最小値となる。この条件から、Q(v)の最小値、およびそれに対応する位置座標vはそれぞれ以下のようにになる。

【0015】

$$Q(v) = -b^T A^{-1} b + c \quad \dots \quad (8)$$

$$v = -A^{-1} b \quad \dots \quad (9)$$

稜線縮退後の頂点位置は、(9)式を用いて決定される。

【0016】

詳細度を示すLODを用いた描画手法では、描画する物体の見かけ上の大きさに応じて決定する。物体の見かけ上の大きさが小さくなるほど、ポリゴン数はより少なく設定される。しかし、従来は、ポリゴン数を減少させる稜線縮退操作はQED(評価値)が小さい稜線から順次、行うことにより、物体の表面形状を全体的に保存するようになっていた。このため、例えば図15に示すように、簡略化によるポリゴン数の減少に伴い、物体の輪郭形状が大きく崩れてしまうことがあった。 40

【0017】

物体を大きく表示する場合、その全体を詳細に表現することが望まれる。しかし、物体を小さく表示するような場合には、輪郭はそれ以外の部分より正確に表現するのが望ましいと云える。これは、物体を認識するうえで輪郭から得られる情報量はそれ以外の部分から得られるそれより多いのが普通だからである。輪郭から物体の種類を判別することは比較的に容易であるが、模様からその判別をするのは困難なのが普通だからである。このようなことから、詳細度を低くする場合には、視覚的な違和感を与えるのを回避するために

、言い換えれば物体の表示をより適切に行うために、表面形状は輪郭部分とそうでない部分とに分けて、輪郭形状の保存を優先させることが重要であると考えられる。

【特許文献1】特開平11-259674号公報

【非特許文献1】M. Garland, P.S. Heckbert, Surface Simplification Using Quadric Error Metrics, Computer Graphics(SIGGRAPH), 1997, pp209-216

【非特許文献2】H. Hoppe, Progressive Meshes, Computer Graphics(SIGGRAPH), 1996, pp99-108

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

本発明の課題は、詳細度が低いポリゴンモデルでの物体の表示をより適切に行えるようにするための技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明の第1の態様のポリゴンモデルの簡略化方法は、複数の頂点を持つポリゴンの集合により3次元の物体を表現するポリゴンモデルの簡略化を行う画像処理装置におけるポリゴンモデルの簡略化方法であって、ポリゴンモデルで表現された物体の輪郭を所定の視点で検出するステップと、検出した輪郭を保持するよう、物体の表現に用いるポリゴンの数を減少させることにより、ポリゴンモデルを簡略化するステップと、ポリゴンモデルを簡略化した後に視点のみを変更する場合に、該簡略化したポリゴンモデルによる物体の輪郭を該変更後の視点で再度、検出するステップと、再度、検出した輪郭を考慮して、簡略化したポリゴンモデルに対し、ポリゴンの2つの頂点を結ぶ稜線の縮退操作、及び該縮退によって既に1つにまとめられた頂点を分割する分割操作を行うことにより、該ポリゴンの数の変化を少なくとも抑えつつ簡略化したポリゴンモデルを新たに生成するステップと、を含む。

【0020】

第2の態様のポリゴンモデルの簡略化方法は、上記第1の態様において、ポリゴンの2つの頂点を結ぶ稜線別に、該2つの頂点を1つにまとめて該稜線を消滅させる縮退操作を行うことにより生じる誤差を評価するステップと、評価した誤差を輪郭と併せて考慮して、稜線の数を縮退操作により減らすことにより、ポリゴンの数を減少させてポリゴンモデルを簡略化するステップと、を含む。

【0022】

本発明の第1の態様の画像処理装置は、複数の頂点を持つポリゴンの集合により3次元の物体を表現するポリゴンモデルの簡略化を行うことを前提とし、ポリゴンモデルを表すモデルデータを取得するデータ取得手段と、モデルデータが表すポリゴンモデルで表現された物体の輪郭を所定の視点で検出する輪郭検出手段と、輪郭検出手段により検出された輪郭を保持するよう、物体の表現に用いるポリゴンの数を減少させることにより、データ取得手段がモデルデータを取得したポリゴンモデルを簡略化したモデルデータを生成するデータ生成手段と、を具備し、輪郭検出手段は、ポリゴンモデルを簡略化した後に視点のみを変更する場合に、該簡略化したポリゴンモデルによる物体の輪郭を該変更後の視点で再度、検出し、データ生成手段は、輪郭検出手段により再度、検出した輪郭を考慮して、簡略化したポリゴンモデルに対し、ポリゴンの2つの頂点を結ぶ稜線の縮退操作、及び該縮退によって既に1つにまとめられた頂点を分割する分割操作を行うことにより、該ポリゴンの数の変化を少なくとも抑えつつ簡略化したポリゴンモデルを新たに生成する。

【0023】

第2の態様の画像処理装置は、上記第1の態様における構成に加えて、物体の表現に用いるポリゴンの2つの頂点を結ぶ稜線別に、該2つの頂点を1つにまとめて該稜線を消滅させる縮退操作を行うことにより生じる誤差を評価する誤差評価手段、を更に具備し、データ生成手段は、輪郭、及び誤差評価手段が評価した誤差を基に、稜線の数を縮退操作により減らすことにより、ポリゴンの数を減少させてポリゴンモデルを簡略化する。

10

20

30

40

50

【0024】

本発明の画像描画装置は、ポリゴンモデルで表現された3次元の物体の画像を描画することを前提とし、ポリゴンモデルを表すモデルデータを取得するデータ取得手段と、モデルデータが表すポリゴンモデルで表現された物体の輪郭を所定の視点で検出する輪郭検出手段と、ポリゴンモデルの詳細度から、ポリゴンの数を決定するポリゴン数決定手段と、輪郭検出手段により検出された輪郭を保持するよう、ポリゴンの2つの頂点を1つにまとめて該頂点間の稜線を消滅させる縮退操作を行うことにより、データ取得手段がモデルデータを取得したポリゴンモデルを簡略化して、該ポリゴンモデルが表現する物体をポリゴン数決定手段が決定したポリゴンの数で表現するポリゴンモデルのモデルデータを生成するデータ生成手段と、データ生成手段が生成したモデルデータを用いて物体の画像を描画する画像描画手段と、を具備し、輪郭検出手段は、ポリゴンモデルを簡略化した後に視点のみを変更する場合に、該簡略化したポリゴンモデルによる物体の輪郭を該変更後の視点で再度、検出し、データ生成手段は、輪郭検出手段により再度、検出した輪郭を考慮して、簡略化したポリゴンモデルに対し、ポリゴンの2つの頂点を結ぶ稜線の縮退操作、及び該縮退によって既に1つにまとめられた頂点を分割する分割操作を行うことにより、該ポリゴンの数の変化を少なくとも抑えつつ簡略化したポリゴンモデルを新たに生成する。

10

【0025】

本発明の第1、及び第2の態様のプログラムは、上記第1の態様の画像処理装置、上記画像描画装置を実現させるための機能が搭載されている。

20

【発明の効果】

【0026】

本発明は、ポリゴンモデルで表現された物体の輪郭を検出し、検出した輪郭を考慮して、物体の表現に用いるポリゴンの数を減少させることにより、ポリゴンモデルを簡略化する。このため、輪郭の保存を他の部分より優先させた形での簡略化を行うことができる。その輪郭を保存することにより、物体の視認性の低下はより抑えられるため、簡略化後のポリゴンモデルでの物体の表示（描画）はより適切に行うことができる。

【0027】

ポリゴンの2つの頂点を結ぶ稜線別に、その稜線を消滅させる縮退操作を行うことにより生じる誤差を評価し、評価した誤差を輪郭と併せて考慮してポリゴンモデルを簡略化するようにした場合には、全体的な誤差をより抑える形でポリゴンモデルの簡略化を行えるようになる。

30

【0028】

ポリゴンモデルを簡略化した後に視点のみを変更する場合に、簡略化したポリゴンモデルによる物体の輪郭を変更後の視点で再度、検出し、検出した輪郭を考慮して、簡略化したポリゴンモデルに対し、稜線の縮退操作、及び頂点を分割する分割操作を行うことにより、ポリゴンの数の変化を少なくとも抑えつつ簡略化したポリゴンモデルを新たに生成するようにした場合には、行うべき操作の数をより抑えられるようになる。このため、簡略化したポリゴンモデルの新たな生成をより高速に行えるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

40

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は、本実施の形態による画像描画装置の構成図である。

その画像描画装置は、図1に示すように、装置全体の制御を実行するCPU1と、CPU1が実行するプログラムや各種制御用データを格納したROM2と、CPU1がワークに用いるRAM3と、ユーザが操作の対象とするスイッチ部4と、画像を表示する表示部5と、例えばハードディスク装置である外部記憶装置6と、を備えて構成されている。それにより、描画した画像を表示部5上に表示するものとして実現されている。

【0030】

上記スイッチ部4は、各種スイッチやそれらへのユーザの操作を検出する検出回路を備えたものである。その検出回路は、隨時、ユーザが操作したスイッチ、その操作内容をC

50

P U 1 に通知する。

【 0 0 3 1 】

特には図示していないが、他に、通信ネットワークを介して通信を行うための通信制御部や、外部機器を接続するための各種インターフェースも備えている。外部記憶装置 6 は主に、物体をポリゴンモデルで表現するモデルデータを含め、それらを介して取得したデータやアプリケーションの保存に用いられる。

【 0 0 3 2 】

本実施の形態では、ポリゴンの集合により 3 次元の物体を表現するポリゴンモデルの簡略化、つまり近似ポリゴンモデルの生成を必要に応じて行いつつ、その物体（の画像）を描画して表示部 5 に表示させるようにしている。

10

【 0 0 3 3 】

画面上における物体の見かけの大きさは、視点と物体間の仮想的な距離が大きくなるほど小さくさせる必要がある。小さく表示させるほど、描画品質の違いを認識できる詳細度（L O D）はより低くなる。このことから、本実施の形態では、視点と物体間の距離をユーザが指定できるようにして、ユーザが指定の距離に応じた詳細度でポリゴンモデルの簡略化を行うようにしている。また、物体（の画像）を描画（表示）する向き、つまり物体を見る視点、その方向もユーザが指定できるようにさせている。その向きについては以降「姿勢」と呼ぶことにする。詳細度を距離に応じて切り換える技術としては特許文献 1 に記載されたものがある。

【 0 0 3 4 】

20

ポリゴンモデルの簡略化は、姿勢に応じて物体の輪郭を検出し、検出した輪郭の保存を優先する形で行っている。輪郭の保存を優先することにより、輪郭近傍では他の部分より稜線縮退操作を行う頻度が抑えられる。このため、図 1 2 に示すように、元のモデルを簡略化すると、簡略化後のモデルでは輪郭近傍のポリゴンは他の部分と比較して簡略化の影響を受ける度合いが減少して、輪郭形状の大きな崩れは抑えられることとなる。

【 0 0 3 5 】

30

簡略化によってポリゴン数を比較的に大きく減少させる場合、物体の細部まで詳細に表現することは不可能となる。細部の詳細が表現されなければ、物体の一部分から全体を認識するのは困難となる。それにより、物体を認識するうえで輪郭（外形）から得る情報量の割合はより増大することとなる。このため、輪郭形状の保存を他の部分より優先させることにより、より認識しやすい適切な形でモデルの簡略化を行えるようになる。そのように簡略化を行える結果、簡略化したポリゴンモデルで描画した物体が視覚的な違和感を与えるようなことはより抑えられることとなる。以降、その簡略化を実現させる動作について詳細に説明する。

【 0 0 3 6 】

図 2 は、ポリゴンモデルデータの構成を説明する図である。先ず、図 2 を参照して、そのモデルデータについて詳細に説明する。そのモデルデータは、例えば上記通信制御部、或いはインターフェースを介して取得されて外部記憶装置 6 に保存される。

【 0 0 3 7 】

40

図 2 において、M、L I、S I、N V、及び N F はパラメータを示すシンボルである。具体的には M はモデル番号、L I は距離データ初期値、S I は姿勢データ初期値、N V は頂点個数、N F は面分個数（ポリゴン数）をそれぞれ示している。モデル番号 M は、モデルデータ毎に割り当てられた識別用のパラメータである。距離データ初期値 L I、及び姿勢データ初期値 S I は共に、視点と物体間の位置関係を示すパラメータである。距離データ初期値 L I はその間の距離の初期値を示し、姿勢データ初期値 S I は物体に対する視点の角度の初期値を示している。

【 0 0 3 8 】

図 2 中の V [1] は、括弧内の数値が割り当てられた頂点の X Y Z の各座標値が格納されたエリアである。そのエリアは頂点個数分、確保されている。同様に、F [1] は、括弧内の番号が割り当てられたポリゴンを構成する各頂点の座標値が格納されたエリアであ

50

る。図2中の「V1」「V2」「V3」は各頂点の位置を示すXYZの各座標値を表している。図9は、それらのデータで形状、及び配置が定義されるポリゴンを表している。図9中のnは法線ベクトルを表している。以降、便宜的に、例えば頂点毎にXYZの座標値が格納されたエリア全体は括弧の前のシンボルからVエリア、頂点毎にXYZ座標値が格納されたエリアはV[]エリアと呼ぶことにする。V[]エリアのなかで数値(変数を含む)などによって具体的に特定されるエリアは括弧内にその数値、或いはシンボルなどを表記して表現(例えばV[1]エリア)することにする。これは他でも同様である。また、特に断らない限り、座標値とはXYZの各座標値を指す意味で用いることとする。

【0039】

上記構成のモデルデータは、外部記憶装置6に1つ以上、保存される。その記憶装置6に保存されたモデルデータは、モデル番号を指定することでユーザが任意に選択できるようになっている。

10

【0040】

図3は、モデルデータによる物体の描画用にRAM3に確保されるエリアを説明する図である。図3に示すように、RAM3には、LV_Iエリア、LE_Iエリア、LV_Eエリア、LOLV_Eエリア、LH_Eエリア、及びLS_Eエリアが確保される。各エリアには以下のようなパラメータ(データ)が格納される。

【0041】

LV_Iエリアには、頂点関係のパラメータの初期値が格納される。図3中のVは図2のV[]エリアに格納された座標値と同じものである。QEMは、Vで座標値を示す頂点に対するQEMであり、(4)式により算出されるものである。それらがサブエリアであるLV_I[]エリア(頂点)毎に格納される。以降、Vで座標値を示す頂点は頂点Vと表記する。他も同様の表記法を用いる。

20

【0042】

LE_Iエリアには、稜線関係のパラメータの初期値が格納される。図3中のV1、V2は稜線の両端に位置する頂点の座標値を示し、QEMは稜線のQEM、VMは稜線を縮退した場合にQEDを最小にする頂点の座標値、QEDは頂点VMに対応する最小のQEDをそれぞれ示している。それらがサブエリアであるLE_I[]エリア(稜線)毎に格納される。QEMの値は頂点V1、V2のQEMの値を加算して得られる和である。

30

【0043】

LV_Eエリアには、V、QEM、Nで示す頂点関係のパラメータがLV[]エリア毎に格納される。V、QEMは、LV_Iエリアに格納されたものと同様である。Nは、頂点Vに対する輪郭係数である。

【0044】

その輪郭係数Nの値は、図11に示すように、輪郭上の頂点である輪郭頂点のなかで頂点Vに最も近いものとの距離に応じて決定している。輪郭頂点ではその最大値Nmaxを割り当て、それから十分、離れた輪郭頂点でない頂点には1を割り当てるようになっている。輪郭頂点に比較的に近い距離内では、単位距離当たりの変化分を抑えることにより、輪郭係数Nとして大きい値を割り当たられるようになっている。これは、輪郭、及びその近傍における稜線縮退操作の実行を抑えるためである。図11に示すように輪郭係数Nを決定するために、距離と輪郭係数Nの関係を定義したテーブル(輪郭係数変換テーブル)を例えれば制御用データとしてROM2に用意している。ここでの距離とは、空間上の2点間の距離ではなく、ポリゴンの表面上を辿る最短距離である。

40

【0045】

LE_Eエリアには、V1、V2、QEM、VM、QED、N、及びEで示す稜線関係のパラメータがLE[]エリア毎に格納される。それらのなかで、V1、V2、QEM、VM、及びQEDは、LE_Iエリアに格納されたものと同様である。Nは、頂点V1、V2に対する輪郭係数、具体的には例えばそれらの値の平均値、或いはそれらのなかの最大値である。Eは、評価値であり、本実施の形態ではQEDにNを掛けた値を採用している。そのような値を評価値Eとして採用することにより、輪郭、及びその近傍における

50

稜線縮退操作の実行を抑え、輪郭形状を優先して保存できるようにさせている。

【0046】

L_OLVエリアは、輪郭頂点Vの座標値を格納するエリアである。

L_Hエリアは、実行した稜線縮退操作の内容を示す履歴データ保存用のエリアである。サブエリアであるL_H[]エリアには、その履歴データとして、V1、QEM1、V2、QEM2、及びVが格納される。V1、V2は縮退させた稜線の両端に位置する頂点の座標値、QEM1、QEM2はその頂点のQEM、Vは縮退後の頂点の座標値、をそれぞれ示している。

【0047】

L_H[]エリアの頂点Vの座標値は、L_E[]エリアに頂点V1、及びV2の一方の座標値として格納されている。L_H[]エリアの頂点V1、V2をその頂点Vにまとめて消滅したポリゴンは、頂点V1、V2、及びその頂点Vと稜線で結ばれた頂点を組み合わせとしたものである(図14参照)。このようなことから、上記履歴データを保存しておくことにより、縮退させた稜線を復元することができる。

10

【0048】

ユーザが姿勢のみを変更した場合、距離は変更されていないことから、ポリゴン数を変化させない形で近似ポリゴンモデルを生成する必要がある。L_Sエリアは、そのように近似ポリゴンモデルを生成するために利用されるエリアである。そのサブエリアであるL_S[]エリアには、L_Hエリアに格納された頂点V、QEDの中から、必要なものが選択されて格納される。

20

【0049】

次に、図4～図8に示す各処理のフローチャートを参照して、ポリゴンモデルの簡略化を行い画像を表示部5に表示させる画像描画装置の動作について詳細に説明する。なお、図4～図8に示す各処理は、例えばCPU1がROM2に格納されたプログラムを実行することで実現される。

【0050】

図4は、全体処理のフローチャートである。その全体処理は、電源をオンさせた後に実行する全体的な処理の流れを示したものである。始めに図4を参照して、全体処理について詳細に説明する。

【0051】

30

先ず、ステップSA1では、変数Mに初期値M0を代入する。続くステップSA2では、変数Mに代入された値がモデル番号として割り当てられたポリゴンモデルを画像描画用に選択するモデル選択処理を実行する。その後は、ステップSA3でその他初期処理を実行してからステップSA4に移行する。その他初期処理を実行することにより、画像描画装置は予め定めた状態に初期設定される。

【0052】

ステップSA4では、モデル選択が行われたか否か判定する。ユーザがスイッチ部4を操作してモデルを指定した場合、その操作内容がCPU1に通知されることから、判定はYESとなってステップSA5に移行し、そうでない場合には、判定はNOとなってステップSA7に移行する。

40

【0053】

ステップSA5では、ユーザが指定したポリゴンモデルに対応する値を変数Mに代入する。次のステップSA6では、そのモデルで画像を描画するためにモデル選択処理を実行する。その後に移行するステップSA7では、視点と物体間の距離が入力されたか否か判定する。その入力のための操作をスイッチ部4に対してユーザが行った場合、判定はYESとなってステップSA8に移行し、そうでない場合には、判定はNOとなってステップSA10に移行する。

【0054】

ステップSA8では、ユーザが入力した距離を変数Lに代入する。続くステップSA9では、その距離に応じた詳細度で物体(の画像)を描画するための距離修正処理を実行す

50

る。その次のステップ S A 1 0 では、姿勢が入力されたか否か判定する。その入力のための操作をスイッチ部 4 に対してユーザが行った場合、判定は YES となってステップ S A 1 1 に移行し、そうでない場合には、判定は NO となってステップ S A 1 3 に移行する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S A 1 1 では、ユーザが入力した姿勢を示す値を変数 S に代入する。次のステップ S A 1 2 では、その姿勢で物体（の画像）を描画するための姿勢修正処理を実行する。その後は、ステップ S A 1 3 で物体の描画をその時点で対象となるポリゴンモデルで行う描画処理を実行し、更にステップ S A 1 4 でそれ以外のユーザの要求などに対応するためのその他処理を実行した後、上記ステップ S A 4 に戻る。その描画処理を実行することにより、表示部 5 の画面上にポリゴンモデルで表現された物体の画像が表示されることとなる。

10

【 0 0 5 6 】

上記全体処理を実行することにより、ユーザは所望のポリゴンモデルでの物体の描画を、距離により指定する大きさ（詳細度）、姿勢により指定する方向で行わせることができることとなる。以降は、その全体処理内で実行されるサブルーチン処理について詳細に説明する。

【 0 0 5 7 】

図 5 は、上記ステップ S A 2、或いは S A 6 として実行されるモデル選択処理のフローチャートである。全体処理内で実行されるサブルーチン処理では、始めに図 5 を参照して、その選択処理について詳細に説明する。

20

【 0 0 5 8 】

先ず、ステップ S B 1 では、外部記憶装置 6 に格納されたポリゴンモデルのなかからモデル番号が変数 M の値と一致するポリゴンモデルを選択し、距離データ初期値 L_I を変数 L、姿勢データ初期値 S_I を変数 S、ポリゴン数 N_F を変数 K、変数 K の値を変数 K_M_A_X にそれぞれ代入し、RAM 3 には図 3 に示すエリアをそれぞれ確保する。続くステップ S B 2 では、V [] エリア（図 2 参照）に格納された X Y Z の座標値を L_V_I [] エリアの頂点 V の座標値として全てコピーし、頂点 V 每に、（4）式を用いて、その頂点 V に隣接する全てのポリゴン分に対して和を取った Q_E_M を計算して格納する。ステップ S B 3 にはその後に移行する。

30

【 0 0 5 9 】

ステップ S B 3 では、F エリア（図 2 参照）に格納された、ポリゴンを構成する頂点の組み合わせを参照して、稜線の両端に位置する頂点 V_1、V_2 を全て特定し、その頂点 V_1、V_2 の座標値を L_E_I [] エリアにそれぞれ格納する。Q_E_M としては頂点 V_1、V_2 の Q_E_M の和、縮退後の頂点 V_M の座標値としては（9）式により計算した Q_E_D が最小となる座標値、Q_E_D としては（8）式により計算した最小値、をそれぞれ各 L_E_I [] エリアに格納する。それらの格納が終了した後は、Q_E_D の値に着目して例えば L_E_I [] エリアに格納したデータを降順にソートする。

【 0 0 6 0 】

ステップ S B 3 に続くステップ S B 4 では、各 L_V_I [] エリアの頂点 V の座標値、Q_E_M を各 L_V [] エリアにそれぞれコピーし、各 L_E_I [] エリアの頂点 V_1、V_2 の各座標値、Q_E_M、頂点 V_M の座標値、Q_E_D を各 L_E [] エリアにそれぞれコピーする。その後はステップ S B 5 に移行して、ポリゴンモデルで表現された物体の輪郭を変数 S の値で指定される視点（方向）で検出する輪郭検出処理を実行してから一連の処理を終了する。

40

【 0 0 6 1 】

次にその輪郭検出処理について、図 6 に示すそのフローチャートを参照して詳細に説明する。

先ず、ステップ S C 1 では、変数 S の値で指定される視点から物体を見た場合の輪郭、つまり輪郭頂点を検出する。その検出は、以下のようにして行う。図 10 を参照して具体的に説明する。

50

【0062】

輪郭を検出する場合、図10(a)に示すような隣接する2つのポリゴンを抽出する。その図10(a)において、ポリゴンf1は頂点V1、V2、V3から構成され、ポリゴンf2は頂点V1、V4、V2から構成されている。

【0063】

図10(b)、(c)に示すスクリーンは、視点から見る視線方向と直交する仮想的な面である。V1'～V4'は、各頂点V1～4をその方向でスクリーンに投影した場合の点である。

【0064】

図10(a)に示すポリゴンf1、f2は、頂点V1、V2を結ぶ稜線で接している。輪郭は、視点から見える部分の境界である。このため、視点からポリゴンf1、f2の一方のみが見える場合、つまり頂点V1、V2が輪郭頂点であった場合、接していない頂点V3、V4のスクリーンに投影した点V3'、V4'は、図10(b)に示すように、点V1'、V2'を通る直線で区切った2つの領域のうちの一方に共に存在することになる。逆に、視点からポリゴンf1、f2の両方が見える場合には、つまり頂点V1、V2が輪郭頂点でなかった場合には、接していない頂点V3、V4のスクリーンに投影した点V3'、V4'は、図10(c)に示すように、点V1'、V2'を通る直線で区切った2つの領域のうちで存在する領域が異なることになる。

10

【0065】

上記ステップSC1では、上述したようにして頂点単位で頂点が輪郭頂点か否かの確認を行い、輪郭頂点を抽出する。そのようにして抽出した輪郭頂点の座標値がLOLV[]エリアにそれぞれ格納される。

20

【0066】

そのステップSC1に続くステップSC2では、LOLV[]エリアに格納された座標値、及び上記輪郭係数変換テーブル(図11参照)を参照して、頂点毎に輪郭係数Nを算出し、L_V[]エリアには算出した係数N、L_E[]エリアには2つの頂点でそれぞれ算出した係数Nの平均値をそれぞれ格納する。次に移行するステップSC3では、L_E[]エリアの評価値Eとして、輪郭係数NにQEDを掛けた値を算出し格納する。各エリアに評価値Eを格納し、更に評価値Eに着目して例えばL_E[]エリアに格納したデータを昇順にソートした後、一連の処理を終了する。

30

【0067】

輪郭係数N、評価値Eは、ユーザが姿勢を変更させる度に更新される。それにより、近似ポリゴンモデルの生成は、検出した輪郭の保存を優先して行われることとなる。

図7は、図4に示す全体処理内でステップSA9として実行される距離修正処理のフローチャートである。次に図7を参照して、その修正処理について詳細に説明する。

【0068】

先ず、ステップSD1では、変数Lの値が示す距離、視点、視線方向から画面上に描画する物体の見かけの大きさを求め、その大きさからポリゴンモデルで目標とするポリゴン数K1を決定する。続くステップSD2では、目標ポリゴン数K1が変数KMAXの値より大きいか、またはそのポリゴン数K1が変数Kの値と等しいか否か判定する。目標ポリゴン数K1が変数KMAXの値より大きいことは、オリジナルのポリゴンモデルに対する簡略化を行う必要がないことを意味する。ポリゴン数K1が変数Kの値と等しいということは、現在、物体の描画に用いているポリゴンモデルをそのまま用いることができるということを意味する。このようなことから、何にしても近似ポリゴンモデルを新たに生成する必要がない場合、判定はYESとなり、ここで一連の処理を終了する。そうでない場合には、判定はNOとなってステップSD3に移行する。

40

【0069】

ステップSD3では、目標ポリゴン数K1が変数Kの値より大きいか否か判定する。変数Kには、現在、物体の描画に用いているポリゴンモデルのポリゴン数が代入されている。このことから、そのポリゴンモデルよりもポリゴン数の多いポリゴンモデルが必要な場

50

合、判定は YES となってステップ S D 4 に移行し、そうでない場合には、判定は NO となってステップ S D 6 に移行する。

【 0 0 7 0 】

ステップ S D 4 では、図 5 に示すステップ S B 4 と同様に、各 $L_V[I]$ エリアのデータを各 $L_V[E]$ エリアにそれぞれコピーし、各 $L_E[I]$ エリアのデータを各 $L_E[E]$ エリアにそれぞれコピーする。その後はステップ S D 5 で輪郭検出処理を実行してからステップ S D 6 に移行する。

【 0 0 7 1 】

ステップ S D 6 では、変数 K の値が目標ポリゴン数 K 1 より大きいか否か、つまりポリゴンモデルの簡略化が終了していないか否か判定する。その簡略化が終了した場合、判定は NO となり、ここで一連の処理を終了する。そうでない場合には、判定は YES となってステップ S D 7 に移行する。

10

【 0 0 7 2 】

ステップ S D 7 では、 L_E エリアのなかで評価値 E が最小となっている稜線を縮退させ、縮退稜線周辺の頂点、稜線のパラメータを再計算し、それらパラメータを更新する。具体的には、 L_V エリアでは消失させた 2 頂点に対応する $L_V[E]$ エリア内のパラメータを消去し、その 2 頂点をまとめた 1 頂点のパラメータとしてその座標値、及び Q E M を $L_V[E]$ エリアに新たに格納する。 L_E エリアでは、縮退させた稜線に対応する $L_E[E]$ エリア内のパラメータを消去し、その縮退によって両端の頂点 V 1、V 2 のうちの何れかを変更すべき稜線では、図 5 に示すステップ S B 3 と同様に、頂点 V 1、V 2 の座標値、Q E M、縮退後の頂点 V M の座標値、Q E D を更新する。 L_H エリアでは、 $L_H[E]$ エリアを確保して、消失させた 2 頂点の座標値、各 Q E M、生成した 1 頂点の座標値を格納する。

20

【 0 0 7 3 】

ステップ S D 7 に続くステップ S D 8 では、図 6 に示すステップ S C 2 と同様に、稜線縮退周辺で輪郭係数 N を算出して $L_V[E]$ エリア、 $L_E[E]$ エリアに格納し、 $L_E[I]$ エリアでは、その係数 N に Q E D を掛けて評価値 E を更に算出して格納する。評価値 E に着目した $L_E[I]$ エリア内のソートをその後に行ってからステップ S D 9 に移行し、変数 K にそれまでの値から 2 を引いた値を代入する。その代入を行った後に上記ステップ S D 6 に戻る。

30

【 0 0 7 4 】

このように、縮退させる稜線は評価値 E が最小のものから順に選択している。その評価値 E は輪郭係数 N に Q E D を掛けて算出したものである。このため、評価値 E が最小のものから順に縮退させる稜線を選択することにより、輪郭を保存する形で簡略化が行われることとなる。

【 0 0 7 5 】

図 8 は、図 4 に示す全体処理内でステップ S A 1 2 として実行される姿勢修正処理のフローチャートである。最後に図 8 を参照して、その修正処理について詳細に説明する。

先ず、ステップ S E 1 では、図 6 に示す輪郭検出処理を実行する。次のステップ S E 2 では、 L_V エリア内で輪郭係数 N が閾値 N t 以上、且つその座標値が L_H エリアに縮退後の頂点の座標値として格納されている頂点を抽出し、その座標値、及び (5) 式を用いて算出した Q E D を L_S エリアに格納し、Q E D に着目して降順にソートする。

40

【 0 0 7 6 】

その次に移行するステップ S E 3 では、変数 Q E D 1 に L_S エリア内で Q E D の最大値を代入する。続くステップ S E 4 では、変数 Q E D 1 の値が閾値 Q E D t より大きいか否か判定する。変数 Q E D 1 の値が閾値 Q E D t より大きい場合、判定は YES となってステップ S E 5 に移行する。そうでない場合には、判定は NO となり、ここで一連の処理を終了する。

【 0 0 7 7 】

ステップ S E 5 では、変数 Q E D 1 に Q E D を代入した頂点 V を 2 つの頂点に分割し、

50

その周辺の頂点、稜線のパラメータを再計算し、それらパラメータを更新する。具体的には、 L_V エリアではその頂点 V に対応する L_V []エリア内のパラメータを消去し、 L_H エリア内のその頂点 V に対応する履歴データをコピーして、分割した2頂点のパラメータとして頂点の座標値、 QEM を L_V []エリアに新たに格納する。頂点分割により稜線は3つ増加する(図14参照)。このことから、 L_E エリアでは、 L_E []エリアを3つ確保して、それぞれ稜線のパラメータを格納する。

【0078】

そのうちの一つは分割した2頂点が両端に位置する稜線である。その稜線のパラメータとしては、頂点 $V1$ 、 $V2$ 、 VM の各座標値は履歴データからコピーして格納する。 QEM としては、 $QEM1$ と $QEM2$ の和を格納する。 QED は QEM 及び頂点 VM の座標値を用いて計算する。残り2つの稜線、及び頂点分割が影響する稜線では、頂点 $V1$ 、 $V2$ の一方が分割した2頂点のうちの何れかとなる。このことから、その何れかの頂点の座標値、 QEM を履歴データから取得し、その座標値は頂点 $V1$ 、 $V2$ の一方として格納する。 QEM は、取得したものに、他方の頂点の QEM を加算して求める。縮退後の頂点 VM の座標値、 QED も新たに求める。 L_H エリアでは、頂点を分割した頂点に対応する履歴データを消去する。

10

【0079】

上述したような更新を行った後に移行するステップSE6では、分割した頂点の座標値、 QED を L_S エリアから消去し、 QED についてソートする。次のステップSE7では、分割頂点周辺で、図7のステップSD8と同様に、輪郭係数 N を算出して L_V []エリア、 L_E []エリアに格納し、 L_E []エリアでは、その係数 N に QED を掛けて評価値 E を更に算出して格納し、評価値 E に着目した L_E エリア内のソートを行う。その後にステップSE8に移行する。

20

【0080】

ステップSE8では、図7のステップSD7と同様に、 L_E エリアのなかで評価値 E が最小となっている稜線を縮退させ、縮退稜線周辺の頂点、稜線のパラメータを再計算し、それらパラメータを更新する。続くステップSE9では、図7に示すステップSD8と同様に、稜線縮退周辺で輪郭係数 N を算出して L_V []エリア、 L_E []エリアに格納し、 L_E []エリアでは、その係数 N に QED を掛けて評価値 E を更に算出して格納し、評価値 E に着目した L_E エリア内のソートを行う。その後に上記ステップSE3に戻る。

30

【0081】

このように、本実施の形態では、姿勢を変更する場合、閾値 $QEDt$ より大きい QED を持つ頂点の分割が終了するまで、その分割と併せて評価値 E が最小の稜線を対象とした縮退を行うようにしている。それにより、ポリゴン数を維持しつつ、姿勢の変更に応じた近似ポリゴンモデルの生成を行うようにしている。

【0082】

姿勢を変更させた物体描画用の近似ポリゴンモデルを元のポリゴンモデルの簡略化により生成する場合、その生成に要する処理時間は詳細度が低くなるほど長くなる。しかし、その近似ポリゴンモデルを、分割すべき頂点の分割、及び縮退させるべき稜線の縮退により生成するようにした場合には、全体的に行うべき操作の数をより抑えられるようになる。このため、詳細度に係わらず、必要な近似ポリゴンモデルを常に高速に生成できることとなる。

40

【0083】

なお、本実施の形態では、閾値 $QEDt$ は予め設定した値としているが、適切な閾値 $QEDt$ はポリゴンモデルや詳細度などによって異なると思われることから、算出される QED を参照して自動的に設定するようにしても良い。また、姿勢の変更に伴い物体の見かけ上の大きさが比較的に大きく変化することもあることから、姿勢のみをユーザが変更した場合にも目標ポリゴン数 $K1$ を求め、そのポリゴン数 $K1$ の近似ポリゴンモデルを必要に応じて生成するようにしても良い。

50

【0084】

頂点を分割すべき度合いと稜線を縮退させるべき度合いに比較的に大きな差が生じることも考えられる。このことから、姿勢の変更に応じた近似ポリゴンモデルの生成を行う場合には、それらの度合いを考慮して、一方の操作をより多く行うようにしても良い。そのようにすると、全体的な誤差をより低減させることができることから、より適切な近似ポリゴンモデルを生成できるようになる。

【0085】

保存する輪郭としては、物体の外形を表すものを想定しているが、輪郭には、模様といったように表面の表現が異なることで生じるものがある。このことから、例えば輪郭を重要度に応じて複数の階層に分類し、輪郭を階層別に異なる輪郭係数で優先して保存せることによっても良い。

10

【0086】

上述したような画像描画装置（画像処理装置）、或いはその変形例を実現させるようなプログラムは、CD-ROM、DVD、或いは着脱自在なフラッシュメモリ等の記録媒体に記録させて配布しても良い。通信ネットワークを介して、そのプログラムの一部、若しくは全部を配信するようにしても良い。そのようにした場合には、ユーザーはプログラムを取得してデータ処理装置にロードすることによって本発明を適用させることができるようになる。このことから、記録媒体は、プログラムを配信する装置がアクセスできるものであっても良い。

【図面の簡単な説明】

20

【0087】

【図1】本実施の形態による画像描画装置の構成図である。

【図2】ポリゴンモデルデータの構成を説明する図である。

【図3】ポリゴンモデルデータによる物体の描画用にRAMに確保されるエリアを説明する図である。

【図4】全体処理のフローチャートである。

【図5】モデル選択処理のフローチャートである。

【図6】輪郭検出処理のフローチャートである。

【図7】距離修正処理のフローチャートである。

【図8】姿勢修正処理のフローチャートである。

30

【図9】ポリゴンモデルデータで形状、及び配置が定義されるポリゴンを説明する図である。

【図10】輪郭の検出方法を説明する図である。

【図11】輪郭頂点からの距離に応じて設定される輪郭係数を説明する図である。

【図12】本実施の形態で行われるモデルの簡略化を説明する図である。

【図13】画面上に描画する画像の見かけの大きさに応じた詳細度の変更を説明する図である。

【図14】稜線縮退操作、頂点分割操作を説明する図である。

【図15】従来の簡略化方法で行われるモデルの簡略化を説明する図である。

【符号の説明】

40

【0088】

1 C P U

2 R O M

3 R A M

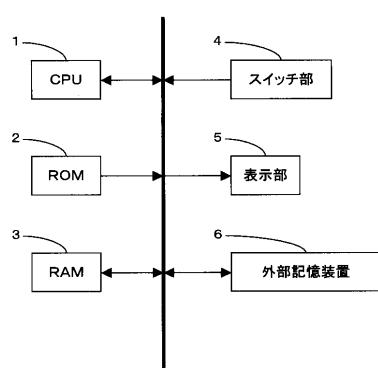
4 スイッチ部

5 表示部

6 外部記憶装置

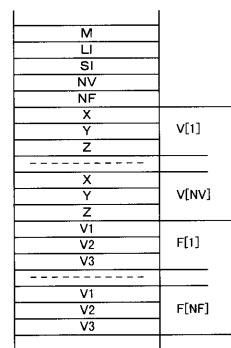
【図1】

本実施の形態による画像描画装置の構成図

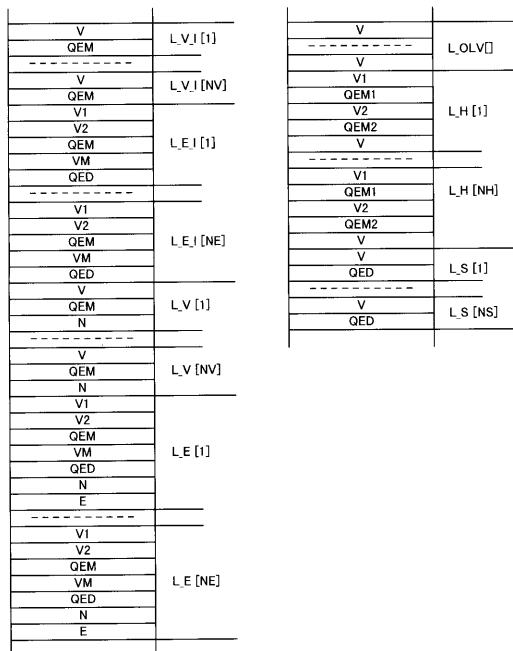


【図2】

ポリゴンモデルデータの構成を説明する図

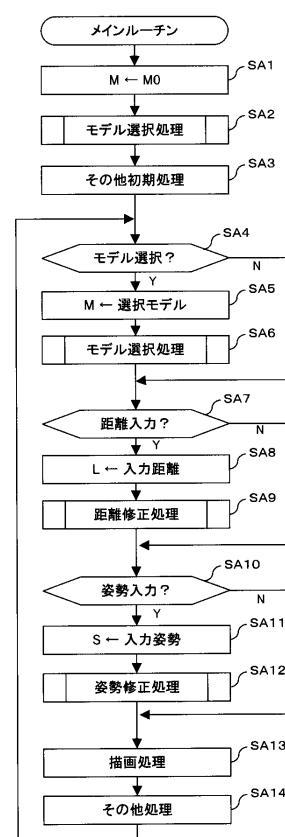


【図3】

ポリゴンモデルデータによる物体の描画用に
RAMに確保されるエリアを説明する図

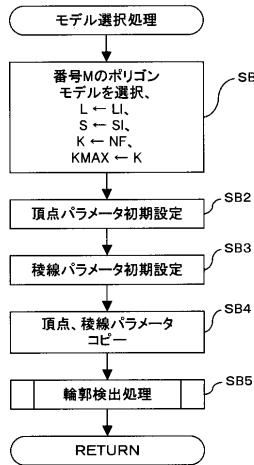
【図4】

全体処理のフローチャート



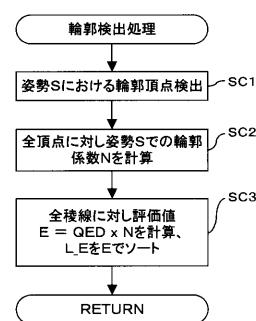
【図5】

モデル選択処理のフローチャート



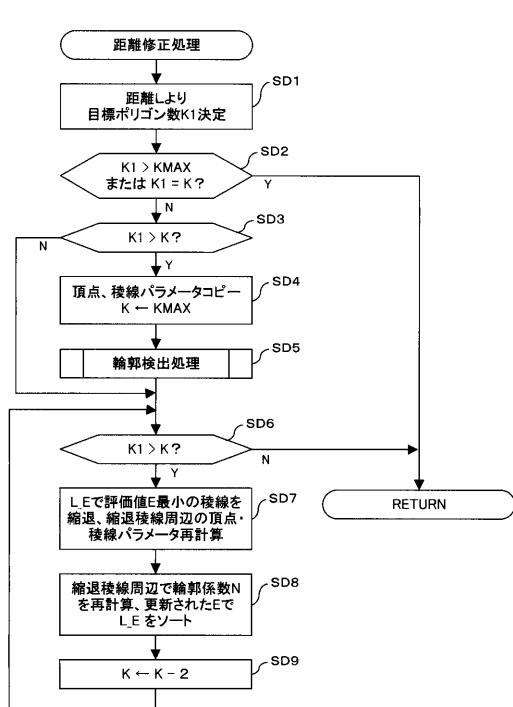
【図6】

輪郭検出処理のフローチャート



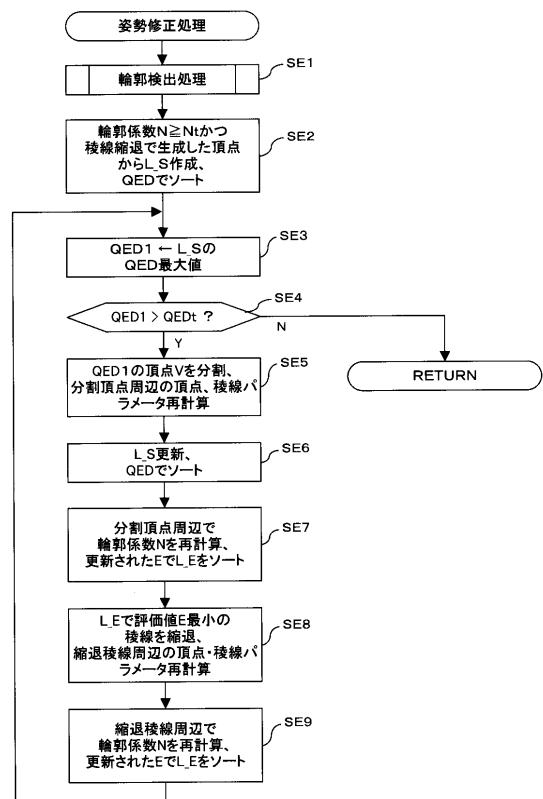
【図7】

距離修正処理のフローチャート



【図8】

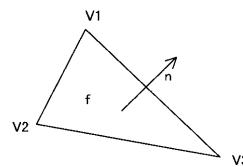
姿勢修正処理のフローチャート



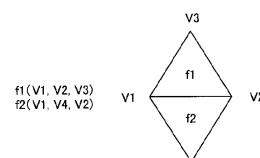
【図 9】

ポリゴンモデルデータで形状、
及び配置が定義されるポリゴンを説明する図

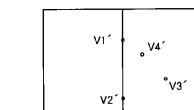
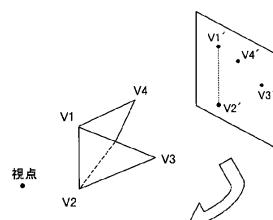
面分 : $f(V1, V2, V3)$
頂点 : $V1(Xv1, Yv1, Zv1)$
 $V2(Xv2, Yv2, Zv2)$
 $V3(Xv3, Yv3, Zv3)$



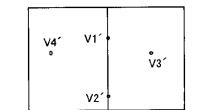
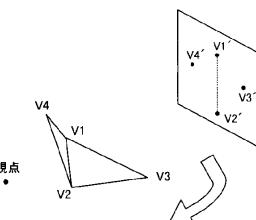
輪郭の検出方法を説明する図



(a)隣接する2つのポリゴン



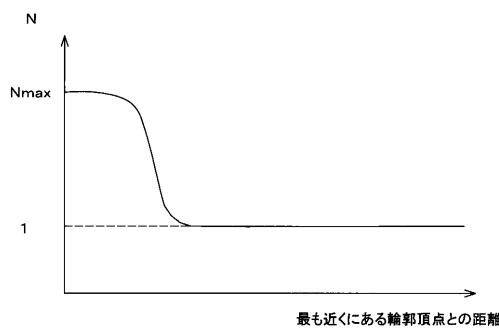
(b)ポリゴン間に輪郭がある場合



(c)ポリゴン間に輪郭がない場合

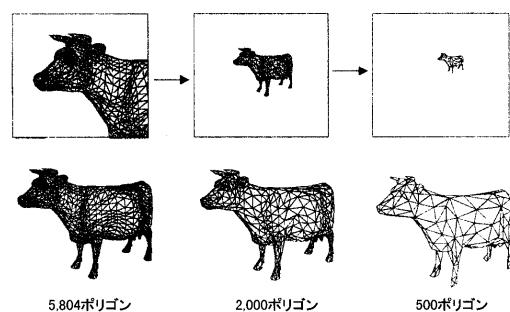
【図 11】

輪郭頂点からの距離に応じて
設定される輪郭係数を説明する図



【図 13】

画面上に描画する画像の見かけの大きさに応じた
詳細度の変更を説明する図



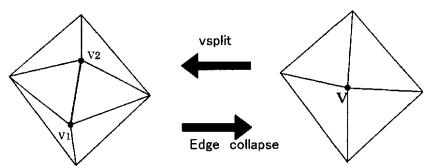
【図 12】

本実施の形態で行われる
モデルの簡略化を説明する図



【図14】

稜線縮退操作、頂点分割操作を説明する図



【図15】

従来の簡略化方法で行われる
モデルの簡略化を説明する図

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-078511(JP,A)
特開2000-067270(JP,A)
特開2002-334344(JP,A)
特開2002-324246(JP,A)
特表2002-501650(JP,A)
特開2003-228725(JP,A)
特開平09-231401(JP,A)
若月 大輔 外4名，“詳細構造をもつVRオブジェクトに対する観察者の形状認識特性を考慮した高現実感描画法”，電子情報通信学会論文誌，日本，社団法人電子情報通信学会，2003年 7月 1日，第J86-A巻，第7号，p. 781-791

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 T 15 / 00 - 17 / 50
G 09 G 5 / 00 - 5 / 40
A 63 F 13 / 00
C S D B (日本国特許庁)