

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3638568号

(P3638568)

(45) 発行日 平成17年4月13日(2005.4.13)

(24) 登録日 平成17年1月21日(2005.1.21)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G06T 15/00

F I

G06T 15/00 100A

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2002-133585 (P2002-133585)	(73) 特許権者	395015319
(22) 出願日	平成14年5月9日(2002.5.9)		株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント
(65) 公開番号	特開2003-58903 (P2003-58903A)		東京都港区南青山二丁目6番21号
(43) 公開日	平成15年2月28日(2003.2.28)	(74) 代理人	100107238
審査請求日	平成14年5月10日(2002.5.10)		弁理士 米山 尚志
(31) 優先権主張番号	特願2001-174030 (P2001-174030)	(72) 発明者	直井 純一
(32) 優先日	平成13年6月8日(2001.6.8)		東京都港区赤坂7丁目1番1号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		審査官 岡本 俊威
		(56) 参考文献	特表平10-511203 (JP, A) 特開平05-073259 (JP, A) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理プログラム、画像処理プログラムを記録した記録媒体、画像処理装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータグラフィックスのオブジェクトを構成するための三角形のポリゴンのデータを取り込むステップと、

上記ポリゴンの大きさを所定の閾値と比較するステップと、

上記閾値を超えるポリゴンの最長辺を検出し、上記最長辺上の所定の点と当該最長辺に対向する頂点とを結ぶ線分により当該ポリゴンを分割するステップと、

上記閾値を超えないポリゴンをピクセル化するステップとを

コンピュータに実行させるための画像処理プログラムであって、

上記分割のステップでは、上記ポリゴンの各辺をそれぞれ斜辺とする三つの直角三角形を求め、それら三つの直角三角形のうち直角頂点を共有する二辺を加算した値が最大となる直角三角形を選択し、上記選択された直角三角形の斜辺を上記ポリゴンの最長辺として検出することを特徴とする画像処理プログラム。

【請求項2】

請求項1記載の画像処理プログラムであって、

上記分割のステップでは、上記ポリゴンの最長辺の中点を上記所定の点とすることを特徴とする画像処理プログラム。

【請求項3】

請求項1又は請求項2記載の画像処理プログラムであって、

上記ピクセル化のステップでは、ポリゴンのピクセル化を並列的に行うことを特徴とす

10

20

る画像処理プログラム。

【請求項4】

コンピュータグラフィックスのオブジェクトを構成するための三角形のポリゴンのデータを取り込むステップと、

上記ポリゴンの大きさを所定の閾値と比較するステップと、

上記閾値を超えるポリゴンを分割するステップと、

上記閾値を超えないポリゴンをピクセル化するステップとを

コンピュータに実行させるための画像処理プログラムであって、

上記分割のステップでは、上記ポリゴンの各辺をそれぞれ斜辺とする三つの直角三角形を求め、それら三つの直角三角形のうち直角頂点を共有する二辺を加算した値が最大となる直角三角形を選択し、上記選択された直角三角形の斜辺を上記ポリゴンの最長辺として検出することを特徴とする画像処理プログラム。

10

【請求項5】

コンピュータグラフィックスのオブジェクトを構成するための三角形のポリゴンのデータを取り込むポリゴン取り込み部と、

上記ポリゴンの大きさを所定の閾値と比較する比較部と、

上記閾値を超えるポリゴンの最長辺を検出し、上記最長辺の midpoint と当該最長辺に対向する頂点とを結ぶ線分により当該ポリゴンを分割する分割部と、

上記閾値を超えないポリゴンをピクセル化するピクセル化部とを備える画像処理装置であって、

20

上記分割部では、上記ポリゴンの各辺をそれぞれ斜辺とする三つの直角三角形を求め、それら三つの直角三角形のうち直角頂点を共有する二辺を加算した値が最大となる直角三角形を選択し、上記選択された直角三角形の斜辺を上記ポリゴンの最長辺として検出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項6】

コンピュータグラフィックスのオブジェクトを構成するための三角形のポリゴンのデータを取り込むステップと、

上記ポリゴンの大きさを所定の閾値と比較するステップと、

上記閾値を超えるポリゴンを分割するステップと、

上記閾値を超えないポリゴンをピクセル化するステップとを

コンピュータに実行させるための画像処理プログラムを記録した記録媒体であって、

上記分割のステップでは、上記ポリゴンの各辺をそれぞれ斜辺とする三つの直角三角形を求め、それら三つの直角三角形のうち直角頂点を共有する二辺を加算した値が最大となる直角三角形を選択し、上記選択された直角三角形の斜辺を上記ポリゴンの最長辺として検出することを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

30

【請求項7】

コンピュータグラフィックスのオブジェクトを構成するための三角形のポリゴンのデータを取り込むステップと、

上記ポリゴンの大きさを所定の閾値と比較するステップと、

上記閾値を超えるポリゴンの最長辺を検出し、上記最長辺上の所定の点と当該最長辺に対向する頂点とを結ぶ線分により当該ポリゴンを分割するステップと

40

上記閾値を超えないポリゴンをピクセル化するステップとを

コンピュータに実行させるための画像処理プログラムを記録した記録媒体であって、

上記分割のステップでは、上記ポリゴンの各辺をそれぞれ斜辺とする三つの直角三角形を求め、それら三つの直角三角形のうち直角頂点を共有する二辺を加算した値が最大となる直角三角形を選択し、上記選択された直角三角形の斜辺を上記ポリゴンの最長辺として検出することを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項8】

コンピュータグラフィックスのオブジェクトを構成するための三角形のポリゴンのデータを取り込み、

50

上記ポリゴンの大きさを所定の閾値と比較し、  
 上記閾値を超えるポリゴンを分割し、  
 上記閾値を超えないポリゴンをピクセル化する画像処理方法であって、  
上記ポリゴンの分割では、上記ポリゴンの各辺をそれぞれ斜辺とする三つの直角三角形を求め、それら三つの直角三角形のうち直角頂点を共有する二辺を加算した値が最大となる直角三角形を選択し、上記選択された直角三角形の斜辺を上記ポリゴンの最長辺として検出することを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3次元画像情報からテレビジョンモニタ装置などの2次元スクリーン上へ描画する2次元画像情報を生成する画像処理プログラム、画像処理プログラムを記録した記録媒体、画像処理装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年のテレビゲーム機やパーソナルコンピュータは、プロセッサやメモリ等の高集積化、高速化等が進んでおり、その結果として、3次元画像情報から精細且つリアリティ性の高い2次元画像をリアルタイムに生成して2次元スクリーン上に描画することが可能となっている。

【0003】

また、現在の画像処理システムは、殆どのものがポリゴン単位での描画処理を基本にして2次元画像を生成している。現在の画像処理システムが、2次元画像の生成にポリゴン描画処理を用いるのは、ポリゴンのデータが多角形の頂点単位で表されるデータであり容易にコントロールできること、ポリゴンデータからピクセルデータへの変換は描画面に対する頂点の線形補間処理により実現でき、メモリアクセスや演算にローカリティがあるため高速な処理が可能であること、線形補間処理の際に例えばDDA (Digital Differential Analyzer) を用いることでその演算の殆どを加算で済ますことができ、現在実装可能な回路規模でも充分効果的なリアルタイム描画を実現できること、などの理由による。

【0004】

2次元画像を生成する処理は、データ形式の変遷の観点から見た場合、以下のようになる。

【0005】

先ず、ワールド座標系のポリゴンデータは、座標変換処理、クリッピング (Clipping) 処理、ライティング (Lighting) 処理等のジオメトリ (Geometry) 演算処理が施される。そのジオメトリ演算処理後のポリゴンデータは、投影変換処理により、スクリーン座標系のポリゴンデータに変換される。そのスクリーン座標系のポリゴンデータは、レンダリング処理により、スクリーン上のピクセルデータに変換 (ピクセル化) される。その後、ピクセルデータは、2次元スクリーン上に表示するためのスクリーンデータに変換される。このスクリーンデータは、テレビジョンモニタ装置に送られ、2次元スクリーン上に2次元画像として表示される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、ポリゴンデータは頂点単位のデータである。一方、ピクセルデータはピクセル単位のデータである。つまりこれら双方の処理単位は互いに異なっている。このため、ポリゴンデータからピクセルデータへ変換する時に、データ処理が滞り、演算回路が効率良く動作できなくなることが多々ある。具体的に説明すると、レンダリング処理は、ポリゴンの面積に直接影響を受ける処理である。このため、大面積ポリゴンのピクセル化の処理時間は長くなり、小面積ポリゴンのピクセル化の処理時間は短くなる。これに対して、ジオメトリ演算処理や投影変換処理は、ポリゴンの面積によらない頂点単位の演算処理である。このため、ジオメトリ演算処理や投影変換処理は、大面積ポリゴンと小面積ポリゴン

10

20

30

40

50

の何れであっても略々同じ所要時間で実行できる。これらのことから、例えば大面積ポリゴンの次に小面積ポリゴンを描画するような場合、小面積ポリゴンに対するジオメトリ演算処理や投影変換処理は、レンダリング処理での大面積ポリゴンのピクセル化の処理が終了するまで休止状態になされてしまう。

【0007】

また、レンダリング処理を行う従来の演算回路は、1ポリゴンについて1処理サイクル当たり複数ピクセルを生成するものが主流になっている。そして、そのピクセル数は、ハードウェアに依存し、固定数となされている。その一方で、小面積ポリゴンは、レンダリング処理を行ってもハードウェアに依存した固定のピクセル数を満たさないものであることが少なくない。したがって、固定ピクセル数を満たさない小面積ポリゴンが増加した場合、演算回路の処理効率が低下し、その結果、ピクセルフィルレートも減少してしまう。

10

【0008】

以上のことから、画像処理システムは、ジオメトリ演算やセットアップ処理とレンダリング処理（ピクセル化処理）のための回路構成、性能比率（性能差）などにより、描画面に対して最も効率の良い処理を行えるポリゴンの大きさが、略々一意に決まっていると言える。特に、従来の画像処理システムは、比較的大面積のポリゴンを効率良く描画できるように設定されている。すなわちこのことを言い換えると、従来の画像処理システムは、効率の良い処理を行える大きさ以外のポリゴンについては効率的な処理ができていないことを意味している。

【0009】

一方で、今後、描画モデルは複雑化し、またレンダリングも多様化していくと考えられる。このように、描画モデルの複雑化やレンダリングの多様化が進むと、ポリゴンの面積は必然的に小さくなり、また小面積ポリゴンの数が著しく増加し、さらにそれらポリゴンの頂点に掛かるパラメータも増加すると予測される。またそれに伴い、画像処理システムは、ピクセルフィルレートを大幅に上げなければならなくなると予想される。

20

【0010】

上述のように、多数の小面積ポリゴンを効率良く処理するためには、画像処理システムは、ピクセル化処理を高速化し、ポリゴンのスループットを上げなければならなくなる。また、ピクセルフィルレートを上げるためには、画像処理システムは、より広い面積のポリゴンを同時に描画しなければならなくなる。しかしながら、従来の画像処理システムは、これらの双方の要求を同時に満足させること、つまり多数の小面積ポリゴンを高速に処理すると共にピクセルフィルレートも上げるようなことは困難である。なお、それら双方の要求を満足させようとした場合、従来の画像処理システムは、高価かつ巨大なDDAを多数備えたものでなければならなくなり、コスト及び回路規模の観点から非現実的である。

30

【0011】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、回路構成の大型化やコストの大幅な上昇を伴うことなく、多数の小面積ポリゴンを効率良く処理でき、また、ポリゴンの大きさに処理が影響されることもなく、さらにピクセルフィルレートを上げることも可能とする画像処理プログラム、画像処理プログラムを記録した記録媒体、画像処理装置及び方法を提供することを目的とする。

40

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ポリゴンの大きさを所定の閾値と比較し、上記閾値を超える三角形のポリゴンの最長辺を検出し、その最長辺上の所定の点と当該最長辺に対向する頂点とを結ぶ線分により当該ポリゴンを分割し、上記閾値を超えないポリゴンをピクセル化する。特に、上記所定の点は、ポリゴンの最長辺の中点とする。

【0013】

すなわち、本発明は、上記閾値を超えるポリゴンについては、上記最長辺の中点とその最長辺に対向する頂点とを結ぶ線分で分割する。そして、その分割は、ポリゴンの大きさが上記閾値の範囲内に収束するまで再帰的に行われる。ここで、上記閾値は、例えばピクセ

50

ル化のための演算レンジに相当する。言い換えると、本発明は、ピクセル化のための演算レンジをある程度小さく限定することで、ピクセル化の処理を行うための構成を、小型化可能として並列度を高め易くする。同時に、本発明は、上記再帰的な分割を行うことで、上記閾値を超えるポリゴンを、上記演算レンジが小さく限定されたピクセル化処理に最適な大きさのポリゴンに収束させる。このように、本発明は、上記閾値を超えるポリゴンを再帰的に分割することで、どのような大きさのポリゴンであっても、ピクセル化処理の演算レンジに最適な大きさへ収束させることができ、さらに、ピクセル化処理を並列化することで、ポリゴンのスループットを上げ、ピクセルフィルレートも大幅に向上させている。

【 0 0 1 5 】

10

【 発明の実施の形態 】

図 1 を用いて、本発明にかかるポリゴンのピクセル化処理の概要を説明する。

【 0 0 1 6 】

3次元画像情報から2次元画像を生成する場合において、大面積ポリゴンP1はその数が少ない。一方、小面積ポリゴンPsはその数が多い。また描画モデルがより精巧になれば、小面積ポリゴンPsはその数が増加すると考えられる。したがって、小面積ポリゴンPsに合わせてピクセル化処理の演算レンジ(ピクセル化の処理ビット長)をある程度小さくし、さらに処理を並列化すれば、処理パフォーマンスを高めることができると考えられる。ただし、ピクセル化処理の演算レンジを小面積ポリゴンPsに合わせてしまうと、上記演算レンジを超える大面積ポリゴンP1の処理はできなくなる。

20

【 0 0 1 7 】

そこで、本実施の形態の画像処理装置は、ピクセル化処理の演算レンジをある程度小さく限定しておき、演算レンジの範囲内のポリゴン(小面積ポリゴンPs)については、そのままピクセル化処理する。一方、演算レンジを超えるポリゴン(大面積ポリゴンP1)の場合、本実施の形態の画像処理装置は、その大面積ポリゴンP1を、演算レンジに収まる大きさまで分割(ポリゴン分割処理D)する。そして、画像処理装置は、上記小面積ポリゴンPsと、ポリゴン分割処理Dにより得られた各小面積ポリゴンPdに対して、ピクセル化処理を実行する。これにより、ピクセル化処理は、どのような大きさのポリゴンに対しても行え、無駄の少ない効率的な処理となる。また、ピクセル化処理は、演算レンジが小さく限定されているため、簡略化した小型の構成で実現でき、並列化も容易となる。

30

【 0 0 1 8 】

また、本実施の形態では、後述するように、ポリゴンの最も長い稜線の中点とそれに対向する頂点とを結ぶ線分により当該ポリゴンを分割するようにしており、さらにその分割を再帰的に行うことで、ポリゴンの3辺の長さが均等に近づくようにして、ポリゴン全体をピクセル化処理の演算レンジに最適な大きさにしている。

【 0 0 1 9 】

すなわち、本実施の形態の画像処理装置は、ピクセル化処理の演算レンジを小さく限定することで、ピクセル化処理の負荷を軽減すると共に、並列処理の多重度を上げている。また、本実施の形態の画像処理装置は、大面積ポリゴンP1をピクセル化処理の演算レンジに最適な大きさの小面積ポリゴンPdへ分割し、並列化したピクセル化処理PXを行うことで、無駄の少ない効率的なピクセル化処理を実現し、ピクセルフィルレートを高めている。

40

【 0 0 2 0 】

[ 構成例 ]

図 2 は、ピクセル化処理を実行するための具体的構成例を示す。ピクセル化処理は、例えばデジタルシグナルプロセッサ(DSP)若しくはグラフィックプロセッサ(GP)等のハードウェア構成により実現できる。また、ピクセル化処理は、ソフトウェア(コンピュータが実行可能なアプリケーションプログラム)により実現することも可能である。図 2 は、ピクセル化処理を実現するDSPやGPの内部処理ユニットを示している。なお、ソフトウェアによりピクセル化処理を実現する場合、アプリケーションプログラムは、図

50

2の各構成要素に相当するプログラムステップを含むものとなる。そして、パーソナルコンピュータ等の情報処理装置のCPUは、そのアプリケーションプログラムに基づいて動作する。

【0021】

図2において、情報格納部32は、ポリゴンなどの図形情報（頂点座標値，RGBの頂点カラー値，マップ座標値，ベクトル値などの頂点情報や頂点連結情報）を格納する。なお、図形情報は、例えばCD-ROMやDVD-ROM、半導体メモリ等の各種記録媒体や、有線或いは無線による通信媒体，伝送媒体等を介して取り込まれたものである。

【0022】

ジオメトリ演算部31は、情報格納部32に格納された図形情報を読み出し、その図形情報に対して、いわゆるアフィン変換、スクリーン座標への投影変換、頂点に対する光源処理などを行う。投影変換後の図形情報（ポリゴンデータ）は、レンダリング部33へ送られる。

10

【0023】

レンダリング部33は、ポリゴンをスクリーン上に描画するための演算処理を行う部分であり、ジオメトリ演算部31から送られてきたポリゴンデータをピクセル化する。レンダリング部33は、大別して、ポリゴンセットアップ部41と、ピクセル演算部42と、フレームバッファリング部46とからなる。

【0024】

ポリゴンセットアップ部41は、ジオメトリ演算部31から送られてくるポリゴンデータの取り込みとそのバッファリングを行う。そして、ポリゴンセットアップ部41は、ストリップ(strip)状やファン(fan)状などのポリゴンメッシュ構造を独立ポリゴンに変換し、ピクセル演算部42に送出する。また、ポリゴンセットアップ部41は、エリア選択(area culling)やバック選択(back culling)などを行って不要なポリゴンを廃棄することも行う。不要なポリゴンの廃棄は、後段のピクセル演算部42で行われる処理の効率を上げるために行われる。

20

【0025】

ピクセル演算部42は、前述の図1で説明した演算レンジに応じて大面積ポリゴンを分割する処理とピクセル化の並列処理とを行う。当該ピクセル演算部42は、エリアサイズ比較部43、ポリゴン分割部44、ピクセル化部45を備えている。

30

【0026】

ピクセル演算部42は、まず、ポリゴンセットアップ部41から送られてきたポリゴンデータを、エリアサイズ比較部43に投入する。エリアサイズ比較部43は、ポリゴンの大きさが演算レンジの範囲内に入るか否か判定する。そして、エリアサイズ比較部43は、演算レンジの範囲内に入るポリゴンのデータをピクセル化部45へ送り、一方、演算レンジの範囲を超えるポリゴンのデータをポリゴン分割部44へ送る。なお、エリアサイズ比較部43の具体的な構成及び動作は後述する。

【0027】

ポリゴン分割部44は、演算レンジの範囲を超えるポリゴンを例えば2分割して二片のポリゴンを再構築する。この分割後の二片のポリゴンデータはエリアサイズ比較部43へ送られ、大きさが再判定される。その再判定において演算レンジの範囲を超えていると判定された場合、ポリゴン分割部44は、そのポリゴンをさらに2分割する。すなわち、ピクセル演算部42は、演算レンジの範囲を超えるポリゴンを再帰的に分割することにより、前記大面積ポリゴンP1を演算レンジの範囲内に入る小面積ポリゴンPdに変換する。なお、ポリゴン分割部44の具体的な構成及び動作については後述する。

40

【0028】

分割により演算レンジの範囲内に収束したポリゴンのデータ、若しくは、当初より演算レンジの範囲内に収まっていたポリゴンのデータは、エリアサイズ比較部43からピクセル化部45へ送られる。

【0029】

50

ピクセル化部 4 5 は、ポリゴンデータをラスタデータすなわちピクセルデータ（各ピクセルのカラー値）へ変換し、フレームバッファリング部 4 6 へ送る。なお、ピクセル化部 4 5 は、ポリゴンデータの頂点カラー値の補間やマップ座標値の取得などにより、各ピクセルのカラー値を生成する。当該ピクセル化部 4 5 は、x 軸方向と y 軸方向の演算レンジが同等となされると共に、その演算レンジが小さく限定された処理部を複数並列化して構成されている。すなわち、ピクセル化部 4 5 は、x 軸方向と y 軸方向の演算レンジに差を設けず、かつその演算レンジを小さく限定することで各構成を簡易にし、また並列処理の多重度を上げることで、効率的な処理を行えるものとなされている。

【 0 0 3 0 】

フレームバッファリング部 4 6 は、テレビジョンモニタ装置等のディスプレイ（スクリーン）3 5 に対応したメモリ空間上に、各ピクセルのカラー値を書き込む。そして、メモリ空間上に形成されたフレーム単位のスクリーンデータは、ディスプレイコントロール部 3 4 からの要求に応じて読み出される。

10

【 0 0 3 1 】

ディスプレイコントロール部 3 4 は、テレビジョンモニタ装置の水平同期信号、垂直同期信号などを生成すると共に、そのモニタ装置の表示タイミングに応じて、フレームバッファリング部 4 6 からピクセルのカラー値をライン状に順次取り出す。当該取り出されたカラー値は、テレビジョンモニタ装置等のディスプレイ 3 5 上に 2 次元画像として表示される。

【 0 0 3 2 】

20

[ エリアサイズ比較部の詳細な動作及び構成 ]

次に、図 3 及び図 4 を用いて、エリアサイズ比較部 4 3 の動作及び構成を説明する。以下の説明は、ポリゴンが演算レンジの範囲内に入るか否かの判定と、その判定結果に応じた転送先の変更（選択）の処理にかかる情報の流れを主に述べている。

【 0 0 3 3 】

図 3 において、ポリゴンセットアップ部 4 1 からのポリゴンデータは、エリアサイズ比較部 4 3 の入力部 5 1 へ投入される。また、ポリゴン分割部 4 4 からのポリゴンデータは、入力部 5 2 へ投入される。

【 0 0 3 4 】

ここで、ポリゴンは、各頂点座標値が図 4 に示す  $V_a (V_{ax}, V_{ay})$ ,  $V_b (V_{bx}, V_{by})$ ,  $V_c (V_{cx}, V_{cy})$  で表される三角形ポリゴン  $P_0$  であるとする。頂点座標部 5 3 は、三角形ポリゴン  $P_0$  の各頂点座標値のうちの x 座標値  $V_{ax}$ ,  $V_{bx}$ ,  $V_{cx}$  を取り出す。一方、頂点座標部 5 4 は、三角形ポリゴン  $P_0$  の各頂点座標値のうちの y 座標値  $V_{ay}$ ,  $V_{by}$ ,  $V_{cy}$  を取り出す。x 座標値  $V_{ax}$ ,  $V_{bx}$ ,  $V_{cx}$ 、及び y 座標値  $V_{ay}$ ,  $V_{by}$ ,  $V_{cy}$  は、投入されたポリゴンデータと共に、それぞれ対応する最大・最小選択部 5 5, 5 6 へ送られる。

30

【 0 0 3 5 】

最大・最小選択部 5 5 は、式 ( 1 ), ( 2 ) により、x 座標値  $V_{ax}$ ,  $V_{bx}$ ,  $V_{cx}$  のうちの最大 x 座標値  $V_{xmax}$  と最小 x 座標値  $V_{xmin}$  を求める。

【 0 0 3 6 】

40

$$V_{xmax} = \max ( V_{ax}, V_{bx}, V_{cx} ) \quad (1)$$

$$V_{xmin} = \min ( V_{ax}, V_{bx}, V_{cx} ) \quad (2)$$

また、最大・最小選択部 5 6 は、式 ( 3 ), ( 4 ) により、y 座標値  $V_{ay}$ ,  $V_{by}$ ,  $V_{cy}$  のうちの最大 y 座標値  $V_{ymax}$  と最小 y 座標値  $V_{ymin}$  を求める。

【 0 0 3 7 】

$$V_{ymax} = \max ( V_{ay}, V_{by}, V_{cy} ) \quad (3)$$

$$V_{ymin} = \min ( V_{ay}, V_{by}, V_{cy} ) \quad (4)$$

図 4 の例の場合、最大 x 座標値  $V_{xmax}$  は  $V_{cx}$  となり、最小 x 座標値  $V_{xmin}$  は  $V_{ax}$ 、最大 y 座標値  $V_{ymax}$  は  $V_{ay}$ 、最小 y 座標値  $V_{ymin}$  は  $V_{bx}$  となる。なお、最大・最小選択部 5 5, 5 6 で求めた最大及び最小の座標値は、スクリーン座標に対する三角形ポリゴン  $P_0$  のオ

50

フセット座標成分に相当する。

【 0 0 3 8 】

これら最大 x 座標値  $V_{xmax}$ 、最小 x 座標値  $V_{xmin}$ 、最大 y 座標値  $V_{ymax}$ 、最小 y 座標値  $V_{ymin}$  は、ポリゴンデータと共に、それぞれ対応する差分演算部 5 7 , 5 8 へ送られる。

【 0 0 3 9 】

差分演算部 5 7 は、式 ( 5 ) により、最大 x 座標値  $V_{xmax}$  と最小 x 座標値  $V_{xmin}$  の差分を求める。すなわち、差分演算部 5 7 は、三角形ポリゴン P 0 の各頂点を含む四角形 ( 図中点線で示すバウンダリボックス B B ) の x 軸方向の辺の長さ  $W_x$  を求める。なお、バウンダリボックス B B の縦辺はスクリーンの x 軸に対して平行な辺であり、横辺はスクリーンの y 軸に対して平行な辺である。

10

【 0 0 4 0 】

$$W_x = V_{xmax} - V_{xmin} \quad (5)$$

また、差分演算部 5 8 は、式 ( 6 ) により、最大 y 座標値  $V_{ymax}$  と最小 y 座標値  $V_{ymin}$  の差分を求める。すなわち差分演算部 5 8 は、バウンダリボックス B B の y 軸方向の辺の長さ  $W_y$  を求める。

【 0 0 4 1 】

$$W_y = V_{ymax} - V_{ymin} \quad (6)$$

なお、この図 3 の構成は、最大・最小選択部 5 5 , 5 6 により最大及び最小の座標値を求め、さらに差分演算部 5 7 , 5 8 により差分を求めて、投入ポリゴンのデータをオフセットと差分で表すことにより、後のピクセル化に使用されるデータビット長を最小化している。これにより、後段のピクセル化部 4 5 は、演算処理が軽減され、回路も簡素化可能となる。

20

【 0 0 4 2 】

差分演算部 5 7 , 5 8 の演算により得られた各長さ  $W_x$  ,  $W_y$  は、差分比較部 5 9 へ送られる。一方、差分演算部 5 7 , 5 8 を介したポリゴンデータは、出力選択部 6 0 へ送られる。

【 0 0 4 3 】

差分比較部 5 9 は、式 ( 7 ) により、それら各辺の長さ  $W_x$  ,  $W_y$  を、ピクセル化部 4 5 の演算レンジに相当する所定の閾値 RANGE と比較し、その比較結果を出力選択部 6 0 へ送る。差分比較部 5 9 は、長さ  $W_x$  と  $W_y$  の何れか一方が閾値 RANGE より大きい時、その旨を示す信号を出力選択部 6 0 へ送る。一方、差分比較部 5 9 は、長さ  $W_x$  と  $W_y$  が両方とも閾値 RANGE より小さいことを示している時、その旨を示す信号を出力選択部 6 0 へ送る。

30

【 0 0 4 4 】

出力選択部 6 0 は、式 ( 7 ) により、差分比較部 5 9 での比較結果に応じて、ポリゴンデータを出力部 6 1 からポリゴン分割部 4 4 へ送るか、又は、出力部 6 2 を介してピクセル化部 4 5 へ送るかの出力選択を行う。出力選択部 6 0 は、長さ  $W_x$  と  $W_y$  の何れか一方でも閾値 RANGE より大きい時、ポリゴンデータをポリゴン分割部 4 4 へ送る。一方、出力選択部 6 0 は、長さ  $W_x$  と  $W_y$  が両方とも閾値 RANGE より小さいことを示している時、ポリゴンデータをピクセル化部 4 5 へ送る。

40

【 0 0 4 5 】

```
if(( $W_x > \text{RANGE}$ ) || ( $W_y > \text{RANGE}$ ))
```

```
ポリゴン分割部();
```

```
else
```

```
ピクセル化部(); \quad (7)
```

なお、エリアサイズ比較部 4 3 の回路構成は、大小比較器や差分演算器、スイッチなどの非常に簡易な構成により実現できる。したがって、エリアサイズ比較部 4 3 の回路構成は、コストを上昇させたり構成を大型化させることなく、容易に並列化できる。また、並列化されたエリアサイズ比較部 4 3 は、ポリゴンセットアップ部 4 1 からのポリゴンデータと、ポリゴン分割部 4 4 からの分割ポリゴンデータを、競合すること無く処理することが

50



できる。したがって、並列化されたエリアサイズ比較部 43 は、特に、新たな投入ポリゴンデータの処理を待たせてしまう事態を回避することが可能となる。

【0046】

[ポリゴン分割部の詳細な動作及び構成]

図5～図8を用いて、図2のポリゴン分割部44の動作及び構成を説明する。

【0047】

図5において、ポリゴン分割部44の入力部71には、エリアサイズ比較部43から送られてきたポリゴンデータが入力される。上記入力されたポリゴンデータは、頂点座標部72～77と出力選択部90、ポリゴン再構築部93へ送られる。

【0048】

レジスタ等からなる頂点座標部72は、例えば図6に示す三角形ポリゴンP0の各頂点座標値  $V_a(V_{ax}, V_{ay})$ ,  $V_b(V_{bx}, V_{by})$ ,  $V_c(V_{cx}, V_{cy})$  のうち、頂点座標値  $V_a(V_{ax}, V_{ay})$  のx座標値  $V_{ax}$  を取り出す。頂点座標部73は、頂点座標値  $V_a(V_{ax}, V_{ay})$  のy座標値  $V_{ay}$  を取り出す。頂点座標部74は、頂点座標値  $V_b(V_{bx}, V_{by})$  のx座標値  $V_{bx}$  を取り出す。頂点座標部75は、頂点座標値  $V_b(V_{bx}, V_{by})$  のy座標値  $V_{by}$  を取り出す。頂点座標部76は、頂点座標値  $V_c(V_{cx}, V_{cy})$  のx座標値  $V_{cx}$  を取り出す。頂点座標部77は、頂点座標値  $V_c(V_{cx}, V_{cy})$  のy座標値  $V_{cy}$  を取り出す。頂点座標部72により取り出されたx座標値  $V_{ax}$  は、最小値選択部78及び80へ送られる。頂点座標部73により取り出されたy座標値  $V_{ay}$  は、最小値選択部78及び80へ送られる。頂点座標部74により取り出されたx座標値は、最小値選択部78及び79へ送られる。頂点座標部75により取り出されたy座標値  $V_{by}$  は、最小値選択部78及び79へ送られる。頂点座標部76により取り出されたx座標値  $V_{cx}$  は、最小値選択部79及び80へ送られる。頂点座標部77により取り出されたy座標値  $V_{cy}$  は、最小値選択部79及び80へ送られる。

【0049】

最小値選択部78は、頂点座標部72と74から供給されたx座標値  $V_{ax}$  と  $V_{bx}$  の何れか小さい方を選択する。また、最小値選択部78は、頂点座標部73と75から供給されたy座標値  $V_{ay}$  と  $V_{by}$  の何れか小さい方を選択する。最小値選択部79は、頂点座標部74と76から供給されたx座標値  $V_{bx}$  と  $V_{cx}$  の何れか小さい方を選択する。また、最小値選択部79は、頂点座標部75と77から供給されたy座標値  $V_{by}$  と  $V_{cy}$  の何れか小さい方を選択する。最小値選択部80は、頂点座標部72と76から供給されたx座標値  $V_{ax}$  と  $V_{cx}$  の何れか小さい方を選択する。また、最小値選択部80は、頂点座標部73と77から供給されたy座標値  $V_{ay}$  と  $V_{cy}$  の何れか小さい方を選択する。なお、図6の例の場合、最小値選択部78はx座標値  $V_{ax}$  とy座標値  $V_{by}$  を選択する。最小値選択部79はx座標値  $V_{bx}$  とy座標値  $V_{by}$  を選択する。最小値選択部80はx座標値  $V_{ax}$  とy座標値  $V_{cy}$  を選択する。

【0050】

最小値選択部78は、前段の頂点座標部72, 73, 74, 75から供給された各x, y座標値をそのまま出力選択部87, 90及び幅演算部81へ送る。また、最小値選択部78は、何れの座標値を選択したのかを示す情報を、幅演算部81に送る。最小値選択部79は、前段の頂点座標部74, 75, 76, 77から供給された各x, y座標値をそのまま出力選択部87, 90及び幅演算部82へ送る。また、最小値選択部79は、何れの座標値を選択したのかを示す情報を、幅演算部82に送る。最小値選択部80は、前段の頂点座標部72, 73, 76, 77から供給された各x, y座標値をそのまま出力選択部87, 90及び幅演算部83へ送る。また、最小値選択部80は、何れの座標値を選択したのかを示す情報を、幅演算部83に送る。

【0051】

幅演算部81は、最小値選択部78が選択したx座標値  $V_{ax}$  をx座標値  $V_{bx}$  から減算することにより図6中の幅Xbを求める。また、幅演算部81は、最小値選択部78が選択したy座標値  $V_{by}$  をy座標値  $V_{ay}$  から減算することにより図6中の幅Ybを求める。幅演算

10

20

30

40

50

部 8 2 は、最小値選択部 7 9 が選択した x 座標値  $V_{bx}$  を x 座標値  $V_{cx}$  から減算することにより図 6 中の幅  $X_c$  を求める。また、幅演算部 8 2 は、最小値選択部 7 9 が選択した y 座標値  $V_{by}$  を y 座標値  $V_{cy}$  から減算することにより図 6 中の幅  $Y_c$  を求める。幅演算部 8 3 は、最小値選択部 8 0 が選択した x 座標値  $V_{ax}$  を x 座標値  $V_{cx}$  から減算することにより図 6 中の幅  $X_a$  を求める。また、幅演算部 8 3 は、最小値選択部 8 0 が選択した y 座標値  $V_{cy}$  を y 座標値  $V_{ay}$  から減算することにより図 6 中の幅  $Y_a$  を求める。つまり、最小値選択部 7 8 ~ 8 0 は、それぞれ併設された幅演算部 8 1 ~ 8 3 でマイナスの値が得られないようするために、上述した小さい方の座標値を求めている。幅演算部 8 1 は、各幅  $X_b$  と  $Y_b$  を、稜線演算部 8 4 へ送る。幅演算部 8 2 は、各幅  $X_c$  と  $Y_c$  を、稜線演算部 8 5 へ送る。幅演算部 8 3 は、各幅  $X_a$  と  $Y_a$  を、稜線演算部 8 6 へ送る。

10

## 【 0 0 5 2 】

これら稜線演算部 8 4 ~ 8 6 では、三角形ポリゴン  $P_0$  の各稜線（各辺）を、簡易的に幅  $X_b$  と  $Y_b$ 、 $X_c$  と  $Y_c$ 、 $X_a$  と  $Y_a$  の合計の値として求める。すなわち、稜線演算部 8 4 では、幅演算部 8 1 から得られた幅  $X_b$ 、 $Y_b$  を用い、下記式（8）に示すようにして図 6 の三角形ポリゴン  $P_0$  の稜線  $E_b$  を求める。

## 【 0 0 5 3 】

$$E_b = X_b + Y_b \quad (8)$$

また、稜線演算部 8 5 では、幅演算部 8 2 から得られた幅  $X_c$ 、 $Y_c$  を用い、下記式（9）に示すようにして図 6 の稜線  $E_c$  を求める。

## 【 0 0 5 4 】

$$E_c = X_c + Y_c \quad (9)$$

同様に、稜線演算部 8 6 では、幅演算部 8 3 から得られた幅  $X_a$ 、 $Y_a$  を用い、下記式（10）に示すようにして図 6 の稜線  $E_a$  を求める。

## 【 0 0 5 5 】

$$E_a = X_a + Y_a \quad (10)$$

これら各稜線演算部 8 4 ~ 8 6 により得られた各稜線  $E_b$ 、 $E_c$ 、 $E_a$  は最長稜線選択部 8 9 へ送られる。

## 【 0 0 5 6 】

最長稜線選択部 8 9 は、各稜線演算部 8 4 ~ 8 6 より得られた各稜線  $E_b$ 、 $E_c$ 、 $E_a$  のうち最長の稜線を選択し、出力選択部 8 7、9 0 で行われる出力選択の制御信号を生成する。なお、図 6 の例の場合、当該最長稜線選択部 8 9 は、稜線  $E_b$  を選択する。

20

30

## 【 0 0 5 7 】

出力選択部 8 7 は、最長稜線選択部 8 9 からの制御信号に基づいて、最小値選択部 7 8 ~ 8 0 より供給された各 x、y 座標値のうち、最長の稜線  $E_b$  を構成する各頂点座標値  $V_a$ （ $V_{ax}$ 、 $V_{ay}$ ）、 $V_b$ （ $V_{bx}$ 、 $V_{by}$ ）を選択して出力する。出力選択部 8 7 から出力された頂点座標値  $V_a$ （ $V_{ax}$ 、 $V_{ay}$ ）、 $V_b$ （ $V_{bx}$ 、 $V_{by}$ ）は、座標演算部 8 8 に送られる。

## 【 0 0 5 8 】

座標演算部 8 8 は、図 7 に示すように、出力選択部 8 7 から得られた頂点座標値  $V_a$ （ $V_{ax}$ 、 $V_{ay}$ ）と  $V_b$ （ $V_{bx}$ 、 $V_{by}$ ）の中点座標値である  $V_d$ （ $V_{dx}$ 、 $V_{dy}$ ）を求め、当該中点座標値  $V_d$ （ $V_{dx}$ 、 $V_{dy}$ ）を頂点情報演算部 9 1 へ送る。なお、当該座標値演算部 8 8 は、複数ビット値で表される座標値を 1 ビット右シフトすることにより、中点座標値を求める。

40

## 【 0 0 5 9 】

また、出力選択部 9 0 は、最小値選択部 7 8 ~ 8 0 より供給された各 x、y 座標値と、最長稜線選択部 8 9 からの制御信号とに基づいて、入力部 7 1 から送られてきたポリゴンデータから、頂点座標値  $V_a$ （ $V_{ax}$ 、 $V_{ay}$ ）、 $V_b$ （ $V_{bx}$ 、 $V_{by}$ ）に対応するパラメータを選択出力する。当該選択された頂点座標値  $V_a$ （ $V_{ax}$ 、 $V_{ay}$ ）、 $V_b$ （ $V_{bx}$ 、 $V_{by}$ ）に対応するパラメータは、頂点情報演算部 9 1 へ送られる。

## 【 0 0 6 0 】

頂点情報演算部 9 1 は、図 7 に示すように、出力選択部 9 0 から得られた頂点座標値  $V_a$

50

( $V_{ax}$ ,  $V_{ay}$ ) 及び  $V_b$  ( $V_{bx}$ ,  $V_{by}$ ) に対応する中点パラメータを求め、当該中点パラメータをパースペクティブ補正部 9 2 へ送る。

【0061】

パースペクティブ補正部 9 2 は、中点パラメータの値を、 $z$  値を使用して補正し、その補正後のパラメータをポリゴン再構築部 9 3 へ送る。

【0062】

ポリゴン再構築部 9 3 は、入力部 7 1 から供給されたポリゴンデータと、パースペクティブ補正部 9 2 から供給された補正後のパラメータとを使用して、図 8 に示す 2 分割されたポリゴン  $P_1$ ,  $P_2$  を構成する。すなわち、この図 8 に示すポリゴン  $P_1$ ,  $P_2$  は、図 6 に示したポリゴン  $P_0$  を、その最長稜線  $E_b$  の中点座標値  $V_d$  ( $V_{dx}$ ,  $V_{dy}$ ) と頂点座標値  $V_c$  ( $V_{cx}$ ,  $V_{cy}$ ) との間で分割したポリゴンである。これらポリゴン  $P_1$ ,  $P_2$  は、出力部 9 4 を介して、再びエリアサイズ比較部 4 3 へ送られる。

10

【0063】

なお、エリアサイズ比較部 4 3 において、ポリゴン  $P_1$ ,  $P_2$  が演算レンジを超える大きさのポリゴンであると判定された場合、これらポリゴン  $P_1$ ,  $P_2$  は、再度ポリゴン分割部 4 4 の入力部 7 1 へ入力される。この場合、ポリゴン  $P_1$  は、各頂点座標値が  $V_{a1}$  ( $V_{ax1}$ ,  $V_{ay1}$ ),  $V_{b1}$  ( $V_{bx1}$ ,  $V_{by1}$ ),  $V_{c1}$  ( $V_{cx1}$ ,  $V_{cy1}$ ) となされ、また各稜線が  $E_{a1}$ ,  $E_{b1}$ ,  $E_{c1}$  となされて上述の処理がなされる。ポリゴン  $P_2$  は、各頂点座標値が  $V_{a2}$  ( $V_{ax2}$ ,  $V_{ay2}$ ),  $V_{b2}$  ( $V_{bx2}$ ,  $V_{by2}$ ),  $V_{c2}$  ( $V_{cx2}$ ,  $V_{cy2}$ ) となされ、また各稜線が  $E_{a2}$ ,  $E_{b2}$ ,  $E_{c2}$  となされて上述の処理がなされる。

20

【0064】

このように、ピクセル演算部 4 2 は、ポリゴンの分割を再帰的に行うことで、最終的に、演算レンジの範囲内に入るポリゴンを得る。

【0065】

上述したように、ポリゴン分割部 4 4 は、三角形ポリゴンの 3 つの稜線 (図 6 の稜線  $E_b$ ,  $E_c$ ,  $E_a$ ) のうちで最も長い稜線を選出し、その最長稜線の中点とそれに対向する頂点とを結んで新たな稜線とし、その稜線を共有する 2 つのポリゴンを生成することで、ポリゴン分割を実現している。また、ピクセル演算部 4 2 は、ピクセル化部 4 5 の演算レンジを超える大きさのポリゴンを再帰的に分割する。これにより、演算レンジを超える三角形ポリゴンは、その大きさが順次小さくすると共に 3 辺の長さが均等に近づくようになり、ピクセル化部 4 5 の演算レンジに対して最適で且つ最も処理効率の良い大きさに収束することになる。つまり、再帰的分割により得られるポリゴンは、前記ピクセル化部 4 5 の演算レンジを略々有効に使用できるものとなる。なお、本実施の形態では、三角形ポリゴン全体がなるべく小さくなるように分割 (3 辺が均等に近づくように分割) しているため、上記演算レンジを超える大きさのポリゴンをピクセル化部 4 5 の演算レンジ (処理ビット長) の範囲内に収束させるまでの再帰回数 (大面積ポリゴンの分割回数) は、最も多く見積もっても、(元ポリゴン頂点のビット長 - ピクセル化部の処理ビット長)  $\times$  2 回の分割で良い。また、ポリゴンの 2 分割を行うための構成は、固定小数点演算、不動小数点演算の何れの演算器であっても良く、非常に単純に実現できる。元の投入ポリゴンの大きさが大きいほど分割回数は増加することになるが、面積が大きいポリゴンは元々その数が少

30

40

【0066】

以上説明したように、図 2 の構成は、ピクセル化部 4 5 の演算レンジ (処理ビット長) を限定し、その演算レンジの範囲内のポリゴンについてはそのままピクセル化部 4 5 で処理する。一方、その演算レンジを超えるポリゴンは、ポリゴン分割部 4 4 で再帰的に分割されて、当該演算レンジに収められてからピクセル化部 4 5 で処理される。すなわち、図 2 の構成は、ピクセル演算部 4 2 において、三角形ポリゴンを再帰的に分割してピクセル化の演算レンジ内に収束させると共に、ピクセル化部 4 5 において、処理を並列的に実行している。これにより、図 2 の構成は、どのような大きさのポリゴンでもピクセル化処理が可能となり、また、無駄の少ない効率的で且つ並列化による高速なピクセル化処理を実現

50

でき、その結果、ピクセルフィルレートを高めることも可能である。

【0067】

なお、ピクセル化のための演算レンジがx軸方向とy軸方向で同等の場合に、上述のように再帰的な分割を行って3辺の長さを均等に近づけた三角形ポリゴン(演算レンジに対して全体がなるべく小さくなるように分割されたポリゴン)をピクセル化することは、実際の計算シミュレーション等により、処理効率の上で最も好ましいことが確認されている。

【0068】

[ 具体的適用例 ]

次に、図1に示したピクセル化処理は、例えば図9に示すテレビゲーム機のグラフィックプロセッサユニット(GPU)101で行われる画像処理に適用できる。

10

【0069】

図9に示すテレビゲーム機は、メインCPU100と、グラフィックプロセッサユニット(GPU)101と、IOPプロセッサ(IOP)104と、光ディスク再生部112と、メインメモリ105と、MASK-ROM106と、サウンドプロセッサユニット(SPU)108とを基本構成として備える。メインCPU100は、テレビゲームを実現するゲームアプリケーションプログラム等の各種プログラムに基づいて、信号処理や内部構成要素の制御を行う。GPU101は、前述したピクセル化処理を含む画像処理を行う。IOP104は、外部と装置内部との間のインターフェイス処理や下位互換性を保つための処理を行う。光ディスク再生部112は、アプリケーションプログラムやマルチメディアデータが記録されているDVDやCD等の光ディスクの再生を行う。メインメモリ105は、メインCPU100のワークエリアや光ディスクから読み出されたデータを一時的に格納するバッファとして機能する。MASK-ROM106は、主にメインCPU100やIOP104が実行するオペレーティングシステムプログラムを格納している。SPU108は、音声信号処理を行う。

20

【0070】

また、このテレビゲーム機は、CD/DVDデジタルシグナルプロセッサ(DSP)110と、ドライバ111と、メカコントローラ109と、カード型コネクタ(PCカードスロット)107も有している。DSP110は、光ディスク再生部112によりCD或いはDVDから読み出されてRFアンプ113で増幅されたディスク再生信号に対して、例えば誤り訂正処理(CIRC処理)や伸張復号化処理等を施すことにより、それらCD或いはDVDに記録されたデータを再生(復元)する。ドライバ111及びメカコントローラ109は、光ディスク再生部112のスピンドルモータの回転制御、光ピックアップのフォーカス/トラッキング制御、ディスクトレイのローディング制御等を行う。カード型コネクタ107は、例えば通信カードや外付けのハードディスクドライブ等の接続ポートである。

30

【0071】

これらの各部は、主にバスライン102,103等を介してそれぞれ相互に接続されている。なお、メインCPU100とGPU101は、専用バスで接続されている。また、メインCPU100とIOP104はSBUSにより接続されている。IOP104とDSP110、MASK-ROM106、SPU108、カード型コネクタ107は、SSBUSにより接続されている。

40

【0072】

メインCPU100は、MASK-ROM106に記憶されているメインCPU用のオペレーティングシステムプログラムを実行することにより、当該ゲーム機2の全動作を制御する。また、メインCPU100は、CD-ROMやDVD-ROM等の光ディスクから読み出されてメインメモリ105にロードされたり、通信ネットワークを介してダウンロードされた、ゲームアプリケーションプログラム等を実行し、ゲームの動作等を制御する。

【0073】

IOP104は、MASK-ROM106に記憶されているIOPプロセッサ用のオペレー

50

ティングシステムプログラムを実行することにより、ゲームプレイヤーの操作に応じたコントローラ20からの信号やゲームの設定等を記憶するメモリカード26からのデータの入出力、その他、USB接続端子5やIEEE1394接続端子6、図示しないPCカードスロット等におけるデータの入出力を制御する。

【0074】

GPU101は、座標変換等の処理を行うジオメトリトランスファエンジンの機能と、レンダリングプロセッサの機能とを有し、メインCPU100からの描画指示に従ってピクセル化処理を含む描画を行い、描画された画像を図示しないフレームバッファに格納する。すなわち例えば、光ディスクに記録されているアプリケーションプログラムがテレビゲームのように所謂3次元(3D)グラフィックを利用するものである場合、当該GPU101は、ジオメトリ演算処理により、3次元オブジェクトを構成するためのポリゴンの座標計算等を行い、さらに、レンダリング処理により、この3次元オブジェクトを仮想的なカメラで撮影することにより得られる画像を生成するための諸計算、すなわち透視変換を行い、最終的に得られた画像データをフレームバッファ上へ書き込む。そして、GPU101は、この作成した画像に対応するビデオ信号を出力する。

10

【0075】

SPU108は、ADPCM(Adaptive Differential Pulse Code Modulation)復号機能、オーディオ信号再生機能、信号変調機能等を備えている。ADPCM復号機能とは、適応予測符号化された音響データを復号する機能である。オーディオ信号再生機能とは、当該SPU108に内蔵或いは外付けされた図示しないサウンドバッファに記憶されている波形データを読み出すことで、効果音等のオーディオ信号を再生して出力する機能である。信号変調機能とは、サウンドバッファに記憶されている波形データを変調させて様々な音波形データを生成する機能である。すなわち、SPU108は、メインCPU100からの指示に基づいて、サウンドバッファに記憶されている波形データから、楽音や効果音等のオーディオ信号を発生する、いわゆるサンプリング音源としても動作する。

20

【0076】

以上のような構成を有するテレビゲーム機は、例えば電源が投入されると、MASK-ROM106からメインCPU用及びIOP用のオペレーティングシステムプログラムが読み出される。メインCPU100とIOP104は、それぞれ対応したオペレーティングシステムプログラムを実行する。これにより、メインCPU100は、テレビゲーム機の各部を統括的に制御する。また、IOP104は、コントローラ20やメモリカード26等との間の信号の入出力を制御する。また、メインCPU100は、オペレーティングシステムプログラムを実行すると、動作確認等の初期化処理を行った後、光ディスク再生部112を制御して、光ディスクに記録されているゲーム等のアプリケーションプログラムを読み出し、メインメモリ105にロードした後、そのゲームアプリケーションプログラムを実行する。このゲームアプリケーションプログラムの実行により、メインCPU100は、IOP104を介してコントローラ20から受け付けたゲームプレイヤーの指示に応じて、GPU101やSPU108を制御し、画像の表示や効果音、楽音の発生を制御する。

30

【0077】

なお、上述した実施の形態の説明は、本発明の一例である。このため、本発明は上述した実施の形態に限定されることなく、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることはもちろんである。例えば、ポリゴンの分割は、2分割だけでなく、3以上の複数分割であってもよい。このようにポリゴンを一度に複数分割すれば、再帰回数は削減可能となる。また、ポリゴンが四角形以上の多角形である場合、本実施の形態の画像処理装置は、そのポリゴンを分割して三角形ポリゴンを生成し、その三角形ポリゴンに対して上述した閾値の比較や再帰的分割等を行っても良い。

40

【0078】

【発明の効果】

本発明は、ポリゴンの大きさを所定の閾値と比較し、上記閾値を超える三角形のポリゴ

50

ンの最長辺を検出し、その最長辺の midpoint と当該最長辺に対向する頂点とを結ぶ線分により当該ポリゴンを分割して、上記閾値を超えないポリゴンを3辺の長さが均等に近づくようにしてピクセル化の演算レンジ内に収束させると共に、ピクセル化の処理の演算レンジを小さく限定しつつ処理の並列度を高めることで、回路構成の大型化やコストの大幅な上昇を伴うことなく、多数の小面積ポリゴンを効率良くピクセル化できると同時に、ピクセル化処理を並列化し易くなり、ピクセルフィルレートを上げることも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ピクセル化処理の概念説明に用いる図である。

【図2】ピクセル化処理をDSPやGP若しくはソフトウェア的に実現する場合の処理の説明に用いる図である。

10

【図3】エリアサイズ比較処理の説明に用いる図である。

【図4】エリアサイズ比較処理の説明に用いる三角形ポリゴンの一例を示す図である。

【図5】ポリゴン分割処理の説明に用いる図である。

【図6】ポリゴン分割処理の説明に用いる三角形ポリゴンの一例を示す図である。

【図7】三角形ポリゴンの最長稜線とその midpoint の説明に用いる図である。

【図8】分割後のポリゴンの説明に用いる図である。

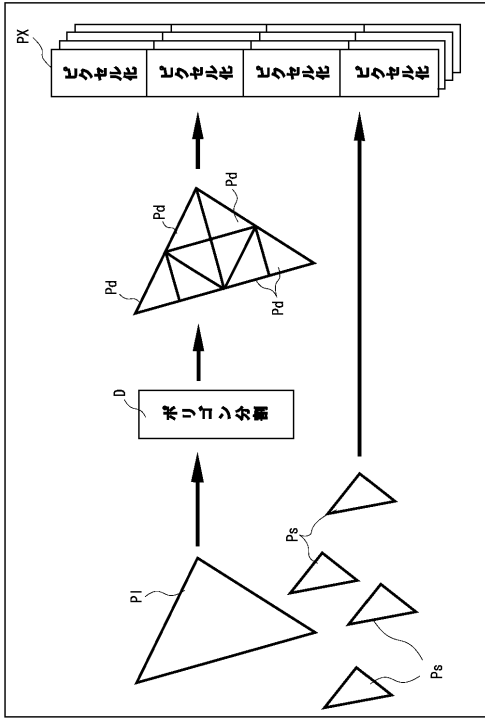
【図9】ピクセル化処理をテレビゲーム機のGPUに適用した具体的構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

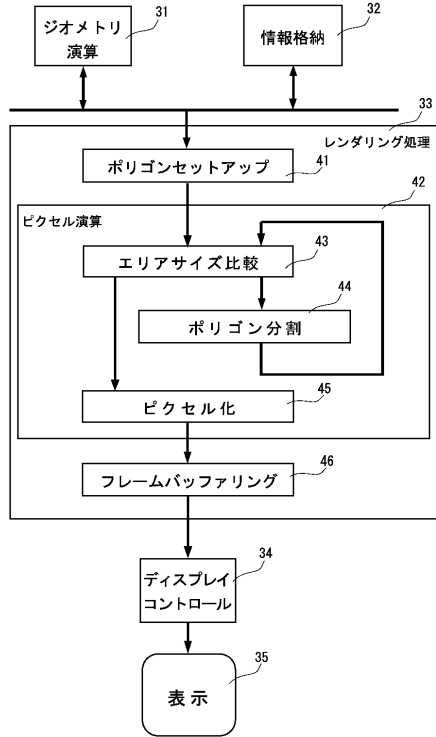
P1...大面積ポリゴン、Ps, Pd...小面積ポリゴン、D...ポリゴン分割処理、PXピクセル化処理、31...ジオメトリ演算部、32...情報格納部、33...レンダリング部、34...ディスプレイコントロール部、35...表示部、41...ポリゴンセットアップ部、42...ピクセル演算部、43...エリアサイズ比較部、44...ポリゴン分割部、45...ピクセル化部、46...フレームバッファリング部、53, 54, 72~77...頂点座標部、55, 56...最大・最小選択部、57, 58...差分演算部、59...差分比較部、60, 87, 90...出力選択部、78~80...最小値選択部、81~83...幅演算部、84~86...稜線演算部、88...座標演算部、89...最長稜線選択部、91...頂点情報演算部、92...パースペクティブ補正部、93...ポリゴン再構築部

20

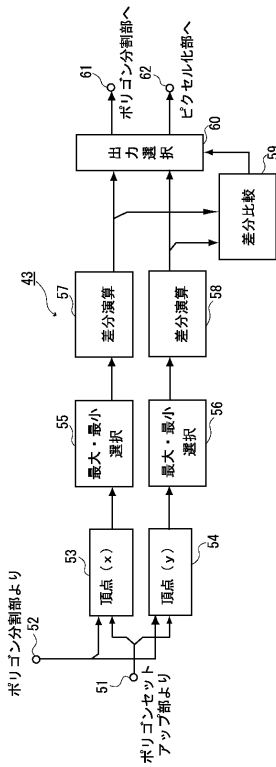
【図1】



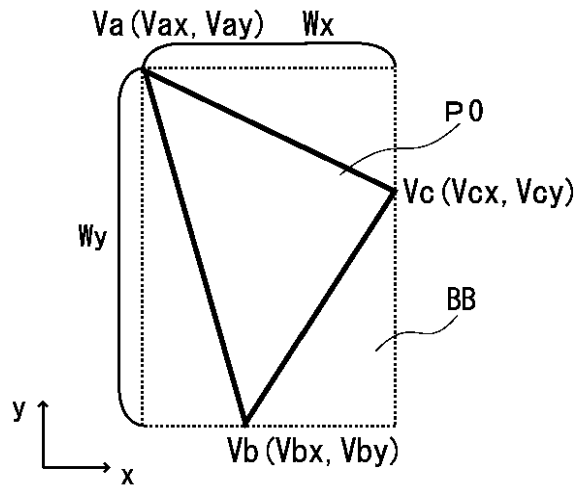
【図2】



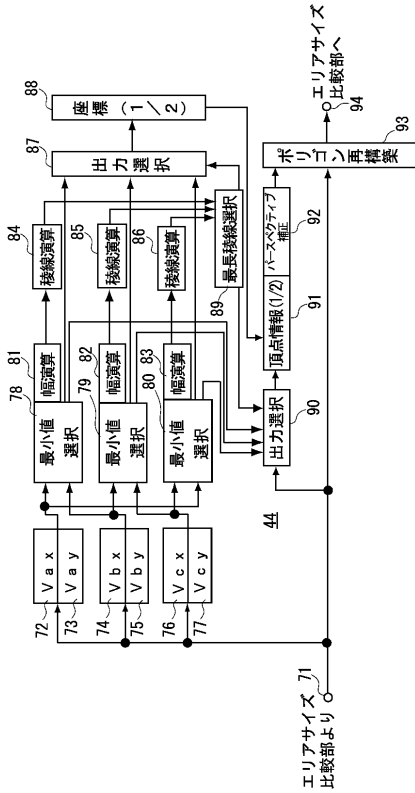
【図3】



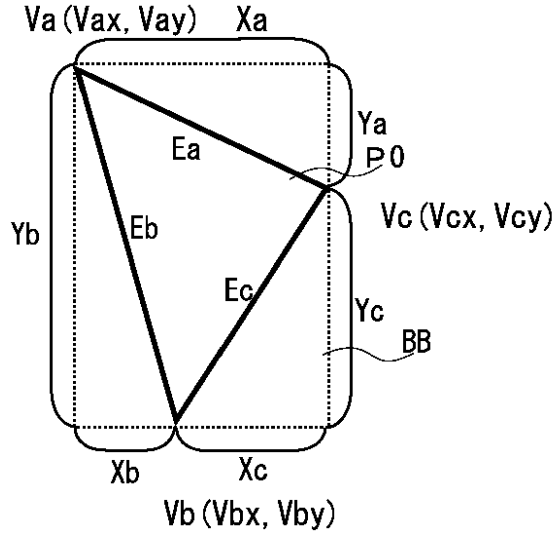
【図4】



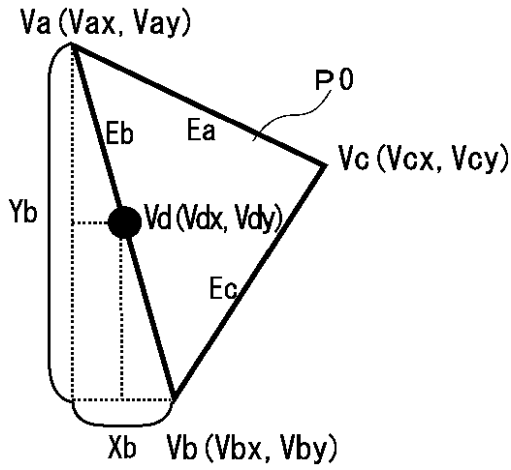
【図5】



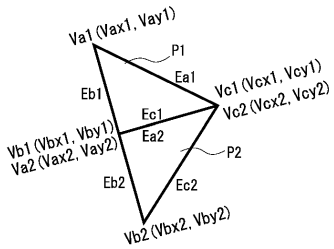
【図6】



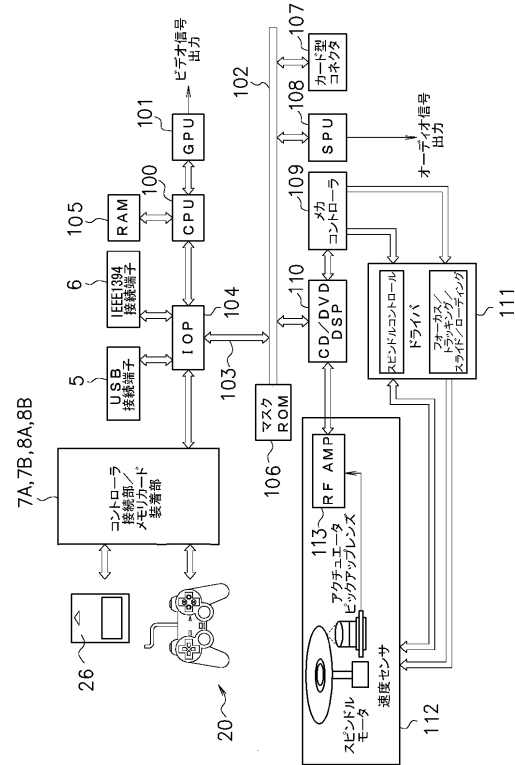
【図7】



【図8】



【図9】





フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G06T 11/00-15/60