

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4343930号
(P4343930)

(45) 発行日 平成21年10月14日(2009.10.14)

(24) 登録日 平成21年7月17日(2009.7.17)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 T 17/40 (2006.01)

G 0 6 T 17/40

A

請求項の数 10 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2006-207940 (P2006-207940)	(73) 特許権者	500280087
(22) 出願日	平成18年7月31日(2006.7.31)		オートデスク、インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開2007-42102 (P2007-42102A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
(43) 公開日	平成19年2月15日(2007.2.15)		903, サン ラファエル, マキニス パ
審査請求日	平成18年7月31日(2006.7.31)		ークウェイ 111
(31) 優先権主張番号	60/703,832	(74) 代理人	100140109
(32) 優先日	平成17年7月29日(2005.7.29)		弁理士 小野 新次郎
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100089705
			弁理士 社本 一夫
		(74) 代理人	100075270
			弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男
		(74) 代理人	100096013
			弁理士 富田 博行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】歪みを低減し不連続性を保存する、任意のトポロジのジオメトリ・サーフェイス間における属性の写し

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の三次元メッシュから第2の三次元メッシュに属性を写す、コンピュータにより実行される方法であって、前記第1および第2の三次元メッシュの各々は、複数の頂点と、該頂点を相互接続しサーフェイスを定める複数のエッジとを備えており、前記方法は、

前記第2三次元メッシュに含まれる各々の頂点に関し、前記第1三次元メッシュに含まれる対応するサーフェイスを決定するステップと、

前記第1三次元メッシュにおいて不連続エッジの組を特定するステップであって、各不連続エッジは、前記第1三次元メッシュに含まれた、異なったサーフェイス属性値を有する2以上のサーフェイスを接続する、ステップと、

前記不連続エッジの組内の各々の不連続エッジを、前記第2三次元メッシュにおける1つ以上のエッジと関係付けるステップと、

前記第2三次元メッシュに含まれる第1の頂点に接続された前記第2三次元メッシュ内の第2のサーフェイスの第1のエッジが、前記不連続エッジの組内の第1の不連続エッジに関係付けられることを決定するステップと、

前記第1三次元メッシュ内の第2のサーフェイスから前記第1のサーフェイスに対し、少なくとも1つの属性不連続を写すステップであって、前記第1三次元メッシュ内の前記第2のサーフェイスは、前記第2三次元メッシュに含まれる前記第1の頂点に対応する、ステップと、

を備えた、方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法であって、更に、前記第 1 三次元メッシュに含まれる前記サーフェイスのカバレッジを改良するために、前記第 2 三次元メッシュに含まれる頂点を局所的に配分し直すステップを含む、方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載の方法であって、更に、前記第 1 および第 2 三次元メッシュ間のトポロジ的な差に基づいて、前記第 1 三次元メッシュ内の前記第 2 のサーフェイスから前記少なくとも 1 つの属性不連続を写すことを備えた、方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載の方法であって、更に、前記第 1 および第 2 三次元メッシュ間のジオメトリ的な差に基づいて、前記第 1 三次元メッシュ内の前記第 2 のサーフェイスから前記少なくとも 1 つの属性不連続を写すことを備えた、方法。

【請求項 5】

命令を格納したコンピュータ読み取り可能記憶媒体であって、前記命令がプロセッサによって実行されると、第 1 の三次元メッシュから第 2 の三次元メッシュに属性を写す方法をコンピュータ・システムに実行させ、前記第 1 および第 2 三次元メッシュの各々は、複数の頂点と、該頂点を相互接続しサーフェイスを定める複数のエッジとを備えており、前記方法は、

前記第 2 三次元メッシュに含まれる各々の頂点に関し、前記第 1 三次元メッシュに含まれる対応するサーフェイスを決定するステップと、

前記第 1 三次元メッシュにおいて 1 つ以上の不連続エッジを特定するステップであって、各不連続エッジは、前記第 1 三次元メッシュに含まれた、異なったサーフェイス属性値を有する 2 以上のサーフェイスを接続する、ステップと、

前記 1 つ以上の不連続エッジの各々を、前記第 2 三次元メッシュにおける 1 つ以上のエッジと関係付けるステップと、

前記第 2 三次元メッシュに含まれる第 1 の頂点に接続された前記第 2 三次元メッシュ内の第 1 のエッジが、前記 1 つ以上の不連続エッジ内の第 1 の不連続エッジに関係付けられることを決定するステップと、

前記第 1 頂点に対応する前記第 1 三次元メッシュ内の第 1 のサーフェイスから前記第 2 三次元メッシュ内の前記第 1 エッジに対し、少なくとも 1 つの属性不連続を写すステップと、

を備えた、コンピュータ読み取り可能記憶媒体。

【請求項 6】

請求項 5 記載のコンピュータ読み取り可能記憶媒体であって、前記方法は更に、前記第 1 三次元メッシュに含まれる前記サーフェイスのカバレッジを改良するために、前記第 2 三次元メッシュに含まれる頂点を局所的に配分し直すステップを含む、コンピュータ読み取り可能記憶媒体。

【請求項 7】

請求項 5 記載のコンピュータ読み取り可能記憶媒体であって、前記方法は更に、前記第 1 および第 2 三次元メッシュ間のトポロジ的な差に基づいて、前記第 1 三次元メッシュ内の前記第 2 のサーフェイスから前記少なくとも 1 つの属性不連続を写すことを備えた、コンピュータ読み取り可能記憶媒体。

【請求項 8】

請求項 5 記載のコンピュータ読み取り可能記憶媒体であって、前記方法は更に、前記第 1 および第 2 三次元メッシュ間のジオメトリ的な差に基づいて、前記第 1 三次元メッシュ内の前記第 2 のサーフェイスから前記少なくとも 1 つの属性不連続を写すことを備えた、コンピュータ読み取り可能記憶媒体。

【請求項 9】

請求項 1 記載の方法であって、更に、
前記第 1 三次元メッシュに含まれる、前記第 2 三次元メッシュに含まれる前記第 1 頂点

10

20

30

40

50

に最も近いサーフェイスまたは頂点を決定するステップと、

前記最も近いサーフェイスまたは頂点が、前記第 1 三次元メッシュ内の凸のエッジまたは凸の頂点に対応することを決定するステップと、

前記凸のエッジまたは凸の頂点に対応する前記最も近いサーフェイスまたは頂点により生ずる歪みを低減するために、インバース・レイ・キャスティング技法を実行するステップと、

を含む、方法。

【請求項 10】

請求項 5 記載のコンピュータ読み取り可能記憶媒体であって、前記方法は更に、

前記第 1 三次元メッシュに含まれる、前記第 2 三次元メッシュに含まれる前記第 1 頂点に最も近いサーフェイスまたは頂点を決定するステップと、

前記最も近いサーフェイスまたは頂点が、前記第 1 三次元メッシュ内の凸のエッジまたは凸の頂点に対応することを決定するステップと、

前記凸のエッジまたは凸の頂点に対応する前記最も近いサーフェイスまたは頂点により生ずる歪みを低減するために、インバース・レイ・キャスティング技法を実行するステップと、

を含む、コンピュータ読み取り可能記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

ポリゴン・メッシュのような 1 つのトポロジを有するジオメトリ・サーフェイスから、異なるポリゴン・メッシュのような異なるトポロジの別のジオメトリ・サーフェイスに、属性を写すことができる。写すことができる属性の例には、限定ではなく、カラー、テクスチャ座標、アニメーション値、およびレンダリング値が含まれ、頂点、エッジ、フェイス、またはフェイスコーナー（フェイス・頂点对またはポリゴン・ノードとも呼ぶ）と関連付けることができる。

【0002】

属性を写すことは、ビデオ・ゲームやフィルムのような、本物そっくりな視覚的娯楽のための三次元（3D）オブジェクトの作成に関して一般に用いられている。このような 3D オブジェクトは、3D ジオメトリ・サーフェイスによって規定され、3D ジオメトリ・サーフェイスは、通例、テクスチャ座標、高品質テクスチャ、スペキュラマップ(specular map)、ノーマルマップ、フェイス・マテリアル(face material)、アニメーションシェイプ、および変形重みというような、多くの属性が関連付けられている。

【0003】

このような娯楽を制作するために、アーティストは多くの場合、多くの同様の 3D オブジェクトを設計し、これらの各々について同様のサーフェイス属性およびアニメーション・データを作成する。一例として、アーティストは、多くのキャラクタを設計し、それらの各々に、種々のアクション、例えば、起立、着座、走行、種々の表現、例えば、笑顔、瞑目、「あ」の発声、ならびに種々のカラーおよびテクスチャ、例えば、ノーマルマップ、スペキュラマップ、テクスチャ座標に対するサーフェイス・パラメータ化を作成しなければならない場合もある。しかしながら、キャラクタのトポロジは異なることが多く、例えば、ポリゴン数が異なったり、アセンブリが異なるので、全てのサーフェイス属性をオブジェクト毎に別個に作成する場合が多い。また、アーティストは、異なるディテールレベルで同じキャラクタを作成することもあり、その各々が異なるトポロジを有する可能性もあるが、サーフェイス属性は類似しているはずである。

【0004】

サブディビジョン・サーフェイスおよびポリゴン削減のような、属性不連続を保存するよ

10

20

30

40

50

うに、既存のトポロジから新たなトポロジを作成する技法もいくつか利用可能であるが、このような技法は、任意のトポロジのジオメトリ・サーフェイス間において属性を写すためには適用することができない。場合によっては、アーティストは、分解能が高いモデルおよび低いモデルのトポロジを別個に規定したいこともある。これらの場合、異なる分解能のモデルのトポロジ間には、本質的な関係がない。

【 0 0 0 5 】

2つのトポロジ間において具体的な関係がわかっている場合、既知の関係を利用することによって、属性を写すことも可能である。例えば、シェイプ間の対応を手作業で登録することができる。別の例として、なんらかのツールによって、キューブまたは円筒、あるいは単一のNURBSサーフェイスのような、暗示的なUVパラメータ表示(implicit UV parametrization)を有するジオメトリのような、特定の暗示的なジオメトリによって規定される暗示的な空間パラメータ化に基づいて、ポリゴン・メッシュ上にテクスチャ座標を作成することができる。これらの技法のいずれも、任意のトポロジのジオメトリ・サーフェイス間における属性の写しには、一般に適用することができない。更に、位置合わせ技法は、目標のジオメトリ内に歪みを混入し、ソース・ジオメトリに一致させなければならない場合が多い。

10

【 0 0 0 6 】

しかしながら、任意のトポロジのジオメトリ・サーフェイス間で属性を写すためには、一般に、これらのサーフェイスを三次元空間においてできるだけ緊密に整合させる。次に、目標のジオメトリにおける属性に対する全てのアンカ点(anchor point)に対して、ソース・ジオメトリにおける最も近いサーフェイスまたは最も近い頂点を決定する。ソース・ジオメトリ上において最も近いサーフェイスまたは頂点が与えられると、任意に、ソース・ジオメトリにおけるサーフェイス属性に対して最も近いアンカ点間で内挿することによって、これらの位置におけるサーフェイス属性値を計算する。

20

【 0 0 0 7 】

この技法は、異なるトポロジのジオメトリ・サーフェイス間でも機能し、効率的に計算することができるが、いくつかの問題があり、実際の適用においては有用性が損なわれている。これらの問題の内2つは、歪みアーチファクトおよびサーフェイス属性不連続である。

30

【 0 0 0 8 】

歪みアーチファクトは、ソースおよびターゲット・ジオメトリ間における最も近いサーフェイスおよび最も近い頂点の計算の性質によって生ずる可能性がある。このような歪みは一般に回避することができず、サーフェイスの凸および凹部分に生ずるのが一般的である。

【 0 0 0 9 】

サーフェイス属性不連続は、サーフェイスに対する属性の鋭い変化である。一例は、2つのカラーの間で明確に規定された境界である。一般に、ポリゴン・メッシュ上では、属性不連続は、1つ以上の接続されたエッジによって作られる経路を規定する。不連続経路は、頂点において交差する可能性がある。サーフェイス属性不連続およびその交点は、視覚的に重要なフィーチャを規定することが多い。一般的な最接近サーフェイスおよび最接近頂点アルゴリズムは、必ずしもこのようなサーフェイス属性不連続を保存しない。

40

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

3Dコンテンツの作成に関して、属性を写すことは、ソースおよびターゲット・ジオメトリ間で理想的な対応を求めることに基づいてはいけな。代わりに、属性を写すことは、アーティストが暫定的に行った全体的な空間配置に基づくよく、属性はこの空間関係に

50

基づいて伝える。このような状況では、同じターゲット領域に対応する多数のソース領域を有すること、またはその逆は、実際にアーティストが欲している挙動である。アーティストが予め規定し大域的に制御する空間対応を有することにより、数種類の望ましくない歪みおよびアーチファクトが大幅に低減する。何故なら、ソース（複数のソース）およびターゲット・ジオメトリ間での殆どの割合または方位の不一致は、アーティストが行った選択を反映するからである。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、アーティストが整合したソースおよびターゲット・ジオメトリ間の対応を決定するために、典型的な最接近サーフェイスまたは最接近頂点アルゴリズムを用いても、ある種の歪みはなおも発生する。これらの歪みは、ソース・ジオメトリ上において特定した対応位置を局所的に再度配分しなおして、これらのアーチファクトを回避するようにすることによって低減することができる。このような局所的再配分を行う方法には、インバース・レイ・キャスティング(inverse ray casting)技法、および修正インバース・レイ・キャスティング技法が含まれる。この技法は、ソース・ジオメトリの凹領域を確実にターゲット・ジオメトリにマッピングし、ソース・ジオメトリの凸エッジまたは頂点を絶対にターゲット・ジオメトリ上の大きなエリアにはマッピングしない。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

ソース・ジオメトリにおける属性不連続は、ソース・ジオメトリにおける不連続なエッジをターゲット・ジオメトリに関係付けることによって、ターゲット・ジオメトリにおいても保存される。この関係は、ソース・ジオメトリにおける各不連続エッジを、局所的にターゲット・ジオメトリにマッピングすることができる。あるいは、この関係は、不連続経路を大域的にターゲット・ジオメトリにマッピングすることを含んでもよい。

【 0 0 1 3 】

このように、ターゲット・ジオメトリおよびソース・ジオメトリ間の対応を決定する方法によって誘発される歪みを低減することによって、および/またはソース・ジオメトリにおける不連続エッジを目標ジオメトリに関係付けることによりソース・ジオメトリからの属性における不連続を保存することによって、属性写しの品質が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

ポリゴン・メッシュ、NURBSサーフェイスメッシュ、または三次元でフェイスを規定する頂点およびエッジの組み合わせであるそのほかのオブジェクトのような、いずれの2つの任意のジオメトリ・プリミティブ間であっても、属性を写すことができる。一般に、三次元ジオメトリ・プリミティブGは、n個で1組の制御頂点 $V = \{ V_i : 1 \leq i \leq n \}$ によって定義され、各々が位置トリプレット(position triplet) $P_{V_i} = (x_i, y_i, z_i)$ に関連付けられている。三次元ジオメトリ・プリミティブの一例にメッシュがある。メッシュは、フェイス、頂点およびエッジを指定することによって規定する。頂点およびエッジは、辺がn箇所あるフェイスを規定する。三次元メッシュによっては、そのエッジが線分ではなく曲線である場合もある。また、三次元メッシュによっては、平面ではないフェイスを有するものもある。

【 0 0 1 5 】

一般に、メッシュはコンピュータにおいて、頂点、エッジ（線分または曲線にかかわらない）、およびフェイス（平面か否かにかかわらない）に関する情報を格納する3つのアレイによって表される。各頂点を表すデータ構造は、例えば、その位置、ならびに近隣のエッジおよびフェイスのインデックスを規定するデータを含むことができる。各エッジを表すデータ構造は、例えば、その終端の頂点のインデックス、および2つの隣接するフェイスのインデックスを規定するデータを含むことができる。各フェイスを規定するデータ

構造は、例えば、その近隣のフェイス、エッジおよび頂点のインデックスを規定するデータを含むことができる。

【 0 0 1 6 】

カラー、テクスチャ、アニメーション値、およびレンダリング値というように、属性には多くの種類があり、これらにはメッシュを関連付けることができる。一般に、属性を関連付けるジオメトリの成分をアンカ(anchor)と呼ぶ。アンカは、例えば、メッシュの頂点、ノード、エッジ、またはフェイスとすることができる。メッシュの頂点と関連付けることができる属性の例には、限定ではなく、重みマップ(種々の使用のためのスカラー値)、エンベロープ重みマップ(「変形重み」とも呼ぶ)、スペキュラマップ、およびアニメーションシェイプ(ベクトル)が含まれる。フェイスコーナーまたは頂点ポリゴン対であり、メッシュのノードと関連付けることができる属性の例には、限定ではなく、テクスチャ座標、頂点のカラー、およびユーザが定義するノーマル(normal)が含まれる。メッシュのポリゴンと関連付けることができる属性の例には、テクスチャ、フェイス・マテリアル群、およびクラスタ(種々の使用のため)が含まれる。メッシュのエッジと関連付けることができる属性の例には、限定ではなく、硬エッジ(hard edge)および折れエッジ(crease edge)が含まれる。

10

【 0 0 1 7 】

先に記したように、アーティストは同じキャラクタに対して数個の異なるメッシュを作成する場合もあり、またはサーフェイス属性を共有する必要性がある数個の異なるキャラクタを作成する場合もある。これらの場合、メッシュ間で属性を容易に写すことができると、大幅な時間節約となる。

20

【 0 0 1 8 】

これより図 1 を参照すると、データフロー図は、属性を有するソース・ジオメトリ 1 0 2 からターゲット・ジオメトリ 1 0 4 に属性を写すシステム 1 0 0 の一例を示す。ソース・ジオメトリおよびターゲット・ジオメトリを、対応計算部 1 0 6 に入力すると、対応計算部 1 0 6 は最も近いサーフェイス、最も近い頂点、またはその他の同等の方法を用いて、ターゲット・ジオメトリにおける頂点毎に、ソース・ターゲット上における対応するサーフェイスを決定する。これらの頂点およびサーフェイス間の対応 1 0 8 は、ソースおよびターゲット・ジオメトリ 1 0 2 および 1 0 4 と共に、ソース・ジオメトリからターゲット・ジオメトリへの不連続性保存マッピング 1 1 0 に入力される。その結果、1 1 2 で示すように、属性を有するターゲット・ジオメトリが得られる。不連続性保存マッピング 1 1 0 の実現例は、一般に、対応計算部 1 0 6 の実現例とは独立している。

30

【 0 0 1 9 】

アーティストが、ソースおよびターゲット・ジオメトリを互いに整合させて配置することにより、属性写しプロセスを開始する。この配置がなされると、ソースおよびターゲット・ジオメトリ間の対応を計算するために、数個の方法を用いることができる。このような方法には、最接近サーフェイス、最接近頂点、および、以下に記載するような、インバース・レイ・キャスト技法が含まれる。

40

【 0 0 2 0 】

概略的に、ターゲット頂点毎に最も近いソースサーフェイス位置を以下のようにして決定する。図 2 を参照すると、ジオメトリサーフェイス A から 3 D 位置 P(V) に位置するサーフェイス B の頂点 V への最も近いサーフェイス点は、A における全ての可能なサーフェイス点(頂点上、エッジ上、またはフェイス内部)の対、P(V)およびP(L)間のユークリッド距離が最少となる、3 D 位置 P(L)におけるサーフェイス位置 L である。尚、この関係は対称的ではないことを注意しておく。L がサーフェイス A 上におけるサーフェイス B の頂点 V から最も近いサーフェイス位置である場合、頂点 V は、一般には、位置 L からサーフェイス B 上の最も近いサーフェイス位置とはならない。一般には可能性が低い、サーフェ

50

イス A 上の多くのサーフェイス位置がサーフェイス B の同じ頂点に対応することもあり得る。最接近サーフェイス探索は、明確に規定されているので、その結果はその実現例には依存しない。これは探索を伴うので、再帰的空間分割は、効率的な実現例の一部となる。最接近ソースサーフェイス位置の代わりに、最接近ソース頂点を特定する場合にも同様の計算が必要となる。

【 0 0 2 1 】

このように最接近サーフェイスまたは最接近頂点を決定することにより、ターゲットサーフェイスの非ヌル・エリア(non-null area)が凸エッジまたは凸頂点に対応する場合、歪みを導入することができる。凸状態が目立てば目立つ程、そしてターゲットサーフェイスがエッジまたは頂点から離れる程、ターゲットサーフェイスのこの非ヌル・エリアの大きさは大きくなる。図 2 に示すように、ターゲットサーフェイス B の領域 R における点の全てが、ソースサーフェイス A におけるエッジ L に対応する。凸エッジまたは頂点周囲におけるソース・プリミティブ全体にわたる属性値の変動、即ち、派生値が非ヌルである場合、その結果、ソース凸エッジまたは頂点に対応するターゲット領域 R 全体における変動がなくなり、かなり目立つアーチファクトが生ずる。このようなアーチファクトが発生する可能性が特に高いのは、低分解能のメッシュから高分解能のメッシュに属性を写す場合である。この想定状況では、頂点の密度がターゲットサーフェイス上の方が高く、多くの隣接するターゲット頂点と同じソース凸エッジまたは頂点に近接する確率が高くなる。

10

【 0 0 2 2 】

凹部に伴って対称性についての問題が生ずる。ソースサーフェイスにおける凹エッジまたは凹頂点上に位置するターゲットサーフェイスには、このエッジまたは頂点に隣接するソースサーフェイスのフェイス部分に対応するエリアはない。凹形状が目立つ程、そしてターゲットサーフェイスが凹エッジまたは頂点から遠ざかる程、ソース・ジオメトリの非有効エリア(non-covered area)が大きくなる。このような場合、凹エッジまたは頂点周囲のソース・プリミティブ全域における属性値の変動、即ち、派生値が非ヌルである場合、ソース・ジオメトリの一部がカバレッジ外となるために、ターゲットサーフェイス上の属性に不連続が生ずる。また、このようなアーチファクトは、凸形状の場合と同様の理由で、低分解能メッシュから高分解能メッシュへの写しの場合にも発生する可能性が高い。

20

30

【 0 0 2 3 】

凹または凸状のエッジまたは頂点によって生ずる歪みを低減するために、最も近いサーフェイスおよび最も近い頂点の位置を、局所的に配分し直せば、問題のあるソースエッジのカバレッジ(coverage)の均一性を高めることができる。ソースにおいて実際の最接近サーフェイス(または頂点)位置が与えられれば、トポロジ情報、例えば、フェイス、頂点およびエッジ間の接続性、ポリゴンの三角表現(triangulated representation)、ならびに位置情報、例えば、当該位置周囲の隣接するフェイスに関する頂点位置、頂点ノーマル値(vertex normal value)が集められる。例えば、このような情報は、特定したフェイス、エッジ、または頂点について、そして隣接するフェイスの 1 つのリングから集めることができる。この情報に基づいて、対応または再マッピング関数を局所的に適用する。これは、望ましくない歪みを生ずることも、それを逆戻りさせることもない。このように、大域的に適用した対応または再マッピング関数を適用し、次いで別の対応または再マッピング関数を用いて局所的に改良する。

40

【 0 0 2 4 】

この結果を得るために対応を改良する 1 つの関数に、図 3 に関して説明した、インバース・レイ・キャスティング関数がある。図 3 は、この問題を二次元(2D)に簡略化して表しており、ソース・ジオメトリは、接続された三角形の代わりに、接続された線分で作られるようにしている。最初に、フェイス集合 S を構築する。これには、ソース・ジオメトリの成分(フェイス、エッジ、または頂点)、例えば、ターゲット頂点 V に対応する頂点 L に隣接する全てのフェイスを含む。S における隣接フェイスである全てのソースフェ

50

イスを含ませることにより、第2フェイス集合S2を構築する。したがって、集合S2は集合Sを含む。S2から、集合S2におけるフェイスの切りばめ(tessellation)から三角形Tの第3集合S3を構築する。S3における三角形T毎に、頂点ノーマル(vertex normal)(N1、N2、N3)を計算する。これらの頂点ノーマルを局所隣接フェイスにわたって内挿し、内挿フェイスノーマル(例えば、N4、N5)を生成する。ソースサーフェイス位置Sは、三角形Tから特定することができ、Sから始まりその内挿フェイスノーマル(例えば、N4)の方向に延びる線は、ターゲット頂点Vを迂回する(pass by)。ターゲット頂点Vに対して最も近いサーフェイスの位置を、この点Sに設定する。このようなSが存在しない場合、集合S3の別の三角形を用いて継続する。内挿ソースフェイスノーマルを通過する線がターゲット頂点に達しないという希な場合には、そのターゲット頂点 10 に対応する元のソース・ジオメトリの成分(例えば、頂点L)を保持し、この成分に基づいて最接近サーフェイス位置を決定する。

【0025】

多くの場合、局所隣接フェイスの内挿ノーマルを通過する線が規定する立体は、ターゲット頂点Tを含む。更に、頂点において規定されるノーマルN1およびN2をフェイスに沿って内挿して異なるベクトルを生成するので、これらの内挿ノーマルは、多くの場合、当該立体内における位置と1対1の対応を規定する。この対応により、ターゲット頂点からソースフェイスへの均一なマッピング、ならびに凹および凸エリアにおいても、それらの属性の変動が得られる。

【0026】

これより、図4に関連付けて、インバース・レイ・キャスティング関数の変形について説明する。図4は、この問題を2Dに簡略化して示し、ソース・ジオメトリを、接続した三角形ではなく、接続した線分で作るようにしている。線分の重心座標は、図4における2つの値AおよびBから求められる。これは、3D三角形では3つの値となり、三角形の各頂点に1つずつの重心座標となる。この方法は、図3に関連付けて先に説明したインバース・レイ・キャスティング方法で規定したのと同じ三角形集合S3から開始する。集合S3における三角形T毎に、三角形Tに平行で、ターゲット頂点Vを通過する平面Pを特定する。次いで、三角形Tおよびその対応するノーマル(TN1、TN2およびTN3)の頂点(TV1、TV2、TV3)毎に、平面Pとその対応するノーマルTNiの方向に頂点TViを通過する線との交点(IP1、IP2、IP3)を決定する。次いで、交点 30 IP1、IP2およびIP3に対するターゲット頂点Vの重心重みを決定する。ターゲット頂点Vが三角形IP1-IP2-IP3に含まれていない場合、集合S3の別の三角形を用いて継続する。それ以外の場合、次に、これらの重心重みをソース頂点(TV1、TV2およびTV3)に対して適用し、ソースサーフェイス位置Sを規定する。ソースサーフェイス位置Sを特定できないという希な場合には、そのターゲット頂点に対応すると元来特定されているソース・ジオメトリの成分(例えば、頂点L)を保持する。

【0027】

写しのロバストな品質を一層高めるために、ターゲット頂点が多く重複するソースサーフェイスの位置に対応する場合、異なる対応技法を用いて、多数の対応を記録することができる。ユーザが閾値を供給して、2つの頂点が重複するか否かを規定する距離(通常は小さい)を規定することができる。 40

【0028】

以上、各ターゲット頂点とソース・ジオメトリとの間の対応を計算する方法についていくつか説明したので、これより、ソース・ジオメトリの属性をターゲット・ジオメトリに写す際に不連続を保存するためには、これらの対応(図1における108)をどのように用いるかについて説明する。

【0029】

ターゲット・ジオメトリ上で保存しなければならない属性の不連続は、種々の起源(ori 50

gin)を有する可能性がある。殆どの場合、これらは、ソース・ジオメトリ内にあり、ターゲット・ジオメトリに対する対応を有する属性の不連続から来ている。一例として、ソースサーフェイスが2つのカラー、赤および青を有することができ、各フェイスが赤または青のいずれかとする。赤および青フェイスに隣接するエッジは不連続となる。

【0030】

別の場合において、不連続は、ソースおよびターゲット・ジオメトリ間のトポロジまたはジオメトリの不整合によって生ずる。例えば、2つの隣接する球、青い球および赤い球から、これらの球を内包するこれらよりも大きなターゲット球にカラーを写そうとする場合、目標球上には数カ所のエッジができ、その頂点の1つが赤い球に対応し、他の1つが青い球に対応することになる。ソース球のカラーの間にはカラーの内挿がないので、このトポロジの不整合は、ターゲット・ジオメトリ上のカラーの不連続として保存しなければならない。

10

【0031】

ソースおよびターゲット・ジオメトリ間における不整合による、同じ種類の不連続は、ソース・ジオメトリが1つの断片のみを有し不連続がない場合でも生ずる。その一例は、赤および青の極を有する開放円環シェイプ(C字シェイプ)であり、円環に沿って赤が青に内挿されている場合である。この円環から閉円環(O字シェイプ)にカラーを写す場合、ターゲット・メッシュ上にはいつかのエッジができ、1つの点が赤い極に対応し、他の点が青い極に対応するようになる。この場合も、この不整合は不連続として保存しなければならない。何故なら、ソース・プリミティブが不連続を有していない場合でも、最接近サーフェイス関係を通じた属性の周囲立体への伝搬により、当該立体内に明らかな不連続が規定されるからである。

20

【0032】

マテリアルのようなフェイス属性は、特性の不連続も規定することができる。しかしながら、これらは、特定の属性を有する接続フェイスの輪郭を規定するエッジを考慮することにより、エッジにおける不連続と同様に扱うことができる。

【0033】

不連続性保存技法の説明を補助するために、最初にいくつかの概念を説明する。エッジに隣接するフェイス間に属性の不連続がある場合、このエッジを不連続エッジと呼ぶ。不連続エッジの集合を接続するグラフを規定するとよい。このようなグラフは、ソース・ジオメトリ上における不連続経路を規定する。これらの不連続経路は、ジオメトリの接続領域を包囲する場合が多い。しかしながら、一般に、不連続経路は開いているとすることができる。開いている不連続経路の一例に、平面の途中にある単一の不連続エッジがある。不連続経路は交差することができる。このような交差は、3つ以上の不連続エッジに隣接するソース頂点において生ずる。

30

【0034】

2つの面に隣接するエッジでは、このエッジの一方側を「半エッジ」と呼ぶ。つまり、エッジは2つの半エッジを有し、一方が面A上にあり、他方が面B上にある。不連続回路とは、この経路に沿った連続フェイスコーナーが全て属性不連続を有さないように、不連続エッジの半エッジを接続した回路のことである。ソース・ジオメトリ上で規定した全ての属性不連続に対して、全ての不連続を記述する不連続回路集合を常に規定することができる。不連続回路は常に閉じている。不連続回路が1つのエッジの双方の半エッジを内包することは、有り得ることである。

40

【0035】

ターゲットサーフェイス上のソース・ジオメトリからの不連続回路(またはその一部)の対応は、ターゲットサーフェイス上への「投影」である。ソースおよびターゲット・ジオメトリ間におけるサーフェイスの対応は、1対1の関係ではないので、不連続回路(またはその一部)を種々のターゲットサーフェイス位置において投影することが可能である

50

。更に、サーフェイスの対応の品質については何の保証もないので、投影された回路自体が交差する可能性があり、ソース回路の一部のみを表す可能性があり、更にそのソース対応物に復帰するかまたは部分的に復帰する可能性がある。例えば、直線状回路の球面への投影により、その球面上に回路が作成される。

【 0 0 3 6 】

以下の方法は、先に論じた不連続の形式を保存し、明確でないまたは歪んだ投影回路であっても、良好な結果が得られる。つまり、この方法は、トポロジまたはジオメトリの不一致によって生ずる不連続よりも、ソース属性における不連続を保存することに重点を置いている。

【 0 0 3 7 】

これより図 5 を参照して、不連続保存アルゴリズムのステップの全体像を示す。ステップ 5 0 0 において、サーフェイスジオメトリ上で不連続回路を特定し、ソース属性に関する情報を収集する。ターゲット頂点およびソースサーフェイス間の対応を、ステップ 5 0 2 において取得する。ステップ 5 0 4 において、ターゲット頂点がソースサーフェイスにおける不連続にマッピングされないことを保証するために、これらの対応を処理する。ステップ 5 0 0 は、並行してまたは異なる順序でも、ステップ 5 0 2 および 5 0 4 とは別個に行うことができる。次に、ステップ 5 0 6 において、ターゲットエッジ間の交差および不連続回路を判定する。次いで、ステップ 5 0 8 において、投影した不連続回路を再現する。次に、ステップ 5 1 0 において、不連続回路をターゲットエッジに関係付ける。これより、これらのステップについて更に詳しく説明する。

【 0 0 3 8 】

ステップ 5 0 0 について、図 6 を参照すると、ソース・ジオメトリにおける不連続回路を特定し、これらに関する情報を集める。不連続回路を規定する際、エッジ E のような、全ての不連続半エッジを特定する。頂点 V のような、不連続半エッジの頂点を選択し、ソース・ジオメトリを横断する(traverse)ことにより、それを含む不連続回路 D を作成する。不連続回路の広範なリストが作成されるまで、全ての不連続半エッジに沿って、ソース・ジオメトリを横断する。各不連続回路に番号をふり、それが含む半エッジを順番に並べてリストを作成する。不連続回路毎に、図 6 に示すように半エッジに番号を付け、それらの回路順序に対するエッジ方位を記録する。

【 0 0 3 9 】

ソースおよびターゲット・ジオメトリ間における対応を決定する種々の方法については、図 2 から図 4 に関連付けて既に説明しており、ステップ 5 0 2 を実行するために用いることができる。

【 0 0 4 0 】

対応計算部(図 5 のステップ 5 0 2 において用いる場合の図 1 における 1 0 6)の実例には係わらず、多くの隣接するターゲット頂点が、図 7 に示すおように、同一のソース凸エッジに対応する可能性がある。即ち、ターゲットサーフェイス T における点 P 1、P 2、P 3 および P 4 は全て、点 V 1、V 2 および V 3 を内包する経路上の点にマッピングされている。点 P 1、P 2 および P 3 は全て、V 1 および V 2 を内包する同じエッジ上の点にマッピングされている。ソース不連続回路の同じ部分が、1 つ以上のターゲット・ポリゴンの幅よりも大きい可能性があるターゲット領域に対応する可能性があるという事実により、アルゴリズムの次のステップがソース不連続を適正に保存するのを妨げる虞れがある。本アルゴリズムでは、投影した不連続回路の各部分は、幅がせいぜい 1 ポリゴン分でしかない、接続されている隣接ターゲット・ポリゴンの経路に当てはまらなければならない。

【 0 0 4 1 】

図 8 を参照すると、投影した不連続回路に対応するターゲット・ポリゴン経路の幅を縮小するために、ある方法を適用する。この方法は、微小変位をサーフェイス位置に適用し、これらがもはや不連続エッジそのものに一致しないようにする(図 5 におけるステップ 5 0 4)。このステップは、インバース・レイ・キャスト方法を用いる場合、また

10

20

30

40

50

はそれ以外でソースサーフェイスのターゲットサーフェイスへのマッピングにおける歪みを低減する、他の対応決定方法を用いる場合には、任意である。とは言え、ソース・ジオメトリにおけるエッジに一致する対応の数を減らすために適用してもよい。不連続エッジのどの隣接面上にサーフェイス位置を移動させればよいか判断するために、平面 P を定義する。平面 P は、ソース不連続エッジ E を通過し、当該縁に隣接するフェイス A および B を通過する平面と等しい角度を形成する二等分平面である。ターゲット頂点が、平面 P に対して、フェイス A と同じ側にある場合、V 2 に示すように、このターゲット頂点に対応するソース位置をフェイス A 上に変位させる。ターゲット頂点が、平面 P に対して、フェイス B と同じ側にある場合、V 1 に示すように、ターゲット頂点に対応するソース位置をフェイス B 上に変位させる。ターゲット頂点が偶然に平面 P 上となった場合、その対応するソース位置を不連続エッジ上に保持する。

10

【 0 0 4 2 】

これより図 9 を参照し、不連続回路のターゲット・ジオメトリ内におけるエッジとの交点を決定する。これらの交点を求めるために、概念的には、ターゲットエッジのソースサーフェイスとの対応を判断する。例えば、ターゲットサーフェイス T におけるエッジ E 1 は、ソースサーフェイス S 上の経路 P 1 に対応する。必要なのは、サーフェイス S 上の不連続回路と交差する経路 P 1 上の交点 I P S に対応するターゲットエッジ E 1 上の交点 I P T を決定することである。この決定には投影が伴わない。何故なら、投影は双方向関係ではないからである。したがって、プロセスを開始する際に、まず、ターゲットエッジ E の頂点 V 1 および V 3 に対応するソースサーフェイスの位置 L 1 および L 2 を連結する短い経路を特定する。

20

【 0 0 4 3 】

点 I P S を求めるためには、直線状にソース・ジオメトリを横断する、位置 L 1 および L 2 の間で実際に最短の経路を求める（計算に要する費用が高くなる）、またはソースサーフェイスと、このサーフェイスに対して垂直であり 2 箇所のサーフェイス位置 L 1 および L 2 を通過する平面との間の交差線に沿ってソース・ジオメトリを横断する等、種々の方法を用いることができる。

【 0 0 4 4 】

2 箇所のソース位置 L 1 および L 2 を連結する短い経路が存在する場合、経路の記述および収集した情報（図 6 に関して説明した通り）を用いることによって、経路およびソース回路の半エッジの間の交点を記録する。交点毎に、ターゲットエッジ、ターゲットエッジ経路に沿った交差位置（0 から 1）、ソース回路、ならびに半エッジ（0 から 1）上およびソース回路における位置というような、種々の情報を格納する。多くの重複するソースサーフェイス位置がターゲット頂点に対応する場合、ターゲットのエッジ終端頂点に対応する、対応の重複するソース位置の全ての組み合わせの間に経路を試してみるとよく、最良のものを保持すればよい。

30

【 0 0 4 5 】

2 つのサーフェイス位置を連結する短い経路が存在しない場合、ターゲットエッジを、ジオメトリ的に（または、トポロジ的に）不連続な交点の一部として記録する。更に正確には、サーフェイス位置 L 1 および L 2 が異なるソース・プリミティブ上にある場合、または経路がトポロジ的不連続、例えば、D におけるようなサーフェイス境界に遭遇した場合、または 2 箇所のサーフェイス位置を連結する経路が、何らかの閾値に対して長すぎる場合、短い経路は見出されない。最大経路長閾値の 1 例は、2 箇所のソースサーフェイス位置間の距離の 3 倍とするとよいが、ユーザが定義するパラメータとすることもできる。この場合、2 つの別個の交点を規定し記録する。各ターゲットエッジの末端から開始して、ターゲットエッジの末端に対応するソースサーフェイスと、そのエッジ位置に対応するソースサーフェイス位置との間に短い経路が存在するように、最も遠いエッジ位置を特定する。エッジの末端毎のもっと御遠いエッジ位置を、これらの対応するソースサーフェイス位置と共に、ジオメトリ的不連続交点として記録する。

40

【 0 0 4 6 】

50

図 9 に関連付けて説明したこのステップの結果は、交点のリストとなる。

これより図 10 を参照すると、ターゲットサーフェイス上に投影する不連続回路を構築するために、前述の交点の集合を用いる。IPT のような、未だ処理していないターゲットエッジ交点から開始して、この交点を新たな交点リストの最初の要素として記録し、処理済み交点集合の中に入れる。次いで、現交点のターゲットエッジに隣接するフェイスに隣接する全てのエッジの中で、未だ処理されておらず、ソース回路内において順序に関して現行のものに最も近い、同一形式の交点を特定する（例えば、IPN）。2 つの交点が同一形式となるのは、これらが同じソース回路の一部をなす場合、またはこれらの双方に、ジオメトリ的（またはトポロジ的）不連続であるという印が付けられている場合である。この交点を、交点リストおよび処理済みリストに、この交点を直前のターゲットフェイス、例えば、フェイス A に連結するターゲットフェイスと共に追加する。ターゲットフェイスを追跡することによって、投影する不連続回路を包囲するポリゴン・ストライプ (polygon stripe) を規定する。このプロセスを継続し、適合する交点が無くなるまで、同じ形式の隣接する交点（例えば、フェイス B 上の IPQ）を特定する。

10

【0047】

最後に、投影した回路を、ターゲット・ジオメトリのエッジに関係付ける。これについて、図 11 と関連付けてこれより説明する。この関係を形成する 1 つの方法は、ターゲット・ジオメトリ上においてトポロジ的にエッジを作成することである。別の方法は、投影した回路経路位置に対する最良の当てはめとなるターゲットエッジを求めることである。用いる方法は、ユーザが規定するパラメータとすることができる。

20

【0048】

ターゲット・ジオメトリ上でトポロジ的にエッジを作成する場合、前述のステップにおいて記録した情報を用いる。勿論、ターゲット・メッシュのトポロジが投影した回路と正確に当てはまる場合、トポロジの変更は不要である。それ以外の場合、全ての投影回路リストに対して、K1 から K3 で示すように、ターゲットエッジをそれらの交差比率で分割することによって、ターゲット・メッシュ上の頂点を作成する。次いで、分割フェイスとも呼ばれるエッジ、例えば、エッジ E1 および E2 を作成し、投影回路の順にこれらを連結することによって、投影回路の頂点全てを連結する。3 つ以上の回路の交点の場合、回路交点位置に対応する内フェイス点を作成し、周囲のターゲットエッジの全交点に接続する。言い換えると、投影回路によって規定されるポリゴン・ストライプにおける各フェイスを、投影回路および隣接する投影回路の間の中間点において分割する。

30

【0049】

次に、関係するソース不連続値の特性値をコピーする。ソース不連続回路との交点の場合、特性値は、ターゲットエッジ経路との交点位置における回路に沿った値となる。ジオメトリ的不連続の場合、これらの値は、適正な投影回路側で最も遠いエッジ位置に対応する値となる。

【0050】

ターゲット・ジオメトリフェイス毎に、全ての投影回路のリストを生成することによって、投影回路に対して最良の当てはめであるターゲットエッジ経路の決定を開始し、このフェイスを通過する交差線、例えば、エッジ I1 および I2 を生成する。一般に、ターゲットフェイスと交差する各投影回路部分は、2 箇所ですれと交差する。同じ回路の異なる部分がフェイスと交差する可能性がある。種々の回路部分が、ターゲット・ポリゴンの 2 つ以上の区分域、例えば、エリア P1 および P2 を規定する。次いで、ターゲット・ポリゴンのどの区分域が最も広い面積を有するか決定する。この面積は、ターゲットサーフェイスまたは対応するソースサーフェイスにおいて計算することができる。簡略化のために、この実現例では、ソースサーフェイス空間においてこの部分の面積を計算することとする。この面積は、当該回路部分のソースエッジ、ソース不連続回路とソースサーフェイス上のターゲットエッジに対応する経路との間の交差点、ならびに当該区分域に含まれるターゲット・ポリゴンの頂点に対応するソースサーフェイス位置によって形成されるポリゴンの面積として計算する。最も大きなポリゴン区分域の一部、例えば、P1 である回路部

40

50

分に印を付けて、これらを後にターゲットフェイスの内部半エッジにスナップ(snap)。他の回路には、これらを後にターゲットフェイスの外部半エッジにスナップするように、印を付ける。図 1 1 に示す例では、これは、I 1 および I 2 を T 1 および T 2 に取り込むことを意味する。

【 0 0 5 1 】

次いで、対応するターゲットエッジ回路を求めるために、各投影不連続回路を処理する。投影不連続回路に対応して順序付けたフェイスストライプは、以前のステップにおいて記録した情報から既にわかっている。しかしながら、フェイスストライプは、多数の可能なエッジ経路を規定する可能性がある。この曖昧さは、以前に収集した情報によって解明する。この情報は、回路部分が各ターゲットフェイスの内側または外側のどちらの半エッジに対応するかを記述する。

10

【 0 0 5 2 】

最後に、ソース回路からの属性値を、対応するターゲットエッジ回路に伝える。ターゲットエッジ回路と投影ソース回路との間におけるシェイプの相違によって生ずる歪みを極力抑えるために、最も近い回路の特性値を、ターゲット・コンポーネントにコピーする。不連続を伝えなければならないターゲットフェイスコーナー毎に、最も近い回路位置を、ソース・ジオメトリの空間において、ターゲット頂点に対応するサーフェイス位置に対して求める。最も近い回路位置は、隣接するターゲット・ポリゴンに投影する回路部分の間で探索する。

【 0 0 5 3 】

20

ターゲット・プリミティブ上で属性不連続を保存するために、このアルゴリズムの種々の変形を用いることができる。

例えば、別の可能な方法では、ターゲット・ジオメトリ上において投影回路の記述を作成するために、最初にターゲット・ジオメトリ上に投影した回路の開始点を求め、次いでソースおよびターゲット・ジオメトリ上で平行に進むことによって、ターゲットサーフェイス上で回路軌道を規定する。ソース回路およびターゲット投影回路間の対応は、ソースからターゲットへマッピングする空間対応方法を用いることによって、またはターゲット頂点に対応するソースサーフェイス位置に対して相対的にソース回路位置を探り出す(localize)ことによって(例えば、重心座標を用いることによって)というように、種々の方法によって決定することができる。

30

【 0 0 5 4 】

全てのソース不連続エッジは、サーフェイスの境界(トポロジ的不連続)として扱うことができる。次いで、ジオメトリ的(またはトポロジ的)不連続を保存するために用いた方法と同様の方法を適用することができる。この場合、不連続回路に関する情報を収集する必要はない。しかしながら、不連続エッジ周囲の属性不連続は、実際には、局所的にのみ保存されることになる。

【 0 0 5 5 】

テクスチャ座標不連続、および同様のベクトル属性の保存の場合、図 9 に関連付けて説明した方法の代わりに、特性空間において直接回路の交差を求めることができる。ターゲットエッジは、あるソース位置に対応し、これらの位置は何らかの正確なUV値を有し、この場合UV値はサーフェイス属性プランにおけるデカルト座標対である。この対応は、ターゲットエッジに、UV空間における対応するUVセグメントを与える。次いで、このセグメントを、ソース・ジオメトリの不連続エッジの対応するUVセグメントについて検査することができる。

40

【 0 0 5 6 】

ロバスト性では劣るが、図 5 のステップの代わりとなることができる方法は、逆の対応関係を用いることである。ターゲット・ジオメトリの対応する位置をソース・ジオメトリ上において求める代わりに、ソース・ジオメトリに対応するターゲット・ジオメトリのサーフェイス位置を求めることができる。これに関して、ターゲット・ジオメトリの成分について特性値を定義することは一層複雑となる。ソース・ジオメトリの頂点に対応する周

50

囲のターゲットサーフェイス位置に対して相対的に何らかの重心座標を用いるという方法が可能である。しかしながら、ターゲット・プリミティブ上のソース・ジオメトリの不連続回路の位置が、対応関係によって直接与えられるという利点がある。しかし、一般に、このような逆関係は悪い結果を与える可能性がある。何故なら、多くのソース・ジオメトリのサーフェイス位置が同じターゲット頂点に対応する可能性があり、更にターゲット頂点の中にはソース・ジオメトリのサーフェイス位置と対応しないものもあり得るからである。

【 0 0 5 7 】

このような属性写しは、ゲームおよびフィルム・マーケット双方に三次元長所(asset)を創作するための多数の方法には、有用である。例えば、このような属性写しは、異なる分解能（高分解能、低分解能、またはその中間等）で、キャラクタのようなゲームまたはフィルムの三次元資産を作成するアーティストにとって、生産性を大幅に高めることができる。続くワークフローおよび用いるツールに応じて、アーティストは最初にある分解能で属性を規定し、次いでその分解能から他の分解能に属性を伝えることができる。多くの場合、低分解能の属性を最初に規定する。何故なら、アーティストにとって、属性を適正に規定するジオメトリが単純な程、少ない作業を表すからである。

10

【 0 0 5 8 】

加えて、このような属性写しは、異なるキャラクタのようなフィルムの三次元資産の異なるゲームを、同様の分解能および同様の属性で作成するアーティストにとって、生産性を大幅に高めることができる。ゲーム業界における一例は、変形重み、表現および音素(phoneme)シェイプというような、ゲーム・エンジンが必要とする基準アクションの正確な集団を全て実現しなければならない種々のキャラクタを作成することである。フィルム業界における一例は、群集を形作る種々のキャラクタを作成することである。これらが異なるシェイプおよびトポロジを有していても、全てのキャラクタは、レンダリングおよびアニメーションの目的のために、怒鳴る、喝采する、歩行する等のアクションのような、適正なサーフェイス属性を有さなければならない。

20

【 0 0 5 9 】

ここに記載するシステムの種々の構成要素は、汎用コンピュータを用いて、コンピュータ・プログラムとして実現することができる。このようなコンピュータ・システムは、通例、ユーザに情報を表示する出力デバイスと、ユーザからの入力を受ける入力デバイスの双方に接続された主ユニットを含む。主ユニットは、一般に、相互接続機構を通じてメモリ・システムに接続されているプロセッサを含む。入力デバイスおよび出力デバイスも、相互接続機構を通じて、プロセッサおよびメモリ・システムに接続されている。

30

【 0 0 6 0 】

1つ以上の出力デバイスをコンピュータ・システムに接続することもできる。出力デバイスの例には、陰極線管ディスプレイ(CRT)、液晶ディスプレイ(LCD)、およびその他のビデオ出力デバイス、プリンタ、モデムのような通信デバイス、ならびにディスクまたはテープのような記憶装置が含まれるが、これらに限定する訳ではない。1つ以上の入力デバイスをコンピュータ・システムに接続することもできる。入力デバイスの例には、キーボード、キーパッド、トラック・ボール、マウス、ペンおよびタブレット、通信デバイス、ならびにデータ入力デバイスが含まれるが、これらに限定する訳ではない。本発明は、コンピュータ・システムと組み合わせ用いられる特定の入力または出力デバイスにも、ここに記載したものにも限定されることはない。

40

【 0 0 6 1 】

コンピュータ・システムは、コンピュータ・プログラミング言語を用いてプログラム可能な、汎用コンピュータ・システムとすることができる。また、コンピュータ・システムは、特別にプログラムされた、特殊目的ハードウェアとすることもできる。汎用コンピュータ・システムでは、プロセッサは、通例、市販のプロセッサである。また、汎用コンピ

50

ュータは、通例、オペレーティング・システムを含み、オペレーティング・システムが、他のコンピュータ・プログラムの実行を制御し、スケジューリング、デバッグ、入力/出力制御、アカウントティング、コンパイル、ストレージの割り当て、データ管理、およびメモリ管理、ならびに通信制御および関係するサービスを行う。

【0062】

メモリ・システムは、通例、コンピュータ読み取り可能媒体を含む。この媒体は、揮発性または不揮発性、書き込み可能または書き込み不可能、および/または書き換え可能または書き換え不可能な場合がある。メモリ・システムは、通例、二進形式でデータを格納する。このようなデータは、マイクロプロセッサが実行するアプリケーション・プログラム、またはディスク上に格納されアプリケーション・プログラムが処理する情報を定義することができる。本発明は、特定のメモリ・システムに限定されることはない。

【0063】

ここに記載するようなシステムは、ソフトウェアまたはハードウェアまたはファームウェア、あるいはこれら3つの組み合わせで実施することができる。システムの種々のエレメントは、個別であれ組み合わせであれ、コンピュータによる実行のためにコンピュータ読み取り可能媒体上にコンピュータ・プログラム命令が格納されている、1つ以上のコンピュータ・プログラム製品として実施することができる。プロセスの種々のステップは、このようなコンピュータ・プログラム命令を実行するコンピュータによって、行うことができる。コンピュータ・システムは、マルチプロセッサ・コンピュータ・システムでもよく、あるいはコンピュータ・ネットワークを通じて接続されている多数のコンピュータを含むこともできる。図1に示した構成要素106および110は、コンピュータ・プログラムの別個のモジュールでもよく、または別個のコンピュータ上で動作可能な、別個のコンピュータ・プログラムでもよい。オブジェクト指向システムでは、これらのモジュールは、これらを定義するメッシュまたはその他のオブジェクト上で実行することができるメソッドを表すことができる。これらのモジュールまたはこれらのあるものは、より複雑なプロセス内で使用することもでき、そしてそのより複雑なプロセスは、その内部ステップの一部として何らかのポリゴン削減プロセスを含むことがある。また、これらモジュールあるいはこれらのあるものは、プラグイン・アーキテクチャを通じてカスタム化をサポートすることができる。これらの構成要素によって生成されるデータは、メモリ・システムに格納するか、またはコンピュータ・システム間で送信することができる。

【0064】

以上実施形態の一例について説明したが、前述したことは単なる例示であり限定ではなく、一例として提示したにすぎないことは、当業者には明白なはずである。多数の変更やその他の実施形態も、当技術分野における通常技術の1つの範囲内にあり、本発明の範囲内に該当するものとする。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】図1は、ソース・ジオメトリからターゲット・ジオメトリに属性を写すシステムの一例を示すデータフロー図である。

【図2】図2は、最接近サーフェイス関係の逸脱による歪みの一例を示す図である。

【図3】図3は、ソースおよびターゲット・ジオメトリ間の対応を決定するインバース・レイキャスト技法を示す図である。

【図4】図4は、ソースおよびターゲット・ジオメトリ間の対応を決定する別のインバース・レイキャスト技法を示す図である。

【図5】図5は、不連続を保存する方法の一例を記述するフロー・チャートである。

【図6】図6は、不連続回路情報の収集を示す図である。

【図7】図7は、ソースおよびターゲットの対応の決定を示す図である。

【図8】図8は、不連続縁との正確な対応の回避を示す図である。

【図9】図9は、属性不連続との交点の特定を示す図である。

【図10】図10は、投影した不連続回路の再現を示す図である。

【図 1 1】図 1 1 は、不連続回路のターゲットエッジに対する対応を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 6 6 】

1 0 0 属性写しシステム

1 0 2 属性を有するソース・ジオメトリ

1 0 4 ターゲット・ジオメトリ

1 0 6 対応計算部

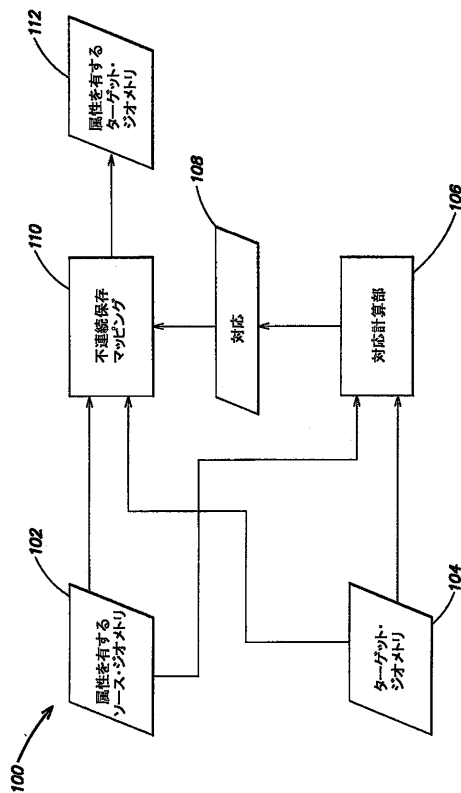
1 0 8 対応

1 1 0 不連続性保存マッピング

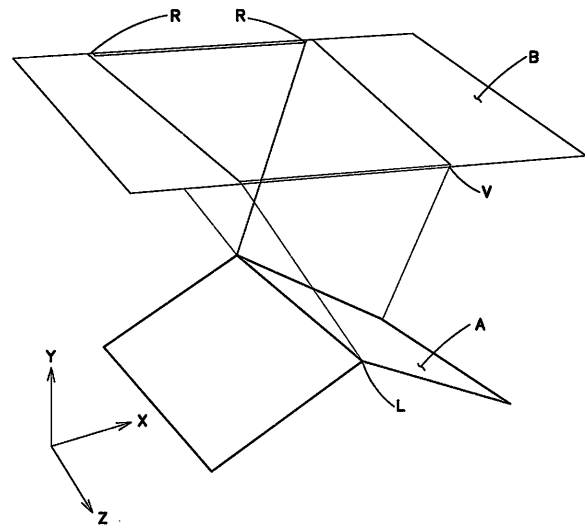
1 1 2 属性を有するターゲット・ジオメトリ

10

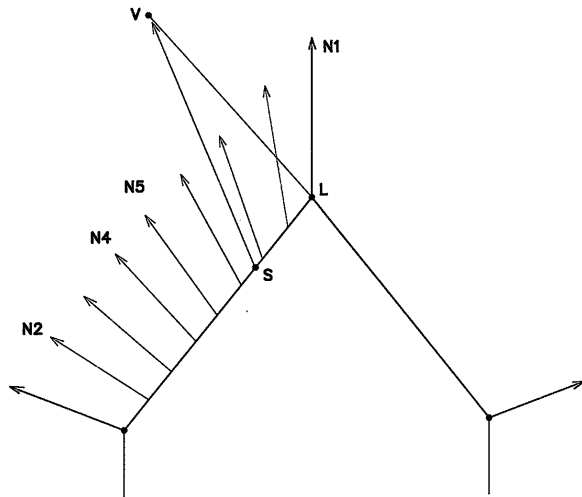
【 図 1 】



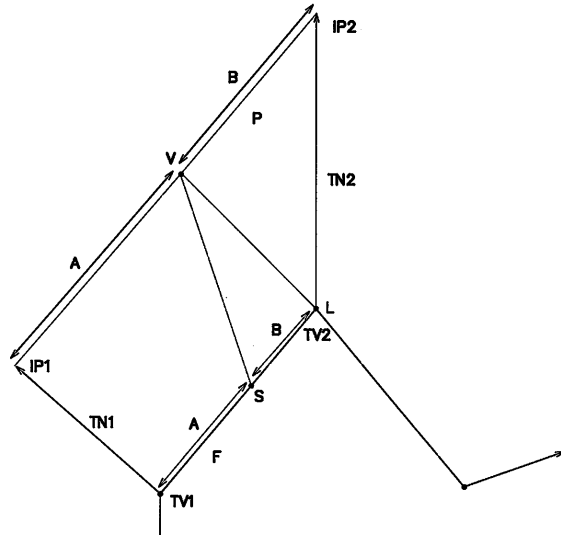
【 図 2 】



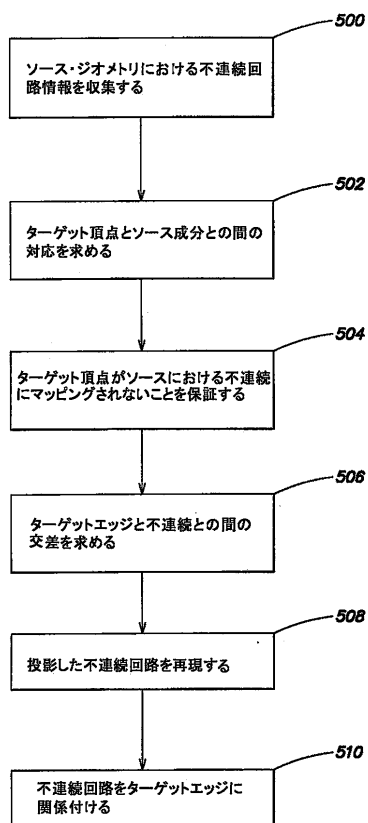
【図 3】



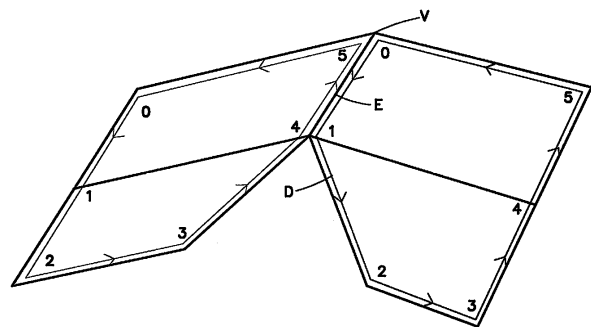
【図 4】



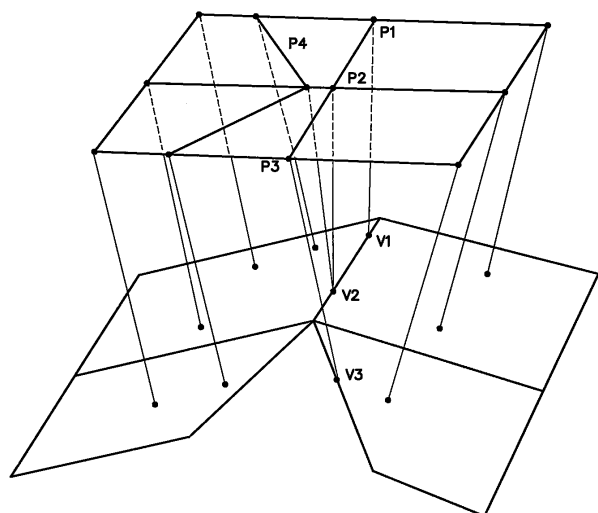
【図 5】



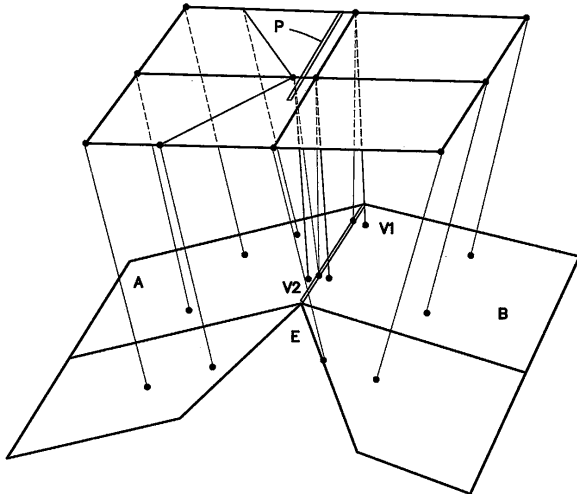
【図 6】



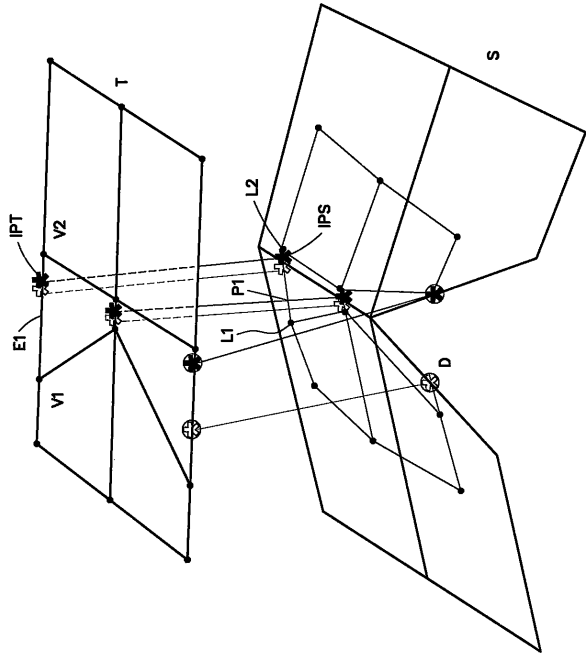
【図 7】



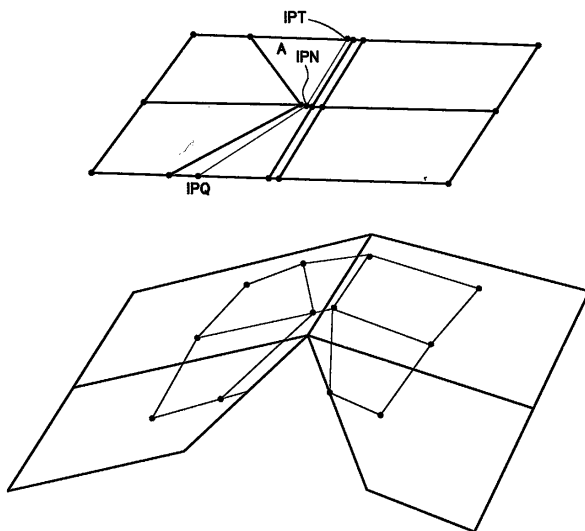
【図 8】



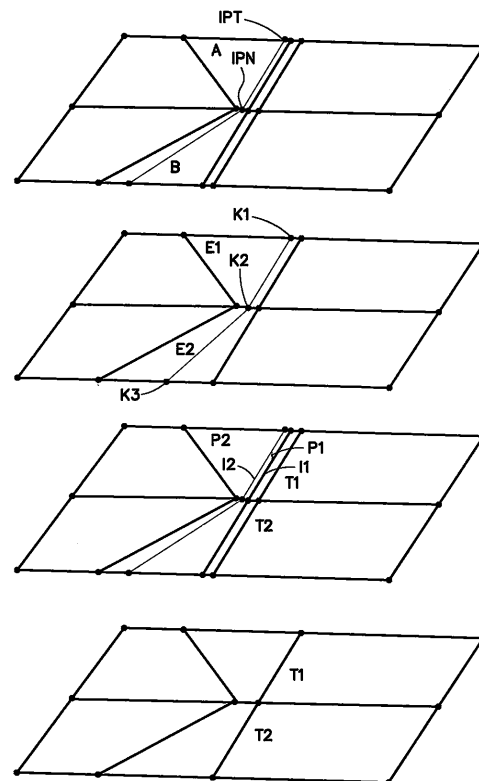
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(74)代理人 100120112

弁理士 中西 基晴

(72)発明者 ジェローム・クテュール - ガグノン

カナダ国ケベック ジェイ 4 ジー・2 ケイ 7 , ロンゲウイル , デ・メルレ 7 1 8

審査官 相澤 祐介

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 0 7 6 1 7 7 (J P , A)

特開平 1 1 - 1 8 5 0 5 5 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 1 8 2 0 7 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 T 1 5 / 0 0 - 1 7 / 4 0