

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4969590号
(P4969590)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl.

G06F 17/50 (2006.01)
G06T 19/00 (2011.01)

F 1

G06F 17/50 628Z
G06T 17/40 A

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-556708 (P2008-556708)
 (86) (22) 出願日 平成19年2月28日 (2007.2.28)
 (65) 公表番号 特表2009-528604 (P2009-528604A)
 (43) 公表日 平成21年8月6日 (2009.8.6)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2007/001694
 (87) 國際公開番号 WO2007/098929
 (87) 國際公開日 平成19年9月7日 (2007.9.7)
 審査請求日 平成22年1月7日 (2010.1.7)
 (31) 優先権主張番号 60/776,939
 (32) 優先日 平成18年2月28日 (2006.2.28)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 506235904
 パラメトリック テクノロジー コーポレーション
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02
 494, ニードハム, ケンドリック
 ストリート 140
 (74) 代理人 100093067
 弁理士 二瓶 正敬
 (72) 発明者 グティエレス スティーヴ
 米国 ニューメキシコ州 コラレス コラ
 レッド ロード 7615

審査官 村松 貴士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】第一のコンピュータ援用3Dモデルを第二のコンピュータ援用3Dモデルと比較するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一のコンピュータ援用3Dモデルを第二のコンピュータ援用3Dモデルと連続的に比較するためのコンピュータを用いた方法であって、第一のモデルは第一のモデルの頂点、エッジ、及びフェイスを含む第一のトポロジーによって記述されるとともに第二のモデルは第二のモデルの頂点、エッジ、及びフェイスを含む第二のトポロジーによって記述されており、前記方法は、走査コンポーネント、頂点マッピングコンポーネント、エッジマッピングコンポーネント、及び、フェイスマッピングコンポーネントを実行する前記コンピュータによって実行され、前記コンピュータによって実行される下記の動作：

- 第一のトポロジー及び第二のトポロジーを走査；
- 第一のトポロジカルマップに関連する第一のモデルの頂点、エッジ、及びフェイスを第一のトポロジーから、及び、第二のトポロジカルマップに関連する第二のモデルの頂点、エッジ、及びフェイスを第二のトポロジーから抽出；
- トポロジカルマップによって、考えられるすべての第一のモデルの頂点と第二のモデルの頂点との間のマッピングを決定；
- それらマッピングされた頂点を用いて、第一のモデルのエッジと第二のモデルのエッジとの間の考えられるすべてのマッピングを特定；
- それらマッピングされたエッジを用いて、第一のモデルのフェイスと第二のモデルのフェイスとの間の考えられるすべてのマッピングを特定；
- それらマッピングされた要素を用いて、幾何学的同一性について第一及び第二のモ

10

20

ルを一次比較

を含む前記コンピュータを用いた方法。

【請求項 2】

第一及び第二のモデルの間のマッピングされたすべてのフェイス、エッジ、及び頂点を関連付けるマップを生成するステップであって、前記マップは検証ルーチンによって用いられる、ステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

第一のモデル及び／又は第二のモデルの各フェイス、エッジ、又は頂点を三つの条件のうちの一つとして、すなわち、相違として、修正として、又は等価として分類するステップをさらに含む、請求項 2 に記載の方法。

10

【請求項 4】

第一及び第二のモデルの頂点間の考えられるマッピングが、照合基準として座標を用いることによって行われる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

後続の逐次代入として、第一及び第二のモデルを逆にしてすべての先行するステップを繰り返すステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

先行する逐次代入においてマッピングされていないままであった要素のみが後続の逐次代入において考慮される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

第一及び第二のモデルの頂点、エッジ、及びフェイスが適切なデータ構造によってそれぞれ表され、前記それぞれのデータ構造が対応する参照テーブル中にさらに集められる、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 8】

前記コンピュータ上で実行されるときに請求項 1 から 7 のいずれか 1 つに記載の方法を実行するためのプログラムコードを備えたコンピュータプログラム。

【請求項 9】

内部にコンピュータプログラムを記憶したコンピュータ可読媒体であって、前記コンピュータプログラムは、前記コンピュータプログラムが前記コンピュータ上で実行されるときに請求項 1 から 7 のいずれか 1 つに記載の方法を実行するためのプログラムコードを備えている、コンピュータ可読媒体。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンピュータ援用製図及びコンピュータ援用設計ツールを用いることによって、ソリッドボディを製図及び設計する技術分野に関する。とりわけ、本発明は、第一のコンピュータ援用 3D モデルを第二のコンピュータ援用 3D モデルと比較するための方法に関する。本発明はさらに、コンピュータ可読媒体と、前記コンピュータ可読媒体上に記憶されプログラムコードを備えたコンピュータプログラムとを備えたコンピュータプログラム産物であって、前記プログラムコードは、前記コンピュータプログラムがコンピュータ上で実行されるときにこのような方法を実行するのに適している、コンピュータプログラム産物に関する。

40

【背景技術】

【0002】

より多くの量の作業が仕入先に委託されるにつれ、自己の作業環境内で用いる 3D CAD システムにかかわらず、これら仕入先によって生成されている 3D 設計モデル上での幾何学的相違を特定できることが重要になってきた。それら仕入先は、第三者仕入先でも、特定の組織の外部パートナーでも、その特定の組織内の設計技術者でも、又は、その特定組織と情報をやり取りする必要のある任意の他の事業体であってもよい。多くの場合、3D 設計モデル上のこれら相違点が特定されなければならないことが必要である。それら

50

相違点は特定されなければならないだけでなく、加えて、機密情報を維持するとともにある一つのシステムから別のシステムへと前向きに移動させることが非常に望ましい。典型的には、情報がある一つの組織から別の組織へと通り過ぎて行く場合、ある形態の翻訳プロセスが発生する。より多くの組織自己の 3 D C A D モデルに依存し始めるようになるにつれ、これら変換装置はその使用が増加しつつある。しかしながら、これら翻訳が用いられるたびに、当然のことながら、ソースオブジェクトから翻訳される情報の一部が失われる。これら変換装置が用いられる逐次代入の数がより増加するにつれ、プロセスの間にデータが失われるか又は変更される可能性はより高くなる。理想的には、ソースオブジェクトが一回以上の翻訳によって移動する場合、ユーザは、モデル上で相違を特定することを希望するだけでなく、翻訳プロセス中に失われた設計情報を、結果として生じる仕入先より受け取ったモデルへと前向きに移動させる方法論も所望している。

10

【 0 0 0 3 】

現在、任意の 2 個のモデル間の相違を時期を逃さずに認識し、及び、ある一つのモデルから別のモデルへの情報の移動を支援する汎用的な方法論は存在しない。

【 0 0 0 4 】

ソリッドワークス社は、<http://www.solidworks.com/pages/products/solutions/documents/Utilities/FINAL.pdf> に記載されるユーティリティを提供している。その中において、二つのソルーションが提示されている。フィーチャーベースのソルーションでは、同一の部品の二つのバージョンの間に比較が発生する。この場合、比較は共通のソースから始めなければならない。さらに、このソルーションは、内部のフィーチャー情報の使用に基づいており、前記情報は、ソルーションが、ソリッドワークスのツールで生成された 2 個のモデルを比較することを制限している。第二のアプローチである幾何学的比較ツールは、異なるソース由来でインポートされたボディを比較するのに用いられる。このアプローチは、一致するボリュームを比較し、及び、この情報を用いてボディ上で相違を際立たせることに基づいているようである。ボリュームマッチングは、分解能の問題及びフィーチャー認識の信頼性に依存する傾向がある。

20

Tangler J W H ら「コンテンツに基づく 3 D 形状検索方法」、形状モデルリングアプリケーション、2004. 会議録、ジェノバ、イタリア、2004年6月7～9日、ピスカタウェイ、ニュージャージー、米国、I E E E は、形状マッチング方法の概略を提供している。2つの主要なグループ、すなわち、フィーチャーベース及びグラフベースが特定される。グラフベースの方法は、モデルグラフ、リープグラフ、及びスケルトンへと分けられる。一般に、類似のオブジェクトの位置を決める方法が提供されている。前記方法は問題を基本的な構成要素へと縮小し、及び次いで類似性を探すことを試みる

30

。――

【 0 0 0 5 】

米国特許出願公開第 6,625,607 号明細書は、部品のトポロジーを表すメタデータを比較することによって同一の又は略同一の部品を特定する、部品を比較する方法を開示する。この比較方法は部品レベルで生じる。この方法は、2 個の部品が異なることを区別することができるが、詳細なレベルでこれら相違点が何であるかを区別することはできない。

40

【 0 0 0 6 】

ジオメトリック・ソフトウェア・ソリューションズ社は、いわゆるコンペア・ジオメトリー・ツールを販売している。同社のホームページ (<http://geometricsoftware.com>) によると、トポロジカルな相違、たとえば、穴径の変化のみを知ることができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0007】

このように、任意の2個のモデル間の相違を時期を逃さずに認識し、及び、ある一つのモデルから別のモデルへの情報の移動を支援することが可能な、迅速、簡易、及び堅牢な方法が特別に必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

したがって、第一のコンピュータ援用3Dモデルを第二のコンピュータ援用3Dモデルと比較するためのコンピュータを用いた方法であって、第一のモデルは第一のモデルの頂点、エッジ、及びフェイスを含む第一のトポロジーによって記述されているとともに第二のモデルは第二のモデルの頂点、エッジ、及びフェイスを含む第二のトポロジーによって記述されており、方法が本明細書によって開示されている。前記方法は、走査コンポーネント、頂点マッピングコンポーネント、エッジマッピングコンポーネント、及び、フェイスマッピングコンポーネントを実行する前記コンピュータによって実行され、前記コンピュータによって実行される下記の動作：第一のトポロジー及び第二のトポロジーを走査；第一のトポロジーマップに関連する第一のモデルの頂点、エッジ、及びフェイスを第一のトポロジーから、及び、第二のトポロジーマップに関連する第二のモデルの頂点、エッジ、及びフェイスを第二のトポロジーから抽出；トポロジカルマップによって、考えられるすべての第一のモデルの頂点と第二のモデルの頂点との間のマッピングを決定；それらマッピングされた頂点を用いて、第一のモデルのエッジと第二のモデルのエッジとの間の考えられるすべてのマッピングを特定；それらマッピングされたエッジを用いて、第一のモデルのフェイスと第二のモデルのフェイスとの間の考えられるすべてのマッピングを特定；及び、それらマッピングされた要素を用いて、幾何学的同一性について第一及び第二のモデルを一次比較を含む。

10

【0009】

本明細書中に開示された方法は、上記に記載した幾何学的な問題を、主として非幾何学的な態様で解決する。前記方法は、モデルがいわゆる境界表現へと変換できる限り、それらモデルを生成するのに用いられるシステムにかかわらず、任意の2個のソリッドモデルを比較する問題、及び、ユーザにとって関心がありうる任意の2個のモデル間の情報を移動させるのに必要なマッピング知識を提供する問題の両方に対応している。上述の境界表現は今日では、ほとんどすべての今日のソリッドモデリングソルーションに共通することである。ソリッドモデリング表現に関するより詳細については、たとえば、Martini M anty laによる標準図書「ソリッドモデリング入門」を参照のこと。

20

【0010】

第一及び第二のモデルに利用可能な情報を用いて、最初に、各モデルのトポロジーが走査される。トポロジーは、一般に、ソリッドモデル、すなわち、3Dモデルを構成する境界要素のそれぞれの接続を表す。以下において、語「ソリッドモデル」及び「3Dモデル」は同義的に用いられる。トポロジーは、モデル化されたボディの各フェイス、エッジ、及び頂点を関連付ける接続ネットワークを提供する。さらに、本明細書中に開示された方法は、ユーザにとって関心がありうる任意の2個のモデルの間で情報を移動させるのに必要なマッピング知識を提供する。このマッピング知識は、ある一つの任意のモデルから別のモデルへと情報を連続的に移動させ、及び、情報の損失なしに設計を継続できるようにするためにきわめて重要である。さらに、ソースである組織が、自己の設計を継続して進化させ、一方、組織の仕入先又は自己の組織内の他の部門が関連したモデルを作業する可能性は非常に高い。このような複雑な作業環境では、これら様々なモデルから情報を同期化し又は調和させることは、共同開発を支援する鍵となる。

30

【0011】

本発明による方法の別の一実施の形態はマップを生成するステップを含み、前記マップは、第一及び第二のモデルの間のマッピングされたすべてのフェイス、エッジ、及び頂点を関連付け、前記マップは検証ルーチンによって用いられている。第一及び第二のモデルの間で情報を移動させるのに必要なすべてのマッピング知識が統合される。

40

50

【0012】

本発明による方法の別の実施の形態では、第一の及び／又は第二のモデルの各フェイス、エッジ、又は頂点を、三つの条件のうちの一つとして、すなわち、相違として、修正として、又は等価として分類する、別のステップを実施することも可能である。

【0013】

本発明による方法の他の実施の形態では、第一及び第二のモデルの頂点間の考えられるマッピングが、照合基準として座標を用いることによって行われる。

【0014】

本発明による方法のさらに別の実施の形態は、後続の逐次代入として、第一及び第二のモデルを逆にしてすべての先行するステップを繰り返すステップをさらに含む。先行するマッピングルーチンによって決して考慮されなかった新しいフェイスが、第二のモデル上に存在しうるので、処理はマッピングプロセスを逆にすることによって完了することができる。さらに、後続の逐次代入において、先行する逐次代入においてマッピングされていないままであった要素のみを考慮することができる。これによって、マッピングプロセスが考慮する考えられる要素の量を大幅に減少させ、したがって、原初の逐次代入の時間の何分の一かの時間で動作することとなる。

10

【0015】

本発明による方法の別の実施の形態によると、第一及び第二のモデルの頂点、エッジ、及びフェイスが適切なデータ構造によってそれぞれ表され、前記それぞれのデータ構造が対応する参照テーブル中にさらに集められる。

20

【0016】

本発明はまた、コンピュータ可読媒体と、前記コンピュータ可読媒体上に記憶されプログラムコードを備えたコンピュータプログラムとを備えたコンピュータプログラム産物に關し、前記プログラムコードは、前記コンピュータプログラムがコンピュータ上で実行されるときに本発明による方法を実行するのに適している。

【0017】

本発明はまたプログラムコードを備えたコンピュータプログラムに關し、前記プログラムコードは、前記コンピュータプログラムがコンピュータ上で実行されるときに本発明による方法を実行するのに適切している。

【0018】

30

本発明はまた、内部にコンピュータプログラムを記憶したコンピュータ可読媒体に關し、前記コンピュータプログラムはプログラムコードを備え、前記プログラムコードは前記コンピュータプログラムがコンピュータ上で実行されるときに本発明による方法を実行するのに適している。

【0019】

本発明の別の特徴及び実施の形態は、以下の詳細な説明及び添付図面より明らかとなるであろう。

【0020】

上記に記載された特徴及び本明細書中に以降記載される特徴は、明記された組み合わせにおいてだけでなく、他の組み合わせにおいて又は単独で、本発明の範囲から逸脱することなく用いることができる理解されるであろう。

40

【0021】

本発明は、実施の形態によって図面中に例示目的で概略的に図示され、及び、以下本明細書中に図面を参照に詳細に記載される。この記載は決して本発明の範囲を限定するものではなく、及び、発明の好適な実施の形態の一つの例示にすぎないことが理解される。

【発明を実施するための最良の形態】**【0022】**

図1は、本発明による方法の一実施の形態において用いることができる接続ネットワークの単純な例としての立方体のトポロジカルマップを示す。

【0023】

50

ここで、 $v_1 \sim v_8$ は立方体の 8 個の頂点のそれぞれを表し、 $e_1 \sim e_2$ は立方体上の 12 個のエッジのそれぞれを表し、及び、 $f_1 \sim f_6$ は立方体上の各フェイスを表す。上図における各アーク部は、立方体におけるこれら様々な要素の接続を表す。2 個のこのよ
うなトポロジカルマップでは（任意の 2 個の 3D モデル、すなわちソリッドモデルから）、所定のマップによって表されているオブジェクトの方向、大きさ、又は形状を決定することはできない。実際は、上記の図では、オブジェクトは立方体でも、直方体でも、又は、それぞれが合計 8 個の頂点を持つ 4 個のエッジによって境界を示された任意の 6 面オブジ
エクトであってもよい。関心対象の 2 個のオブジェクトすなわち、第一のモデルと第二のモデル（ソースボディとターゲットボディ）と間のこれらトポロジカルマップをどのように関連付けるかを決定するために、トポロジーの一定の「固定」を提供することが必要である。アンカー点を提供することによって、関心対象のボディのトポロジーを用いて、2 個の対応する 3D モデル、すなわち、ソリッドモデル上に、ある一つの要素から別の要素へのマッピングを提供することができる。本発明によると、モデルの頂点を用いて、相違がないか比較されている 2 個のモデルのトポロジカルな表現を固定できることが提案されている。所定の分解能以内では、各ボディから最大でも 1 個の頂点が同じ位置を共有することができる。ひとたびソース及びターゲットの頂点が 3 次元空間における同じ位置を共有していることが見出されると、頂点はマッピングされたとみなされる。考えられるすべての頂点マッピングが特定された後；次いでそれらマッピングを用いて、考えられるエッジマッピングを特定する。あるソリッドモデル上の各エッジは、最大 1 個又は 2 個の頂点を参照してもよい。あるエッジのすべての頂点がマッピングされる場合、次いでこのエッジはマッピングされたとして印を付けることができる。あるソリッドモデル上の各フェイスは、1 個又は複数のエッジによって境界を示してもよい。1 個（特例条件）又は複数のマッピングされたエッジでは、対応するフェイスを固有に特定し、したがってマッピングすることができる。フェイスを固有に特定するためには最大でも 2 個のマッピングされたエッジが必要であるので、利用可能なエッジの一部のみがフェイスを特定するためにマッピングされなければならないので、この方法論は、本質的にマッピングプロセスに組み込まれた堅牢さを有する。ひとたびトポロジカル構造全体が処理されると、マッピングされたすべての要素は、ソースソリッドモデルとターゲットソリッドモデルとの間で、すなわち、第一及び第二の 3D モデルの間で、ある 1 個の要素を別の要素と関連付けるのに必要な情報を提供する。今やここでこれら関連性が構築したので、モデルは次いで幾何学的同一性について一次比較することができる。（言い換えれば、マッピング情報は、ソースモデル及びターゲットモデルの要素を介して幾何学的同一性を探して逐次代入を行う必要を取り除く。）幾何学的に異なることが見出されたマッピングされたすべてのフェイスは、ソースオブジェクトとターゲットオブジェクトとの間の修正とみなされる。マッピングされていないすべての要素は、2 個のモデル間の相違を表すとみなすことができる。本発明によって提案されるマッピングプロセス全体は、本発明中の以降においてより完全に説明され、提案された方法論に伴うステップのそれぞれを詳細に説明する。
10
20
30
30

【0024】

本発明は、伝統的には逐次代入プロセスであったものを変換し、及び、この問題を一次的なアプローチに変換する方法論を確立する。これによって、この問題を解決するために必要とされる演算労力を大幅に減少させる。さらに本発明は、実際には非常に少ない数の幾何学的チェックを行うことによって、本質的な幾何学的な問題を解決する。これら二つの利点を組み合わせることによって、下記の利点を有するソルーションをもたらす：
40

【0025】

比較されているモデル上に存在する可能性があるとともに、取り組んできたモデルに対してこれまで伝統的に複雑な条件を形成してきた不安的な幾何学的条件を組み合わせることは、比較的感受性が低い。条件には、下記のような項目が含まれる。

- ・ 2 個のボディ間で適合しない幾何学的分解能因数、
- ・ 比較されているオブジェクトの幾何学的分解能での又はその近傍での幾何学的要素、
- ・ 特異点など不安定な幾何学条件、

・複雑な幾何学的定義。

【0026】

さらに、本発明による方法のいかなる実施の形態も、マニホールドの又は非マニホールドのボディ上で、及び、いかなる組み合わせにおいても、十分等しく作用する。

【0027】

さらに本発明は、特定のソースシステムにインポートされたネイティブ又は外部生成の部品上でも等しく作動する。

【0028】

本方法は、相違を分解するのに、ホストシステム内の固有の知識を全く用いない。

【0029】

本発明は、演算作業をほとんど用いず、むしろ主として、それぞれのモデルのトポロジカル表現に基づいて意志決定する論理アプローチを用いているので、本質的な迅速なステップである。（コンピュータ処理能力の相違を理由に）この方法論の速度を定量化することは信頼性に欠けるが、他の同等のソルーションよりも少なくとも10倍高い。

【0030】

相違を分解するための時間は、分解するべき要素の数とともに一次的に増加する。本発明による方法は、比較されているオブジェクトの幾何学的な複雑性には、比較的感受性が低い。

【0031】

変換装置によってもたらされる幾何学的運動は、このプロセスと干渉しないような方法で分解することができる。

【0032】

本方法は、トポロジーの一部のみが、ソースボディとターゲットボディ、すなわち、第一のモデルと第二のモデルとの間の相違を分解するためにマッピングされる必要があるので、本質的に堅牢である。

【0033】

ひとたびこの方法が完了すると、ソースオブジェクト上にマッピングされたすべての要素（頂点、エッジ、フェイス）を、比較されている対応するオブジェクトに関連付け、及び、その反対を行う完全なマップが存在する。

【0034】

マッピング情報によって、ホストシステムによって強制される規則が何であれそれにしたがって、対応するボディにどのように情報を前向きに移動するかを決定することができる。

【0035】

以下において、本発明による方法の考えられる一実施の形態の詳細な説明を提供する。

【0036】

任意の2個のソリッドモデルを比較するための本明細書中に記載される方法は、任意の境界表現ソリッドモデルに適用することができる。方法論の作用を明確にする助けとなるよう、この明細書は、コクリエイト社によって供給されるいわゆる「モデル・コンパレタ」の特定の実施の作用についても規則どおりに記載する。

【0037】

以下において、第一のモデルはソースボディと称し、及び、第二のモデルはターゲットボディと呼ぶ。

【0038】

本方法の4つの基本的なコンポーネントを下記に記載する。各コンポーネントは、本方法論のより特異的な要素を連続的に取り扱う。4つのコンポーネントは下記から構成される：

- ・走査及び後処理作業
- ・フェイスマッピング技術
- ・エッジマッピング技術

10

20

30

40

50

・頂点マッピング技術。

【0039】

走査及び後処理作業コンポーネント

第一のコンポーネントは、この方法の開始点である。第一のコンポーネントは、本方法と関連した前処理及び後処理作業から主として構成される。前処理作業はステップ1～3に記載し、一方、後処理作業はA部からC部までに記載する。

【0040】

1. ソースボディ、すなわち、第一のモデルを走査し、及び、少なくともボディ上のすべてのフェイス、エッジ、及び頂点から構成されるトポロジーマップを構築する。所望であれば、ループ及びシェルといった追加的な情報もこのときに集めることができる。

10

【0041】

a) 境界表現ソリッドモデル中のトポロジーを走査するプロセスは、一般的で及びよく理解されているプロセスである。より詳細な情報は、たとえば、Martti Mantyläによる標準図書「入門ソリッドモデリング」を参照のこと。典型的には、再帰アルゴリズム又はループアルゴリズムを用いて、トポロジーマップを構築する。これは一般的な手順であるため、本明細書中では特定の詳細は提供していない。しかしながら、トポロジーマップを構築するのに用いられる手順は、本方法にとって重要でないと言うことができる。モデル全体に対して、又は、モデル上の関心対象の領域に対して完全なマッピングが存在する限り、どのように又はどの順序で情報が集められたかは関連性がない。下記に示すのは、上記に記載したモデル・コンパレータの特定の実施に用いられるプロセスの説明である。

20

【0042】

・ある一つのボディに対して、そのボディ上のすべてのフェイスが選択される。フェイスの順序は重要でないか、又は、プロセスとは関連性がない。

【0043】

・各フェイスについて、このフェイス及び関連したトポロジー情報を表すデータ構造が最初に構築される。この一例が下記の表に表されるであろう：

【表1】

データの種類	データの詳細
フェイス	この1個の頂点に対する固有のハンドル
エッジリスト	このフェイスの境界を示すエッジに対する固有のハンドル

表1. フェイスのトポロジーの構造例

30

【0044】

ひとたびフェイスデータ構造が構築されると、そのフェイスのすべてのエッジが選択される。フェイス構造には、このフェイスの境界を示すすべてのエッジのハンドルとともにこのフェイスのハンドルが投入される。性能上の理由から、すべてのフェイス構造は、マッピングプロセスの間に頻繁に用いられるクイック検索を可能にするデータ構造に集められるべきである。特定の実施では、ハッシュキーがフェイスに対するハンドルであるすべてのフェイス構造を含む、ハッシュ表が構築された。

40

【0045】

・上記のフェイスによって参照される各エッジには、このエッジ及び関連したトポロジー情報を表すデータ構造が最初に構築される。この一例が下記の表に表されるであろう：

【表2】

データの種類	データの詳細
エッジ	この1個のエッジに対する固有のハンドル
頂点リスト	このフェイスの境界を示す固有のハンドル

表2. エッジのトポロジーの構造例

10

【0046】

ひとたびエッジデータ構造が構築されると、そのエッジのすべての頂点が選択される。エッジ構造には、このエッジの境界を示すすべての頂点のハンドルとともにこのエッジのハンドルが存在する。性能上の理由から、すべてのエッジ構造は、マッピングプロセスの間に頻繁に用いられるクイック検索を可能にするデータ構造へと集められるべきである。特定の実施では、ハッシュキーがエッジに対する固有のハンドルであるすべてのエッジ構造を含む、ハッシュ表が構築された。このエッジが過去に走査されたことがある場合は、このステップは省略することができる。

【0047】

20

・上記のエッジによって参照される各頂点には、この頂点及び関連付けられた座標情報を表すデータ構造が最初に構築される。この一例が下記の表に表されるであろう：

【表3】

データの種類	データの詳細
頂点	この1個の頂点に対する固有のハンドル
座標	三次元空間におけるこの頂点の座標

表3. 頂点のトポロジーの構造例

30

【0048】

ひとたび頂点データ構造が構築されると、この頂点の三次元空間が決定される。頂点構造には、この頂点の座標とともに頂点のハンドルが投入される。性能上の理由から、すべての頂点構造は、マッピングプロセスの間に頻繁に用いられるクイック検索を可能にするデータ構造へと集められるべきである。この目的で、ハッシュキーが頂点に対する固有のハンドルであるすべての頂点構造を含むハッシュ表を構築することができる。この頂点が過去に走査されたことがある場合は、このステップは省略することができる。

40

【0049】

b) 隨意的な情報

・入手可能であれば、上記に記載のトポロジカルなスキーマは、シェル及びループ情報を含むこともできる。この追加的な情報は要求されていないが、追加的な情報を提供することによってマッピングプロセスを改善することができる。シェルを用いて、ソリッドモデル内の一箇又は複数の内部空隙に関連したフェイスを区別することができる。ループ情報を用いて、一箇又は複数の内部の境界及び所定のフェイスの1箇の外部の周辺の長さを表すフェイスのエッジを区別することができる。

【0050】

2. ひとたびソースボディが走査されると、ターゲットボディ、すなわち、第二のモデ

50

ルが走査され、及び、上記に記載のものと同じ手順を用いて、ボディ上のすべてのフェイス、エッジ、及び頂点から構成されるトポロジーマップが構築される。

【0051】

3. ソースボディ上のフェイスはターゲットボディにマッピングされている。このステップはプロセス全体の最も重要な構成要素を表す可能性が高い。

【0052】

4. この件に関しては、本方法は、ソースボディを走査し、及び次いで、ターゲットボディ上の対応する要素を見出すことに基づいている。これが意味しうることは、一部のターゲット要素はいかなる方法でもアクセスされることはなく、このことは、これら要素がマッピングされていないと印を付けられうることを意味する。この問題に対する解決法は、ここで、ソースボディとターゲットボディとを逆にして（すなわち、ソースボディからターゲットボディへのマッピング要素の代わりに、ターゲットボディからソースボディへのマップ要素を）ステップ3全体を反復することである。マッピングルーチンによって考慮されたことのない新しいフェイスがターゲットボディ上に存在しうるので、マッピングプロセスを逆にすることによって処理は完了する。マッピングプロセスによる第二の逐次代入は、マッピングされていないままの要素のみを考慮するべきである。これによって、マッピングプロセスが考慮される要素の量を大幅に減少させ、したがって、ステップ3による原初の逐次代入の時間の何分の一かの時間で動作することとなる。

10

【0053】

ひとたびマッピングプロセスが完了すると、ソースボディとターゲットボディとの間ですべての既知のフェイス、エッジ、及び頂点を関連付けるマップが生成される。この情報は次いで検証ルーチンによって用いられ、マッピングプロセスが合理的なソルーションを実際に見出すことを確立する。これは、マッピングされたフェイスの幾何学的検証を実行することによって行われる。ソースボディ及びターゲットボディ上のすべてのフェイスは三つの条件のうちの一つとして分類される：

20

【0054】

A) 対応するマッピングが見出されないこれらフェイスの場合、これらフェイスは相違として分類される。相違がソースボディ上に存在する場合、これらは、対応するフェイスがターゲットボディ上に見出されないフェイスを表し、及び、すでに破壊されたフェイスを通常は表す。ターゲットボディ上に相違が存在する場合、これらは、対応するフェイスがソースボディ上にないフェイスを表し、及び、通常は構築された新しいフェイスを表す。これらフェイスの場合、これらフェイスを関連付ける利用可能なさらなる情報はない。この時点では、フィーチャー認識ツール、発見的アルゴリズム及び／又はユーザ操作を用いて、さらに、マッピング結果を改善することができる。

30

【0055】

B) 上記のプロセスによってマッピングされたこれらフェイスは、幾何学的チェックを用いることによって、同一性について検証することができる。同一性の定義によって、異なるレベルの等価性を決定することができる。言い換えれば、特定の実施は、用途に応じて、厳密な一致から類似又は他の条件までの範囲にわたりうる同一性のレベルを決めることができる。幾何学的に「等価」であることが見出されたすべてのフェイスは、同一のフェイスであると分類される。マッピング情報を用いて、幾何学的等価性チェックは、一対の要素（ソース要素及びターゲット要素）間で常に実行され、及び、単純な一次式で行うことができることに留意するべきである。逐次代入は要求も所望もされない。

40

【0056】

C) 上記のプロセスによってマッピングされ、及び、幾何学的に「等価」でないことが見出されたこれらフェイスは、修正として分類される。これらフェイスはトポロジーの点で同じであるように見えるが、これらは、同じ幾何学的定義を共有していない。この条件は、フェイスが移動された、回転された、又は先細になった場合、又は、一部の他の動作が行われた場合に、典型的である。特定の実施に応じて、この情報を用いて、おそらくは幾何学を互いに配列するか、又は、前向きに又は後方向に幾何学的相違を伝播することがで

50

きる。

【0057】

すべてのフェイスが分類された後、特定の実施は、この情報を様々な方法で用いることができ、この方法は、相違を示し、ソースボディとターゲットボディとの間で非幾何学的情報を調和させるために、又はさらにおそらくは、上記に示されたように幾何学的相違を前向きに又は後向きに移動させるのに有用となりうる。

【0058】

本発明によって提供され及び本明細書中に記載されたアプローチは、ソースボディとターゲットボディとの間で相違を発見するという問題に一次的なアプローチをとる。これによって、フェイスを幾何学的にマッピングすることのみを試みる非常に反復的なプロセスが避けられる。最小限の幾何学的チェックが行われ、及び、マッピングプロセスの間に見出される曖昧性を分解するために分類が要求される場合にのみ行われる。これによって、非常に安定しており及び不安定な幾何学的状況に対して非常に感受性の低い方法論が形成される。

10

【0059】

対応する要素のマッピングを試みる際には、幾何学的チェックは扱いにくいものとなりうる。エッジ及びフェイスは、短くしたり、長くしたり、又は、直線から円又は一部の他の種類へと形態を変更することさえもできる。マッピングプロセスの間に実行する必要のある幾何学的チェックの数が少ないほど、より高速な比較を行うことができる。反対に、一部のチェックはトポロジーの適切な固定が（頂点レベルだけでなく）すべてのレベルで起こりうるよう行われるべきである。

20

【0060】

上記に記載される本発明による方法の実施の形態は、十分な数のマッピングされた頂点が存在して、比較されるボディのエッジを固定する場合に非常に効果的である。しかしながら、所定の幾何学的変更が行われる場合、共通の頂点が非常に限定されているか、又は、全くないこともあります。これによって、より多数のマッピングされていないフェイス生成し、このことは究極的には、調整のために有用なモデルを構築することをより困難にする。この場合、本発明の別の実施の形態によると、別のマッピング情報を構築するのに役に立つと思われるループ情報（入手可能であれば）が用いられる。周辺ループにしたがい及びループによって提供される順序付けられた情報を用いることによって、たとえエッジの幾何学を変更するべきである場合にも、この情報を用いて、高品質のマッピング構築することができる。これら問題に対応することによって、マッピングされていない要素の量を減少させることができ、これによって究極的には、調整プロセスを生成する際に、より高いレベルでの成功をもたらす。

30

【0061】

頂点マッピング技術コンポーネント

本発明による方法の一実施の形態における一つのステップを表す頂点をマッピングするプロセスは、ターゲットボディとソースボディとの間で座標を照合する単純なプロセスに基づいている。走査ステップの後、すなわち、走査プロセスが完了すると、プロセスのこの部分は、トポロジーマップを固定するよう試みることができ、その結果、要素をある一つのボディ上から他のボディにマッピングすることができる。任意の所定の部分の分解能の範囲内では、2個の頂点が同一の座標を共有することは不可能なはずである。異なる分解能のボディを比較する場合、2個のうちより低いほうが座標情報を照合するために用いられる。

40

【0062】

頂点マッピングのための方法は下記を伴う：

1. 走査プロセス中に見出されるソースボディ上の各頂点の走査。
2. ソースボディと関連付けられた座標情報を用いて、頂点がターゲットボディ上の同じ位置に存在するか否かを判定する。

【0063】

50

a) 2 個の分解能のうち低いほうを用いて、指定された分解能内の位置の等価性をチェックすることによって、同一性が決定される。この簡易なアプローチは、異なる分解能を扱うという複雑な問題に対応する。ここで、曖昧性が存在する（すなわち、より低い分解能部分の分解能領域内に複数の頂点が存在する）条件が万が一発生した場合は、これら頂点は単純にマッピングされていないままである。プロセスの後半の段階では、対応するエッジ及びフェイスも同じくマッピングされていないままである可能性が高いであろう。それらマッピングされていない要素は両方のモデル上には存在しないので、この結果はこの方法論の中で一貫している。例として、図 2 に示す状況を考慮のこと。

【 0 0 6 4 】

この状況の中では、分解能領域 R 内の 1 個の頂点を、特定の座標を備えた特定の頂点にマッピングしてもよい。残りの頂点はマッピングされていないままである。この条件によって究極的には、これら項目が相違として分類され、このことこそがまさに所望されたソルーションである。 10

【 0 0 6 5 】

b) 存在しうる頂点が多数であるので、プロセスのこのステップにとって性能が重要である。前に示唆したように、特定の実施は、頂点を迅速に所定の座標によって検索するのに用いることが可能なデータ構造を設定するものである。検索方法は、走査プロセス全般にわたって非常に好ましい。それぞれが 4,000 個の頂点をもつボディを想像していただきたい。簡易な走査アプローチは、考えられる各頂点を分解するのに 160 万回の逐次代入を必要とするであろう。 20

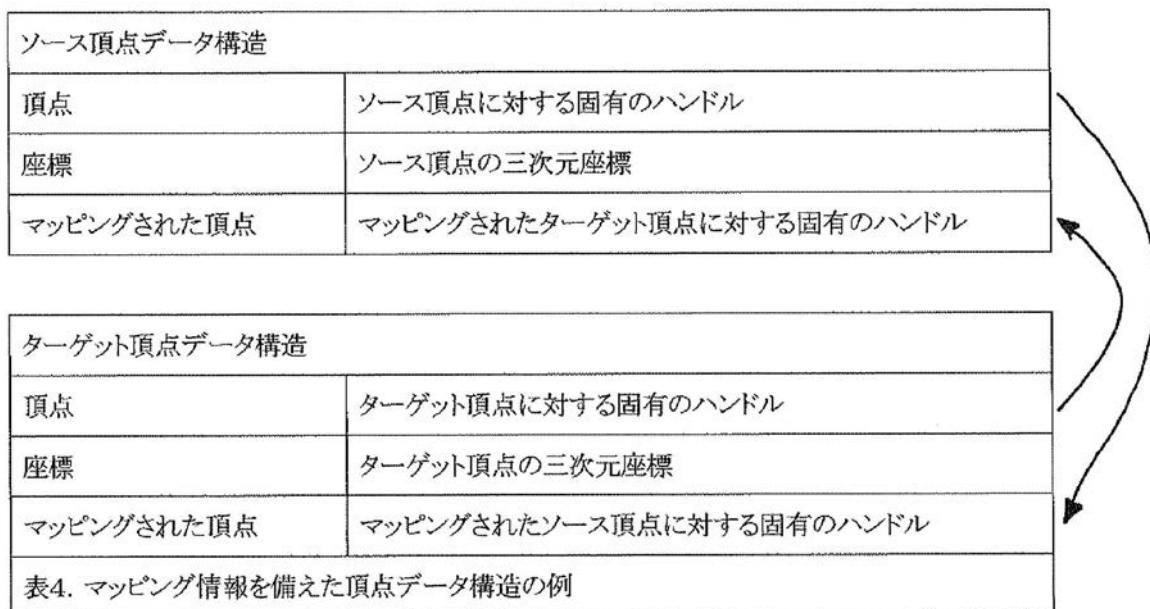
【 0 0 6 6 】

c) 上記したモデル・コンパレータの特定の実施では、頂点の三次元座標によって索引付けられている検索表が構築される。ソルーションをさらに最適化するために、各頂点が一致するごとに、一致した頂点は検索表から除外され、その結果、さらなる処理が加速される。

【 0 0 6 7 】

d) ひとたび対応する頂点がターゲットボディ上に見出されると、頂点はマッピングされたとみなされ、及び、この情報は、ソースボディ及びターゲットボディ両方の上の頂点構造に記録される。

【表 4 】



ソース頂点データ構造	
頂点	ソース頂点に対する固有のハンドル
座標	ソース頂点の三次元座標
マッピングされた頂点	マッピングされたターゲット頂点に対する固有のハンドル

ターゲット頂点データ構造	
頂点	ターゲット頂点に対する固有のハンドル
座標	ターゲット頂点の三次元座標
マッピングされた頂点	マッピングされたソース頂点に対する固有のハンドル

表4. マッピング情報を備えた頂点データ構造の例

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

伝播を伴うエッジマッピング技術コンポーネント

本発明による方法の一実施の形態の別のステップを表すエッジをマッピングするプロセスは、頂点のマッピングの手順の結果を用いて、ソースボディ上とターゲットボディ上のエッジの間の関係を構築する。頂点マッピングコンポーネントから生成されるマッピングされた頂点の数が多くなればなるほど、より多数のエッジを分解することができる。この手順の予測可能性は、マッピングされていない頂点を伝播則を用いてどの程度積極的に分解しようとするかに依存する。本明細書中に記載された方法論は、いくつかの伝播則を適用し、及び、分解される追加的なマッピングがなくなるまで、マップエッジ構成要素全体を逐次代入する。各特定の実施は、本明細書中に記載されたことの変形を試みてもよい。

【0069】

10

エッジマッピング方法は下記を伴う：

1. 照合基準として座標を用いて頂点をマッピングする。
2. ソースボディ上の所定のエッジのすべての頂点がマッピングされたか否かを判定する。マッピングされていなければ、当該エッジを未分解のエッジのリストに加え、及び次のエッジに続く。

【0070】

20

所定のエッジのすべての頂点がマッピングされている場合は、このエッジはこのマッピング情報を用いて自己をマッピングすることができる。本方法の最初のステップは、マッピングされた頂点情報を用いてターゲットボディ上に対応するエッジの位置を決めることである。

【0071】

a) マッピングされた頂点を用いて、ターゲットボディ上のそれらマッピングされた頂点を通過する考えられるすべてのエッジが特定される。このことは、最初に、第一のマッピングされた頂点を通過するすべてのエッジを選択することによって達成することができる。次いで、第二のマッピングされたエッジを通過するすべてのエッジが選択される。これら二つの結果を組み合わせることによって、ターゲットボディ上に、ソースボディ上の関心対象のエッジへとマッピングできる考えられるすべてのエッジを提供する。1個のエッジのみが、この基準を満たす場合は、このエッジを固有にマッピングすることができ、及び、下記に示すようなエッジデータ構造を投入することができる。

【表5】

30



ソースエッジデータ構造	
エッジ	ソースエッジに対する固有のハンドル
頂点リスト	このエッジの境界を示す頂点のリスト
マッピングされたエッジ	マッピングされたターゲットエッジに対する固有のハンドル

ターゲット頂点データ構造	
エッジ	ターゲット頂点に対する固有のハンドル
頂点リスト	このエッジの境界を示す頂点のリスト
マッピングされた頂点	マッピングされたソースエッジに対する固有のハンドル

表5. マッピング情報を備えたエッジデータ構造の例

【0072】

50

b) マッピングされた頂点によって、複数のエッジの境界が示されていると見出される場合、どのエッジが正しいマッピングを表すかを分解するいくつかの選択肢が存在する。1個の頂点を持つエッジ、又は、2個の同じ頂点を共有する2個の非直線エッジを扱う場合には、複数の一致が考えられる。

【0073】

i . 選択肢の一つは、曖昧性を幾何学的に分解することである。ソースエッジの任意の点を取り、及び、ターゲット候補のいずれかが、事前に設定された幾何学的分解能内のこの点を共有するか否かを判定する。複数のソルーションは、自己交差する曲線を表すので、この時点では存在するべきでない。この手順は、幾何学的分解能の長さの少なくとも2倍の長さのエッジに対してのみ試みられる。エッジがこの最小長さよりも短い場合、この点が曲線上に存在するか否かを自信を持って判定することができない。この場合、エッジはマッピングされていないと印を付けられるべきであり、及び、プロセスは継続する。

【0074】

i i . 曖昧なマッピングを分解するために幾何学的技術を用いることは、用いるべき理想的な方法論ではない。各エッジは同じ三次元空間内にない可能性もあり、又は、エッジは原初の構造からトリム / 拡張されているかもしれない。したがって、曖昧性を解消する代替的な方法は、追加的なトポロジー情報を用いて、状況を解決することである。この場合には、曖昧なターゲットエッジと関連付けられたすべてのフェイスの問い合わせを行うことができる。すべての接続されたフェイスがマッピングされている場合は、次いで、任意の幾何学的チェックを行わずに、曖昧なエッジを固有に特定することができる。

【0075】

3 . エッジマッピングコンポーネントにかかる第三のステップは、関連付けられた1個のマッピングされていない頂点を有するエッジをマッピングすることである。基本的なトポロジー規則を用いて、追加的なマッピングを見出してもよい。

【0076】

a) 未分解の各エッジはループされ、及び、エッジが、1個のマッピングされていない頂点、及び、少なくとも1個のマッピングされた頂点を有するか否かが判定される。この状況が存在する場合、別のエッジがさらに分解されてもよい。

【0077】

b) 1個のマッピングされた頂点を備えた1個のエッジでは、このマッピングされた頂点を共有するマッピングされていないすべてのエッジが見出される。マッピングされていないエッジが1個だけの場合は、ターゲットボディ上に同じ状況が存在するか否かが判定される。ソースボディとターゲットボディの両方が、既知のマッピングされた頂点を共有する1個のマッピングされていないエッジを含む場合、このエッジをマッピングし、及び、マッピングされていないエッジのリストからこのエッジを除外する。

【0078】

c) 1個を上回るマッピングされていないエッジが、このマッピングされた頂点を共有する場合、上記の2 b - i 、2 b - i i に記載された技術のいずれか又は両方を用いて、曖昧性を分解することができるであろう。

【0079】

d) 曖昧性を分解できる場合、最初に、エッジデータ構造にマッピング情報を投入し、及び、このエッジは未分解のエッジのリストから除外される。加えて、「マップ頂点構成要素」に記載された頂点データ構造を投入することによって、以前にはマッピングされていなかった頂点をマッピングされた頂点として印を付けることができる。この時点では、これらの点は同じ座標を共有しないが、論理的に、トポロジーにおける同じ位置を表すことが確かに知られている。この伝播技術によって、物理的マッピングが異なりうる論理的なマッピングを見出すことができる。

【0080】

e) 何らかのエッジがプロセスのこの段階中にすでに分解されていた場合、ステップ2及び3の全体が繰り返される。追加的な逐次代入は追加的なマッピングを分解しうる。そ

10

20

30

40

50

の理由は、追加的な頂点はすでにマッピング済である可能性があるからである。分解される追加的なエッジがなくなるまで、この逐次代入は継続する。

【0081】

4. ホストシステムが共通の幾何学的概念を有する場合、随意的なマッピング拡張が利用可能である。これは、異なるトポロジー要素が同一の幾何学的定義に言及する多くのシステムにおいて一般的な慣行である。これは、たとえば、2個の直線エッジは同一線上にあり、及び、両方のエッジが同じ基礎を成す曲線定義に言及する場合に、起こりうる。その場合は、次いで追加的なマッピングが分解されてもよい。マッピングされた各エッジには、対応する曲線定義を特定することができます。複数のエッジがこの1個の曲線に言及することが見出される場合、これらは二次マッピングとして構築される。ソースボディ上の各二次マッピングでは、ターゲットボディ上の対応するエッジが特定される。再び、対応する曲線が決定され、及び、この曲線に言及するすべてのエッジが特定される。この追加的な情報によって、ソースボディとターゲットボディとの間の二次マッピングをさらに構築することができる。

10

【0082】

伝播を伴うフェイスマッピング技術コンポーネント

本発明による方法の一実施の形態の別のステップを表すフェイスをマッピングするプロセスは、エッジのマッピングの手順の結果を用いて、ソースボディ上とターゲットボディ上のフェイスの間の関係を構築する。エッジマッピングコンポーネントから生成されるマッピングされたエッジの数が多くなればなるほど、より多数のフェイスを分解することができる。この手順の予測可能性は、マッピングされていないエッジを伝播則を用いてどの程度積極的に分解しようとするかに依存している。エッジのマッピングの質が高ければ高くなるほど、フェイスのマッピングの成功度合いがより高くなる。

20

【0083】

フェイスをマッピングする方法論は下記のステップから構成される：

1. エッジのマップが作成され、マップは、ソースボディとターゲットボディとの間のすべての利用可能なエッジのマッピングを提供する。このマッピング情報は、本明細書中に記載される下記のステップの基礎として用いられる。

2. ソースボディ上の各フェイスの境界は、2個又はそれ以上のマッピングされたエッジによって示されているか否かが判定される。この条件が存在する場合、2個のエッジが固有に1個のフェイスを特定できるので、さらに調査することなく、このフェイスを即座にマッピングすることができる。一部の最小限の幾何学的チェックを行って、合理的なマッピングが特定されたことを検証することが望ましいかもしれない。これによって、平面のフェイスを同じトポロジカル表現を有するブレンドフェイスにマッピングする可能性がなくなるであろう。これらマッピングされた2個のエッジを用いて、下記に示すようにフェイス構造に投入することができる：

30

【表6】



10

ソースフェイスデータ構造	
フェイス	ソースフェイスに対する固有のハンドル
エッジリスト	このフェイスの境界を示すエッジのリスト
マッピングされたフェイス	マッピングされたターゲットフェイスに対する固有のハンドル

ターゲットフェイスデータ構造	
フェイス	ターゲットフェイスに対する固有のハンドル
フェイストリット	このフェイスの境界を示すエッジのリスト
マッピングされたフェイス	マッピングされたソースフェイスに対する固有のハンドル

表6. マッピング情報を備えたフェイスデータ構造の例

20

【0084】

3. 1個のエッジによって境界を示されたフェイスの場合、固有のソルーションを決定するために追加的な調査が必要とされる。1個のマッピングされたエッジは、最大2個のフェイスによって境界が示される。この1個のエッジによってこの2個のフェイスのうちどちらの境界が示されるかを決定するための、最初のステップは、考えられる2個の候補からすべてのマッピングされたフェイスを除外することである。マッピングされていないフェイスのみが考えられる候補となる。考えられるソルーションが2個以上引き続き存在する場合、簡易な幾何学的チェックを用いて、適切なマッピングを特定することができるであろう。第一のレベルチェックは、ターゲットボディ上の2個の考えられるフェイスのうちいずれが、同一の幾何学的種類である（すなわち、両方とも平面である）かを判定することである。第二のレベルチェックは、この2個のフェイスがサーフェス上に共通の点を共有するか否かを判定することである。

30

【0085】

4. すべての直接的マッピングが発生した後、下記に記載する逐次代入アプローチを用いてさらにマッピングを分解してもよい。

【0086】

a) ソースボディ上のマッピングされていないすべてのフェイスが走査される。

【0087】

b) 所定のマッピングされていないフェイスに隣接するすべてのフェイスがマッピングされている場合、このマッピングされていないフェイスは分解できる可能性がある。まず、この状況がターゲットボディ上に存在するかどうかを検証することが必要である。このことは、ターゲットボディ上のマッピングされた各フェイスを選択し、及び次いで、ある1個のマッピングされていないフェイスがそれらマッピングされたフェイスによって境界を示されているか否かを判定することによって達成される。ソースボディとターゲットボディの両方が、関心対象のマッピングされていないフェイスに対して同じ条件を含む場合、このフェイスは固有にマッピングすることができる。

40

【0088】

c) 特定の実施は、本明細書中に記載された伝播則に加えて、追加的な伝播則を用いるよう選択してもよい。

【0089】

50

d) 分解される追加的なマッピングされていないフェイスがなくなるまで、ステップ4全体が繰り返される。

【0090】

5 . マッピングされていない残存するすべてのフェイスは下記によって幾何学的に分解することができる :

a) ソースボディ上の未分解のすべてのフェイスのルーピング

i . ターゲットボディ上の未分解の各フェイスを走査することによって、ソースボディ上の未分解のフェイスが「等価」の幾何学的定義を有するか否かをチェックする

i i . その場合、当該フェイスはマッピングされ、及び、残存するマッピングされていないフェイスのリストから除外される。

b) これは時間のかかるプロセスであり、したがって、この逐次代入プロセスは、未分解のフェイスの数が構成可能な限度より少ない場合にのみ用いられる。

【0091】

6 . ホストシステムが共通の幾何学的概念を有する場合、随意的なマッピング拡張が利用可能である。これは、異なるトポロジー要素が同一の幾何学的定義に言及する多くのシステムにおいて一般的な慣行である。所定のモデリング動作によって、1個のフェイスが1個又は複数のフェイスと対応するようになる可能性があることが見出された。同様に、動作によって、複数のフェイスが1個のフェイスによって最も正確に表されるということも起こりうる。平面のフェイスが溝によって2個のフェイスへと分けられている場合を考慮されたい。このことによって、1個のフェイスを他のボディ上の複数のフェイスへとマッピングできるようになることが望まれる場合もあるという概念に導かれる。この可能性に対処するには、サーフェス情報がこの条件を解消する鍵となる。トポロジー要素が同じ基礎を成す幾何学的情報を共有する場合、この情報を用いてマッピングプロセスを支援することができる。

【0092】

複数マッピングの概念に対応するために、「二次マッピング」と呼ばれる追加的なデータフィールドがフェイスデータ構造及びエッジデータ構造の両方に対して構築された。複数のマッピングに遭遇する場合、この新しいデータフィールドは情報の運搬を可能にする。このフィールドを投入する前に、走査ルーチンは、共通の幾何学的定義を有するトポロジー要素がないかを探す必要がある。たとえば、2個のフェイスの両方が同じ平面的定義に言及する状況が存在しうる。二次マッピングフィールドへのデータ投入を可能にする2個の条件が存在する。第一の条件は、プロセスが定義を他と共有するフェイス又はエッジに遭遇する場合に、発生する。現在マッピング中の要素は、一次マッピング要素として割り当てられる。同じ幾何学的定義を共有する他の要素は、これらが以前マッピングされていない限り、二次マッピングとして割り当てられる。第二の条件は、複数のトポロジー要素が1個の幾何学的要素にマッピングされることが見出される場合に発生する。このことは、ソースボディ上の2個のフェイスがターゲットボディ上の1個のフェイスへと結合される場合に、起こりうる。万が一この条件が発生した場合、二次マッピングフィールドを用いて、この情報を運搬し、この情報は次いで調整に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】本発明による方法の一実施の形態において用いることができる立方体のトポロジカルマップの概略図。

【図2】分解能領域中の複数の頂点を示す図である。

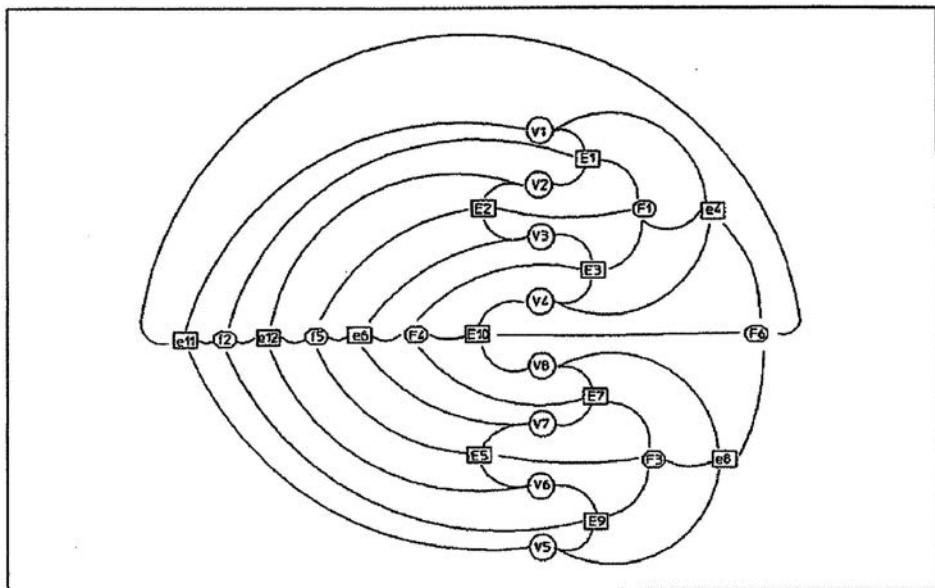
10

20

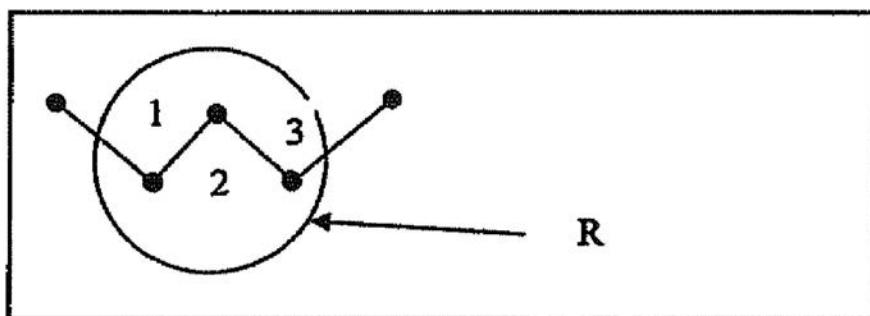
30

40

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2006-520948(JP,A)
特開2001-307111(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 17/50
G06T 19/00 - 19/20