

立体の部分形状に注目した類似検索システムの試作

山本 大輔¹ 向井 伸治² 古川 進³ 久保田 宗人³

¹前橋工科大学大学院工学研究科 ²前橋工科大学工学部 ³山梨大学工学部

1. 緒言

近年、様々な局面において、3次元立体を扱う技術が広く普及し、立体情報の運用や管理などはコンピュータにより支援されるようになった。それにもない、形状の類似性を評価し、類似検索を行うシステムの必要性が高まっている。例えば、設計モデルと類似する部品や製品をデータベースから検索しデザインや工程設計に利用する場合や、意匠登録の際に類似品を検索しデザインの盗用を検査する場合などである。これらの多くの場合は立体の全体形状だけでなく、立体の持つ穴や突起といった部分形状の分析も必要となる。そこで本研究では、部分形状の類似度の定量化手法[1, 2]に基づき立体の類似検索を対話的に行うシステムの構築を試みた。本報告では、類似検索システムの基本構成と特徴について述べ、実行例を示す。

2. 類似検索システムの概要

類似検索システムでは、境界表現で記述されている多面体モデルを対象とする。本システムの概要を図1に示す。

本システムの特徴は、(1)類似立体を検索する際に、全体形状だけでなく部分形状を検索キーとして利用できる、(2)ユーザによる類似評価の判断を補助する機能として、立体の拡大表示、立体の部分形状の構成を記述する2層構造の表示、立体の詳細な比較、類似の順位付けを備えていることである。特に(1)では、類似する部分形状やその種類名からの検索が可能である。

ユーザはデータベースに登録されているモデルと検索モデルを見ながら類似モデルの検索や順位付けなどの作業を選択する。選択した作業をナビゲーションに従って進めていき、作業ごとに比較結果や検索結果がユーザに報告される構成になっている。ユーザの作業の流れを以下にまとめる。

1. 検索モデルとデータベース内のモデルを確認する。
2. コマンドメニューから作業を選択する。
3. 作業をナビゲーションに従って進める。
4. 結果を確認する。

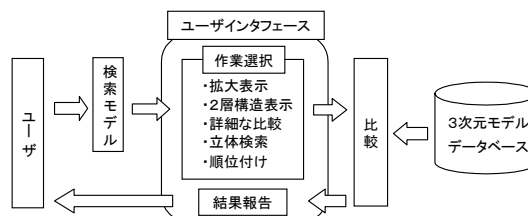


図1 類似検索システムの概要図

3. 各種機能の概要

本システムの有する各種機能について個別に概要を述べる。

(1) 立体の拡大表示

データベース内の立体モデルは概要のわかる程度の小さなウィンドウで表現されるため、対象モデルをマウスでクリックすることで拡大した図を表示する。

(2) 2層構造の表示

類似度の定量化に際しては、まず多面体を凸多面体の部分形状に分割し、部分形状を図2に示す2層構造というデータ構造に記述する。次に比較する立体同士の2層構造が同一であるかどうかを調べ、構造が一致するならば、対応する部分形状同士で類似度を計算する手順となっている。

2層構造は、実体のある部分を+側に、取り去るべき仮想部分を-側に置いたものであり、それらの結合関係も記述している。2層構造を表示することで、個々の部分形状を視覚的に確認できる。

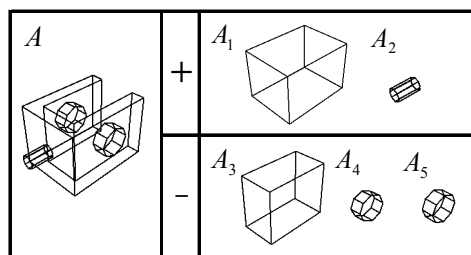


図2 立体モデルの2層構造の例

(3) 検索モデルの詳細な比較

検索された立体や順位付けされた立体に対して、どの部分形状が類似しているのか、どんな類似評価が行われたのか等の詳細な比較結果を得る場合に利用する。対象とするモデルを選択し、検索モデルとの類似評価を行う。評価は表1に示すように、3ス

A Similarity Retrieval System Based on Partial Shapes of 3D Objects

¹Daisuke Yamamoto, ²Shinji Mukai, ³Susumu Furukawa, ³Muneto Kubota

¹Graduate School, Maebashi Institute of Technology, ²Maebashi Institute of Technology, ³University of Yamanashi

トップで行われる。まず、2層構造が同一かどうかを確認し、同一または細部を除いて同一ならば、次に対応する部分形状を比較する。最後に個別の部分形状の類似度を一元化して全体形状の類似度を求め、表に示される5つの評価のいずれかに決定される。例えば、2層構造は同一であり、全体形状は非常に類似しているというように、ユーザはどのステップでどのような評価が行われたのか、またどの部分形状が類似しているのかを確認することができる。比較結果が視覚的に確認できるように類似する部分形状やまったく異なる部分形状を色で表示する機能も備えている。

表1 評価の分類

比較段階	比較項目	評価				
1	2層構造	同一				相違
2	部分形状	合同	相似	非常に類似	相違	
3	全体形状 (部分形状類似度を一元化)	合同	相似	非常に類似	部分的に類似	相違

(4) 立体検索

立体の類似検索では、(a)特徴の種類による検索、(b)部分形状による検索、(c)全体形状による検索の3種類の検索機能を用意した。

(a)は、部分形状の類似の有無に関わらず、選択した特徴を持つモデルの検索を行う。選択可能な特徴は突起、穴、ポケット、溝、ステップである。(b)は、検索モデルと類似する部分形状を持つモデルの検索を行う。(c)は、検索モデルと全体形状が類似しているモデルを検索する。

(5) 順位付け

比較対象モデルに対して類似の順位付けを行う機能である。検索モデルと最も類似している立体やその候補を確認する場合に利用できる機能である。順位付けは個々の部分形状の類似度を一元化した結果をもとに行われる。比較モデルは類似する順番に並べて表示される。

検索システムは、C言語とXWindowを用いて作成した。

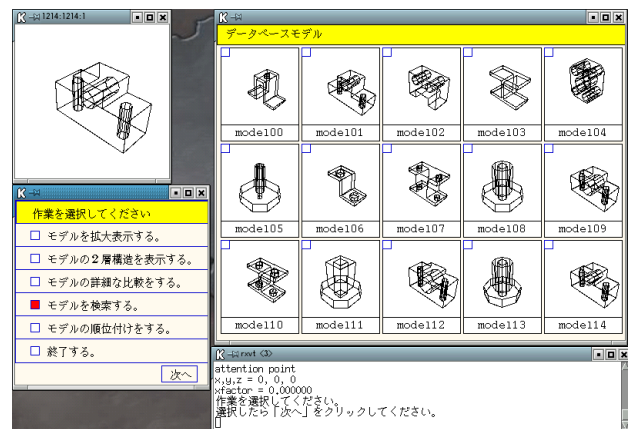
4. 実行例

前節で述べた機能を実装した検索システムの実行例を図3に示す。図は検索モデルと全体形状の類似している立体検索を実行した場合である。(a)は、コマンドを選択する画面である。ここでは、検索モデル(左上)とデータベース内のモデル(右上)、およびコマンドメニュー(左下)を表示する。図右下は作業の進行を表示するウインドウである。(b)は検索結果を表示している。検索された4つのモデル以外のものはいずれも2層構造の比較の段階で異なり、類似立体ではないと判断されている。検索された各モデルの類似度は、左の model01 から順に、0.584、

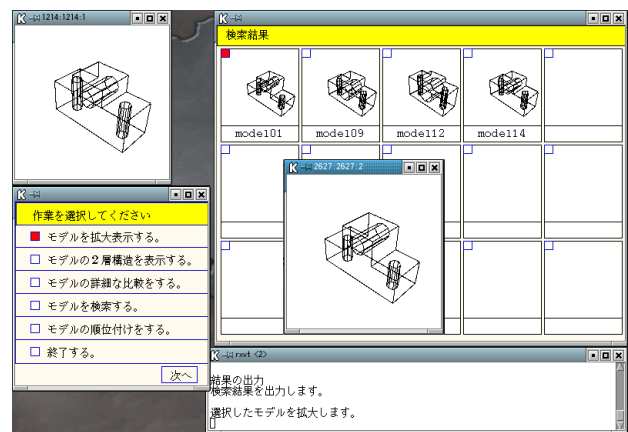
0.318、0.901、0.0(合同)であった。なお、図上では検索された model01 を拡大表示している。

5. 結言

本研究では、部分形状に注目して類似検索を行うシステムの構築を試みた。本システムの特徴は、(1)全体形状だけでなく、部分形状の類似検索や特徴の種類名から検索ができること、(2)2層構造の表示や順位付けなどユーザの類似評価の判断を補助する機能を備えていることである。様々な立体を対象に実行した結果、目的に応じた検索結果が得られることを確認した。今後の課題は、(1)細かい検索条件の設定など操作性や検索効率のよい環境の構築、(2)遠隔のデータベースにアクセスできるよう、ネットワークへの対応などが挙げられる。



(a) コマンドの選択



(b) 検索結果

図3 実行例

参考文献

- [1] 向井伸治, 古川進ほか: 立体形状の特徴部分に注目した類似度の定量化手法, 情報処理学会, 2000-CG-100, pp.13-18, 2000.
- [2] S. Mukai, S. Furukawa, M. Kuroda: An Algorithm for Deciding Similarities of 3-D Objects, Proc. 7th ACM Symposium on Solid Modeling and Applications, Saarbrucken, pp.367-375, 2002.