

トポロジーグラフのマイニングによる CAD データ内の 意味要素獲得に関する研究

竹田 崇志[†] 行天 啓二^{††} 末田 直道^{†††}

大分大学大学院 工学研究科 知能情報システム工学専攻[†]

大分大学 工学部 知能情報システム工学科^{†† †††}

1. はじめに

コンピュータ上で簡単に図面を描いたり、図面の編集を行うために CAD(Computer Aided Design)が用いられる。CAD を用いることで、図面の複写、繰り返し作業、データの情報編集や管理や検索が容易などの利点がある。しかし、CAD の発展と普及に伴い、異なる CAD 間で図面およびデータを交換する必要性が強く認識されるようになった。その問題としてデータ交換があり、主に 2 つの問題点がある。1 つ目に外面的な問題点として、CAD システムの進化や統廃合、オペレータのミスなどがある。2 つ目に内部的な問題点として、形状表現方式とデータの制限や精度の違いなどがある。

本稿では、オペレータのミスの解決方法に着目する。オペレータのミスの 1 つとして、図面を描く際に、意味要素に対してグルーピングやレイヤ分けのし忘れがある。そのため、図面を再利用や編集が困難になる。意味要素とは、図面内の何らかの意味を表す最小単位を構造化して表現したデータである。上記の問題点を解決するために、オペレータによって描かれた図面内の意味要素を自動的に抽出する方法を提案する。

2. 構造化による意味要素の自動抽出

オペレータのミスによる問題点を解決するために、自動的に意味要素の集まりごとに分類することを考える。以後、この処理を構造化と呼ぶ。図面作成時に設計者の操作性に関する意識の違いによらず、構造化を行うことにより、利便性のある図面を作成することが可能であると考えられる。構造化を行うために、意味要素の 2 つの特徴に着目する。1 つ目は、図面内に同じ意味要素が頻出するという点である。2 つ目は、意味要素は幾何データとトポロジーデータから成り立ち、どの位置に同じ意味要素が描かれていてもトポロジーデータは不変であるという点である。この 2 つの特徴をもとに、トポロジーグラフによるグラフマイニングと幾何学的変換の手法から意味要素の自動抽出を行う。
Research on meaning element acquisition in CAD data by mining topology graph

[†] TAKEDA, Takashi (takeda1@csis.oita-u.ac.jp)

Graduate School of Engineering, Oita University

^{††} GYOHTEN, Keiji (gyohten@csis.oita-u.ac.jp)

Faculty of Engineering, Oita University

^{†††} SUEDA, Naomichi (sueda@csis.oita-u.ac.jp)

Faculty of Engineering, Oita University

3. トポロジーグラフの作成

トポロジーグラフとは、図形要素の位置関係を表したグラフである。グラフはノードとエッジから構成され、ノードは図形要素の種類、エッジは図形要素の位置関係(トポロジー)を表す。図 1(1)は、円 1 と円 2 間の位置関係が外包、内包を表す。そして、図 1(2)は図 1 (1)のトポロジーグラフを表したものであり、円 1 と円 2 間で外包、内包の意味を表すトポロジーデータをエッジに付加して表す。図面全体のトポロジーグラフを作成した時、図面内の頻出する意味要素は、同じ構造をした部分グラフとして存在する。その部分グラフを抽出するために、グラフマイニングを利用する。

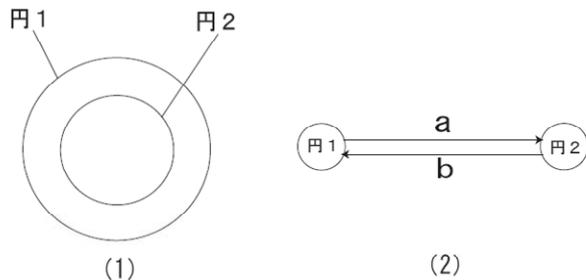


図 1: トポロジーグラフ

4. 同じ構造をした部分グラフを抽出するグラフマイニングと問題点

グラフマイニングとは、部分構造として含まれる特徴的なパターンを、完全探索によって抽出する手法である。本手法では、Fast Apriori-based Graph Mining Algorithm(AGM)を利用した[1]。この AGM アルゴリズムにより、図面全体のトポロジーグラフから同じ構造をした部分グラフを抽出する。

しかし、グラフマイニングを利用して抽出した同じ意味要素の中に同じトポロジーデータが複数ある場合に図形要素と座標間の対応関係が求まらないという問題がある。

図 2 は、同じ意味要素の図形要素と座標間の対応関係を表す。意味要素 A と意味要素 B 間で図形要素①と⑤、図形要素②と⑥は、1 対 1 に対応している。しかし、図形要素③と④、図形要素⑦と⑧の対応関係は、一意に対応していない。また、座標間の対応関係に関して、意味要素 A の直線の座標(a, b)と意味要素 B の直線の座標(c, d)は一意に対応していない。このよう

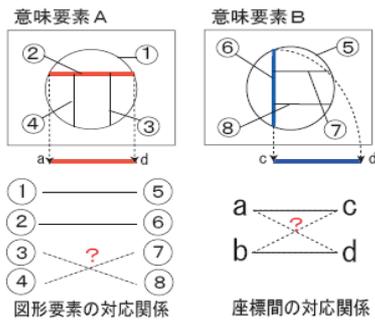


図2：図形要素と座標間の対応関係

に、グラフマイニングだけでは、意味要素内の正しい図形要素と座標間の対応関係は求まらない。そこで、図形要素と座標間の対応関係のすべての組み合わせを考え、意味要素の幾何データから幾何学的変換の処理を行い、複数の対応関係から1つに絞り込む必要がある。

5. 幾何学的変換の手法

図形要素と座標間の複数の対応関係から1つに絞り込むために、幾何学的変換の手法を用いる。図3に主な処理の図を示す。基本となる意味要素の変換前の座標と、比較の対象となる意味要素の変換後の座標から、アフィン変換の式を用いてパラメータ P を推定する[2]。次に、変換前意味要素の座標に求めたパラメータ P を適用した後の座標点と変換後意味要素の座標点との誤差を求める。図3の $\Delta d_1 \sim \Delta d_5$ は、それぞれ対応した座標間に対する距離の誤差を表す。この誤差をもとに標準偏差を求める。そして、すべての図形要素と座標間の対応関係の組み合わせに対して、標準偏差の値が最小になる組み合わせを最適な対応関係と判断する。

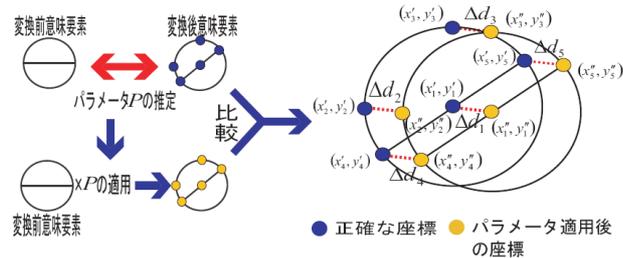


図3：幾何学的変換による主な処理の流れ

6. 実験結果

実験では、ドローイングソフトである Microsoft 社の Visio を用いて意味要素を描き、2つの変換前と変換後の意味要素に対する誤差の標準偏差に関して最小値を求め、幾何学的変換の可能性について調べた。図4(1)は、変換前と変換後の意味要素による図形要素の組み合わせと、誤差の標準偏差を求めるために、図形要素の組み合わせから2つ選んだ時の組み合わせを

表す。図4(2)は2つの組み合わせを選んだ時の誤差の標準偏差の最小値を表す。

実験結果より、図4(2)より、(ii)と(v)が誤差の標準偏差の値が0となり、このときの図形要素の組み合わせが最適であり、同じ意味要素同士であると判断できる。この実験では、誤差の標準偏差の値が、0である時が最も理想的な値である。しかし、視覚的に同じ意味要素と判断できる意味要素でも誤差の標準偏差の値が、0でない場合がある。そのため、誤差の標準偏差による最小値の基準を設定することにより、視覚的に同じである意味要素を抽出する必要がある。

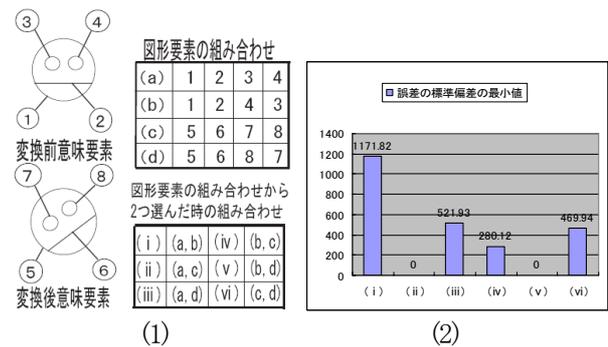


図4：実験結果

7. まとめ

図面内の意味要素に対して、自動的に構造化を行うために、図面全体のトポロジーグラフを作成し、そのグラフ内に存在する同じ構造をした部分グラフをグラフマイニングによって抽出した。そして、図形要素と座標間の対応関係に対して、すべての組み合わせを考え、幾何学的変換の手法を用いることにより同じ意味要素抽出を行った。

今後の課題として、誤差の標準偏差に関して最小値の基準を設定することにより、視覚的に同じ意味要素と判断できる意味要素を抽出する必要がある。また、より細かい制限を加えたトポロジーグラフの作成により現段階で抽出できない意味要素に関する幾何学的変換の可能性について検討する必要がある。

参考文献

[1] Inokuchi, A., Washio, T., and Motoda, H.: An Apriori-Based Algorithm for Mining Frequent Substructures from Graph Data, in Proc. Of the 4th European Conference on Principles and Practice of Knowledge Discovery in Database, pp. 13-23 (2000)
 [2] 野村由司彦, 原田裕次郎, 藤井省三 “画素データレベルでのアフィン変換画像のマッチング”, 電子情報通信学会論文誌 VOL. J75-D-II No. 9 SEPTEMBER pp. 1498-1503 (1992-9)