

接続行列を用いた重なり図形の構造解析法

5 R--8

島谷 明

NTTヒューマンインタフェース研究所

1. はじめに

これまで抽象的な重なり図形から、人間にとって自然な少数の解釈を自動生成する手法は提案されていなかった。筆者は、先に、これを可能にするための手法を提案してきた¹⁾²⁾。隠れた図形の線を補完して解釈する可能性があるような、複雑な重なり図形を計算機で自動識別する場合には、対象図形において、補完により1つの図形が分節されるごとに、残りの図形でさらなる補完が必要か否かを判断する必要がある。例えば、図1(1)において、まず(2)に示す補完が行われたとする。この段階で補完を終了すべきか、さらに(3)のように補完を続けるかを判断するには、(2)の時点で交点を解放し、その図形が連結図形であるか否かを判断し、(4)のように連結図形であれば、(3)で示すようにさらなる補完を検討する必要がある²⁾。このプロセスを自動解析する手法は、今まで提案されていない。本論文では、線素・交点の接続行列により重なり図形の構造を記述した後、補完が行われるごとに、その補完によって結ばれる交点の種類(T型交点、X型交点等)で場合分けして接続行列を縮退させることによって、このプロセスを自動的に行う方法を示す。

2. 構造解析法

まず補完を行うことで接続行列がどのように変わるかを示す。図2(1)に示すように、補完によって結ばれる2交点を p_i, p_j とし、 p_i に接続する線素を $e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{im}$ 、 p_j に接続する線素を $e_{j1}, e_{j2}, \dots, e_{jn}$ とする。また、 p_i, p_j において、上にあると知覚される面を構成する2線素を、それぞれ e_{i1}, e_{i2} 及び e_{j1}, e_{j2} とする。また、接続行列において、 p_i に対応する行を $R(p_i)$ 、 e_{ix} に対応する列を $C(e_{ix})$ とし、 p_i と e_{ix} に対応する行列の要素を $\alpha(p_i, e_{ix})$ とおく。

1) p_i, p_j がともにT型交点($m=n=3$)である場合は(図2(2))、補完を行うことにより、(1) e_{i1} と e_{i2}, e_{j1} と e_{j2} はそれぞれ同一の線素となる(この例では、 e_{i2} と e_{j2} は同一線素であるため、結局 $e_{i1}, e_{i2}, e_{j1}, e_{j2}$ は同一の線素となる)。(2) p_i と p_j の両方が消失し、 e_{i3} と e_{j3} は同一の線素となる。

2) それ以外の場合(図2(3))は、補完を行うことにより、(1) e_{i1} と e_{i2}, e_{j1} と e_{j2} はそれぞれ同一の線素となる(この例でも、 $e_{i1}, e_{i2}, e_{j1}, e_{j2}$ は同一の線素となる)。(2) p_i と p_j は同一の交点となる。

この補完の処理は、接続行列を用いて以下のように行うことが可能である。

Step1 交点 p_i の開放: $\alpha(p_i, e_{i1}), \alpha(p_i, e_{i2})$ を各々0にする。 $C(e_{i1})$ と $C(e_{i2})$ のORを新たな $C(e_{i1})$ とした後、 $C(e_{i2})$ を削除する。

Step2 交点 p_j の開放: $\alpha(p_j, e_{j1}), \alpha(p_j, e_{j2})$ を各々0にする。 $C(e_{j1})$ と $C(e_{j2})$ のORを新たな $C(e_{j1})$ とした後、 $C(e_{j2})$ を削除する。

Step3 交点 p_i と交点 p_j の結合:

Case1 p_i, p_j がともにT型交点の場合: $\alpha(p_i, e_{i3}), \alpha(p_j, e_{j3})$ を各々0にする。 $C(e_{i3})$ と $C(e_{j3})$ のORを新たな $C(e_{i3})$ としたのち、 $C(e_{j3})$ を削除する。この段階で $R(p_i)$ と $R(p_j)$ の要素はすべて0となるので、 $R(p_i)$ と $R(p_j)$ を削除する。

Case2 それ以外の場合: $R(p_i)$ と $R(p_j)$ のORを新たな $R(p_i)$ とし、 $R(p_j)$ を削除する。

図3はT型交点同士を補完する場合を示す例である。上記の処理の結果、接続行列は図3(10-2)のようになるが、これは交点aとbが補完で結ばれた状態、図3(9)を示す接続行列になっている。この状態が、連結図形であることは、図3(10-2)から判断できる。よって、さらなる補完は、(10-2)を最初の接続行列として、同じ処理を行えばよい。図4は、T型交点とX型交点を補完で結ぶ場合の例である。上記の処理で得られる接続行列図4(10)は、交点cとdが補完で結ばれた状態、図4(9)を示す接続行列になっている。図4(10)より、この状態が非連結であることがわかる。よって、交点cと交点dを補完で結んだ後、さらなる補完は、分解された2つの部分図形の接続行列をそれぞれ初期状態にして、同様の処理を行えばよい。

3. おわりに

重なり図形について、線を補完して解釈する場合に必要な構造解析を、接続行列を用いて行う方法を示した。重なり図形を計算機で自動識別する際に活用することが期待できる。

Analysis on the structure of overlapping figures by using incidence matrix

Akira Shimaya

NTT Human Interface Laboratories, 1-2356, Take, Yokosuka, Kanagawa, 238-03, Japan.

参考文献

- 1) 島谷, 鍢沢, 小杉: 図形分節における分節候補の自動抽出法, 信学論(D-II), Vol. J73-D-II, No. 9, pp. 1555-1562.
- 2) 島谷, 鍢沢, 小杉: 重なり図形の解釈候補生成法, 信学論(D-II), Vol. J76-D-II, No.1, pp.103-112.

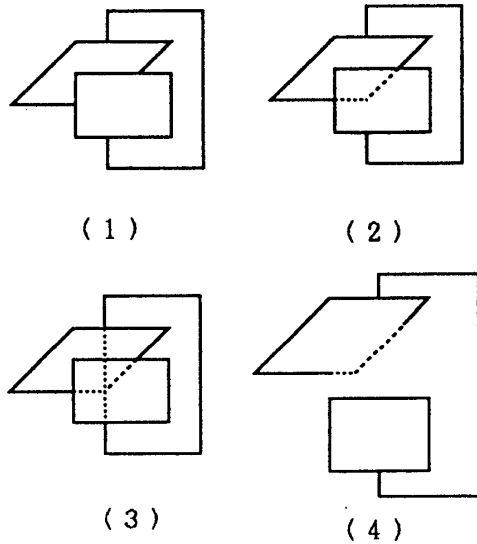


図1 補完を伴う重なり図形

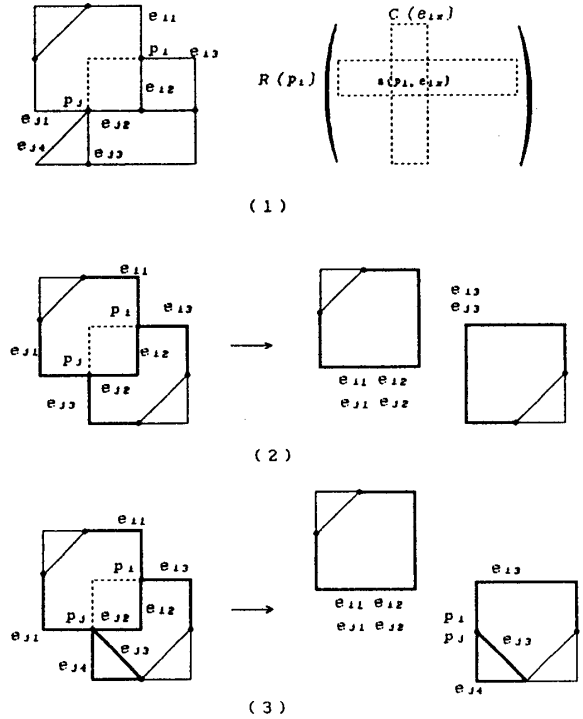


図2 補完に伴う線画のトポロジカルな変化

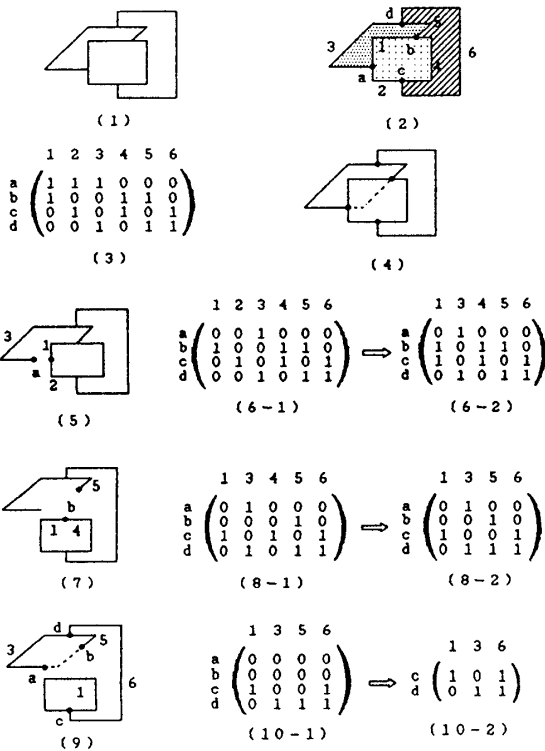


図3 T型交点同士を補完する場合の例

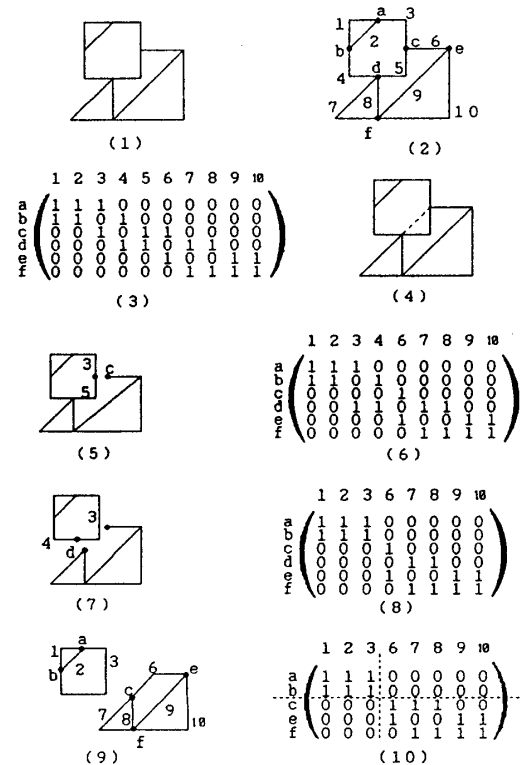


図4 T型交点とX型交点を補完する場合の例