

2N-8

知識ベースに基づく図面理解手法の検討

上田修功 名倉正計

NTT電気通信研究所

1. まえがき

本文では、我々人間が図面を理解する過程と同様に図面の種々の性質を予め知識として蓄え、その知識を陽に利用した図面理解手法を提案する。

従来の図面認識手法は、その知識が処理アルゴリズムの内部に陰に組み込まれた形で実現され、新たな知識を加えようとするとき再度その処理アルゴリズム自体を作り換える必要があった。これに対し、本文で提案する手法は知識を処理アルゴリズムの外部に取り出すとするものである。また、従来手法は、図面の構成要素の各々を局所的な観点でのみ認識しているため、図面の理解内容に自ずと限界が生じているように考えられる。これに対して、本文で提案する手法では図面の構成要素の大局的な性質や意味構造を積極的に利用することにより、認識内容の拡大を図ることをねらいとする。

以下、線図形、記号、文字列で構成され、それらが複雑に混在、密集した線画図面に対象を限定することにより、図面の意味構造を理解する手法を検討する。

2. 対象図面のモデル化

2.1. 幾何学的意味構造

本文では、線・記号・文字列からなる線画を主体に構成された図面を対象とし、その構成要素を“OBJECT”すなわち線・記号・文字に対応して各々(1)LINE OBJECT, (2)SYMBOL OBJECT, (3)PROPERTY OBJECT (以下、各々LN, SYM, PROPと略す)と呼ぶ。そして図面の幾何学的形状が表す意味をOBJECTおよびOBJECT間の幾何学的関係性で表現し、それを幾何学的意味構造と呼ぶ。

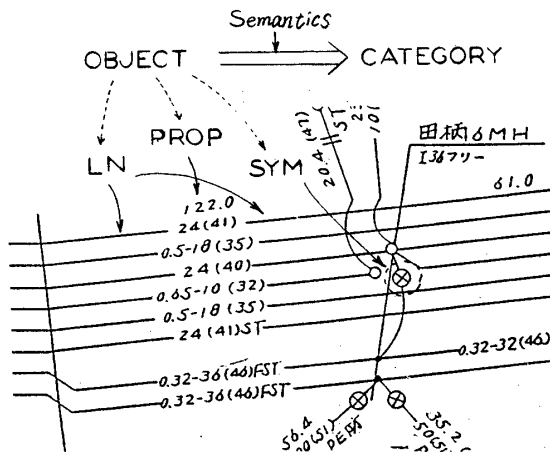


図1. 対象とする図面の例

2.2. 設備の意味構造

2.1. で得たOBJECTおよびOBJECT間の関係が表す図面の意味(例えば図2(b)中は線LN3とLN4が1つのケーブルMH-CABLEを表し、かつ文字列PROP1はそのケーブルの属性を示す等)を図面の意味構造と呼ぶ。そしてこのときLN3, LN4, PROP1から抽象化されたもの(MH-CABLE1(図2(c)))を“CATEGORY”と呼ぶ。

3. 理解の具体化

3.1. 基本処理単位

本文では線画の構成要素としての線分(セグメント)を処理の基本単位とする。図2(a)に示すように最初線長や直線性等によりセグメントを(ア)線セグメント、(イ)複雑セグメント、(ウ)未知セグメントに分類しておく。(ア)はLNそのものであるが(イ)はSYMまたはPROP、(ウ)は3つのOBJECTのいずれかであり、推論の過程で決定される。図2(a)では(イ)、(ウ)を各々CS(Complex Segment), US(Unknown Segment)と記しておく。

3.2. 図面理解過程

本文では、次の2つの抽象化過程を図面理解過程と呼ぶ。

(1) OBJECTへの抽象化

基本的にはあるセグメントの端点の近傍に注目し、その近傍にある他のセグメントとの幾何学的関係を基にOBJECTの統合とOBJECT間の関係の生成を行う。例えば(1).ある過程でS9の右端近傍に注目した時、幾何学的形状によりOBJECTの関係(S9からなるLNとS12からなるLNはS13, S10, S14からなるSYMを介して接続している等)を生成する。また(2).ある過程ではS9の左端に注目してS9からなるLNとS7を統合し新たなLNとする。また(3).ある過程でS6の右端に注目してS6からなるLNとS8からなるLNとを統合し新たなLNとする。この時S8からなるLNが持っていた他のOBJECTとの関係を新たなLNに継承させている。

これらの過程ではもちろん事前に蓄えられた幾何学的性質に関する知識を利用するが、この知識を追加、変更することによりより柔軟な認識系へと成長させることが可能と考えられる。また抽象化における処理の順序は予め決めておらず、各過程における推論結果が次の過程を促すような機構をとっている。

こうしてOBJECTの統合、関係の生成を繰り返し、図最終的に図2(b)に示す幾何学的意味構造を得る。

(2) CATEGORYへの抽象化

図2(b)の幾何学的意味構造に対して、設備の内容

に関する知識を用いて最終的な設備の意味構造(図2(c))を得る。

4. 知識の蓄積とその利用法

4.1. OBJECTへの抽象化に必要な知識形態

ここで必要な知識とは、注目している部分の幾何学的形状から幾何学的意味構造に抽象化するための規則(ルール)で以下のルールからなる。

- (1) LINE OBJECT 生成のためのルール。
- (2) COMPLEX PART(SYM,PROP) OBJECT 生成のためのルール。
- (3) OBJECT 間関係生成のためのルール。
- (4) 制御ルール。

これらの知識はどちらかというとな断片的なものであり、しかも変更の容易な記述形態を必要とする理由からプロダクションルール[1]で記述している。

4.2. CATEGORYへの抽象化に必要な知識形態

ここで必要な知識とは幾何学的意味構造から設備の内容を推論するための知識である。それゆえ4.1.のような独立した知識よりはむしろ構造化された記述形態、すなわちフレーム記述が適切と考えられる。

5. 実験システム構成

3.2. で述べたOBJECTへの抽象化過程における実験システムの構成を図3に示す。基本構成要素は(1)セグメントデータ,(2)セグメント解析ルーチン,(3)ルール集合とそのインタプリタ,(4)データベースであり、処理の流れは次のとおりである。

注目している領域中にあるセグメントをセグメントデータ中から取り出し、セグメント解析ルーチンにより幾何学的形状を解析し、ルールとの整合をとる。そして、得られた推論結果をデータベースに書き込むと同時に次の注目領域を設定する。この設定自身もルールに記述している。これらを注目すべき領域がなくなるまでこれを繰り返し、最終的に幾何学的意味構造を得る。

6. あとがき

図面理解処理を行うための基本的な考え方を提案した。そして図面理解過程におけるOBJECTへの抽象化、すなわち幾何学的意味構造を得る過程を中心にその基本概念および実験システム構成について述べた。

現在、この実験システムをインプリメント中であり、今後本システムの有効性を検証していく。

【参考文献】

[1] Barr, A. and Feigenbaum, E.A., "The handbook of Artificial Intelligence", Ch.3, 1981.
 [2] Barbara Hayes-Roth, "A Blackboard Architecture for Control", Artificial Intelligence vol.26, 1985.
 [3] Ahmed M. Nazif and Martin d. Levine, "Low Level Image Segmentation: An Expert System", IEEE Trans. Vol.PAMI-6, No.5, pp.555-557, 1984.
 [4] 松山, V. Hwang, "画像理解システム SIGMA", 情報論文誌, Vol.26, No.5, pp.877-889, 1985.

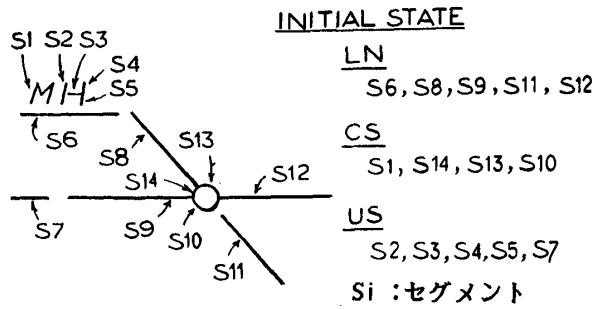
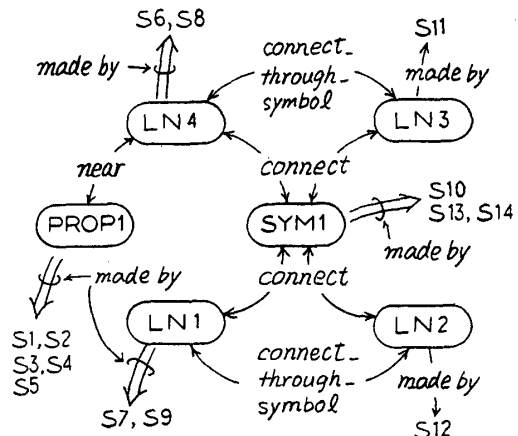


図2(a). セグメント解析



LNi等はOBJECTの実現値を表し、イタリックは関係を表す

図2(b). 幾何学的意味構造

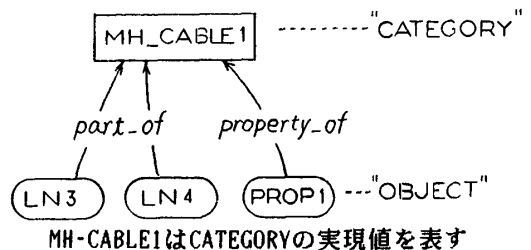


図2(c). 設備の意味構造

図2. 図面理解過程

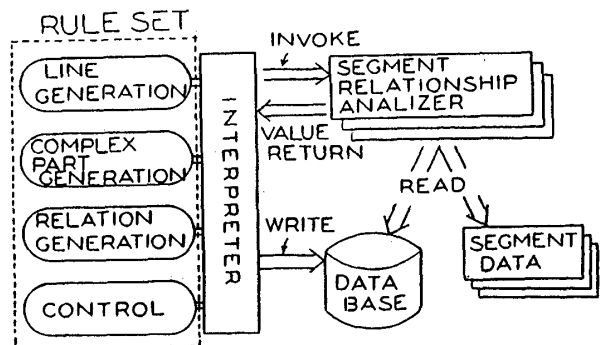


図3. 実験システムの構成