

1 J-6

配電設備図面の自動認識(1)

- 配電設備マスタによる設備記号の認識 -

矢澤 利弘 中島 慶人

(財)電力中央研究所

1 はじめに

設備産業である電気事業では、各種の設備に関する膨大な数量の図面を保有し、それら図面は、日常の保守管理業務において欠かせないものになっている。特に配電設備の場合、需要家からの依頼による更新工事、あるいは都市計画、道路建設計画にともなう関連工事など、工事件数は日本全国で年間数十万件に達しており、これら業務の効率化が求められている。

そこで我々は、すでに構築されている配電設備マスタの情報を活用することで、既存図面を自動認識用図面に書き直すことなく、直接コンピュータに入力し認識することができる仕組みを開発した。

本稿では、線路図からコンクリート柱シンボルを抽出、認識し、その識別番号を理解する試作システムについて述べる。

2 システム概要

配電設備マスタには、電柱の属性、電柱に付随する機器の属性等、配電設備に関する数値情報が記録されている。本システムの主たる処理は、これから得た電柱番号、電柱の種類、電柱同士の接続関係、隣接電柱までの距離、支持物の存在に関する情報を利用して、図面から抽出した情報をチェックし、自動認識を行うことである。

処理の流れは、まず図面から一定のルールに従って電柱番号と電柱シンボルを抽出し形状を認識する処理(ボトムアップ処理)を行なう。次いで、ある特定の電柱につき最も近傍に記述されている電柱番号を取り出して対応づけを行ない、配電マスタから得た隣接関係の情報に従って次々と電柱シンボルに対して電柱番号を当てはめていく処理(トップダウン処理)を行なう。その結果、もし配電設備マスタ中にそれについての記述があれば、その認識処理は正しく行なわれたと判断し、続いて配電設備マスタに記述されている隣接情報に応じて、それらが認識された電柱群の中に存在するかを確認する。以降、この処理をすべてのシンボルに対して繰り返し適用していく。

処理をすすめていくと、配電設備マスタには記述があっても、認識シンボル中には見つからない(未認識)シンボルや、シンボルとして取り出されているが、配電設備マスタに該当する記述がない(誤認識)などの配電設備マスタとの不一致が必ず発生してくる。このような場合、配電設備マスタに基づく未認識シンボルの推測、誤認識を起こさないようにボトムアップ処理のルールを変更する等の処置をとる。

図1は、ボトムアップおよびトップダウン処理の模式図である。
【配電設備マスタ】に記述されているアルファベット A,B,C,D は電

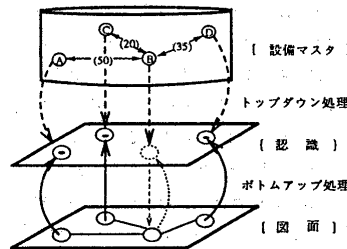


図1 ボトムアップ・トップダウン処理

柱、矢印は電柱の接続関係、()内の数字は電柱間の距離を示している。いずれも配電設備マスタが持つ情報である。また、【認識】では、電柱Bの抽出が失敗しているが、配電マスタからの情報でチェックが可能である。

3 図面理解モデルの構成

図面理解のためには、対象とした線路図面に関して、そこに描かれている図形や記号の实体とその意味との関連性、および配電設備マスタからの情報を一様に表現できる形式に変換した知識ベースが必要である。本システムでは、こうした目的のため、シンボル自体の幾何学的側面からの条件と、シンボルが表現する機能的側面からの条件とを混在して表現でき、かつ両者を統一的に管理できる構造であるフレーム型知識表現形式の図面理解モデルを構築している。この形式は、図面の解釈を行なう時点で、頻繁に行なわれる仮説設定とその検証処理にともなう遷移状態を容易に記述することも利点のひとつである。

3.1 配電設備マスタからの情報の記述

今回は認識、理解対象をコンクリート柱に限定し、図2に示した線路図に対応する配電設備マスタからの電柱情報をフレームの階層構造として表現する。

この構造は、電柱種別としてコンクリート柱、木柱、複合柱などがあること、さらに実際に存在しなければならない特定数のコンクリート柱は、コン柱クラスフレームの下位に、そのサブクラスフレーム群として表現する。特定のコンクリート柱(サブクラスフレーム)は、配電設備マスタ上で表記されている3桁の電柱識別コードをフレーム名として記述する。図2では、例えばF15、E24などである。

一方、個々のコンクリート柱に関わる情報は、この特定のコンクリート柱フレーム内のスロットとして記述する。例えば、表1はコンクリート柱E24に関する情報の記述で、接続電柱数が1、接続する電柱の識別コードがF24、接続するF24までの距離が33メートルなどの情報が記述されている。また、対応するであろうと思われるシンボルの候補の記述をするための領域が確保されている。

Automatic Recognition of the Facilities' Drawings, Part 1
- Recognizing the Facilities' Symbols utilizing the Master DB -
Toshihiro YAZAWA, Chikahito NAKAJIMA
The Central Research Institute of the Electric Power Industry

```

E24-work1 | INSTANCE_FRAME | "zumen , 92/03/11 14:43:54" | "zumen , 92/03/11 14:51
ls-a      | OHN | NIL | stop | LIST | flist | (E24) | nil | nil
subclasses | OHN | NIL | stop | LIST | flist | nil | nil | nil
電柱電柱数 | MEMBER | OVER | 電柱 | ATOM | nil | 1 | nil | unknown
電柱電柱 | MEMBER | OVER | 電柱 | LIST | nil | (F24) | nil | unknown
距離 | MEMBER | OVER | 電柱 | LIST | nil | (33) | nil | unknown
対応シンボル数 | MEMBER | OVER | 電柱 | ATOM | nil | 1 | nil | unknown
対応シンボル | MEMBER | OVER | 電柱 | LIST | nil | (KON3-1) | nil | unknown
対応シンボリスト | MEMBER | OVER | 電柱 | LIST | nil | (KON3-1) | nil | unknown
work-電柱電柱 | MEMBER | OVER | 電柱 | LIST | nil | unknown | nil | unknown
count | MEMBER | OVER | 電柱 | ATOM | nil | 0 | nil | unknown
depth | MEMBER | OVER | 電柱 | LIST | nil | unknown | nil | unknown
model-List | MEMBER | OVER | 電柱 | LIST | nil | (1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0)
    
```

表1 電柱情報の記述

3.2 シンボル認識結果の記述

シンボル認識の結果である抽出されたコンクリート柱シンボルは、抽出コン柱シンボルクラスフレームの下位に、そのサブクラスフレーム群として表現する。特定の抽出コン柱(サブクラスフレーム)は、KON1、KON2のように単純に出現順に名前付けしたものである。

一方、個々の抽出コン柱シンボルに関わる情報は、この特定の抽出コン柱シンボルフレーム内のスロットとして記述する。例えば、表2は3番目に抽出されたコン柱シンボルKON3に関する情報の記述で、そのシンボルの存在位置のX、Y座標値などの情報が記述されている。また、対応するであろうと思われる電柱識別コードの候補の記述をするための領域が確保されている。

```

KON3-1 | INSTANCE_FRAME | "zumen , 92/03/11 14:16:23" | "zumen , 92/03/11 14:17:56"
ls-a      | OHN | NIL | stop | LIST | flist | (KON3) | nil | nil
subclasses | OHN | NIL | stop | LIST | flist | nil | nil | nil
X座標 | MEMBER | OVER | 抽出シンボル | ATOM | nil | 987 | nil | unknown
Y座標 | MEMBER | OVER | 抽出シンボル | ATOM | nil | 1042 | nil | unknown
対応電柱 | MEMBER | OVER | 抽出電柱 | LIST | nil | (E24-work1) | nil | unk
work-List | MEMBER | OVER | 抽出電柱 | LIST | nil | (0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0)
    
```

表2 抽出コン柱の記述

3.3 縦型探索による照合処理

ボトムアップ処理が終了した段階で抽出コン柱シンボルのサブクラスフレーム群ができあがっている。次に、この抽出されたシンボルが配電設備モデル中に記述されているどのコンクリート柱に該当するかの照合処理(縦型探索)を行なう。

この過程で、ある特定の電柱識別コードのクラスフレームに、一対一に対応して唯一のインスタンスが生成された場合、図面モデルによるコンクリート柱の認識は完了する。しかし、もし一つのクラスフレームに、一つのインスタンスも対応していない場合、配電設備マスタの情報との対応が取れていないことを表しており、ボトムアップの

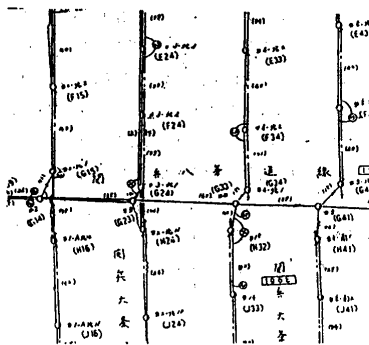


図2 対象にした線路図

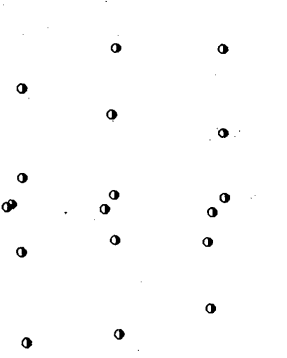


図3 ボトムアップ処理の結果

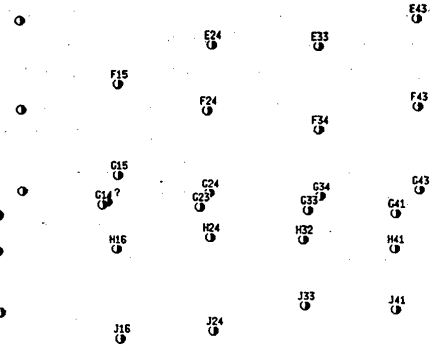


図4 トップダウン処理の結果

シンボル認識処理の段階での誤認識、未認識がある。

3.4 自動入力実験とその結果

コン柱シンボルに特定した自動認識の実験結果を示す。図2の線路図から、ボトムアップのシンボル抽出処理により電柱を抽出した結果が図3である。これによると、画像処理のみでは、コン柱G14の近傍に実際には存在しない電柱を誤認識していることがわかる。

次に、図3の結果を元に、電柱識別コードE24のコン柱が対応付けできたとして、配電設備モデルを利用し、他の残りのコン柱の対応付けを行なった結果が図4である。これによると設備マスタの情報と対応がとれた電柱シンボルには電柱番号が付加されているが、対応が取れない誤認識シンボルには“?”(不定マーク)が付加されている。

ここで、図3での誤認識の原因は、電柱シンボルの盛りつぶし近傍で、電線に付随する円弧(ジャンパー線)が存在していたため、その弧がさらに別の電柱の円の一部分であると解釈されたためである。ボトムアップ処理では、一定の画像認識処理を、図面上の全て場所に対し同一に適用するしかないため、条件によっては、同一図面中で認識率に差が出てくることは回避できない。ルールの条件をきびしくすると、認識できない未認識シンボルが増加する可能性があり、逆にゆるくすると、未認識は減少するが誤認識が増える可能性がある。本システムにおいても、条件のパラメータを変更することにより、図3でのコン柱G14近辺の誤認識を防ぐことができるが、逆に未認識シンボルの増加が予想される。

4 おわりに

図面の理解においては、配電設備マスタから得られた領域知識を利用した予見的なトップダウン処理を加えることで、ボトムアップ式の定型化された画像処理手順のみでは対応できない図面画像上のノイズなどによる不都合に対応できることがわかった。

それによって、既存の手書き図面を多大な労力をかけて自動認識用書き直すことを前提としていたこれまでの図面自動入力システムの大規模な労力低減が期待できる。

[参考文献] 中島慶人, 矢澤利弘: 架空配電設備図面の設備記号認識に基づく道路の自動認識, 情報処理学会・画像の認識・理解シンポジウム (MIRU'92), 1992.