

AI-MUDAMS を用いた地下配管図面の読みとり

2F-7

婁国煥、魯偉、坂内正夫
東京大学生産技術研究所

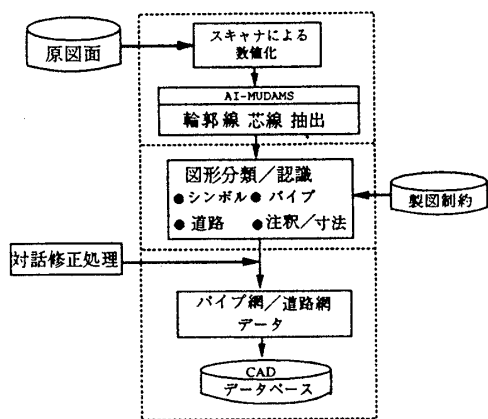


図 1: Configuration of the Proposed System

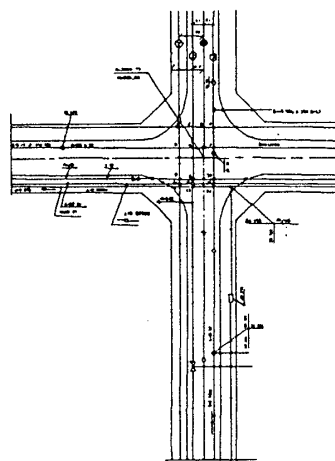


図 2: An Example of Pipeline Drawing

1 はじめに

近年 CAD/CAM システムの普及にしたがって、図面自動入力需要が高まっている。地下配管 CAD 管理システムは中国唐山市で開発されている。このシステムにおいては処理するデータ量が多く、かつ手動入力で図面データを変換するため、実用化するのは困難である。この問題を解決するために、本研究室で開発した図面自動入力システム AI-MUDAMS を利用した地下配管図面読みとりの研究を行っている。次は本システムについて述べる。

2 システムの概要

本システムの構成を図 1 に示す。まず、原図面を AI-MUDAMS によってベクトル化する。結果は芯線及び芯線の連結を示す「GLUE」ベクトルである。次に、ベクトルデータを用いて、配管図面の製図制約に基づいて、図形成分の認識及び図面構造の理解を行なう。次に、認識結果により配管の座標を計算する。寸法/注釈と配管線との接触によって、自動認識できない部分に対して、対話処理によって修正する。最後に、抽出した配管の座標点を CAD データベースのフォーマットに変換する。

An Application of AI-MUDAMS for Pipe Plan Drawing Recognition

GuoHuan LOU, Wei LU, Masao SAKAUCHI
Institute of Industrial Science, University of Tokyo

3 地下配管図面の認識

認識の対象図面は地下総合配管の竣工青焼き図面である。図 2 にベクトル化された配管図の一例を示す。このような図面は主に線分（各種配管及び道路線）や、シンボルや、矢印と文字等からできている。従来、図面の認識について種々の方法が提案されている [1]。しかし、殆んどの方法は計算量が多くて、処理時間が長いである。配管図面自体の特徴によって、我々は AI-MUDAMS から得た芯線と GLUE データを利用して、bottom-up 分類木と最大類似度による top-down 推論等を用いて入力システムを実現する。この方法は計算が簡潔で、速度が早い。以下図形各部分の認識方法について述べる。

3.1 シンボルの認識

配管線上に配管の種類を示すシンボルが描かれている。シンボルは外接円と円内に描かれる短い線部の集合からできている。図 3 に地下配管図に使用されているシンボルを示す。

シンボルの認識は、外接円の抽出及び円内の線分構成の解析によって行なわれる。円の候補は長さが短くて同じ方向（時計回りか、反時計回りか）で互いに近い角度を成す連続ベクトルである。円候補から半径と中心を推定して、接続しているベクトルから完全な円の抽出が可能である。抽出された円に対して、範囲探索によって円内に含まれるベクトルを捜し出す。ベクトルの数、接続を利用する bottom-up 分類木によってシンボルの認識を行なう。例えば、円内に他のベクトルがないのは井戸である。二つ芯線があって、且つ相互垂

電力		低圧ガス	
熱力		中圧ガス	
上水		雨水	
下水		灰管	

(a) パイプのシンボル

上水		井戸	
		ガス	

(b) VALVE のシンボル

図 3: Example of Symbols

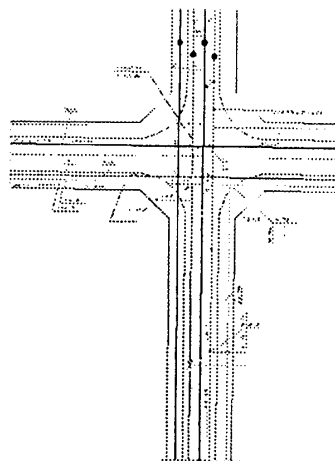


図 4: Experimental Result

直すものは熱力配管である。

ノイズがある場合に、形状が似ているシンボルは芯線の幾何形状だけでは区別しにくくなる。この時、図面の制約条件に基づいて、類似度関数でシンボルの最大類似度を計算し、top-down 的に分類を行なう。類似度関数は $U = \sum_i \mu_i I_i$ である。U はシンボルの類似度である。μ は類似係数である。I は制約条件である。第 i 番目の制約条件があれば、 $I_i=1$ 。例えば、上水と下水配管の場合、bottom-up 方法で最後に、上か下か分からない時、類似度関数を求める方法で解決する。この時、 I_1 はシンボルの特徴で、 I_2 は配管にある井戸の数の程度である。上水と下水の場合に I_1 の類似係数 μ_1 は同じ値 0.5 を取る。それから、配管上の井戸の数を検査する。もし、配管上の井戸の数が多 (>3)、下水の類似係数 μ_2 は 0.5 を取り、上水の μ_2 は 0.1 を取る。井戸の数が少なければ、逆に処理する。したがって $U_{下水} = 0.5 * 1 + 0.5 * 1 = 1$, $U_{上水} = 0.6$, $U_{下水} > U_{上水}$ となり、下水の類似度は大きい。よって、このシンボルは下水である。他のシンボルには同様に処理する。

3.2 道路線、配管線の認識

まず一直線上にあるベクトルの列を追跡し、その直線列の終始点座標を計算する。次に、直線の座標によって、線上にあるシンボルを検出し、直線の種類を認識する。また、シンボルを持たなくて、円弧に接続する直線は道路線である。

3.3 注釈/寸法の認識

節 3.2 で追跡した直線列の中で、長さの短いのは注釈線である。また、一方の端点は井戸に接続し、他の端点は方向を表示した交差線と接続する直線と。配管図面では寸法線が道路の幅を示し、方向が配管線と垂直し、且つ端点には短い折れ線(矢印)がある。

4 実験結果

認識システムを Sun Sparc WS で C 言語によって実現した。図 4 は A4 図面の配管図において認識した結果である。芯線化から得た芯線ベクトルの数は 914 で、GLUE の数は 1441 である。シンボル、配管、道路線は正確に認識されている。処理時間は約 10 秒である。

5 おわりに

本論文は AI-MUDAMS を用いた地下配管図面認識システムを報告した。現在実験としては、原図面の中の文字はまだ人工対話入力するが、手動修正を含めた全ての対話処理は一枚の図面に対して一時間以内で入力できると予想される。完全手動入力が熟練した人でも一日かかるので、図面入力の効率向上は実現された。今後の研究課題は、文字認識を添える、原図面をより詳しい単種配管図面との統合である。特に、他種類の図面情報をもちいて、対話処理時間を短縮し、認識率を向上させることが期待される。

参考文献

- [1] 大沢 裕、山川修三 他：「図面の認識と理解」、昭晃堂、1989。
- [2] 大沢、滝嶋、坂内：「自動入力図面の自動整形と会話型修正システム」、情報 B 処理学会コンピュータビジョン研究会、44-5、1986.09。
- [3] 魯、大沢、坂内：「輪郭線を用いた機械設計図面の構造理解」情報処理学会第 35 回全大 5K-3.pp.2163-2164。
- [4] 美濃、松井、阪井、吉田：「手書き図面清書システム FACORES」機能図形情報システム研究会資料 P39-48.1988.10。