

画素欠落の多い図面における シンボル抽出の一手法

8C-1

前原 秀明

長久 宏人

田中 聡

平田 孝雄

三菱電機株式会社 情報電子研究所

1. 背景

近年産業の様々な分野において使用されている膨大な量の図面が、従来の紙を媒体とするものからいわゆるCADデータとして作成・蓄積・運用されるようになってきた。この背景には、図面の作成段階において使用されるCADを代表とする図面描画ツールとそれを載せた計算機の普及に加え、紙図面を自動的にCADデータへ変換する図面認識システムの実用化がある。一方業界各所で指摘されているように、今後新規に作画される図面の大部分が今世紀中に紙を媒体とするものからCADデータへととって変わられることは疑いようの無い事実である。しかしながら図面の種類と絶対量が豊富であること、従来の図面認識技術が汎用性を欠いていることを原因として、相当量の紙図面が依然として第一線で使用されているのが現状である。さらにこのようなCADデータ化の遅れている図面には、記入状態の経年劣化や複写による劣化が顕著であること、記入密度の高さや図面要素同士の接触・重畳による複雑さといった共通点を見出すことができる。従って今後必要とされる図面認識技術は、汎用であるばかりでなく、初めからパターン認識上のボトルネックとなっている上記の図面の性質を十分に許容できるものでなければならない。このことは既に図面認識処理設計者の間に共通の課題として認められているものの、これに関してこれまでの技術発表を概観した時、例えば線分の途切れを修復する^{[1][2]}といったような手法がごく限られた応用範囲で使用されることを前提に提案されているに留まっている。

2. 問題の提起

ところで図面の代表的な構成要素としては、大きく次の3種類を上げることが出来る。即ちシンボル・線分・文字列である。これらの図面における重要性にはあまり顕著な差は認められないが、この中で我々は特にシンボルについて最重要視している。この理由としては、1)ほとんどのあらゆる図面中にシンボルが記入されている、2)シンボルは線分比べてその種類が多く、線分のようにセマンティックな解析を必要とせずにその意味するところを得ることが出来る、3)シンボルの検出によって多くの場合接続線である線分の認識率が飛躍的に向上する、などを挙げることができる。

シンボルの抽出方法もこれまで様々な手法が提案されてきた。代表的なものとしてはa) テンプレートマッチング、b) 線追跡法^[3]、c) スリット法、d) ラベリングによる領域検出法、e) 膨張・収縮による領域検出法^[4]などがある。しかしながら、いずれの手法も途切れや掠れのあるもの、接触・重畳のある記入密度高いものの双方を同時に対象とすることは出来ない。この様な記入状態にあるシンボルを「ノイズを持つシンボル」、またこの様なシンボルが記入されている図面を「画素欠落の多い図面」と呼ぶことにする。本稿では画素欠落の多い図面におけるノイズを持つシンボルの抽出手法を提案し、併せてその有効性について報告する。

3. 抽出手法

本稿で述べるシンボルの抽出手法は、基本的にはラベリングに

よる領域検出法である。従来方法に比べてユニークなのは、ノイズを持ったシンボルの構成領域を検出する際に、二値画像における画素の欠落や接触等を検出して元の領域を復元し、これを用いてシンボルの抽出を行う点である。ここでは画素の欠落等の誤りを検出する基本原理について述べる。

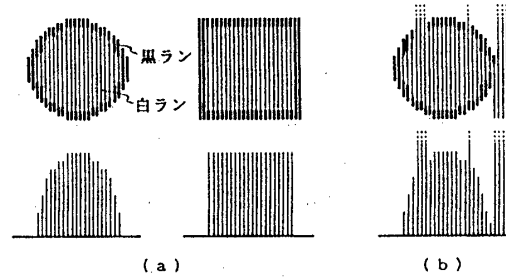


図1. シンボル周辺のラン長分布

まず図面をスキャナより入力し、二値画像の可逆変換の一つであるランレンジデータに変換して記憶する。このランレンジデータの内、シンボルの周辺に分布する白ランの長さを縦軸にとってヒストグラムを作成すると、図1(a)に示すような形状を得ることが出来る。ここでシンボルを構成する黒画素が直線分または円弧上に配置されていることに着目すると、ヒストグラムの頂点を結ぶ折れ線は、直線または滑らかな曲線を描く。一方ノイズを持つシンボルの周辺に分布する白ランの長さを同様にヒストグラム化すると、図1(b)のように黒画素の欠落部分においてランの長さに急激な変化が観察される。そしてこの様な変化はランの長さを一方向から順次微分していくことによって見つけることが出来る。以上のことを利用して図2(3)では、途切れや接触などを見つけてシンボルを構成する画素を修正する。画素の修正後は従来の領域検出法と同様に黒/白領域の検出と合成を行い、各領域毎の特徴量を算出して認識辞書のマッチングを行って種別を判定する。シンボル抽出処理全体のフローを図2に示す。

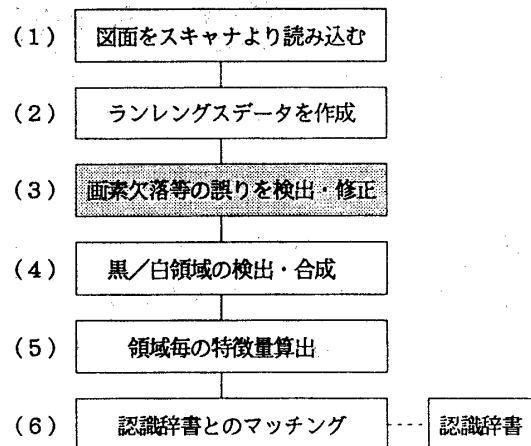


図2. シンボル抽出の処理フロー

A Method of Symbol Extraction on Low Quality Drawings
Hideaki MAEHARA, Hiroto NAGAHISA, Satoshi TANAKA and Takao HIRATA
Computer & Information Systems Laboratory,
Mitsubishi Electric Corporation

4. 実験結果

ここでは前述の基本原則を用いてインプリメントしたソフトウェアによる実図面上のシンボルの領域検出の例を示す。図3では検出可能な領域の形状を示している。

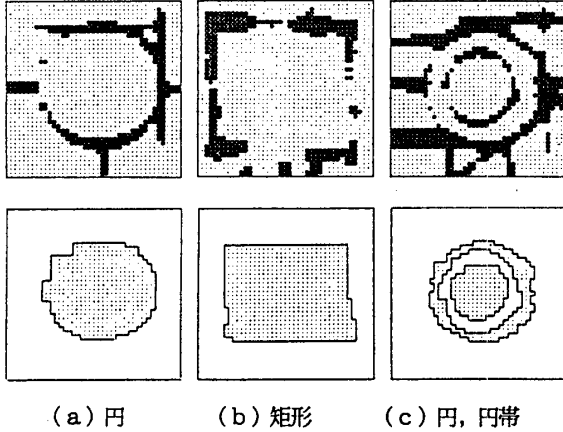


図3. シンボル種と領域検出の例

図4では抽出しようとする領域における途切れ以外のシンボルのノイズを示している。図4において (a) は白領域中に不要な黒画素のある「汚れ」の例、(b) は黒領域中の黒画素に欠落のある「掠れ」の例、(c) は黒領域に対して他の図形が重ねて描画されている「重畳」の例である。いずれもラン長の急激な変化として発見可能であるため、これらを修正して正しい領域を検出することができる。

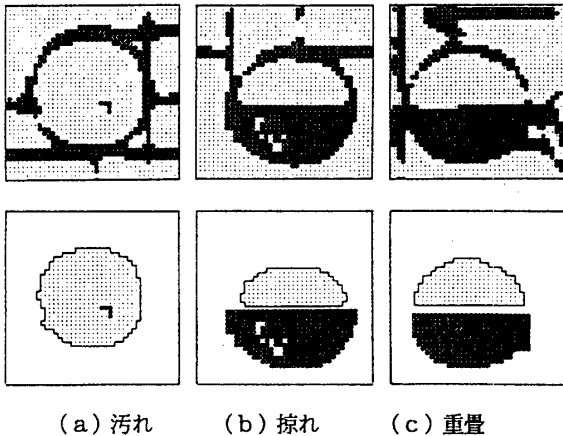


図4. ノイズの種類と領域検出の例

実際の図面を用いて抽出性能の評価を行った結果を図5に示す。この図面中のシンボルの内、ノイズを持つシンボルは全体の90%以上である。表中の抽出率の計算式を次に示す。

$$\text{抽出率} = (\text{シンボル総数} - \text{未検出} - \text{過検出}) / \text{シンボル総数}$$

5. 考察

実験結果で示したように本稿で提案した抽出方法は、様々な形状と図面に現われる途切れ・重畳などのパターン認識上のマイナス要因のすべてに柔軟に対応出来、しかも高い抽出性能を持つこ

| | シンボル総数 | 正抽出 | 未抽出 | 過抽出 | 抽出率(%) |
|---|--------|-----|-----|-----|--------|
| ○ | 8 | 7 | 1 | 0 | 88 |
| □ | 27 | 26 | 1 | 3 | 85 |
| ● | 5 | 5 | 0 | 0 | 100 |
| ◎ | 14 | 14 | 0 | 0 | 100 |
| 計 | 54 | 52 | 2 | 3 | 91 |

図5. 実図面における実験結果

とがわかる。本稿で提案した抽出手法の特徴をまとめるとは次のようになる。

- ①シンボルを構成している領域が直線分または円弧で構成されている場合、途切れ・掠れ等のノイズを持ったシンボルであっても抽出することが出来る。
- ②細線化・膨張/収縮処理等による情報の欠落や歪みの影響がないので、シンボル構成領域の誤りの少ない検出ができる。
- ③細線化・輪郭線抽出などの高負荷な前処理を必要としないので、イメージプロセッサなどの専用ハードウェアなしで高速な処理システムを構成できる。

6. おわりに

本稿では画素欠落の多い図面において、ランレングスデータ中のランの長さの急激な変化に着目してシンボル構成領域の修正を行なうことを特徴とするシンボルの抽出手法について述べた。また実際の図面を入力データとして用いて性能を評価し、十分に実用的な性能が得られることを確認した。

本稿で提案した方法は、現実に存在するある図面群の認識を目的として開発されたものである。これらの図面は一般に青焼きを原図としており、実験結果で示した入力画像例と同程度の品質を持つ。また別の調査により、産業の各分野で実際の業務に用いられている図面のほとんどが、前記の図面と同程度またはそれ以上の品質を持っていることを確認している。本抽出手法が抽出対象として多様な形状ものを包括していることを併せて考察すると、実用的であるばかりでなく汎用的なシンボル抽出手法であると言える。

本手法の問題点としては、シンボル構成領域の過検出の発生を挙げることが出来る。これは図面中のノイズ等画素配列の偶然性によって起こるため、領域検出の感度を上げればむしろ必然的に現われる。一方検出感度を下げれば、過検出は減少するが未検出のシンボル構成領域が増加することになる。このジレンマはノイズを持つシンボルの抽出を試みる場合に避けて通れない問題であると言える。現在は領域検出の後でマッチングさせる認識辞書の試行錯誤的な調整によりこの問題に対処しているが、より合理的な解法を得ることを今後の課題とする。

参考文献

- [1]松坂基弘, 大工谷まゆみ, 坂本信明, 加田秀夫: "図面認識装置", 公開特許公報(A), 平1-1198744
- [2]高村誠之, 高木幹雄: "雑音に強い線分抽出法", 45情処全大, 2J-1
- [3]原田, 伊藤, 石井, 高野: "図面自動入力における図形要素の分離手法", 29情処全大, 6M-4
- [4]前田暉, 田中聡, 池田一成: "図形認識装置", 特許公報(B2), 平1-42029