

普通電力計の計器情報部分の抽出*

5Q-5

鈴木 雅之[†] 高木 幹雄[†] 渡辺 誠[†] 鈴木 英文[†] 大場 一彦[§] 細堀 治宏[§]
[†]東京大学生産技術研究所 [‡](株)中部電力 [§](株)三英社製作所

1 はじめに

現在、電力量計に限らず送配電設備に対しては、主に人間の目視による巡視・検査が行なわれている。これには非常に多大な労力が必要とされているが、作業員の減少と今後の確保の難しさを考えると、画像認識による省力化が求められている。また、地中設置の配電機器の検査・点検の簡便化や、検査判断の高精度化に向けて、画像処理による手法が有効である。

本研究では普通電力計の読み取り自動化を実現するための画像処理技術の一部として、計器情報部分の抽出を行なうことを目的としている。

電力量計の型式、製造番号等の情報が全て独立した矩形の中に入っている計器のみを認識対象としているが、矩形の大きさ、位置などの組合せが異なっており、画像入力時の条件により、画像が傾斜してしまうこともある。本手法では、Hough変換と、縦線分と横線分の組合せによる探索から、画像自体の回転や、矩形の形・位置に関係なく、必要な全ての矩形を認識が行なえた。

2 認識対象画像

普通電力量計で認識に必要な、型式、電圧、容量、製造年、製造番号の五つの計器情報が完全に独立した矩形の中に入っている計器のみを本研究の対象とした。

このような電力量計の濃淡画像に対し、手動による2値化を行ない、さらに背景部分、電力量計表示部などの矩形検出に不要な領域を膨張・収縮処理により、取り除いた画像を本研究では認識対象画像(図1)として用いている。

3 Hough変換による直線検出

Hough変換は直線、円、楕円、放物線などのパラメータ表現可能な図形を画像中から検出するための手法であり、雑音に強く、信頼性の高い認識が実現

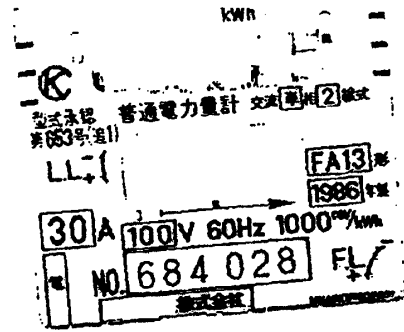


図1: 本研究対象画像例

できる。本研究ではDudaとHartの方法による直線検出理論を用いて直線検出を行なっている。

ある直線を、原点から直線へ下ろした垂線の長さ ρ と、垂線と x 軸のなす角 θ を用いて、式1のように表現する。

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (1)$$

この直線が点 (x_0, y_0) を通る場合、

$$\rho = x_0 \cos \theta + y_0 \sin \theta \quad (2)$$

の関係が成立する。式2は ρ - θ パラメータ空間では正弦曲線を示すので、 x - y 空間の1点が ρ - θ パラメータ空間の1本の軌跡に対応する。従って、 x - y 空間上の1本の直線を ρ - θ パラメータ空間に写像すると、ある1点 (ρ_0, θ_0) で交わる曲線群となり、これにより、直線が得られる。

実際の直線検出の場合、対象となる画像上の全ての画素に対し、それに対応する全ての軌跡をカウントアップする。画像上に $\rho_1 = x \cos \theta_1 + y \sin \theta_1$ なる直線が存在していれば、当然、 ρ - θ パラメータ空間上の点 (ρ_1, θ_1) の頻度が高くなる。閾値を設け、それ以上の頻度数を持つ (ρ_i, θ_i) の組合せを直線として検出する。

4 認識前の処理

4.1 認識対象画像の傾きの正規化

本研究の対象画像は入力時に傾きが付加されるが、あまり大きくはないと考えられ、ここでは $\pm 5^\circ$

*An Extract Method of Information Areas on a regular Wattmeter

Masayuki SUZUKI[†], Mikio TAKAGI[†], Makoto WATANABE[‡],

Hidehumi SUZUKI[‡], Kazuhiko Ohba[§], Haruhiro HOSOHORI[§]

[†]Institute of Industrial Science, University of Tokyo

[‡]Chubu Electric Power Company

[§]Saneisy Seisakujo

の範囲であると仮定する。そこで、入力時の画像の傾きを求め、角度を正規化した画像を作成する。この際、対象となっている普通電力量計には水平方向に長い線分が多いことから、画像のずれ角の決定は水平方向の線分のみに着目して行なう。Hough変換で得られるパラメータ空間上の頻度数のうち、水平方向の線分に対する頻度数の多い角度により、ずれ角を推定する。

4.2 線分の重なり処理

Hough変換により、検出された直線から必要な線分にする処理は入力画像と比較し、20画素以上連続している部分を線分と認めている。

この際、線分の重なりを考えていないため、太さのある1本の線分がいくつかの線分に分かれて解釈されてしまう。今後の矩形の認識には、1本のつながった線分は太さに依らず、1本と解釈する必要があるため、接触のある線分群を1本にまとめている。

4.3 線分間の接続関係の調査

求められた線分は原画像との比較により得られたため、認識対象画像の入力状態があまり良くない場合、計器情報領域抽出に必要な線分が途切れたり、完全になくなってしまふ。そこで、線分の結線も考慮している。

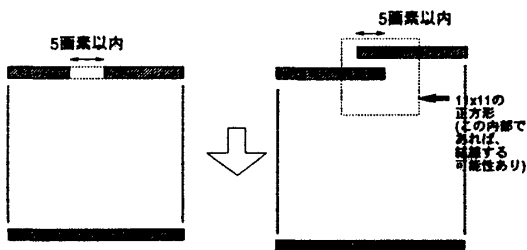


図2: 線分の結線の例

完全に結線してしまっても誤解釈のおそれがあるため、結線した場合としない場合の両方の可能性を想定した探索を行なう。実際には、線分間の接続関係をあらかじめ調査し、各線分の接続関係を示すリストとしてその後の処理に用いている。

5 計器情報領域の抽出

全線分に対し接続関係リストを求めた後、このリストを基に、計器情報領域の矩形の一辺が失われて

いても認識可能なように、矩形のどこか一辺の欠けたコの字型パターンを探索する。

ある線分に対し、その端点で90°曲がれるか、もしくは延長できるかどうかを4.3のリストを参照して調べ、可能な限りの探索をして、コの字型パターンが存在しているかどうかを判断する。

矩形のどの一辺が失われていても良いように四つのパターンについて、全て探索を行なう。

こうして得られたコの字型について縦の長さ、横の長さ、囲まれる面積の大きさなどから、不適切なものを取り除き、さらに、同じ領域を表すものを一つにまとめて、最終的に抜き出す矩形と判断する。

図1を入力画像とした時の出力画像を図3に、実行結果を下に示す。なお、この処理はワークステーションS-4/10上で3.1秒の実行時間を要した(図1の場合)。

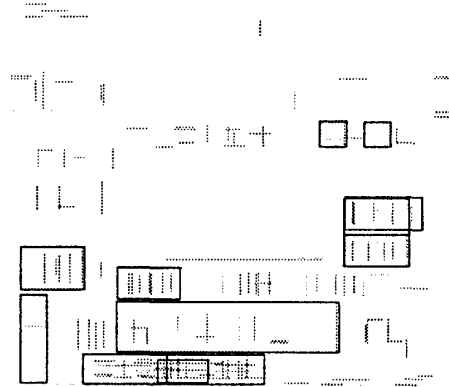


図3: 出力画像

6 おわりに

本研究では、Hough変換で得られる線分を結線して処理を行うことにより、矩形の角・線分の交差などの特徴が完全に現れない画像に対しても矩形を認識でき、必要な型式などの計器情報領域の抽出が確認された。

本アルゴリズムは、電力量計の計器情報領域の抽出だけでなく、より一般的な矩形認識にも応用できるものと思われる。

参考文献

- [1] 高木, 下田: “画像解析ハンドブック”, 東京大学出版会, 1991.
- [2] 高村 誠之: “手書きレイアウト図面の認識”, 東京大学大学院修士論文, 1993.