

電線の全周撮影画像からの文字認識システム

三谷大志[†] 安田善樹[†] 服部公央亮[†] 田口亮[†] 保黒政大[‡] 梅崎太造[†]
 名古屋工業大学[†] 中部大学[‡]

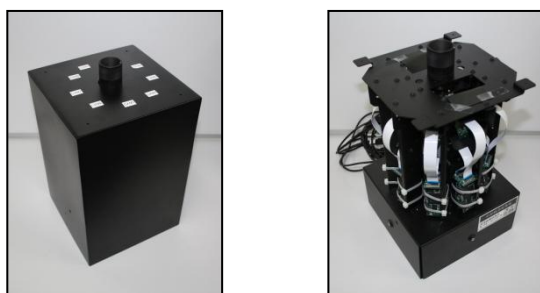
1 はじめに

複数の電線を束ねたワイヤーハーネスは、航空機や自動車の車内配線など、多くの電気配線を必要とする機械装置で用いられる。航空機の生産においては、生産量が少ないことや品質管理の観点から、手作業によるワイヤーハーネスの配線作業が必須となる。しかし、手作業による配線は作業者の電線番号の読み間違いによる配線誤りが発生しやすく、重大事故に繋がる危険性を伴う。そのため、画像処理技術を用いて電線番号の自動認識を行うことで配線先を確認するシステムが求められている。また、作業者が撮影装置に入れる電線の向きを意識せずに認識が可能となるシステムも同時に求められる。そこで本稿では、ニューラルネットワークにより電線の全周画像から電線番号を認識する手法を提案する。

2 画像の撮影

2.1 撮影環境

電線の撮影には図1に示す(株)アイキューブテクノロジーが開発した撮影装置を用いた。撮影装置内部には40° 間隔で9台のカメラとLED照明が設置されており、上部から電線(2.05[mm])を差し込むことにより9方向からの撮影が可能となる。



(a) 外観 (b) 内観

図1 撮影装置

2.2 撮影データ

撮影には、撮影装置のカメラのうち最も文字領域が多く映る2台を用いた。電線撮影画像例を図2に示す。

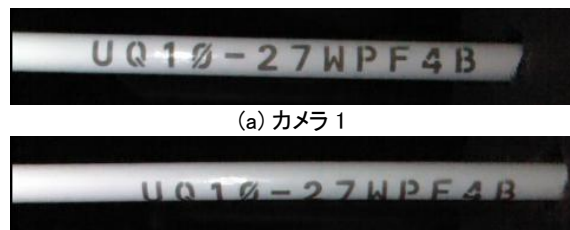
3 提案手法

3.1 文字領域の切り出しと関連付け

文字認識を行う前処理として、文字領域のみを

Character Recognition System of the Electric Wire using Multi-View Images

Hiroshi Mitani[†], Yoshiki Yasuda[†], Koosuke Hattori[†], Ryo Taguchi[†], Masahiro Hoguro^{††} and Taizo Umezaki[†]



(a) カメラ1

(b) カメラ2

図2 電線撮影画像

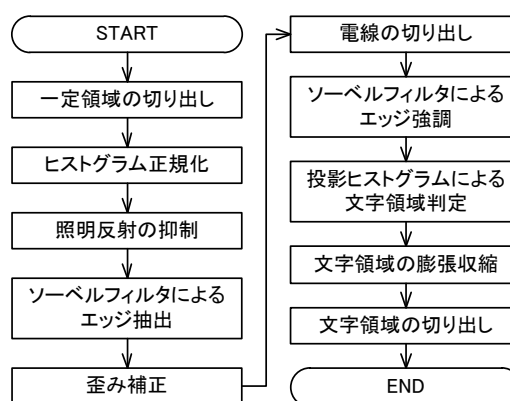


図3 文字領域切り出しフロー

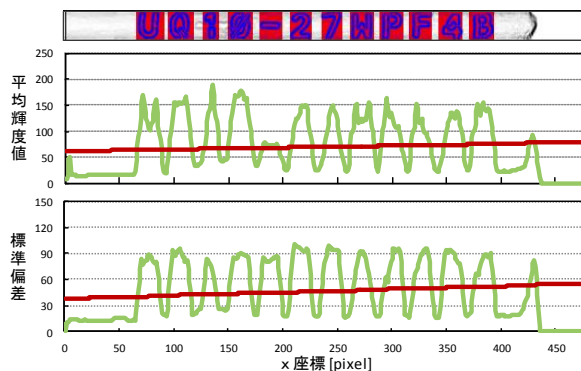


図4 投影ヒストグラムによる文字領域判定

切り出す。切り出しは図3の処理フローを用いた。

投影ヒストグラムによる文字領域判定では、 x 座標ごとに平均輝度値と標準偏差の投影ヒストグラムを求め、それらの結果を統合することでロバストな文字領域判定を実現した(図4)。

また、2組の画像において対応する文字領域を1つのデータとして扱うため、切り出された文字領域を関連付ける必要がある。そこで電線の右終端の位置を基準として水平方向の大きな位置ずれ補正を行い、更に ± 10 [pixel]において投影ヒストグラムの相関係数が最大となる位置へ補正を行うことにより、高精度な文字領域の関連付けを実現した。これにより評価データ 3504 文

字において 100.0[%]の切り出し成功率が得られた。関連付けされた切り出し文字例を図 5 に示す。

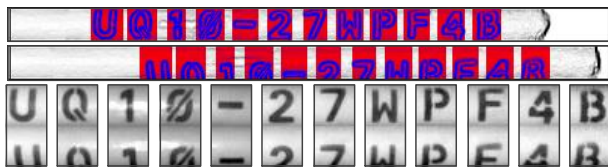


図 5 切り出された文字

3.2 ニューラルネットワークを用いた文字認識

3.2.1 ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークとは、脳機能の特性をコンピュータ上のシミュレーションにより表現することを目指した数学モデルである。本稿では、教師信号の入力により問題に最適化されていく教師あり学習を使用する。多層ニューラルネットワークを訓練する際には、誤差逆伝播法を使用する^[2]。本稿では、入力層 20×40、中間層 128、出力層 38 ユニット、シグモイド係数 $u = 5.0, 8.0, 11.0, 13.0$ の 3 層型ニューラルネットワークを構築した。

3.2.2 学習

学習データには、各文字が印刷された 38 種の電線を $0^\circ \sim 40^\circ$ の範囲で 2° 間隔で撮影した画像から 3595 文字切り出して用いた (27×54 [pixel])。これを 20×40 [pixel] に圧縮し、輝度値を入力とした。また、切り出しの位置ずれ、角度ずれ、明るさの変動、照明反射の影響等を吸収するため、平行移動、回転、 γ 変換、グラデーション等のランダムイズを加え、様々なパターンを学習した。文字数 $3595 \times$ 同一画像の繰り返し回数 20 の学習を 1 セットとする。

4 評価実験と考察

3.2 節のニューラルネットワークを用いて学習実験を実施した。1 セット毎に得られたニューラルネットワークからクロズドデータの認識を行い、学習誤差を評価した。図 6 に実験結果を示す。全てのシグモイド係数で収束傾向を示し、特に $u = 8.0$ のとき最も誤差が小さくなる。

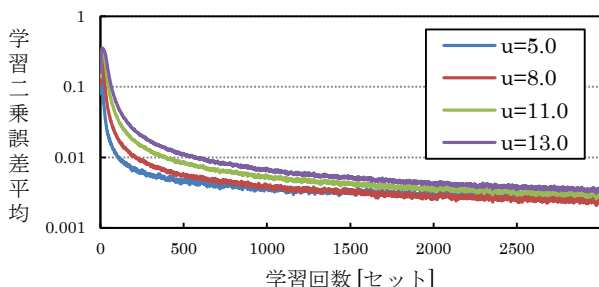


図 6 学習誤差曲線

また、同じニューラルネットワークを用いてオープンデータの認識実験を実施した。評価デー

タには、異なる文字列が印刷されている 99 本の電線をランダムな角度で撮影装置に差し込み、各電線について 3 回撮影した 297 組の画像を用いた。ここには計 3504 文字が含まれる。

図 7 に認識結果を示す。 $u = 8.0$ 、学習回数 2900 セットにおいて最も高い 98.4[%]の認識率が得られた。認識結果の例を図 8 に示す。

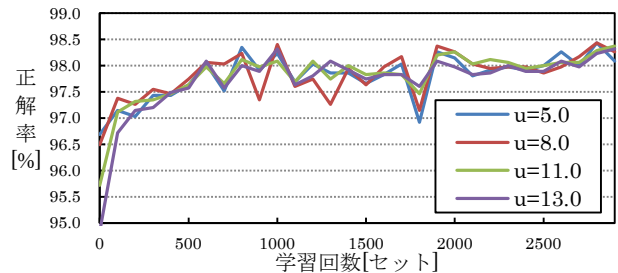


図 7 認識率の推移



図 8 認識結果

5 まとめ

本稿では、2 視点から撮影された電線画像を用いて、ニューラルネットワークにより電線に印刷された文字を認識するシステムを提案した。本手法により、文字領域の切り出し及び関連付け 100.0[%]、その後の文字認識 98.4[%]という高い成功率が得られることを示した。今後は、より多様な学習を行うことにより、認識率を向上させたい。また、更に細い電線の文字認識の検討を行う。

6 謝辞

本研究は、経済産業省の戦略的基盤技術高度化支援事業「高密度配線組立の低コスト器材・装置類の開発」の委託研究（公益財団法人科学技術交流財団、東洋航空電子株式会社、株式会社アイキューブテクノロジー、名古屋工業大学）である。

参考文献

- [1] 殿村正延, 中山謙二, "多層パーセプトロンにおける内部情報最適化アルゴリズムの提案", 信学論 (2001).
- [2] 奥田忠義, 道木慎二, 石田宗秋, " $\Delta\Sigma$ 変調に基づくパルスニューラルネットワークによる BP 学習", 信学論 (2004).