

# IC 文字認識装置

IC Character Reading Machine

奥田 健児  
K. Okuda

塚田 弘志  
H. Tsukada

山川 修司  
S. Yamakawa

電力設備向け制御装置の製造では、品質管理徹底の一環として、プリント基板に実装された主要部品の個体情報を記録・保管している。従来この作業は、基板実装した部品に印字されたロット番号などを作業員が読み取るという形で行われてきた。このために多数の人員が必要となり、作業の自動化が望まれていた。

IC 部品に印字された文字には、一般の文字認識装置では対応できないパッケージの材質や印字方法による光沢の違い、文字の大きさや種類の違い、にじみ、かすれがある。この装置では、これらの問題を解決するアルゴリズムを開発した。これにより文字単位 99.75%、部品単位 95%の認識率と部品単位 4 秒の認識時間を達成した。

Very high quality assurance is required in the production of control units for power generation plants. One quality control activity is the identification of ICs mounted on printed circuit boards. This activity has been performed manually up to now, but automation has been desired to reduce labor costs.

IC labeling is characterized by a variety of brand marks and character pattern styles, as well as irregular character size and spacing. Furthermore, poor surface conditions can be a hindrance in obtaining images with good contrast. To overcome these challenges and read labels reliably, three approaches were developed and combined: (1) a circular illumination system, (2) a character separation method, and (3) a failure detection method to prevent misidentification. The character reading success rate of this method is 99.75%, and that for parts is 95%.

## 1 まえがき

電力設備向け制御装置の製造では、品質管理徹底の一環として、プリント基板に実装された主要部品の個体情報を記録・保管している。個体情報とは、主に IC 部品のメーカー名、部品型式、ロット番号であり、これらは部品上に印字されている。これを IC 文字と呼ぶ。

従来、この作業は目視と手作業により部品表を作成し、その部品表のデータをコンピュータへ入力することによりデータベースを構築していた。作業員が十数人必要なこと、見間違いや記入ミス、データ入力ミスなどが起きる可能性があるため、作業を自動化することが望まれていた。

紙の上に印刷されたコントラストの高い文字や指定されたフォーマットで書かれた文字の認識は、光学的文字読取り装置 (OCR) として実用化されている。しかし、部品上の文字はパッケージの材質や印字方法 (インク、レーザーマーキング) による光沢の違い、多様で大きさの違うフォント、印字された文字のにじみ、かすれなどがあり、従来の装置では対応できなかった<sup>(1)</sup>。

IC 文字認識装置は基板実装された IC 部品の文字を読み取ることで人手作業を代替する。装置処理の流れを図 1 に示す。この装置の開発にあたっては、①パッケージの材質や印字方法によらず文字コントラストを高める画像取込み

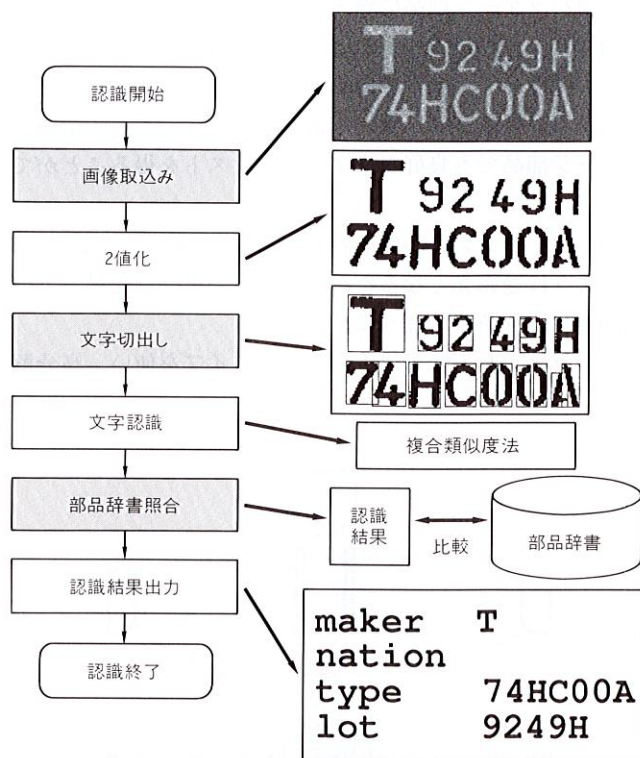


図 1. IC 文字認識装置の処理の流れ。この論文では IC 文字認識の中から照明、文字切出し、部品辞書照合の三つを説明している。

Algorithm of IC character reading machine



方法, ②文字の大きさや種類が違う場合やにじみ, かすれがある場合でも正しく文字切出しができるアルゴリズム, ③文字の誤認識を防ぐ部品辞書照合アルゴリズムを開発した。ここでは, これらの新規開発技術を中心としてIC文字認識装置の概要を説明する。

## 2 画像取込み方法

装置ではIC部品に照明を当ててカメラから画像を取り込む。画像取込みで, 照明は文字コントラストを左右し, コントラストが悪いとどんなに文字認識が優秀でも認識率は低くなる。IC部品にはコントラストの悪いものも多く, レーザマーキングや金属パッケージ, 白パッケージ部品などがその代表として挙げられる。

IC文字認識装置ではこれらの部品でも高いコントラストが得られる複合照明方法を開発した。複合照明の模式図を図2に, 照明方法の違いによる画像の変化を図3に示す。

ICに直接光を当てるとモールド表面の突起で乱反射を起こしてしまうため, 拡散板を通して拡散光を当てることにした。これで, 黒パッケージに白インクで書かれた文字は一定のコントラストを得ることができたが, レーザマーク文字は上からの照明(落射照明)では見えづらい(図3(a))。斜めからの光(斜光照明)を当てるとコントラストが良くなることから, 実験により最適な角度を求めた。

金属パッケージ部品に斜光照明を行うと図3(b)のように表面状態により黒くなることもあり, 落射照明でも過露光となる。図2のように拡散した斜光照明の光を中央の拡散筒でさらに拡散させ, 微弱な落射照明とすることで金属パッケージ部品でも良好な文字コントラストを得ることができた。

白パッケージの部品は他のICと同じ光量を当てると図3(c)のように過露光となるため, 過露光の場合は光量を下げた画像取込みを行うようにした。

カメラは100万画素以上の高精細タイプを使い, 高分解

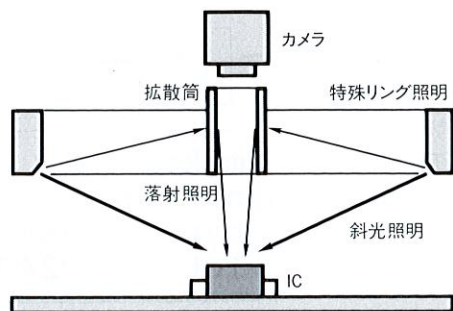
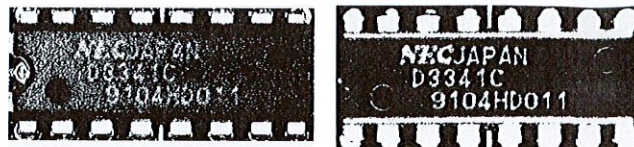


図2. 複合照明 拡散させた斜光照明と拡散筒による微弱な落射照明の組合せによる複合照明を行っている。

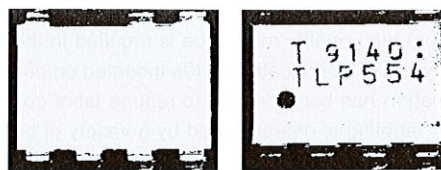
Circular illumination system



(a)レーザーマーキング部品  
左は落射照明, 右は斜光照明のときの画像



(b)金属パッケージ部品  
左は斜光照明, 右は複合照明のときの画像



(c)白パッケージ部品  
左は通常的光量, 右は光量調整後

図3. 照明方法の違いによる画像の変化 複合照明により, レーザマーキング部品, 金属パッケージ部品, 白パッケージ部品での文字撮像を可能とした。

Difference in illumination

能で取り込んでいる。

## 3 文字切出しアルゴリズム

カメラから取り込んだIC部品の画像から文字認識を行うには文字を一つずつに分ける切出しが必要である。文字の大きさや間隔が一定で印字仕様が明確な場合の切出しは実用化されている。しかし, 図4のように一つの文字が二つに分かれていたり, 文字の大きさが異っている場合は, 1文字の範囲を決める明確な基準がないため切出しは困難である。このため, 図5のように文字0をCとJという二つの文字に分けて認識したり, 逆に7と4という文字を結合してMと認識することがある。

IC文字認識装置では文字の大きさから合成する文字を選び, 合成するときとしないときの類似度を比較して類似度の大きいほうを選ぶことにした<sup>(2),(3)</sup>。類似度とはあらかじめ登録した文字パターンの集合(活字辞書)と画像文字とを比較した値であり, 算出には複合類似度法<sup>(4)</sup>を利用した。

また, 図6のように複数の文字が連結している部品もある。この場合, 文字画像の垂直投影からいくつかの点で切



り分けて文字認識を行い、類似度の平均が一番高い組合せを選ぶことにした。

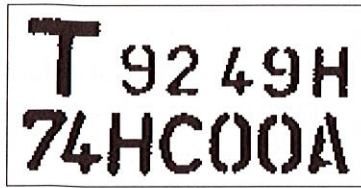


図4. 部品画像 IC 部品をカメラから画像メモリに取り込んだもの。IC image

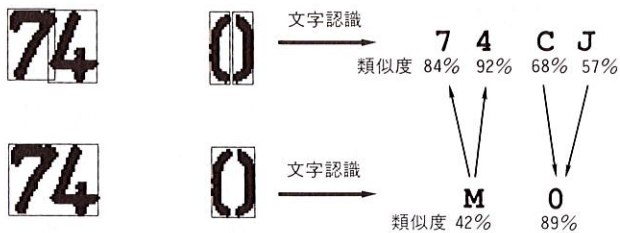


図5. 分離した文字の切出し 合成するときとしないときの類似度を比較して類似度の大きいほうを選んでいる。

Identification of one character when its image is formed by disconnected patterns

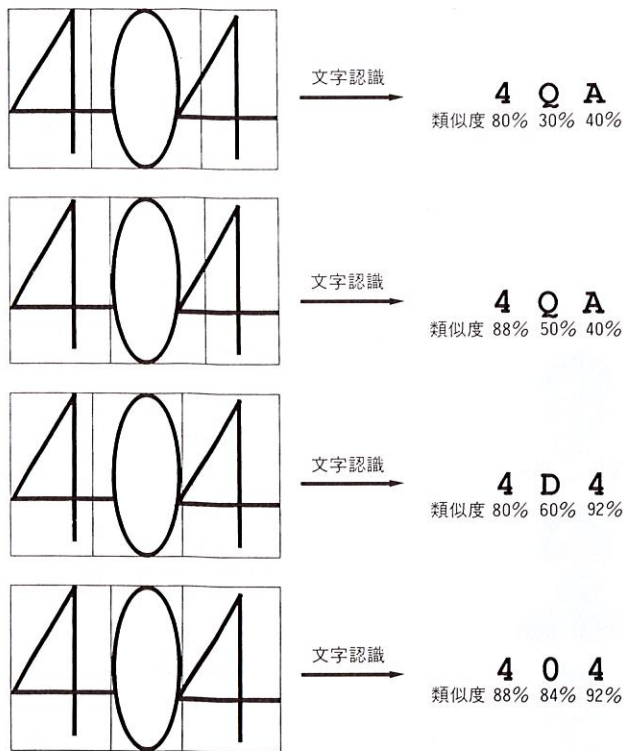


図6. 連結した文字の切出し 文字画像の垂直投影からいくつかの点で切り分けて文字認識を行う。

Extraction and identification of one character from a group of characters in close proximity to each other

#### 4 部品辞書照合アルゴリズム

IC 文字認識装置では誤認識をなくすため、各部品に記載されているメーカ、生産地、型式、ロット番号を登録した部品辞書を作成し、これに登録されていない認識結果が出た場合は認識失敗として扱うことにした。また、似た形状の文字、特にアルファベットと数字の区別や、文字列がメーカ、型式、ロット番号のうちどれに属しているかの判断を行っている。部品辞書照合アルゴリズムのモデルを図7に示す。このように文字の並びを利用する手法は郵便物の文字認識<sup>(5)</sup>などで見られる。

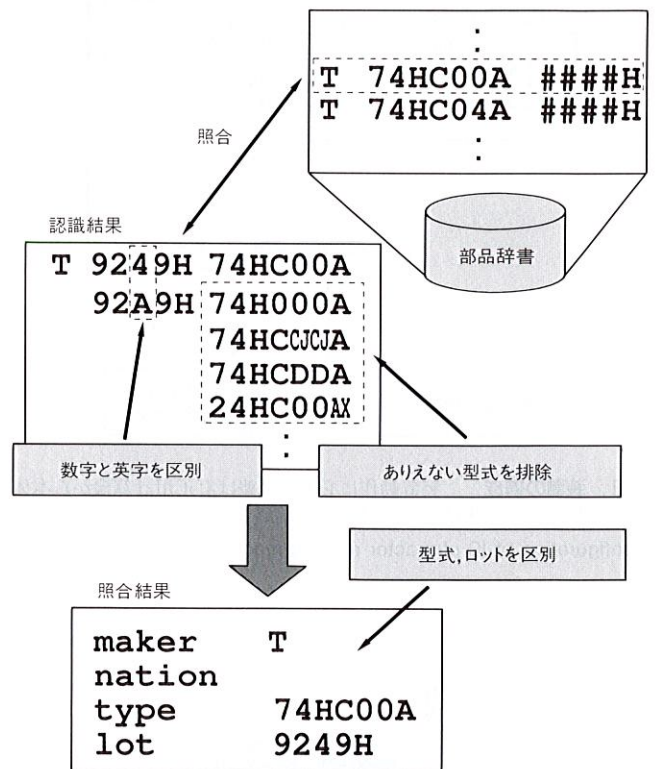


図7. 部品辞書照合のモデル 部品辞書の利用により誤認識をなくし、似た形状の文字の区別やメーカ、型式、ロット番号の判断などを行う。

Verification process comparing read characters to parts dictionary

#### 5 認識率

照合の結果、認識失敗となった文字は作業者が確認し、他の候補の中から選ぶか、直接入力して訂正する。この訂正作業と文字認識とは同時に並行して行えるので、認識失敗の数が全部品のうち5%以内であれば時間のロスなしに検査が行えると考えた。このために必要な認識率は部品単位で95%。部品1個には平均で20個の文字があるため、文字単位では99.75%の認識率が必要である。

メーカー、型式の異なる約1,000種類のICについて認識実験を行い、上述の認識率が得られることを確認した。

## 6 IC文字認識装置概要

IC文字認識装置の概要を説明する。図8に示すように装置には本体の中の認識用と外部の訂正用の2台の計算機が

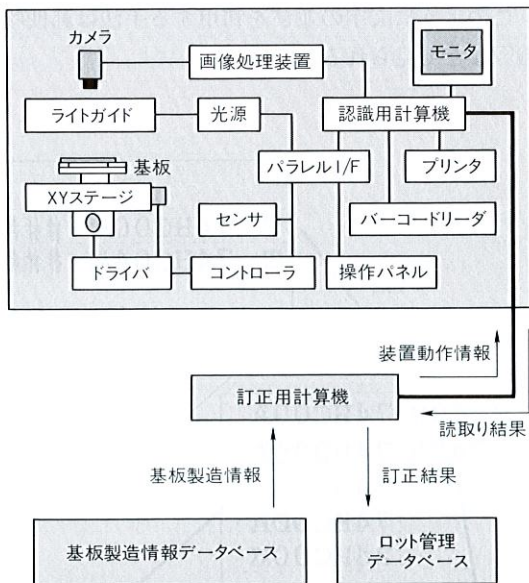


図8. 装置の構成 装置動作に必要な情報は訂正用計算機から本体に転送し、認識結果は訂正用計算機で確認後、データベースに送る。

Configuration of IC character reading machine

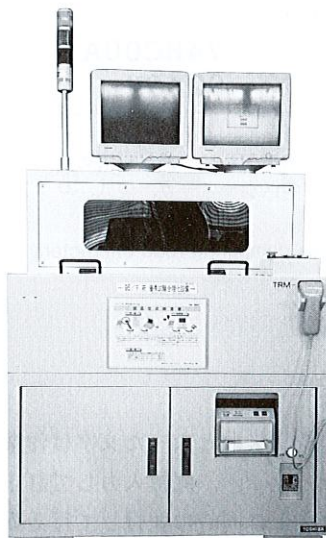


図9. 装置外観 IC文字認識装置は社内で稼働中である。

IC character reading machine

あり、LANで接続している。装置動作に必要な製造情報は訂正用計算機のデータベースに蓄え、検査時に本体に転送する。

基板の履歴番号をバーコードリーダーで読み取り、ステージに基板をセットして操作パネルのスタートボタンを押すと文字認識を開始する。認識結果は訂正用計算機に送り、認識失敗とした部品のリストをプリンタに打ち出す。

再び訂正用計算機で認識不能部品の確認と訂正を行い、確認の終わった結果は製品管理データベースに送る。活字辞書と部品辞書への自動登録と編集機能を持ち、新しく使われた部品の認識ができる。この装置の外観を図9に示す。

## 7 あとがき

パッケージの材質や印字方法によらず文字コントラストを高める画像取込み方法、文字の大きさや種類が違う場合ににじみ、かすれがある場合でも正しく文字切出しができるアルゴリズム、文字の誤認識を防ぐ部品辞書照合アルゴリズムを開発した。これらの技術を利用したIC文字認識装置を開発し、文字単位99.75%、部品単位95%の認識率と部品単位4秒の認識時間を達成した。現在、社内で運用中である。

## 文献

- (1) 塚田弘志：実装部品の検査技術，回路実装学会誌11，1，pp.59-62 (1996)
- (2) 奥田健児，他：ニューラルネットを用いた文字認識方法，精密工学会第5回「外観検査の自動化」ワークショップ講演論文集，pp.91-95 (1993)
- (3) 塚田弘志，他：実装IC部品の文字読取り，第9回実装技術学会講演論文集，pp.235-236 (1995)
- (4) 飯島泰蔵：パターン認識，pp.189-200，コロナ社 (1973)
- (5) 中村好勝，他：郵便機械のための文字認識技術，東芝レビュー，48，7，pp.548-550 (1993)



奥田 健児 Kenji Okuda

生産技術研究所生産システム技術研究部。  
画像処理の研究・開発に従事。  
Manufacturing Engineering Research Center



塚田 弘志 Hiroshi Tsukada

生産技術研究所生産システム技術研究部研究主務。  
画像処理の研究・開発に従事。電子情報通信学会会員。  
Manufacturing Engineering Research Center



山川 修司 Syuuji Yamakawa

府中工場電力エレクトロニクス機器部。  
電力用マイコン応用コンポーネントの品質保証に従事。  
Fuchu Works