

# 光ファイバを用いた簡易OCRシステムの試作\*

宮 崎 敬\*\*

## 1. ま え が き

最近、小型計算機の処理能力の向上と記憶媒体の容量増加に伴って、データベースの作成等で計算機に入力される情報量が急上している。現在、計算機への情報入力手段としてはキーボードからの打鍵入力を中心であるため入力時間の増加と打鍵入力に伴う疲労が問題となっている。このため新しい入力装置として光学的文字読み取り装置(OCR)が注目されている。しかし、現在までの大半のOCRが大型計算機の端末用に開発されたもので、文字認識部にはミニコン並の計算機を内蔵し、入力部には光学レンズ系と半導体イメージセンサを使用したものである<sup>(1)</sup>。このため装置がかなり高価なものになる欠点がある。

そこで、入力部には光ファイバとフォトトランジスタを使用し、認識部は計算機自体に組み込む方式の安価なOCRシステムの開発を試みた<sup>(2)</sup>。今回、本システムの性能評価として、入力部の諸特性の実験と手書きアルファベットについて認識実験を行なったので、その結果を報告します。

## 2. システムの概要

本システムの構成の概略を図1に示す。本システムは、文字面に光を当ててその反射光を取込む受光部、受光部から光ファイバを通して導いた反射光を電気信号に変換するO/E変換部、この電気信号をA/D変換するための信号処理、このデジタル信号の取込み制御と文字認識処理をする本体マイクロコンピュータ部および受光部をX-Y走査させるための駆動部を制御する1ボード・マイクロコンピュータ部の5つから構成されている。図2にマイクロコンピュータ部が行なっている制御の流れを示す。入力しようとする文字の書かれた所定の用紙を入力部の読み取り台の上にセットし、プログラムを実行する。本システムの所定の用紙とは、B4サイズの上白紙上に蛍光ペンで1.5cm間隔で野線を引いたものである。用紙面上をX-Y走査(行方向と水平な方向をX方向、直角な方向をY方向とする)させるための1ボード・マイコンに走査開始の信号を送出する。この1ボード・マイコンの制御については、まず、走査開始の信号と共に初期位置への復帰が行なわれる。次に、行方向への走査が開始され行端まで行くと、行終了信号が本体マイコン部に出力される。この時点で、X-Y走査制御マイコンは改行復帰を行なってから停止状態になり、本体マイコン部ではデータ入力から1行分の文字認識へ処理が移る。データ入力については、受光部の光ファイバを列状に24本接着されたものを使用し、また、本体マイコンが8bit CPUのものを使用し

\* 昭和58年10月 電子通信学会信越支部大会において発表

\*\* 電気工学科 助手

原稿受付 昭和61年9月30日

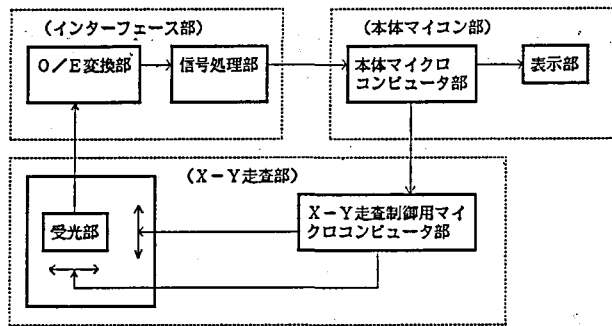


図1 システムの構成

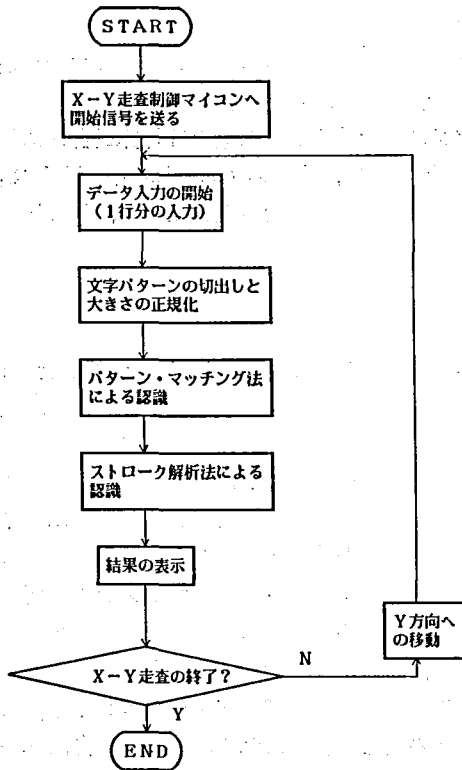


図2 システムの流れ図

ているため、パラレルインターフェース IC を通して 8bit ずつ3回に分けて入力を行ないながら、走査方向へサンプリングを行なっていく方法である。認識処理では文字間の空白領域を検出することにより、文字の切出しを行ない、次に、水平および垂直方向への大きさの正規化を行なって、1文字分の文字パターンを作成する。得られた文字パターンについてパターンマッチング法とストローク解析法を用いて認識を行なっている。パターンマッチング法により、1文字に対して第1候補から第3候補までを選定し、続くストローク解析法により候補を1つに絞っている。結果は、CRT 上への表示と共に認識結果バッファに順次格納している。1行分のデータ処理が終ると、最終行の処理まで行なわれたかが判定されて終了してない場合には、停止状態のX-Y制御用マイコンに対して走査開始の信号を送出し、処理を継続する。

### 3. システムの制作

本システムの入光部には、図3に示すような光ファイバシートと呼ばれる直径 0.5mm のプラスチック光ファイバを帯状に接着してあるものを使用している。今回用いた光ファイバは可視光帯域における光透過性(純透光率 60~80%/m)に優れ、また、対屈曲性等の物理的特性に加えて加工性にも優れている。各光ファイバの先端は受光量を増加させるために、半球面状に研磨してある。この光ファイバシートと照明用の小型ランプとを図4のような傾

きをもたせて固定してある。また、固定する向きは、この受光部の光ファイバシートの帯状面が走査方向と直角になるように、また、紙面に対しては鉛直になるように固定してある。光ファイバシートの他端は、1本ずつの光ファイバに分けられ、コネクタの中で各々がフォトトランジスタの光軸と一致するように図5のように対向させて接合してある。信号処理部では、フォトトランジスタの出力電圧を増幅し、TTL レベルの電圧に変換している。文字面の白地と黒地を区別するためのスレッショルド・レベルは容易に可変可能であるが、通常は、太さが0.5mmの水溶性黒インクペンで書かれた線が黒地と検出されるレベルに設定してある。本体マイコン部においては、TTL レベルまでに変換された24個の出力信号を8個ずつ3回に分けて、ソフト的にサンプリングを行なっている。従って、縦方向の分解能は光ファイバの径0.5mm前後であるが、横方向の分解能については、サンプリング周波数を変えることにより径以下にすることが可能である。X-Y 走査部の制御には1ボード・マイコンを使い、水平方向の走査速度を任意に設定可能としている。これは、対象文字の筆記濃度が薄いような場合には走査速度を落とす必要があるためである。

#### 4. システムの諸特性

データのサンプリング周波数  $f_s$  [Hz], 受光部の走査速度を  $V$  [cm/s] とすると、サンプリングによって得られる単位長当たりのサンプル点数  $D_s$  [個/cm] は、

$$D_s = k * f_s / V \dots \dots \dots (1)$$

( $k$ : 比例定数)

と表される。

図6はサンプリング周波数とサンプル点数の関係を走査速度をいろいろ変えて調べたものである。サンプリングに使用したデータは所定の用紙に水性黒インクで描いた幅1mmの縦線である。周波数によるバラツキも少なくサンプリング周波数に対して十分線形性が得られている。受光部の振動が心配される走査速度の速い場合にもバラツキが少なく安定し

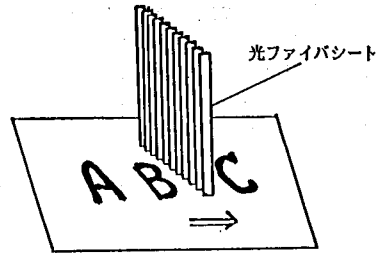


図3 走査の方法

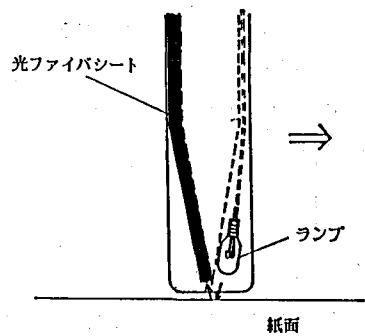


図4 受光部

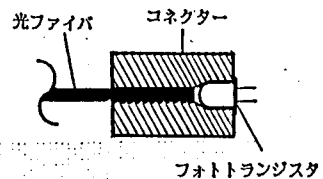


図5 光ファイバとフォトトランジスタの接合方法

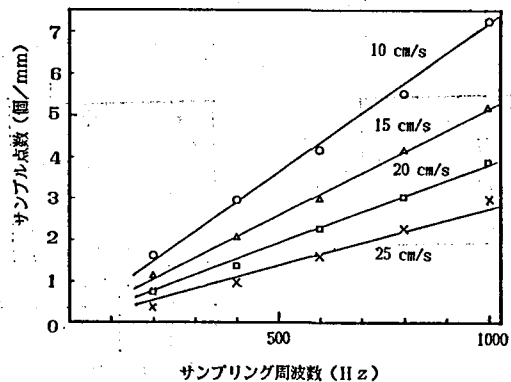


図6 サンプリング周波数とサンプル点数

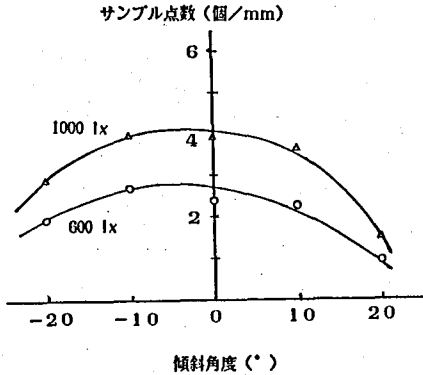


図7 受光部の傾斜とサンプル点数

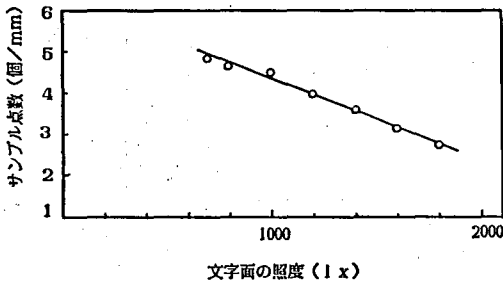


図8 紙面の照度とサンプル点数

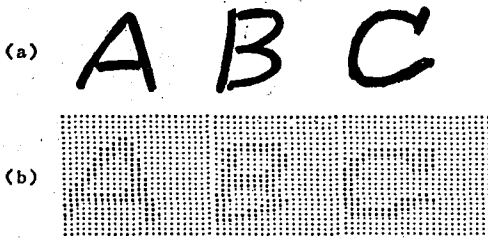


図9 入力パターンの例

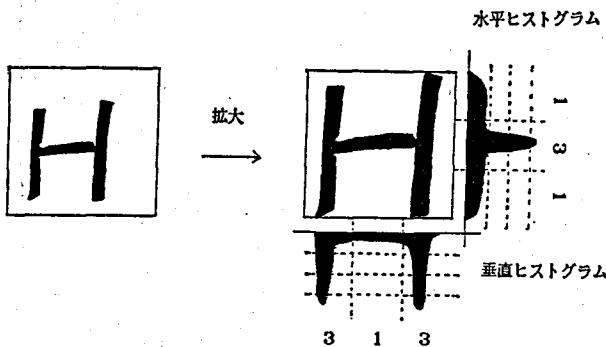


図10 水平・垂直の濃度ヒストグラムによるコード化

たサンプリングが行なわれている。このことは(1)式の比例定数  $k$  の値を求めてみると、約  $0.70 \sim 0.75$  とほぼ一定の値を示していることがわかる。  $k$  の値が1より大部小さくなる理由としては、データの線のエッジ部分での光ファイバに入る光量が不安定となるためフォトトランジスタで十分に検出できないためと考える。サンプリング周波数の下限としては走査速度を  $25\text{cm/s}$  までならば  $400\text{Hz}$  であり、それ以下ではデータに欠けが生じてしまうため無理である。

図7は受光部の光ファイバの紙面に対する傾きを変えたときのサンプル点数を調べたものである。サンプリング結果はおよそ傾斜角度  $-15^\circ \sim 10^\circ$  の範囲で安定しており、  $-10^\circ$  ぐらいでサンプル点数が最大となる。また、傾斜角度を増加させていくと光ファイバ毎のパラッキやデータの欠けが生じるが、許容傾斜角度としては  $-20^\circ \sim 15^\circ$  ぐらいである。以上から、光ファイバの傾斜としては走査方向とは逆に少し傾いていた方がサンプリングが安定している。

図8は紙面の照度とサンプル点数を調べた結果である。本システムでは  $700 \sim 1800\text{lx}$  の広範囲で安定したサンプリングが可能であることがわかった。

図9に、本システムによる文字パターンを入力例を示す。

### 5. 認識実験と結果

本システムの認識手法は、パターン・マッチング法と濃度ヒストグラムによるストローク解析法を複合している。初めに、入力された文字パターンを  $24 \times 24$  画素の大きさに正規化を行なう。次に、テンプレート・パタ

ーンと入力パターンとを順次マッチングをとり候補を3個に絞る。続いて、図10に示すような水平および垂直方向の濃度ヒストグラムを求める。この濃度ヒストグラムのレベルを3値化しコード化する。得られた第1～3候補のコードと基準文字のコードとの類似度を調べ、候補を1個に決定する。

本方式による認識実験の結果を図11に示す。結果はパターン・マッチング法だけの場合とストローク解析法まで行なった場合を示してある。対象データは83名分の本システムの所定用の紙に鉛筆書きされたアルファベット26文字についてである。平均認識率はパターン・マッチングだけの場合が68.4%で、ストローク解析法まで行なった場合が77.7%である。“C”、“D”、“G”、“O”および“Q”にみられるような包含関係にあるものに対して、パターン・マッチング法だけでは不十分であるのでストローク解析法を加えたわけであるが、結果は良好とまでとはいえない。これは上記の文字が直線成分の少ないためである。従って、ストローク解析法の前処理として細線化や水平・垂直の正規化等の処理が必要と思われる。

## 6. あとがき

パソコンと呼ばれるような小型計算機の処理能力の向上や記憶容量の増大に対応できるデータの自動入力装置として簡易OCRの試作を行なった。現在までに開発されている大型計算機の専用OCRとは異なり、安価な光ファイバとフォトトランジスタを使用している点が本システムの大きな特長として上げられる。本システムのOCRの入力部としての性能評価として、サンプリング周波数とサンプル点数の関係、走査速度に対するサンプリングの安定性、サンプリングにおける受光部の傾きの許容性や紙面の照度のサンプリングに与える影響を中心に調べたわけであるが、ほぼ満足のいく結果が得られた。

認識部については、マイコンという処理速度上の制限のもとで処理しなければならないので、十分な処理を行なうことができず、実用となるまでの認識率は得られていない。さらに認識率を向上させる

ためには、まず、パターン・マッチング用の基準データについて検討を加えることにより、パターン・マッチング部での認識率を向上させる必要がある。これによってパターン・マッチングで認識できないものの数を減らすことができるため、この後のストローク解析法の処理に時間をかけることが可能となる。このような点に改良を加えることにより、認識率を向

図11 認識結果

文字	PM(%)	SA(%)	文字	PM(%)	SA(%)
A	68.7	78.3	N	67.5	77.1
B	75.9	80.7	O	55.4	66.2
C	63.9	77.1	P	65.1	73.5
D	57.8	67.5	Q	59.8	63.9
E	78.3	91.6	R	72.3	79.5
F	79.5	93.8	S	68.7	74.7
G	60.2	68.7	T	75.9	89.2
H	80.7	92.8	U	61.4	79.5
I	61.4	67.5	V	62.7	71.1
J	66.3	71.1	W	66.3	77.1
K	74.7	78.3	X	75.9	79.5
L	74.7	96.4	Y	72.3	78.3
M	71.1	77.1	Z	63.4	77.1
平均認識率 (%)				68.4	77.7

PM……パターン・マッチング法  
SA……ストローク・解析法

上させることと、受光部の手動走査型への改良を行なうことでハンド OCR としての可能性が十分期待できる。

最後に、本研究の試作に協力いただいた本学卒業生古川万寿夫氏（現在豊橋技科大）並びに認識実験に協力いただいた佐藤正志氏（現在セイコーエプソン株式会社）、和久井洋司氏（現在富士通株式会社）に感謝します。

### 参 考 文 献

- (1) 橋本新一郎編著：文字認識概論．電気通信協会．
- (2) シャープ（株）編：オプトエレクトロニクスハンドブック．オーム社．