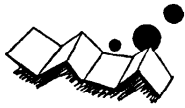


解説

—文字認識技術への応用(3)—

ファクシミリ入力文字の認識†



荒川 弘 熙†† 中島 健 造††

1. ま え が き

文字認識装置(OCR)はカタカナ・英数字の認識について普及期に入り、その出荷台数は急速な伸びをとげ現在は3,000台/年程度出荷されている¹⁾。しかしながら、認識性能は人間の文字読み取り能力に比べ手書きカタカナで1桁、英数字で2桁の認識能力の差があるといわれており²⁾、OCRの認識性能をより人間の能力に近づけようとするならば、半導体技術の進歩、普及を考慮しても認識装置の価格は現在の数倍になるものと推定される。また漢字などの数千字種の文字セットを認識対象とするならば字種の量的な多さと、認識の質的な難しさとの相乗効果により、処理規模は膨大なものになると考えられる。したがって、今後、漢字など多字種を高性能で認識する装置を経済的に実現するためには、従来の認識装置の構成を抜本的に考え直す必要がある。一方、昭和47年11月の網開放以来、電話網を利用するファクシミリは順調な発展をとげ、その設置台数は47年度の1,300台が53年度には65,000台を越えており、年率20~30%の増加が続くと予想されている³⁾。また電子郵便システムにおけるファクシミリなどのほか、マーク読み取りなどデータエントリ機能を有したインテリジェントファクシミリなどの論議をも活発化してきている。さらにファクシミリ画像の蓄積交換技術などファクシミリ通信網の検討も着手されており、将来、高機能を有したファクシミリ端末と通信網とが一体となって進歩発展することにより、高度で多様なサービスがうみだされてゆくものと思われる。以上のような状況にかんがみ、ファクシミリ端末への付加価値の増大を配慮し、ファクシミリ入力文字の認識技術の動向を概観するとともに、文字認識と通信とが一体となった新しい形態につ

いて述べる。すなわち、手書き漢字のような多字種を扱い、かつ人間の読み取り能力への接近をはかった高性能の文字認識システムを経済的に実現する形態として、ファクシミリを走査光電変換部として使用し、標準的な文字認識機能は端末に、高度な機能は網またはセンタ側に配した文字認識システムを提案し、その基本概念、特長などについて解説する。

2. ファクシミリを用いた文字入力技術の動向

これまで検討されてきたファクシミリによるデータエントリ技術は原稿上に記入されたマーク位置を識別する方法⁴⁾と、原稿上に書かれた文字パターンを識別する方法とに大別できる。一般にマークシートによる入力は選択項目が少ない場合は高精度で入力できるが、選択項目が多い場合、記入情報の多様性などの点において文字入力がかさむものと考えられる。文字は印字と手書きとがあるが、ファクシミリの解像度(4本/mm, 8本/mm)を考慮すると印字よりもむしろ手書き文字のほうが認識技術の達成は早期になるものと考えられる。手書き文字はガイドライン付⁵⁾、常用、自由手書き文字などに分けられるが、ここでは、常用手書きカタカナ・英数字を中心に概説する。

1) ファクシミリ出力帳票上の文字パターンを認識する方式

ファクシミリへ帳票を入力し、送信したのち、その受信画をOCRで読み取り、計算機入力する(図-1-(1))。したがってファクシミリ端末とはオフライン処理となる。ここで用いられるOCRはファクシミリ受信画の位置ずれやひずみを修正する機能を具備している⁷⁾。

2) ファクシミリ端末に文字認識機能を内蔵する方式(図-1-(2))

ファクシミリ端末内に格納できる文字認識機能はハードウェア規模に制約があるため、認識処理をコンパクトにする必要がある。そこでランレングス符号化されたパターン情報を用いてライン単位の特徴を抽出

† Handprinted Characters Recognition on Facsimile Input by Hiroki ARAKAWA and Kenzo NAKAJIMA (Yokosuka Electrical Communication Laboratory, N.T.T.)

†† 日本電信電話公社横須賀電気通信研究所

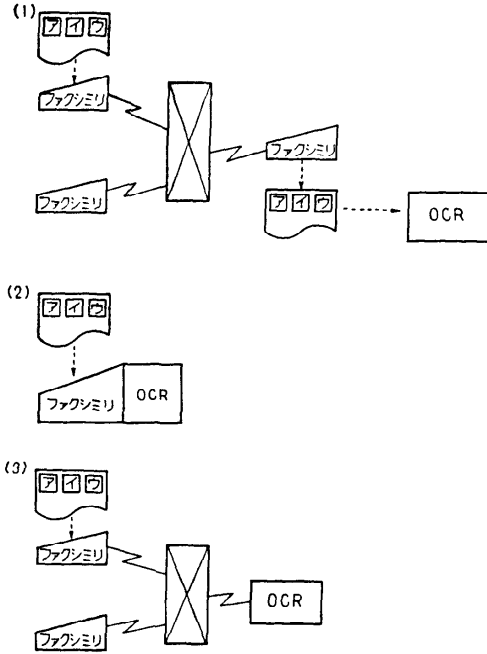


図-1 ファクシミリ入力による文字認識システム

し、認識処理を行っている。またここでは2色(赤・黒)ファクシミリを用いており、赤色で加筆訂正された原稿修正用マークを認識することも可能となっている⁸⁾。

3) 文字認識部を通信網内に設置した方式⁹⁾

本方式は一般のOCRにおける走査光電変換部をファクシミリ端末に、文字認識部を通信網内に設置し、複数のファクシミリ端末から文字認識部を共同利用することによる経済効果をねらったものである(図-1(3))。文字認識技術は文字パターンをコード化すると

いう点で最適な情報圧縮を行うとみなすことができる。すなわち、文字認識機能を通信網にもたせる意味は内容のみに意味をもつドキュメントの伝送において、網内のできるだけ端末に近いところで文字コードに変換し、冗長な画信号を相手まで送らないようにすることにより、ファクシミリ通信網内のトラヒックの負担を軽減することにある。たとえば、A4判1枚の画像データを走査線密度8本/mmの高解像度モードファクシミリ端末から伝送するとファクシミリデータは約500kBytesであり、冗長度抑圧を行ったとしても数10kBytesにも達するため伝送効率を考慮すると文字コードで送る効果は大きい。

3. 文字認識システムと通信

ファクシミリを用いた文字認識システムにおいて装置コストおよび伝送コストを勘案すると英数字程度の比較的カテゴリ数が少なく、かつ使用頻度の高い文字セットについては端末側の文字認識装置において認識処理する方が伝送コストの点から有利となるものと考えられるが、漢字のようにカテゴリ数が多く、使用頻度の低い文字セットについては装置価格が高くなるものと予想され、複数のファクシミリ端末が文字認識装置を共同利用できるような通信網内に設置した方が望ましい。したがって、図-2に示すような文字認識機能を分離したシステムにおいて通信網内および端末側の文字認識装置の適切な機能分担をはかり、かつ、単語辞書を用いた文字の前後関係処理などの後処理、さらには適用形態に応じた文脈処理により認識精度を向上することが重要となろう。またこのようなシステム構成とすることにより、端末側文字認識装置の認識論理の修正、更新は通信網内よりロードすることがで

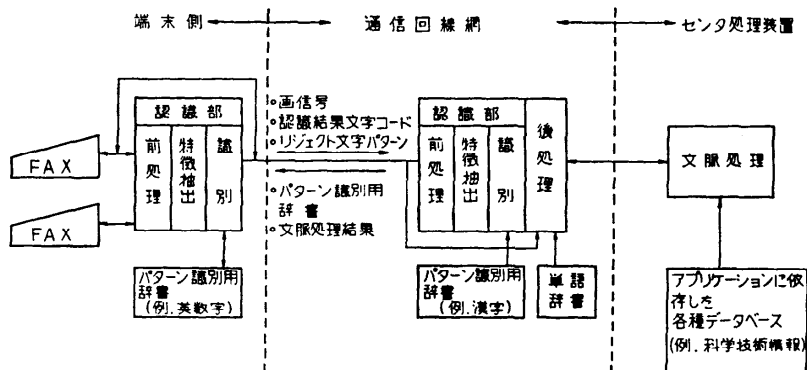


図-2 文字認識機能を分離したシステム

き、保守・運用の点からも有利である。さらに通信網内に複数の相補的な認識アルゴリズムを有する文字認識装置を配備することにより各装置の協力関係の下に安定な認識処理を行うことも可能となる。

ファクシミリ端末を文字パターンの入力あるいは認識結果の出力装置として用いたシステムにおいてはその入出力速度（例6分，3分，1分）に制約があるためリジェクト処理は本システムのスループットを左右する重要な課題である。基本的には文字認識装置の認識性能を向上し，リジェクトを極力減少することが主眼であるが，リジェクト発生時には簡易で操作性の良いリジェクト処理方式で対処することが必要である。リジェクト処理を行う形態としては

① 端末側に簡易キーボード・ディスプレイ，オンライン文字入力用タブレットなど代替入力装置を設置する。

② 端末側にプッシュホン，通信網内に音声応答装置を配置し，これらを組み合わせるによりリジェクト処理を行う。

③ ファクシミリ受信機にメッセージを出力し，文字を書き直すことにより再試行する。などが考えられる。このような機能分離形のシステムの構築にあたってはスループット，操作性，経済性などを考慮したリジェクト処理方式の選定が重要となる¹⁰⁾。

4. ファクシミリ入力文字の認識技術

認識技術とファクシミリ技術の複合化を図る上で重要な要因となるファクシミリ入力文字の認識技術について，パターンの性質と認識技術の関連からみる。

4.1 汎用ファクシミリと認識技術

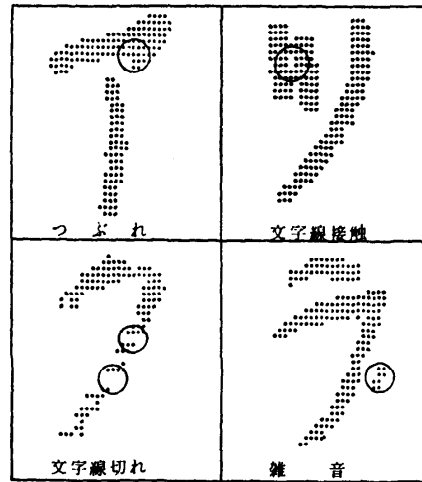


図-3 文字パターンの変形例

汎用ファクシミリの通信方式に関し，CCITTにおいて，電話交換網を使用するG1，G2，G3機の標準化が達成された。またデータ交換網を使用するG4機の標準化も進められている。表-1にこれら汎用ファクシミリを利用した文字認識の技術的問題点をOCRと比較して示す。機種により細部条件は異なるが，総括すると，ファクシミリから得られる文字パターンは，解像度，2値化条件，回線伝送の影響などを主な原因として，OCRで得られる文字パターンに比べ条件が悪く，図-3に示すような文字線切れ，つぶれ，雑音などパターンの劣化が多く発生することが問題となる。解決策としては，より幅広いパターン変形に対処可能な認識法を検討することと，文字記入条件や端末条件など文字パターンの再現条件を検討することが

表-1 ファクシミリ入力文字認識の技術的問題点

項 目	OCR	ファクシミリ	文字認識上の問題点	
走査・光電変換装置の特性	文字切出条件	・フォーマット走査 ・用紙のエッジ検出可能 ・用紙の傾き……小	・全面走査 ・用紙のエッジ検出信号なし ・用紙の傾き……大	・フォーマット制御の負担が大きい ・行マーク等文字切出し用マークが必要 ・傾きを補正した文字切出しが必要
	解像度	8本/mm以上	主走査方向 1,728 pel/A 4 (約8本/mm) 副走査方向 3.85本/mm 7.7本/mm (G3高解像度)	・解像度不足による文字パターンのつぶれ ・文字線の接触
	2値化	閾値の自動補正およびリスキャンが可能	閾値が固定でリスキャン機能はない。	・濃度の低い文字の文字線切れ ・用紙のよごれによる雑音，ため文字の文字パターンつぶれ
回線の影響	なし	G1, G2: 減衰歪，位相歪による主走査方向解像度劣化，各種雑音による文字パターンへの付加雑音 G3, G4: 回線誤りが発生した走査線情報の欠落 (データ圧縮)	・G1, G2では文字パターンのほけ ・G3, G4では走査線が連続して誤った場合，欠落した走査線の復元が困難	

考えられる。

こうした点を考慮し、G3機を用いた手書きカタカナ・英数字認識法の検討が進められている¹¹⁾。この認識法では、変形に対し安定な特徴抽出法、および不安定な特徴を多値論理を用い抑制する識別法を基本とし、変形の要因とその度合を求め詳細判定を行い、変形要因によっては前処理にフィードバックし文字線処理などを施して再試行することにより、ファクシミリ入力文字パターンの多様性に対処している。さらにファクシミリ入力固有の問題として、帳票の傾きを補正した文字切出し、回線誤りの発生した走査線情報の補正などを前処理で行っている。また入力条件としては、高解像度モードが望ましい(文字記入枠7.5×6mmで64×48ドット程度のパターンを得る。) 圧縮方式は誤り走査線情報の補正上1次元圧縮が望ましく、2次元圧縮を用いる場合は回線誤り発生時の再送が必要となる、文字記入は再現されたパターンで著しい欠けがないことを前提とし、ボールペンかサインペン筆記、鉛筆を用いる場合は濃く筆記することが望ましいなどの検討結果を得ている。

4.2 ファクシミリ技術の進歩と認識技術

システム化、高速化、経済化などファクシミリ技術の進展は多岐にわたると予想されるが、画質改善面からみると、高解像度化、階調化、カラー化が目される¹²⁾。これら各要因について文字認識技術との関連をみる。

(1) 高解像度化

手書き英数字・カタカナレベルの認識に限った場合、高解像度モードファクシミリは解像度条件上ほぼ満足できるものである。一方印字用OCRでは5~10本/mmで走査するのが一般的であるが、高精度で認識するには10本/mm程度(OCR-Bフォント、サイズIに対し27×17ドット程度のパターンを得る。)が望ましい。また漢字を認識対象とする場合は、当面15本/mm以上の高解像度が要求されよう。たとえば、最近実用化の域に達しつつある印刷漢字OCRの試作機では、解像度約18本/mmのスキュナを使用し、8ポイント~12ポイントの印刷漢字を処理している¹³⁾。ファクシミリの分野では新聞電送を中心に高解像度化技術が進展しているが、こうした技術が汎用機にどれだけ取り入れられるかが、文字認識技術との結合の立場から注目される場所である。

(2) 階調化

OCRでは帳票の濃淡に応じた2値化処理や、リジ

ェクト時の2値化閾値を変えた再試行などが行われている。固定閾値ではこれらの処理が不可能なため、特に淡い文字の再現上問題となり、入力条件の制限が必要となると同時に文字認識への負担も増す。このようにOCR並みの入力条件を提供するためには階調が不可欠である。高速機を中心に最近の汎用ファクシミリは、原稿に応じた自動濃淡調整機能や濃淡切換え機能を持つものが多く、こうした機能は文字認識の立場からも有効である。一方、汎用機の濃淡電送機能はディザ法の応用を中心に進展している。しかし文字認識の立場からみると、疑似階調は文字線の凸凹を増すためメリットがなく、画素の多値表現による階調化¹⁴⁾が望ましい。今後、認識技術の観点から、階調レベルと認識性能の関係を定量的に把握することが重要である。

(3) カラー化

カラー化の重要性は高いものの、カラーファクシミリの開発例は少なく、わずかに2色ファクシミリが市販されている程度である。しかし、当面2色でも、データの修正用やカラーでファクシミリに出力した用紙に黒で文字を記入して返送するターンアラウンド用などに色情報の応用が考えられる。

以上の画質改善は必然的に情報量の増大を招くため、本格的普及には、走査方式や記録方式の進歩と共にデータ交換網の利用が期待される場所である。こうした機能の普及と認識技術の進歩が結合すれば、汎用ファクシミリを用いた手書き漢字を含む文書の読み取りも決して夢ではない。また、画像と文字を含む文書から文字と画像を切分ける技術が文書処理の分野で特に重要であり、一部研究に着手されており¹⁵⁾、ファクシミリを使った画像と文字を含む文書処理に応用されることも期待できる。

5. 適用分野

オフィスの合理化を中心に、また社会、家庭サービスの拡大を目標に、装置レベルおよびシステムレベルの複合化が目される現在、文字認識技術とファクシミリ技術の複合化技術は、データエントリ、画像と文字の混合処理、通信におけるメディア変換などにおいてその適用分野を広げることが期待できる。特に、近年のファクシミリ通信システムの発展に伴い、普及著しいファクシミリを計算機の入出力端末として応用し、漢字、図形、画像などの処理を経済的に提供しようとする動きが活発化しており¹⁶⁾、文字認識機能を通信網に持たせることはファクシミリの付加価値拡大を

助長する重要な要因の一つとなる。

(1) データ・エントリ

装置の経済化がかなり進んだとはいえ、手書き文字を読む OCR の価格は 1,000 万円前後とまだまだ高価であり、データ入力量が多くないとコスト上見合わない。一方汎用ファクシミリの価格は送受信機でも 50 万～300 万円と OCR に比べ安い。しかしファクシミリ入力の場合、入力速度は OCR (一般的に 100～500 字/秒) に比べ遅く、A4 を 20 秒で送る高速機を使用しても 30 字/秒程度が限度である。したがって入力データ量の少ない領域でファクシミリ入力の適用が有利である¹⁰⁾。

(2) 文字と画像の混合サービス

ファクシミリを画像情報の作成、検索や画像を含む文書処理に応用することが考えられる。情報センタにおける簡易画像作成装置や画像情報検索システムの端末にファクシミリを応用した事例や画像を含む帳票の処理機能を持ったファクシミリがすでに報告されており¹¹⁾、ここではこうした応用と文字認識の関係をみる。

① 画像ファイルの作成・検索

画像ファイルの作成において、文字認識機能は作成されたファイルにインデックスを与える上で利用できる。すなわち、ファクシミリから画像情報と同時に検索用のインデックスを文字で記入して計算機に入力し、計算機では、文字認識結果からインデックスをつくり画像をファイルに登録する。検索時には検索用の帳票にインデックスを記入しファクシミリから計算機に送信し、計算機ではキーワードを認識し希望のファイルをファクシミリに出力することが考えられる。このような機能が一般化すれば、乗物や宿泊の予約、求人や不動産など各種情報案内など窓口業務に広く応用することが可能となる。また将来、ホームファクシミリが普及すれば、ホーム端末への応用も考えられる。

② 文書処理

文書処理においても画像情報登録時のインデックス用に文字認識の応用が考えられる。さらにワードプロセッサやイメージプロセッサと結合し、図形や表などを含む手書き原稿から文字を切り出し認識し、活字化した原稿を作り出すなどの応用が考えられる。

(3) 通信処理

① ファクシミリ通信

蓄積交換機能を持ったファクシミリ通信システムではサービスの多様化が予想されるが、たとえば同報通

信の宛先指定などこれらサービス用の補助情報を、ファクシミリから帳票と同時に文字で入力することが考えられる。

② メディア変換

ファクシミリから入力された文字パターンを認識しコード化する、さらに音声に変換して音声出力する等により、ファクシミリ対電話、ファクシミリ対テキスト間通信に応用することが考えられる。

6. あとがき

文字認識技術の応用としてファクシミリ入力の文字認識について動向、技術的課題、適用域などを紹介した。今後、このような技術が進歩発展し、各種サービスに応用されてゆくものと考えられるが、たとえば文字認識のような確率的にあいまいさの残る処理を公衆通信サービスにいかん導入してゆくかが重要な課題となる。また、自治体の窓口業務における証明書(住民票、印鑑証明書など)の発行にファクシミリ出力帳票を用いた場合はその有効性をめぐって制度上の問題が論議を呼ぶことになろう。

参 考 文 献

- 1) 日本電子工業振興協会：周辺端末に関する市場調査報告書 (1980)。
- 2) 飯田行恭，中島健造，小森和昭：人間の文字認識能力評価の一検討，昭和 54 年度電子通信学会総合全国大会予稿集，No. 148 (1979)。
- 3) 郵政省ファクシミリ調査研究会：ファクシミリ—その現状と展望— (1980, 3)。
- 4) 谷島昭一：ファクシミリ蓄積交換システム，ビジネス・コミュニケーション，Vol. 16, No. 10, pp. 59-62 (1979)。
- 5) 石亀昌明，三木 博，寺田 博：オンラインデータエントリファクシミリ，画像電子学会予稿，79-02-5 (1979)。
- 6) 小川 博，小林公知，広山昌生：ファクシミリ・計算機間通信に関する一検討，電子通信学会画像工学研究会資料 IE 80-63 (1980)。
- 7) 中尾孝昭：ファクシミリと OCR の結合，データ通信，pp. 45-49, 1979 年 9 月 (1979)。
- 8) 青木輝男，立木武彦，富田 悟，木野茂徳：手書きマークの線順次型識別アルゴリズム，昭和 55 年度電子通信学会総合全国大会予稿集，No. 1061 (1980)。
- 9) Kaiyo, H., Komori, K. and Nakajima, K.: Character Recognition Communication System, Proc. ICCV 78, pp. 565-569 (1978)。
- 10) 中島健造，木田博巳，荒川弘照，小森和昭：ファクシミリを利用した文字認識，電子通信学会画

- 像工学研究会資料 IE 79-61 (1979).
- 11) 中島健造, 木田博巳, 荒川弘昭: ファクシミリ入力文字の認識, 第 11 回画像工学コンファレンス 2-2 (1980).
 - 12) 田中 穰: ファクシミリ通信網の現状と将来, ファクシミリ端末技術, 昭和 55 年電気四学会連合大会 24-2, pp. 4-51-56 (1980).
 - 13) 坂井邦夫他: 印刷文字認識システム, 大型プロジェクトパターン情報処理システム研究開発成果発表会論文集, pp. 29-45 (1980).
 - 14) 伊藤正徳, 斉藤勝久, 中野一男, 沖野美晴: 感熱階調ファクシミリの検討, 画像電子学会誌, 第 8 巻第 2 号, pp. 50-59 (1979).
 - 15) 伊藤昭治他: フリーフォーマット文書の並列フィールドセグメンテーション手法, 昭和 54 年度情報処理学会第 20 回全国大会論文集 2E-1, pp. 453-454 (1979).
 - 16) Hiroyama, M., Taniguchi, M., Mori, T. and Kayano, T.: On Facsimile Application for Data Communication Network, Proc. ICC 78, pp. 649-654 (1978).
 - 17) 関 達雄他: 帳票作成機能をもつファクシミリ, 昭和 55 年度画像電子学会全国大会 3 (1980).
(昭和 55 年 11 月 28 日受付)
-