

1

実社会での利用が広がる 文字認識技術

黒沢 由明¹ 入江 文平² 水谷 博之¹ 登内 洋次郎³

¹ 東芝ソリューション (株) プラットフォームソリューション事業部

² (株) 東芝 電力システム社 電力・社会システム技術開発センター

³ (株) 東芝 研究開発センター マルチメディアラボラトリー

拡大する文字認識のニーズと研究開発の現状

1960年代に始まった国内での文字認識技術の研究開発はおよそ半世紀の歴史を経て現在に至っている¹⁾が、今でもそのニーズは拡大を続けている。その研究開発はいまだに枯れることがない。過去の研究開発の成果として、品質を保証した印字の認識、定型帳票での文字認識、丁寧に記入された文字の認識などについてはある程度の認識精度が実現され、OCRビジネスという分野が切り拓かれてきたが、現在ではさらに難しいターゲットでのニーズが顕在化してきている。

このような長い歴史があることも一因となるのであろうか、国内の学術分野での文字認識研究の活動は、研究としての目新しさがなく、新規性を主張できる部分が少なくなったこと、それ以上の性能を出すことが困難なほどに高い認識精度の報告があること、などが理由となって活発さは若干下降気味となっている。一方で文字認識を実用化している現場では、「読めない」ケースの対策を現実の解決課題として日々取り組んでおり、その意味では文字認識技術にはまだやるべきことが数多い。そのような課題を取り組みやすい形で、たとえばパターン・データベースのような形で学会に提供していくことも今後は必要なのであろう。

また国内の企業での研究開発に目を向けてみても、活発であると言える状況ではない。OCR分野での価格破壊が進み金額ベースでの市場規模がおおむね

横ばいであることがその理由の1つであり、新しいニーズに関してもそれが即ビッグ・ビジネスに繋がらないということも理由の1つである。

しかしながらブレイクスルーを作ってビジネスの壁を突き破れば、研究者にとっても新しい世界が開けてくる。新たなパターン認識の発展が促されてビジネス的な成果も期待できる。新しいニーズでビジネスを大きくするには「新しい応用のアイデア」、「読み取り対象の拡大」、「認識精度の向上」のための研究開発が不可欠で、その意味で国内の研究開発の活発化が重要である。今後のパターン認識分野の発展にも必要なことである。

一方、海外ではパターン・データベースの充実が進み、研究開発も活発で、国際会議の発表件数も増大の方向にある。新しい文字認識のニーズに対する新技術開発という分野では、将来我々の研究開発は遅れをとってしまう可能性がある。その意味でも国内での研究開発の活発化は重要である。

そのための1つの試みとして本稿では、最近の情報社会の変化の中に現れてきている新しい文字認識のニーズとそれに応える新技術に注目し報告する。最初にインフラ分野における応用事例の代表格である郵便機器での応用について、次に個人用とビジネス分野における最近のニーズの高まりと多様化、読み取り対象と用途、あるいはユーザの拡大について述べ、最後に最近の電子書籍端末などの携帯端末の普及に伴って期待度上昇中のオンライン文字認識について、全体を俯瞰的に述べていく。

社会インフラ・産業分野における文字認識

文字認識技術の適用分野は社会インフラや産業機器などの大規模なシステムからオフィス機器、個人用機器へと広がってきた。計算機技術の飛躍的な進歩を背景にパターン認識技術が高度化するのに伴って、上記適用分野の広がりとは並行して各適用分野における文字認識技術の応用形態も変貌を遂げつつある。本章では、具体的な適用例を示しながら、既存分野における文字認識適用の高度化について解説する。

社会インフラ・産業分野における文字認識は、省力化ニーズを満たす技術として登場した。すなわち、文字が書かれたあるいは印刷された対象を同定し、その同定結果に基づいて何らかの作業や情報処理を行う作業の自動化である。具体的には、郵便、宅配などの物流業における仕分け・課金作業、交通分野におけるナンバープレートによる車両の同定およびそれによる課金や交通状況モニタリング、セキュリティ監視、製造業における検査などである。

これらのニーズを満たすための代替手段としては1・2次元バーコードや無線タグなどがあり、認識精度や導入コストなどの面からその選択が行われる。これら代替手段の認識精度は概して文字認識より高いが、導入には一定のコストがかかる。また、文字認識方式の場合手書きでも読み取れるので手書き郵便物の取り扱いなどにおいては唯一の選択肢となる。また、人間が見ても分かるという視認性の観点からは、偽造への頑健性などのメリットも挙げられる。以下では、代表例として、郵便機器における住所認識について紹介する。

郵便機器における文字認識技術は、郵便番号から宛先住所認識、さらには宛先氏名を読み取り詳細な情報まで認識するように発展してきた。また、当初は赤枠内の郵便番号のみを対象としていたが、現在では任意の場所に書かれた手書きおよび印刷活字の郵便番号・住所・氏名の認識が可能となっている。郵便区分機の例を図-1に示す。

手書き住所認識における最大の課題は手書き変動

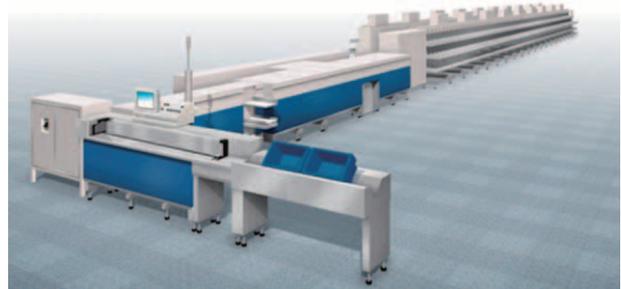


図-1 郵便区分機東芝 TT-1100 (スウェーデン郵政向け)

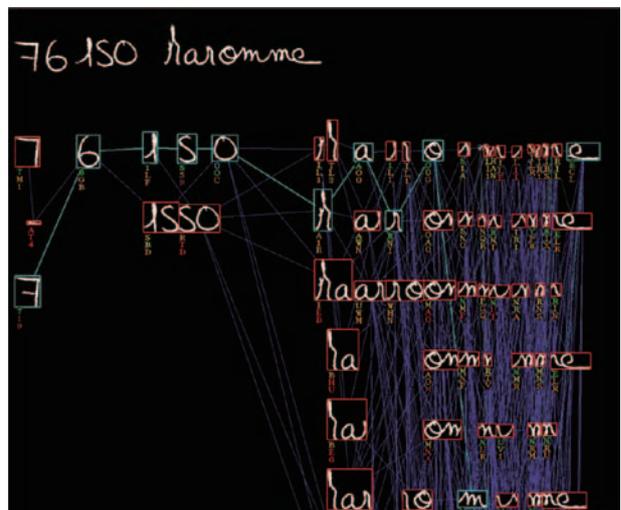


図-2 住所認識では、さまざまな文字候補の組合せと住所 DB のマッチングを行う。本例の正解は「76150 Maromme」。

である。オフィス用 OCR などでは機械での読み取りを前提として枠内に記入されることが多いので、文字の位置、形状やサイズの変動も比較的少ない。それに比較して郵便物の宛名は記入位置、形状やサイズ、筆記用具の変動がはるかに大きくなり、人間でも判読が困難なケースが珍しくない。また、記載が直線的とは限らず、隣の行との接触・入り組みなどにより文字行そのものを抽出するのが困難な場合もある。図-2 に手書き住所認識の例を示す。

一方、印刷活字住所は手書きと比較すると個々の文字の認識は難易度が低く、文字行も直線的で隣接行との接触や入り組みも通常はない。一方、大量に送付されるダイレクトメールでは広告文等が印刷されることが多く、認識対象である宛先住所を特定することが困難な場合が多い。また、手書きと比較す

ると文字サイズも小さい場合が多く、高解像度処理を必要とする。

手書き・印刷活字共通の問題としては、宛先と差出人住所の区別がはっきりしないこと、建物名の記載／省略の別、「丁目」、「番地」、「号」、「ー」、「の」、「ノ」などの記載のゆらぎへの対処が挙げられる。そのため、より柔軟な認識処理が要求されるが、一方、転居、住所表記の変更や単純な誤記載により存在しない住所が記載される場合は誤配送を避けるために厳格なりジェクトが要求され、上記柔軟な認識とはトレードオフの関係となる。

これらの問題に対処するために画像処理、統計的推測、機械学習など、パターン認識の分野における最新の研究成果が適用されてきたが、住所認識の問題は同時にデータベース探索技術でもあると見ることができ、郵便物の宛先認識は最終的にはデータベースに登録された住所のいずれであるかを判定する問題であり、目的は記載された文字をそのまま読むことではないからである。前述の通り、住所領域、住所行がどこにあるかは事前には分かっているため、探索問題と見た場合の住所認識は

- (1) どこに書かれているか
- (2) 何が書かれているか

という2つの問題に分解することができる。課題は、この2段階の探索問題をいかに正確に(照合精度)高速に(処理速度)行うかということになる。これらの2つの課題もまたトレードオフの関係にある。

まず照合精度であるが、あいまいさを許容しつつ複数挙がってくる候補の中から正解を選び出す必要がある。前述の通り探索問題としては(1)(2)の2段階あるので、その組合せ候補の中からいかに正確に宛名住所を選ぶかということであるが、候補に付けられた点数を比較する方法などがある。また、前述の通り正解がない場合もあるので、最高点が十分でない場合はリジェクトする必要がある。つまり、(1)(2)の組合せ候補どうしの正解らしさをできるだけ正確に反映した点数付けを行うのが課題である。しかし、住所候補として文字数の多い候補と文字数の少ない候補を比較した場合前者の方が高得点にな

りがちであるなどの問題が知られていた。この問題の解決方法としては文字数で正規化するなどの経験的な方法が知られていたが、より厳密にベイズ識別理論の立場から定式化した「拡張事後確率比法」などがある²⁾。

次に照合速度である。郵便機器では供給された書状の画像を順次スキャンし、搬送している間に仕分け先を決定し、該当する区分口に入れる。近年の郵便機器は認識処理用に複数のプロセッサを並列に用意し、書状ごとに空きのプロセッサに順次処理を割り振る構成が一般的である。認識処理にかかる時間は書状により一定でないので、プロセッサが空き次第次の画像を割り当てる。このような構成では処理速度としては平均処理速度および最大処理速度が問題となる。平均処理速度は1プロセッサあたりの平均処理速度×並列数である。この数値によって一定時間に処理できる書状の数量が決まる。並列数を上げれば平均処理時間に余裕ができるが、コストや設置面積などとのトレードオフになる。一方、最大処理時間は最小(区分口によって異なることがある)搬送路長÷搬送速度で制約される。長時間かければ認識できる場合でもこの制約のために時間切れリジェクトとされるので、前述の通り認識精度とのトレードオフとなる。認識精度と処理速度を両立させるための解決法の一例として、「最良優先探索」を用いた探索方式³⁾がある。

増大する文字認識ニーズ

最近、請求書や雑誌、漫画といった文書画像から文書のレイアウトを解析し、文字画像を文字認識してテキストデータに変換するドキュメントリーダ機能や情景中に映る看板や飲食店のメニューの文字といったこれまでのOCRでは対象にしてこなかった文字画像情報をテキストデータに変換する情景文字認識機能に対するニーズが増大している。この背景には、元からテキストデータで構成される電子ドキュメントと同様に紙書籍をドキュメントリーダ機能や人手入力によりテキストデータ化し、テキスト検

索を可能にした電子書籍検索サービスや書籍販売サービスの普及、さらには個人所有の紙書籍を自ら卓上スキャナなどを用いてデジタル化を行う、いわゆる「自炊」ユーザの増大がある。また、携帯電話自身の高性能化やクラウドコンピューティングの普及、さらには高速ネットワークの整備により、携帯電話単独でOCR処理が可能になったことや通信ネットワークを介して高解像度の画像をサーバへ送ることが可能になっていることが文字認識技術の活用シーンを広げ、結果的に文字画像のテキスト化ニーズの増大につながっていると考えられる。

このような最近の状況とは別に、ドキュメントリーダー機能は欧米のビジネス分野での請求書処理業務において広く活用されている。紙の請求書の内容をテキストデータに変換することで、既存のシステム化されたビジネスプロセスとの親和性を高め、ビジネスフロー処理に費やされる時間を短縮するために文字認識技術が重要になっている。これは欧米には請求書受領日から支払い日までの期間を一定期間以内にする事で支払い金額のディスカウントを受けられるという商習慣があるため、たとえば期間が10日の場合のディスカウントレートは2%というのが標準である。請求側と支払い側双方でキャッシュフローの改善につながる事が商習慣化した原因であると考えられる。

また、最近のオフィスには必ずと言ってよいほどスキャナ機能を搭載したコピー機(MFP)が普及しているが、このMFPにはドキュメントリーダー機能を搭載し、テキスト検索可能な画像PDF(サーチャブルPDF)生成機能⁴⁾を内蔵した機種も珍しくない。サーバやクライアントPCと連携するものまで含めると国内MFPメーカーすべてにおいてサーチャブルPDF生成機能を提供していると言ってよい。

以上のような例を見れば、文字認識は個人からビジネス用途まで全世界的に幅広く浸透している状況が理解できるであろう。次章以降では、こうした状況について、ニーズの多様化、読み取り対象の拡大そしてユーザの拡大の3つの視点から解説する。

ニーズの多様化

文字認識では一般に認識率と呼んでいる正しく識別した割合である「正読率」と識別誤りの割合である「誤読率」、識別結果が不定である割合の「リジェクト率」の3つの尺度で認識の精度を表し、正読率が高く誤読率とリジェクト率が低いものを、より認識精度が良いと考える。これまで文字認識ではもっぱら認識精度向上を中心とした研究開発が行われ、その成果を活かしたOCRシステムが数多く製品化され社会で役立つに至った。ビジネス用途ではOCRは記入済み各種帳票のデータエントリで主に用いられており、エントリの自動化というよりはむしろ人間がエントリする場合の効率化のために用いられることが多い。正読率が高くても誤読率がゼロでない状況では、正解に埋もれた誤読を見つけて訂正するのは大変な作業である。このためOCRシステムによっては人間がミスするレベルを基準として誤読率に対して一定の基準を設けることがある。この場合、認識率の高さよりもむしろ誤読率が一定の基準より小さいことが重要である。某金融機関で用いられている振込帳票OCRシステムは口座番号と振込金額を読み取るシステムであるが、このシステムでの誤認識率はチェックデジットなど誤り検出機能がない振込金額欄を対象にした場合で数百万分の1以下を達成している。

一方、誤読率よりはむしろ正読率や処理速度を重視し、データエントリの効率化よりは自動化を重視したアプリケーションも存在する。たとえば、MFP搭載の文書画像のサーチャブルPDF変換機能では、まず文書をスキャンし、次にドキュメントリーダー機能を用いて文字認識を行い、最後にテキスト情報を付加することでテキスト検索できる画像PDFを生成する。ここではスキャンを中断するような誤読訂正プロセスが入ることは通常はあり得ない。また、スキャン速度がMFP性能を図る1つの指標であることから、サーチャブルPDFをリアルタイム処理で生成する場合は文字認識の高速処理も望まれる。一般に、処理速度向上と正読率向上は

トレードオフの関係であり、両者ともに要求水準を満足させるのは難しい課題である。この課題に対応するためには、たとえば大量の評価文書画像を用いて文字認識結果の分析を行い、誤読した文字の誤読原因がやむを得ないものか否かをチェックすることなどを経て、誤読が許容範囲内であることを確認し、一定以上の正読率を確保したうえで各種認識処理アルゴリズムの高速化や簡略化や取捨選択、あるいは代替アルゴリズムへの入れ替えを行う。

このように、単に文字認識精度が高いものだけが望まれているというわけではなく、実際には処理速度や認識エンジンのプログラムサイズ、さらには処理中のワークメモリなどに対しても要求が及ぶこともある。OCR ビジネスを多方面で展開していくには、フィックスした1つの高性能な文字認識エンジンがあればこと足りるというわけではなく、文字認識実行環境の違いやユーザーニーズの変化に対して柔軟に対応できる認識アルゴリズムや認識エンジンの研究開発が重要である。

読み取り対象の拡大

これまでの汎用 OCR システムでの読み取り対象は、国内では金額や口座番号などを中心とした数字や記号、氏名や住所などのひらがな・カタカナ・漢字を中心とした日本語であった。また文字ではない、チェック印や各種マークを読み取る OMR 機能も搭載しており、最近では各種 1 次元バーコードや 2 次元バーコードも読み取り可能な OCR 機種もある。このように最近の OCR システムは単に文字認識を行うだけでなく、記号やマークを認識するなど、読み取り対象が拡大している。

この中でも特に目新しい読み取り対象としては、金融機関の出納処理で用いられている日付印がある。この日付印の認識は、大量の公金帳票を扱う銀行の公金代行業務で効果を発揮している。公金代行業務とは、本来地方自治体などの窓口で直接支払う地方税などを、指定された金融機関が代行して徴収するものである。各金融機関では納税処理で用いら



図-3 日付印認識処理の流れ
画像から日付印を検出後、日付行を抽出し文字認識処理を行う。日付印検出は、360度回転、指定領域からのみ出し、罫線接触があっても検出可能である。

れた帳票を処理の日付順にソートして地方自治体ごとに仕分けを行う。日付印認識機能があると日付による振り分けや押印の有無による振り分けが自動化できるので、いっそうの効率化を図ることができる(図-3)。

興味深い読み取り対象の他の例としては、道路面にマーキングされた道路標示がある。最近、自動車には車両周囲の状況をカメラ映像で確認するための車載カメラが普及してきた。中でも、駐車時などの車両後退時に車両後方を確認するためのバックガイドモニターは多くの車種で装備されている。バックガイドモニターでは車両後部に広角カメラが設置されており、道路面を広範囲に撮影することが可能になっている。この車載カメラを車両走行中も活用し、道路標示を認識した結果に基づいて走行車両位置の検出に応用することなどが検討されている。道路標示認識では、道路標示にかかる影や日光、夜間の後続車車両のヘッドライトや街灯などの照明条件が大きく認識率に影響を及ぼす。このため、照明変動に対してロバストな画像二値化法や⁵⁾、2次元画像からラスタ操作により生成した1次元画像を時系列で隠

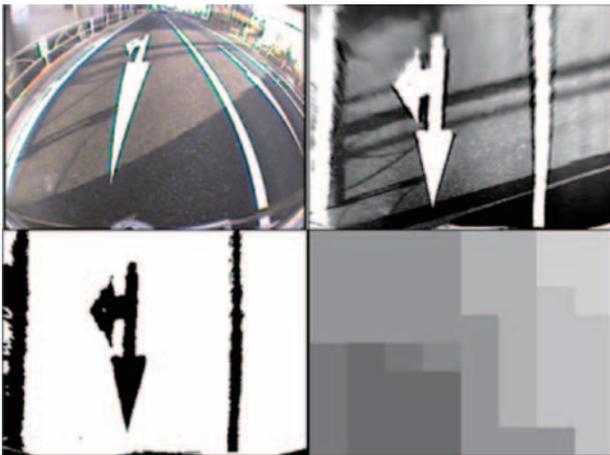


図-4 路面標示認識の処理例

左上から時計回りに、リアビューカメラ画像、透視変換画像、背景濃度推定画像、二値化画像。認識は二値化画像から黒の標示画像を抽出し、白線を除去した後特徴抽出を経て認識辞書とマッチングを行い識別を行う。

れマルコフモデル (Hidden Markov Model ; HMM) に入力することで認識を行う方式などが研究されている (図-4)。

ユーザの拡大

書籍の電子化には、画像のみをファイリングする方法と OCR や人手を用いてテキスト情報をファイリングする方法の2種類ある。前者は国立国会図書館の「近代デジタルライブラリー」が有名である。また後者は、「Google ブックス」や amazon.co.jp の「なか見！検索」が有名である。

個人でファイリングを行う「自炊」ユーザが増大しているのは、米国 Amazon.com 社の Kindle や米国 Apple 社の iPad に代表されるような電子書籍端末やタブレット端末、さらに iPhone で代表されるようなスマートフォンが急速に普及していることが背景にある。電子書籍端末やスマートフォン1つあれば、端末内にメモリが許されるだけの電子書籍を詰め込んで、時間や場所を選ばずに読書を行うことができるのである。国内では電子書籍の普及はこれからだと思われるが、欧米では爆発的に普及している。この理由の1つは日本人と欧米人との書籍に対する価値観の違いにある。欧米でのバカンスの楽しみの

1つは読書にあると言われており、大量のペーパーバックを買込んで旅行に行き、帰りはゴミ箱に捨てて帰ってくる。日本人の多くの人は本を捨てるという行為に対して違和感をいだくはずである。欧米人の多くにとって、本は読んでしまえば用のないものであり、より便利で大量に携帯できて、かつ紙の消費がないので環境負荷低減につながる電子書籍はうってつけであり、売れているのである。日本人にとっては文庫本でさえ読書後に本棚に保管したり飾ったりする人も多く、書籍はどちらかというと捨てるには忍びないものである。

現時点では日本語の電子書籍は少ないため、国内で普及しているとは言いがたい状況であるが、本会論文誌のようにアカデミック分野においてはすでに電子メディアでのコンテンツ配布は当たり前になっている。電子論文の最大のメリットはキーワード検索ができることであり、従来の紙論文では見つけることが難しかったものも検索にヒットさえすれば膨大な数の論文の中から発掘して読むことができる。また、ビューソフトによってはテキストメモを貼りつけメモ内容も検索できたり、図形等のグラフィクスを手書きで書き込むことができたりと便利な機能を搭載している。

今後は日本語コンテンツの増大とともに実用面でのメリットを突破口として、国内でも急激に電子書籍が普及することが予想され、これに呼応して従来の紙書籍のドキュメントリーダ機能を用いた電子化ニーズも爆発的に増大するであろう。そして「自炊」ユーザはさらに増えるとともに、現時点ですでに出現している電子書籍化代行サービスなど、画像スキャンを中心としたビジネス市場も成長すると考えられる。

最後に最近のクラウドコンピューティングと文字認識技術の関係について言及したい。冒頭で述べたとおり、読み取り対象が従来の帳票やドキュメントの文字だけではなく、たとえば風景写真に映る看板やレストランのメニューといった情景中のあらゆる文字をテキストデータ化するニーズが増大している。従来、OCRはビジネス用途で用いられること

が主であり、個人が趣味などで OCR を利用することはほとんどなかった。しかし、5、6年ほど前から、携帯電話やデジカメなどを用いてデジタル画像を撮影し、PC やインターネット上のファイルサーバに容易にファイリングできるようになり、最近では Evernote で代表される画像ファイリングサービスなどのクラウドサービスの多くが無償で利用できるようになった。たとえば、旅先で撮った写真や動画をクラウドサービスを利用して家族や友人と共有したり、客先で交換した名刺情報を名刺画像とともにインターネット経由でアクセスすることで顧客情報管理を迅速かつセキュアに行うクラウドサービスもすでに行われているのである。こういったサービスでは画像のタグ付けや情報抽出に文字認識技術が使われており、今後も文字認識技術の重要性は、よりいっそう増すであろう。

オンライン文字認識

オンライン文字認識は、タブレットやタッチパネルに対してペンや指によって入力された筆跡データから文字を認識する技術である。OCR では、画像情報としての筆跡を対象にしているため筆跡の形状といった静的な情報しか得られない。一方オンライン文字認識では、筆跡情報が座標の時系列として得られるため、筆記方向、筆順、画数といった動的な情報を容易に利用できる。

オンライン文字認識は、電子機器におけるキーボードに代わる文字入力インタフェースとして用いられ、個人用の PDA (携帯情報端末, Personal Digital Assistant あるいは Personal Data Assistance) から生命保険会社の外務員向けの業務用端末までさまざまな機器に搭載されてきた。近年では、携帯ゲーム機や電子辞書にも搭載されるようになり、一般の人が目にする機会が増えている。さらに、紙への筆記と同時に筆跡の座標情報を取り込むことができるデジタルペンが開発され、今まで OCR が使われてきた帳票読み取りシステムにオンライン文字認識が採用されるなど、今後も幅広い分野での実

用化が期待されている。

日本ではもともと原稿用紙の枠に 1 文字ずつ筆記するという文化があり、オンライン文字認識においても、文字枠に 1 文字単位で入力された筆跡を認識する枠あり文字認識が一般的であった。1990 年代に製品化された多くの日本向け PDA にも枠あり文字認識が採用された。その後、認識技術の進歩とプロセッサの高速化が進み、枠を設けずに文字列として入力された筆跡に対して文字を切り出しながら認識を行う枠なし文字認識が製品に搭載されることも多くなってきた。たとえば、マイクロソフト社の最新 OS の多くのエディションに枠なし文字認識が搭載されている。枠あり文字認識に比べて認識精度や処理時間で課題はあるものの、枠なし文字認識は紙のように自由に筆記したいというニーズに応えるものである。

一方、電子機器の特性を活かし紙への文字入力にはない利便性を提供しようという試みも行われてきた。PalmOS に搭載された Graffiti は、通常のアルファベットを簡略化した特殊な 1 画の文字で入力することにより入力効率を高めている。東芝のタブレット PC dynabookSS M200 や液晶テレビ CELL レグザ 55X1 に搭載された重ね書き文字認識⁶⁾ は、通常のかな文字を同じ場所に連続的に重ねて書くというインタフェースを採用することで文字入力の省スペース化を実現している (図-5)。また、ジェスチャによる文字編集操作や入力予測機能と組み合わせることで文字入力の効率化を図っている。

近年、任天堂のニンテンドー DS、米 Apple 社の iPhone、iPad など画面を指やペンで直接操作するユーザインタフェースが広まってきている。今後オンライン文字認識の精度を高めることはもちろんのこと、指やペンによる直接操作と手書き文字入力を融合した新たなユーザインタフェースを構築することも重要となるであろう。

これからの文字認識

これまで述べてきたように、文字認識分野ではニ



図-5 CELL レグザ 55X1 に付属するタッチパッド機能付きリモコン
タッチパッドに指で文字を筆記してテレビ番組やインターネットを
検索できる。

ーズが多様化し、低価格化や認識の難しい問題への取り組みなどが徐々に進んできて、これらに対する新技術開発のハードルは着実に高くなってきている。また国際的にチャレンジする研究者や研究機関の増加はこの分野の競争を一段と厳しくしてきている。一方で、このような新技術開発に向けたユーザの期待は大きい。今まで読めなかったものがより高精度で読めるようになれば、このようなユーザの期待には答えられる。さらにその期待を超えて先へ進むこともできる。顕在化してきている新しいニーズと新しいシーズの流れをしっかりと掴み、また一方で、これまでの長い研究開発で獲得してきた経験とノウハウを基礎にして、新たなビジネス分野、研究領域を開拓していかなければならない。

参考文献

- 1) 坂井邦夫, 西村一夫: 文字認識技術の発展と OCR システムの広がり, Vol.47, No.2, 東芝レビュー, pp.84-87 (1992).
- 2) 浜村倫行, 赤木琢磨, 入江文平: 事後確率を用いた解析的単語認識—文字切り出し数の正規化—, 信学技報, PRMU2006-238, pp.19-24 (2007).
- 3) 浜村倫行, 赤木琢磨, 入江文平: 事後確率と最良優先探索を用いた複数段構成パターン認識の認識戦略—住所認識への応用を例として—, 信学技報, PRMU2007-243, pp.167-172 (2008).
- 4) 土橋外志正, 水谷博之: 文字がくっきりと見える高圧縮 PDF 変換技術, 東芝レビュー, Vol.62, No.12, pp.30-33 (2007).
http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2007/12/62_12pdf/a07.pdf (2010/9/14 参照)
- 5) Suzuki, T., Kodaira, N., Mizutani, H., Nakai, H. and Shinohara, Y. : A Binarization Algorithm based on Shade-planes for Road Marking Recognition, Proc. SCIA 2009, pp.51-60 (2009).
- 6) Tonouchi, Y. and Kawamura, A. : Text Input System Using Online Overlapped Handwriting Recognition for Mobile Devices, Proc. ICDAR 2007, pp.754-758 (2007).
(平成 22 年 9 月 30 日受付)

黒沢由明 (正会員)

東芝ソリューション (株) 技監, 博士 (工学). 1978 年東芝入社. 文字認識, 画像処理の研究開発に従事, 現在に至る. 2000 ~ 01 年 MIT メディアラボ派遣研究員. 電子情報通信学会会員.

入江文平 bunpei.irie@toshiba.co.jp

(株) 東芝主幹. 1984 年入社. 文字認識, 画像処理の研究開発に従事, 現在に至る. 1988 ~ 90 年 ATR 視聴覚機構研究所に出向. 電子情報通信学会会員.

水谷博之

東芝ソリューション (株) 参事, 1989 年東芝入社. 文字認識・画像処理の研究開発に従事, 現在に至る. 1991 ~ 94 年 ATR 視聴覚機構研究所, ATR 人間情報通信研究所に出向. 電子情報通信学会会員.

登内洋次郎

(株) 東芝研究開発センター, マルチメディアラボラトリー主任研究員. 1994 年東芝入社. オンライン文字認識, 画像認識の研究に従事.