

OAにおける認識技術

Recognition Techniques for Office Automation

認識技術はOAでのマンマシンインタフェースを高度化するための、ひとつの重要な技術である。

単語音声認識装置やOCRはオフィスで実績のある装置であるが、より使いやすく、より広範囲の用途に対応するため、不特定話者連続単語音声認識技術、擬似連続音声タイプライタ技術及び文書入力OCR技術を開発した。また、光ディスクを利用した文書の大量記憶など新しいOA環境に対応する新技術、文書のレイアウト構造認識技術を開発した。応用システムへの展開が今後の課題である。

ヒューマンフレンドリーなOAを実現するためには、解決すべき課題が多い。人工知能の新技術として注目されている知識処理がひとつの突破口になる可能性がある。

遠藤 裕 英* Hirohide Endō

藤 沢 浩 道** Hiromichi Fujisawa

小 松 昭 男*** Akio Komatsu

国 崎 修**** Osamu Kunisaki

花野井歳弘***** Toshihiro Hananoi

1 緒 言

マンマシン性向上のキーテクノロジーである認識技術の現状と将来を展望する。

OA (Office Automation) 機器のユーザーは不特定多数の非専門家であり、使い勝手の良いものでなければならない。このためには、機械と人間の文化圏を近づける必要がある。そのひとつとして、音声や手書き文字・図形のいわゆるパターン情報を使ったインタフェースが考えられる。このとき、パターン情報をコード情報に変換する認識技術が必要になる。

認識技術を適用して単語音声認識装置やOCR (光学式文字読取り装置) などが製品化されてきたが、技術上の制約から適用業務に限られ、市場の期待に必ずしもこたえきれていない。また、光ディスクを利用した文書ファイルシステムなどの新しいOA環境から、従来と異なるタイプの認識技術も要求されるようになってきた。

本稿では、これらの課題に対して開発された新技術、すなわち不特定話者連続単語認識技術、擬似連続音声タイプライタ技術、文書入力OCR技術、及び文書のレイアウト構造認識技術について紹介する。

2 認識技術とOA

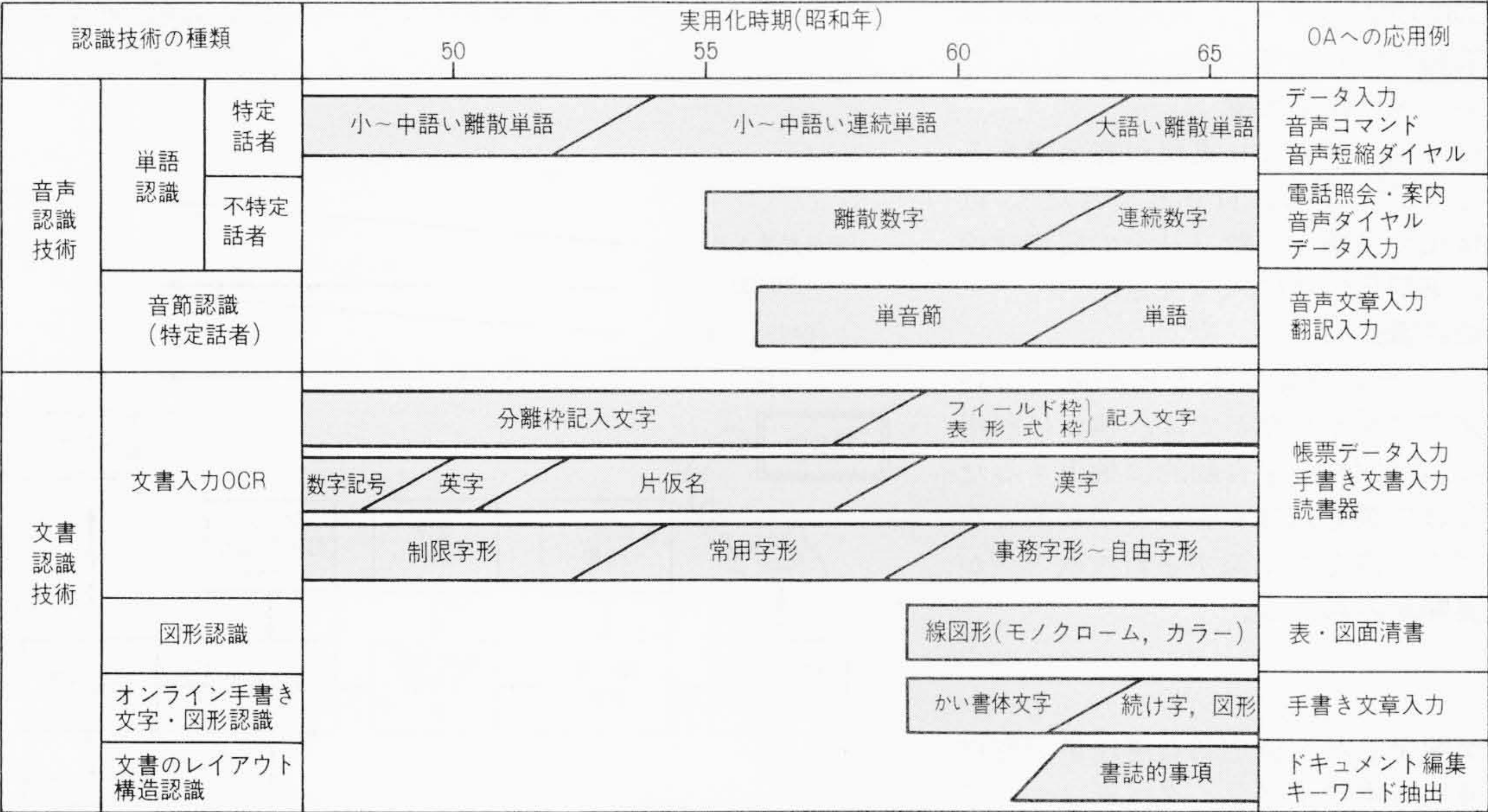
ここでは、OAに関連のある認識技術を音声認識技術と文書認識技術とに分けて、現状と応用を概観する。

代表的な認識技術について図1にまとめた。概要を次に述べる。

2.1 音声認識技術

(1) 特定話者単語音声認識技術

数百語以下の単語を対象とし、データ入力やコマンド入力用に特定話者単語音声認識装置として実用化されている。音



注：略語説明 OA(Office Automation), OCR(光学式文字読取り装置)

図1 認識技術の代表例とOAへの応用 音声認識と文書認識の技術動向と応用例を示す。応用には実用化検討中のものも含む。

* 日立製作所マイクロエレクトロニクス機器開発研究所 ** 日立製作所中央研究所 工学博士 *** 日立製作所中央研究所

**** 日立製作所マイクロエレクトロニクス機器開発研究所 工学博士 ***** 日立製作所小田原工場

声入出力装置VI-10, VI-50の製品¹⁾がある。あらかじめ音声登録しておく必要があり、単語を区切って発声させるタイプの装置が多い。

(2) 不特定話者単語音声認識技術

電話による各種照会、案内サービス用の不特定話者単語音声認識装置として実用化されている。製品には音声応答装置HIVORS-1250がある。認識語数は16語(数字と制御語)であるが、だれの声でも認識できる利点がある。最近、数字を続けて発声しても認識できる連続単語認識技術が開発された²⁾。電話ショッピングなどへの応用が期待されている。

(3) 特定話者音節認識技術

市場には、文章入力用に製品化されている装置がある。認識対象は68(50音と濁音、半濁音)～111音節(よう音と外来音を含む)である。あらかじめ音声を登録し、音節ごとに区切って発声する。最近、言語処理技術を用いて認識の高精度化が図られつつある。また、一方では続けて発声される音声の認識についても研究開発が行なわれている^{3),4)}。

2.2 文書認識技術

(1) 文字認識技術

本技術を応用したものに、手書き英・数字、仮名、記号を読み取るOCRがある。製品では、OCR T550/40, 50, 60, 80があり、項目データのバッチ入力装置として普及している。最近、文字切り出しの新しい技術の開発^{5),6)}により、文字記入密度の高いフィールド枠(表形式枠)や、複写機で作成した複写帳票の読み取りができるようになった。字形も常用字形(JIS字形)から事務字形に拡張された。(本技術はOCR T550/27, 47, ワークステーションOCR HT-4171に適用されている。)また、字種も従来の英・数字、仮名、記号にとどまらず、漢字まで認識できるようになってきた⁷⁾。これによって、住所、氏名などを含む漢字項目データの入力や、手書き文書入力へと応用範囲が拡大されつつある。

(2) 図形認識技術

図形の入力には手動のディジタイザが使用されてきた。画像処理技術の進歩とともにディジタイザの自動化も進み、手書き図面(線図形)の自動入力が可能⁸⁾になりつつある。オートディジタイザHADG-C00/C01(カラー)、HADG-M00/M01(モノクローム)などの製品が出始めている。

(3) オンライン手書き文字・図形認識装置

筆順や画数の情報が利用でき、OCRより実現が容易であるため、対話形入力手段として古くから注目されてきた⁹⁾。近年、入力デバイスの低価格化や筆順・画数フリーの認識技術が開発されたことにより、実用化の域に入ってきた¹⁰⁾。

(4) 文書のレイアウト構造認識技術

コード情報だけでなくイメージ情報の電子化が進んでいる。光ディスクを用いた文書ファイルなどでは、検索に利用する書誌的事項(タイトル、日付など)を自動的に抽出するために、それぞれの情報の記載位置を認識することが必要となる。このため、文書のレイアウト構造を認識する新技術^{11),12)}が開発されるなど、新しい展開がみられる。

3 音声認識技術

ここでは、日立製作所が開発した不特定話者連続単語音声認識技術と特定話者擬似連続音声タイプライタ技術について紹介する。

3.1 不特定話者連続単語音声認識技術

システムが「市外局番をどうぞ」と言ったのを受けて、利用者が「0423」と答える場合、従来技術では、「ゼロ」、「ヨン」、「ニ

ィ」、「サン」のように、それぞれの数字(単語)間に休止をおく必要があった。これを離散発声と言う。離散発声は、特に数字の場合、日常の習慣に反した不自然な発声方法であるとともに、発声速度も必然的に遅くなる欠点があった。このため、数字に対し、「ゼロヨンニィサン」のように区切りなく発声(これを連続発声と言う。)しても認識できる新技術を開発した²⁾。

連続発声のもつ難しさは、(1)数字間の区切り目を自動的に見いだす必要があること、(2)前後の数字音と結びついて数字の音声そのものがひずむ(これを調音結合と言う。)ため認識が難しくなること、である。(1)に対しては、数字に固有で話者に依存しないという性質をもつ、音声パワーを使った類似度計算法を開発したことにより、数字間の区切り目を安定して見いだせるようになった。(2)に対しては、従来の連続非線形マッチング法を音節レベルまで分割して、マッチング状態を評価できるように拡張するとともに、認識結果をフィードバックして標準パターンの良否を自動的に判定する方法を開発したことにより、話者によらず安定な認識が可能になった。

図2に今回開発した不特定話者連続単語音声認識方式の構成を、表1に電話音声での使用を前提とした方式仕様を示す。フィールドと同一条件で収録した50人分の実回線音声データを用いたシミュレーションで、連続数字の認識率94%(一桁換算)を得ている。

3.2 特定話者擬似連続音声タイプライタ技術

単語を認識単位としていたのでは大語い単語入力や文章入力の用途には対処できない。語い数が多くなるにつれ、参照すべき標準パターン数も増え、語い間の誤認識が起きやすくなる。このため、例えば「アカイ」の場合、「ア」、「カ」、「イ」のように単音節(50音や濁音、半濁音など)に分解して認識する。日本語の場合、68～115音節を認識できればよい。しかし、音節を単位とすることで取り扱う音声長が短くなるため、音節特徴の抽出が不安定になり誤認識も生じやすくなる。我々人間でも音節レベルで100%正しく認識しているとは限らない。人間の場合、音節認識結果のあいまいさを日本語としての構造、意味、常識、経験などで補っていると考えられる。このような考えに基づき、音声タイプライタに日本語処理を導入

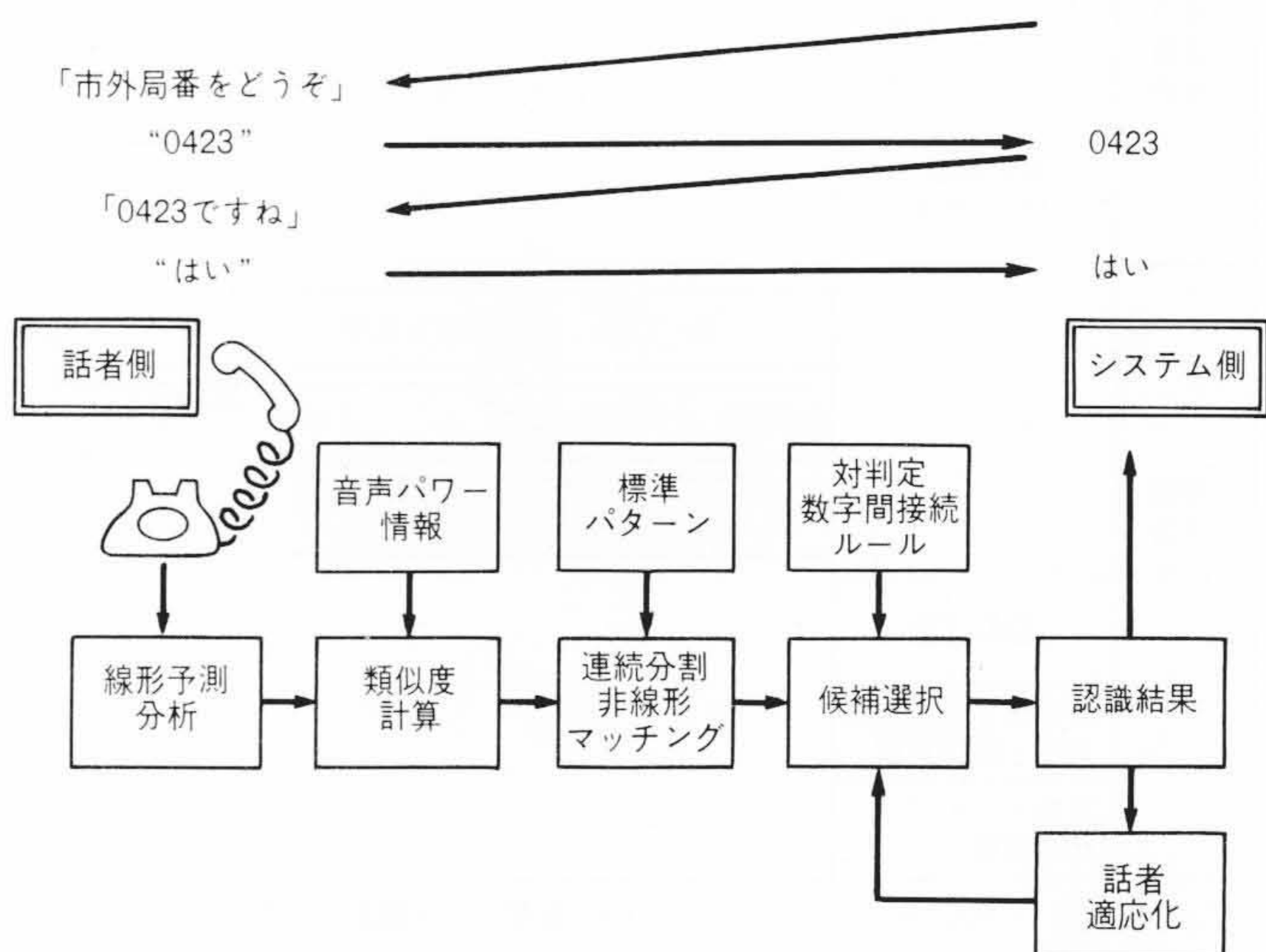


図2 不特定話者連続単語音声認識方式の構成 音声パワーを使った類似度計算法、連続分割非線形マッチング、認識結果をフィードバックした話者適応化により、認識の高精度化を図った。

表1 不特定話者連続単語音声認識方式の仕様 電話音声为前提とした仕様であり、4桁の数字を入力する場合、連続発声は離散発声に比べて約4倍高速に発声できる。

項目	内容
入力条件	電話回線入力(600形相当)
話者条件	不特定話者(ただし成人)
認識単語数	最大32語、基本15語 連続単語: 数字1~4桁
発話環境	通常事務室(75ホン以下)
処理時間	入力音声区間の2倍以内
最大音声長	4秒
発声速度	連続発声(数字): 0.3~0.5秒/語 離散発声(数字): 0.12~0.75秒 離散発声(制御語): 0.12~1.5秒

した(図3)。処理の概要は次に述べる通りである^{13),14)}。

音響処理部で入力音声の音節認識が行なわれ、最大5個の音節候補を得る。異字処理部では同音異字に対処するため、異字候補を付加する(例えば、「わ」があれば「ば」も候補に付け加える)。統計的候補選択部では連続する音節の出現頻度によって、最も出現頻度の高い文節候補5個に絞る。その後、日本語としての妥当性を形態素解析と最適文節選択処理によ

表2 擬似連続音声タイプライタの仕様 文章を1音節ずつ区切って読むことにより、最大、3音節/秒の速度で入力できる。

項目		内容
音声認識装置	発声条件	特定話者・擬似連続発声・文節単位の入力
	認識対象	115単音節及び単語
	音響分析	16チャンネル帯域フィルタ分析
	認識方式	高次連続非線形マッチング法
	入力速度	最大 3音節/秒
統計的言語処理		異字処理(候補音節付加法), 候補選択処理(連音節辞書方式)
日本語処理	形態素解析	横形探索方式, 自立語辞書: 16万語
	最適文節選択処理	音声認識での類似度と言語解析結果の階層的選択法

て調べ、結果をひとつに絞る。このような一連の処理を行なうことによって、文章を音声で入力する場合、ほぼ95%の認識率(単音節換算)を得ることができた。

表2に試作した擬似連続音声タイプライタの仕様を掲げる。

4 文書認識技術

ここでは、日立製作所の開発した文書入力OCR技術、文書のレイアウト構造認識技術について紹介する。

4.1 文書入力OCR技術

4.1.1 帳票制限の緩和⁵⁾と字形制限の緩和

OCRには、帳票に記入された文字群から各文字を抽出する文字切り出し部と、切り出された文字を認識する認識部がある。本節では、文字切り出し機能も認識技術に含めて説明する。

(1) 複写帳票上の文字切り出し

少量帳票のランニングコストを下げるため、複写機で複写した帳票(複写帳票)を使用できるようにした。従来、文字の記入枠はドロップアウトカラー(OCRのセンサに感じない色)で印刷されるのが普通であったが、複写帳票では黒色枠となり記入文字と同様OCRで読み取られるため、文字枠認識技術を開発し、文字枠と文字を分離できるようにした。

(2) フィールド枠記入文字の切り出し

従来、(a)1文字ごとに文字枠を設ける必要があり、文字枠設計が煩わしい、(b)文字枠間に一定以上のスペースを必要とするため、単位面積当たりの記入文字数が限られ、スペースファクタが良くない、など検討を要する点があった。このため、文字枠間のスペースをなくしたフィールド枠(表3参照)を導入することによって、A4判80欄相当の通常伝票の読み取りを可能にした。これに伴い、記入文字の重なり、接触なども生じやすくなるため、文字認識を併用した新切り出し技術を開発した。フィールド枠を拡張した表形式枠記入文字の切り出しも本技術で可能になった。

(3) 事務字形(数字)の認識

常用字形(JIS字形)を認識対象とするのが一般的であるが、経理伝票などによく見られるやや斜めの字形(この種の字形を事務字形と呼ぶ。)も認識対象とすることによって、字形の許容範囲を広げた。技術的には、事務字形の形状をよく把握できる新特徴を抽出、処理するとともに、標準パターンを拡充することによって実現した。

上記(1),(2)の技術的ポイントは、接触文字の自動分離にあ

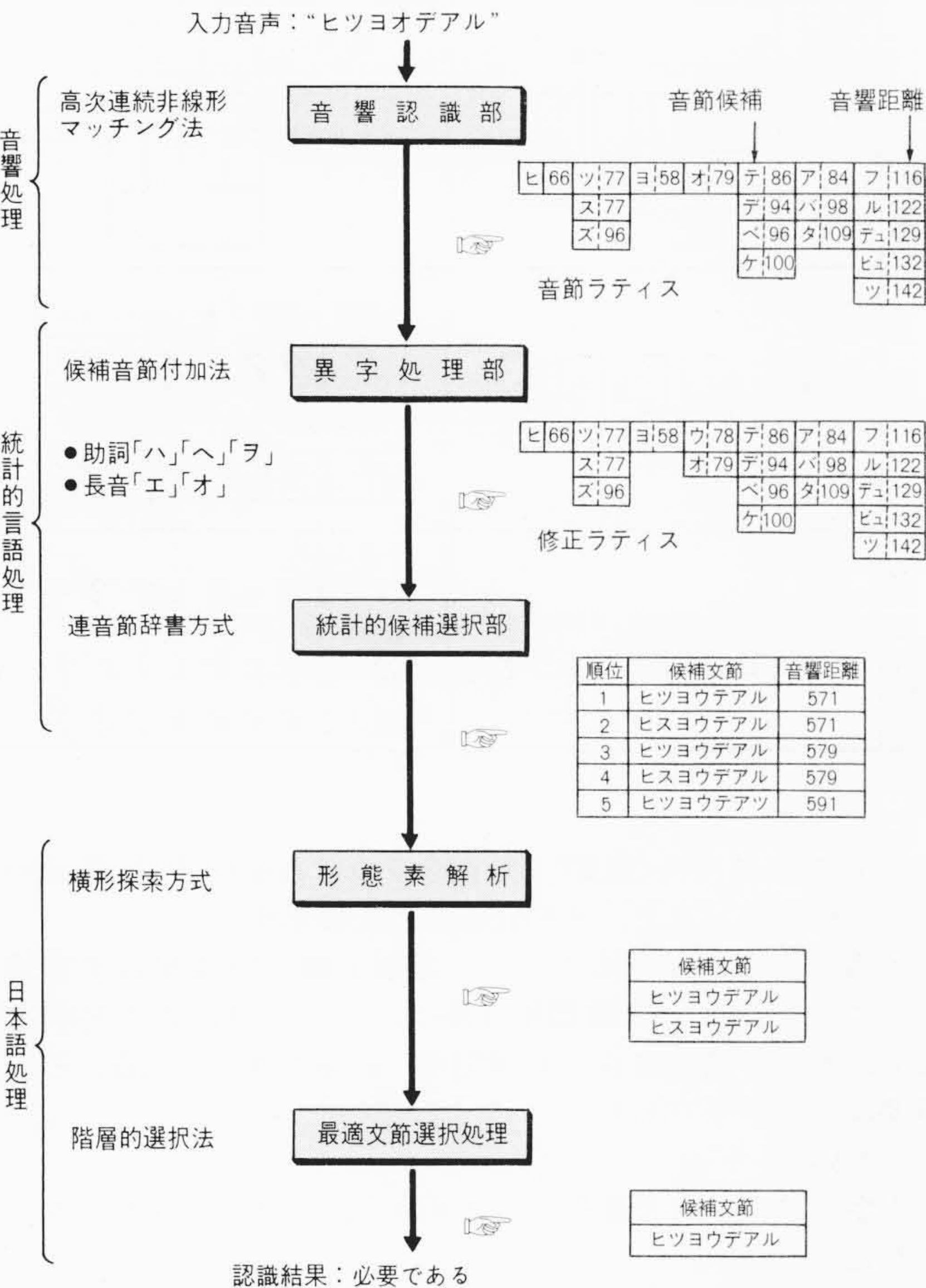
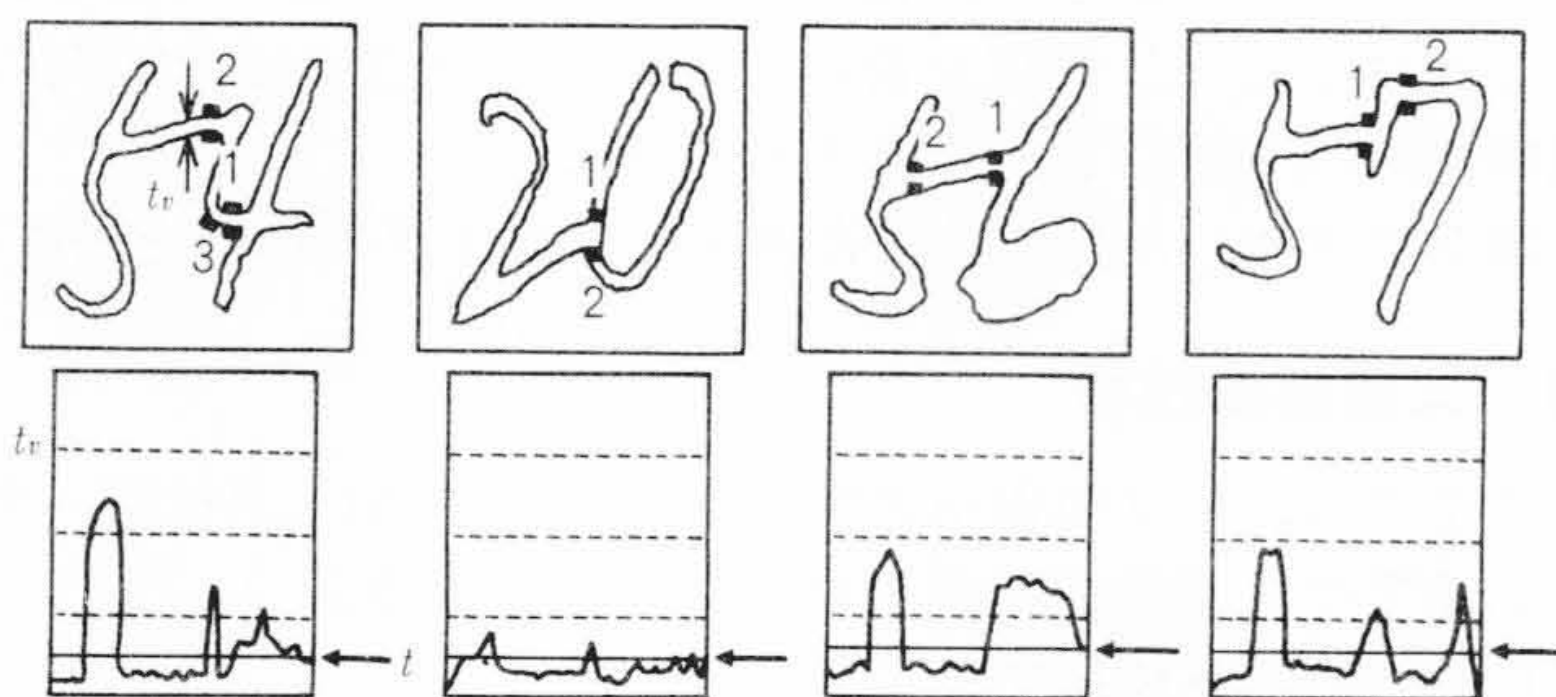


図3 擬似連続音声タイプライタの処理の流れ 音響処理に統計的言語処理と日本語処理を付加することによって、ベンチマークテストで認識率95%(単音節換算)が得られるようになった。

54 54 54 54 54 56 56 56 56 56
 20 20 20 20 20 50 50 50 50 50
 57 57 57 57 57 48 48 48 48 48
 45 45 45 45 45 84 84 84 84 84
 40 40 40 40 40 25 25 25 25 25
 23 23 23 23 23 26 26 26 26 26
 80 80 80 80 80 59 59 59 59 59
 00 00 00 00 00 09 09 09 09 09
 88 88 88 88 88 58 58 58 58 58
 55 55 55 55 55 87 87 87 87 87

(a) 接触文字の例



(b) 切断候補点抽出結果の例

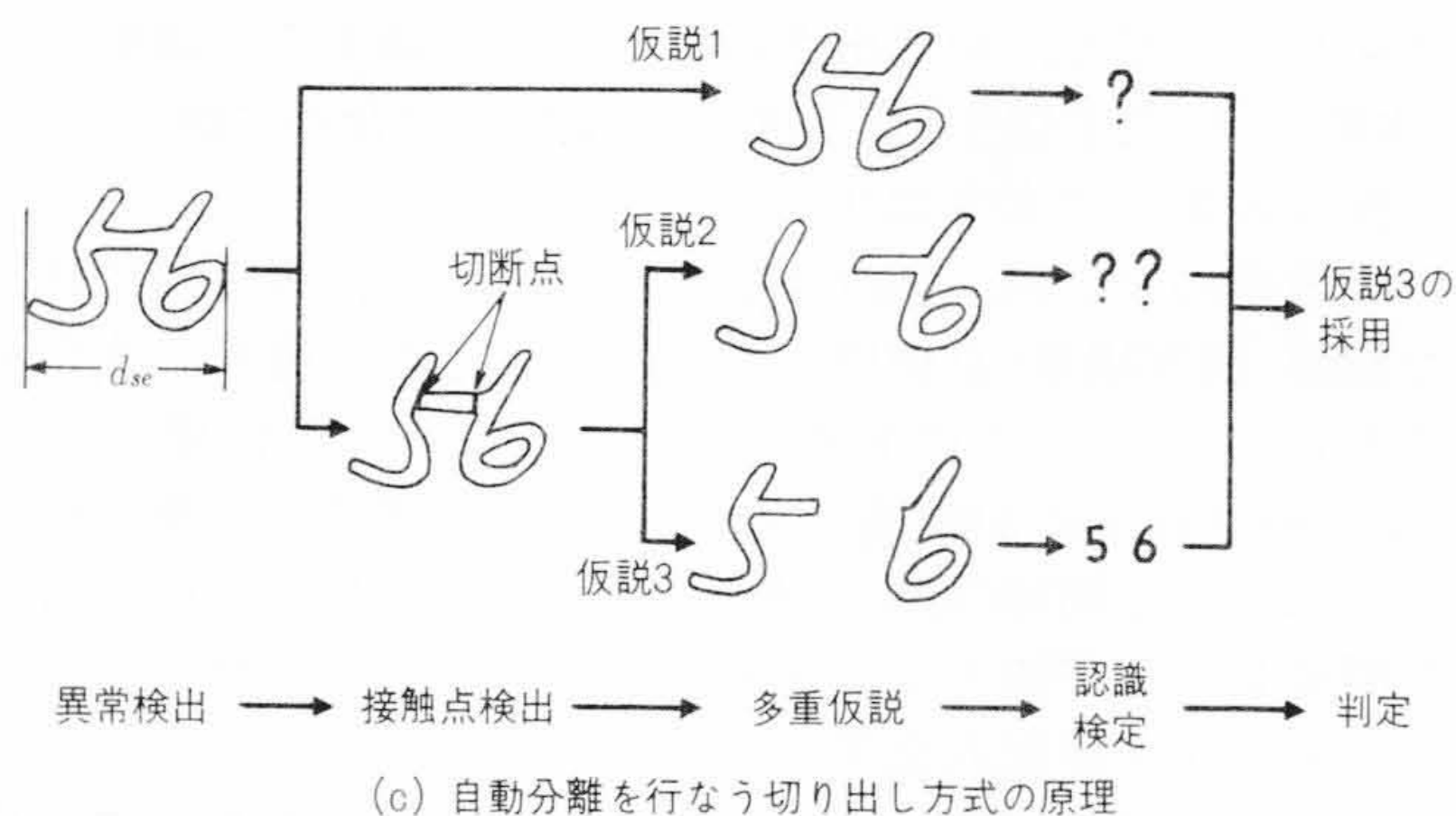


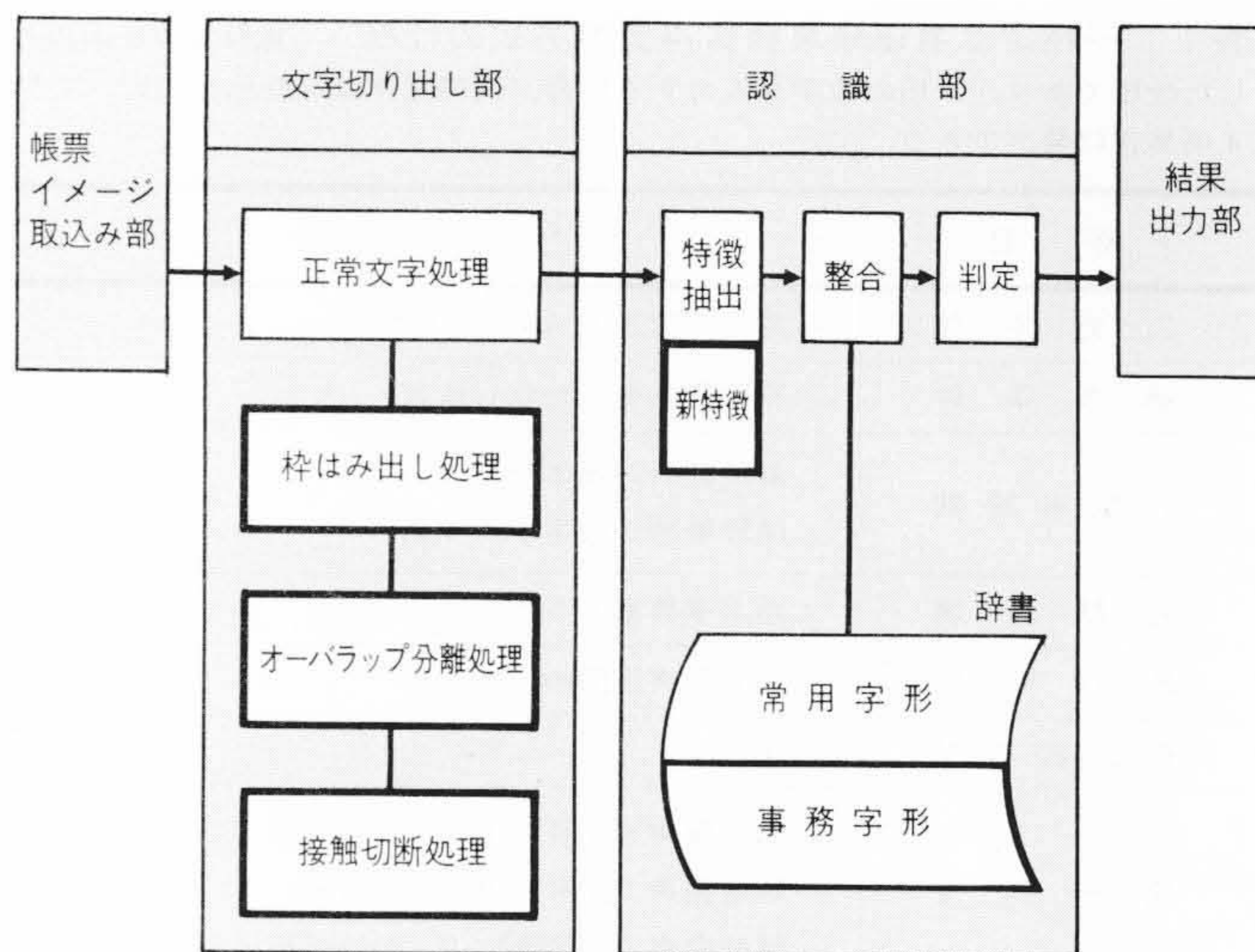
図4 接触文字の切り出し方式 (a)の接触文字は、(b)の方法によって切断され、(c)の多重仮説・検定を経て、正しい文字が切り出される。

る。図4に接触文字の分離原理を示す。接触文字“54”の切断候補を次のように求める。輪郭パターンの縦方向のストローク幅 t_b を逐次求め、 t_b の最小値から定められたしきい値 t を超す点を切断候補とする。次に、文字幅を考慮していくつかの仮説、すなわち切断候補点で切断した場合としない場合、のそれぞれのパターンに対して文字認識を行ない、どの仮説が正しいかを調べ、最も合理的な結果を答とする。

(1)~(3)を実現するための文字認識のフローを図5に、また、これによって実現される新機能の例を表3にまとめて示した。

4.1.2 手書き漢字認識技術

手書き漢字の認識が可能になれば、手書き文書の電子化(コード情報化)が飛躍的に進むものと期待される。日立製作所の



注：太枠は、新規開発を示す。

図5 帳票制限・字形制限緩和技術の構成 文字切り出し部に枠はみ出し処理、オーバーラップ分離処理、接触切断処理が追加された。認識部に事務字形認識用の辞書(標準パターン)と新特徴の抽出処理が追加されている。

表3 帳票・字形仕様の比較 普通帳票と同じA4判80欄相当のピッチで文字を記入できる。位置ずれ文字、オーバーラップ文字、分離文字、接触文字の切り出し処理と事務字形の認識ができる。

項目	従来仕様	新仕様
枠寸法	最小 B4判80欄相当	最小 A4判80欄相当
枠形式	文字枠 フィールド枠 0.5mm以上 4.2mm以上	文字枠 フィールド枠 3.5mm以上
記入形態	位置ずれ文字 オーバーラップ文字 分離文字 接触文字	位置ずれ文字 オーバーラップ文字 分離文字 接触文字
字形制限緩和	常用字形(JIS字形) 0123456789	常用字形 0123456789 事務字形 0123456789 0123456789

試作した文書入力OCR¹⁵⁾(漢字認識のできるOCR)試作機の外観を図6に、また、その仕様を表4に示す。

手書き漢字認識方式として、階層的構造特徴整合法を開発⁷⁾した。階層的構造特徴整合法は、(1)前処理、(2)大局構造識別、(3)基本構造識別、(4)後処理、の各処理から成る。その概要は次のようである。

(1) 前処理

文字パターンの2値化、ノイズ除去、パターンの大きさの正規化を行なう。

(2) 大局構造識別

互いに性格の異なる複数の特徴量を階層的に使用して、候補字種の絞り込みを行なう。使用している特徴に次のような

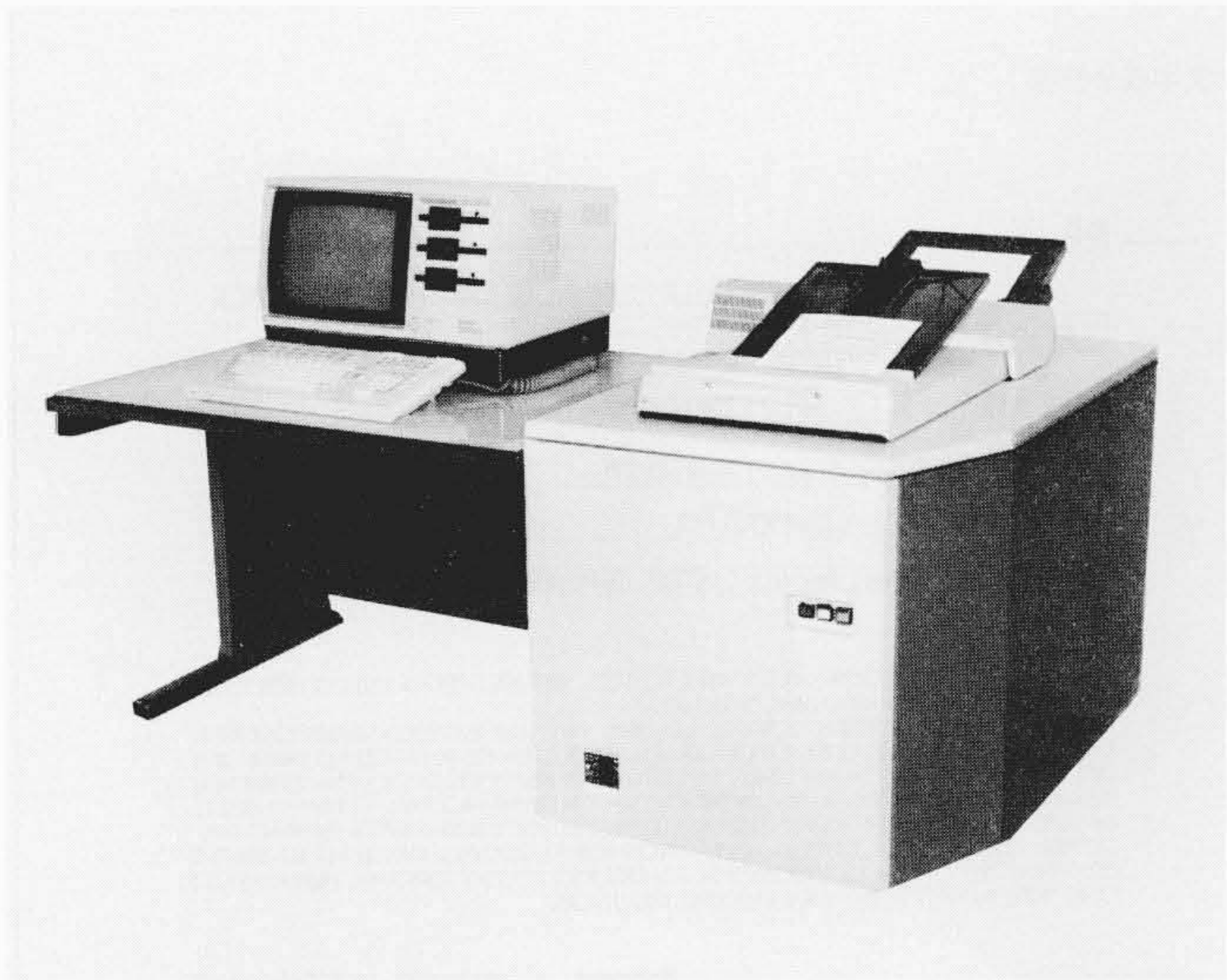


図6 文書入力OCR試作機の外観 右上がスキャナ、右下は認識装置で、パーソナルコンピュータB16が制御装置として接続されている。

表4 文書入力OCR試作機の仕様 表形式枠(非ドロップアウトカラー)が使用でき、手書き漢字を10字/秒で認識できる。

項 目	内 容
書 式 の 設 定	帳票見本の提示
文 字 枠	表形式枠(非ドロップアウトカラー)
読 み 取 り 対 象	文字 { 英・数字, 仮名, 記号: 常用字形 漢字: 印刷文字, 手書きかい書体 2,400字種 図表: 表形式枠
認 識 速 度	10字/秒
単 語 辞 書	住所・姓・名(10万語)

ものがある。

- (a) 輪郭線分布特徴……文字の外接長方形を $m \times m$ のます目に分割し、各ます目に存在する文字の輪郭長
- (b) 変形線密度特徴……文字の水平輪郭線数分布と垂直輪郭線数分布
- (3) 基本構造識別
文字パターンの輪郭を4方向の線素で近似する。各方向ごとの線素パターンに対して、それぞれ一致度を調べる。
- (4) 後処理
類似文字間の識別と言語情報を用いた総合判定を行なう。

ていねいに書かれたかい書体の漢字, 2,343字種を用いて階層的構造特徴整合法の評価を行ない、認識率94.8%を得た。テストサンプルとして手書き漢字データベースETL-8(工業技術院電子技術総合研究所)及び社内で収集した文字データを使用した。

4.2 文書のレイアウト構造認識技術

(1) 文書画像の編集, (2) 文書画像データの圧縮(文字, 図形, 写真など情報の種類に応じて圧縮方式を変える場合), (3) 書誌的事項の抽出, などで、文書のレイアウト構造を認識する必要が生じる。ここでは、(3)の課題を実現する新開発技術¹¹⁾について紹介する。

文書の基本構造は既知とし、内容に応じて変形している入力文書のレイアウト構造の同定を取り上げる。

文書の書式を長方形領域の集合と考え、書式定義言語によって長方形領域間の包含関係、位置関係を階層的に記述しておく。次に、入力された文書のイメージデータに対し、書式定義言語の記述を参照しながら長方形領域の同定を行なう。最終的には、書誌的事項の記載された長方形領域まで同定する。書誌的事項が記載されている長方形領域と同定された長方形領域に対し、記載文字の文字認識を行なう。認識結果を単語辞書と照合することによって、その内容があらかじめ定義された書誌的内容の語群に属しているか否かをチェックする。属していれば、それまで行なった領域同定は正しく、書誌的事項も正しく認識されたとみなせる。しかし、書誌的内容の語群に属していなければ、領域の同定が間違っただけとしてやり直す。

本方式によるレイアウト構造認識(領域の同定)の概念図を図7に、書誌的事項の自動抽出例を図8に示す。

5 認識技術の将来動向

半導体技術や計算機技術の進歩に支えられ、認識技術も急速に進歩してきたが、実用レベルの性能を出すためには認識対象の範囲をまだまだ限定しなければならない。文字認識では、JISによって数字、英字、記号、片仮名のOCR用字形が定められている。また、新しく、手書き平仮名字形に対してもJISができ、手書き漢字に対しては書き方のガイドラインが示された¹⁶⁾。漢字OCRの今後の普及を想定したものである。一方、音声認識では、発声を規格化するのは困難であり、この方面の施策により音声認識装置の普及を図るのは難しい状況にある。

音声認識技術、文書認識技術の個々の将来方向は図1にも示している。人間が自然に発声した音声や、自由に書いた文字・図形を高精度に認識するための技術開発が、今後も継続的に進められるであろう。しかし、対象とするパターンそのものの知識だけを用いた認識技術には限界があるため、総合的な知識——例えば、日本語としての構造や意味、更には常識など——を活用した認識技術が本格的に進むものと思われる。

近年、人工知能の分野で知識処理の研究が活発である。知識処理では、知識を組織的に積み上げ、活用する手段を提供する。このため、「認識」に関して今まで得られた知見や今後得られる知見を、知識ベースとして積み上げてゆけば、人間が成長するのと同じように、徐々に認識能力も向上してゆくと考えられる。知識処理は認識技術の飛躍的向上を図る糸口となるかもしれない。

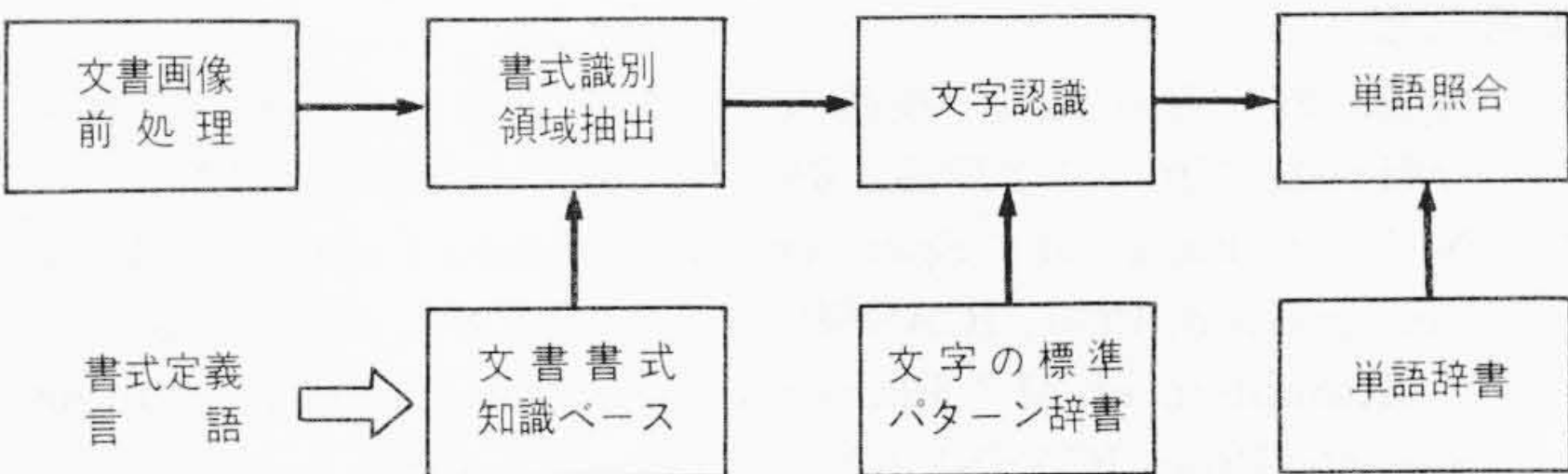


図7 書誌的事項の認識概念図 文書書式知識ベースを用いて領域の抽出・同定を行ない、文字認識と単語照合で抽出・同定の正当性を検定する。

入力画像

文字成分特徴

論文

UDC [003.2/.3.052 : 159.937.52] : 681.322.056 : 519.233.5-37

文字認識のための相関法の一改良

正員 安田 道夫[†]正員 藤沢 浩道^{††}

An Improvement of Correlation Method for Character Recognition

Michio YASUDA[†] and Hiromichi FUJISAWA^{††}, Regular Members

あらまし 文字認識における相関法の系統的改良を目的として、構築整合法を提案し、主として手書き文字を対象とする1次元シミュレーションによる確認実験を行った。

類似度法などの相関法は、直観との対応がよく、2次元処理、および数値的処理(アナログ処理)に適しており、実用的な印刷文字の認識手法として用いられてきたが、手書き文字のように変形が大きい対象には不向きな手法とされてきた。一方、手書き文字の認識は英数字、および片仮名までの構造解析などの手法を用いて実用的に可能となっている。しかし、内容的に種々異なる処理が適用され、文字の変形に対応するには、大量のデータを解析する必要がある。このため認識精度の改善や手書き文字の認識を含む汎用文字認識法への拡張性、柔軟性に乏しい。本論文は、人間の直観的な文字認識機能を模倣するには相関法が最も適している、との主張からその改良として構築整合法を提案し、実験した結果について報告する。まだ十分な結果は得られていないが、相関法の枠内で手書き文字を従来の常識以上に認識できる可能性を示唆できたと考える。

1. ま え が き

相関法、特に類似度法は、主として印刷文字の認識に用いられる一般的な文字認識手法である。字種や字体にはほとんど無関係に適用でき、認識用標準パターンを自動的に生成できるなど、実際の装置構成上で有利であるが、単一字体の印刷文字に

合法の評価、および今後の拡張・改善方向について報告する¹⁾¹¹⁾。

2. 背 景

類似度法

UDC標数

[003.2/.3.052 : 159.937.52] : 681.322.056 : 519.233.5-37

和文表題

文字認識のための相関法の一改良

英文表題

An Improvement of Correlation Method for Character Recognition

図8 書誌的事項の自動抽出例 上段左側が入力文書(電子通信学会の論文)画像例で、右側が文字成分の抽出結果であり、下段が書誌的事項の抽出結果である。

6 結 言

最近開発した認識技術のいくつかを紹介した。

不特定話者連続単語音声認識技術の開発により、4桁までの数字なら続けて発声しても認識できるようになった。擬似連続音声タイプライタ技術では、音声で文章入力を行なう場合、従来よりも高精度な認識を可能にした。文書入力OCR技術では、A4判80欄相当の普通帳票の読み取りと事務字形の認識を可能にした。文書のレイアウト構造認識技術の開発によって書誌的事項の抽出が容易になり、文書ファイル自動管理に一步近づいた。これらの開発技術の応用展開が今後の課題である。

オフィスで人間が機械とかかわる時間が多くなればなるほど、マンマシンインタフェースの高度化が重要になり、認識技術への期待も大きくなってゆくものと考えられる。認識技術も従来の個別知識形技術から総合知識形技術へ移行することが予想されており、知識処理などの新しい人工知能の技術が飛躍的進歩の糸口を与える可能性がある。

参考文献

- 1) 各務, 外: 音声入出力技術のファクトリーオートメーション分野への応用, 日立評論, 65, 12, 853~856(昭58-12)
- 2) N. Hataoka, et al.: Speaker-Independent Connected Digit Recognition, Proc. ICASSP 84, 35.1.1~35.1.4 (1984-3)
- 3) A. Komatsu, et al.: Phoneme Recognition in Continuous Speech, Proc. ICASSP 82, pp. 883~886(1982-3)
- 4) 畑岡, 外: 音声の定常部のセグメンテーション法, 日本音響学会講演論文集, 1085(昭60-9)

- 5) 藤沢, 外: 接触した手書き文字の自動分離を行う文字切り出し方式, 電子通信学会総合全国大会講演論文集, 6-141(昭59-3)
- 6) 中野, 外: OCR入力を目的とした帳票構造の理解, 電子通信学会総合全国大会講演論文集, 6-118(昭60-3)
- 7) 国崎, 外: 手書き漢字認識のための階層的構造特徴整合法, 電子通信学会総合全国大会講演論文集, 6-119(昭60-3)
- 8) 角本, 外: 実時間色コード化技術を用いた多色図面の自動認識, 電子通信学会論文誌(D), J68-D, 4, pp. 829~836(昭60-4)
- 9) 寺井, 外: 手書き漢字・片仮名文字のオンライン認識, 電子通信学会論文誌(D), 56-D, 5, pp. 312~319(昭48-5)
- 10) 福永, 外: 高度マンマシンインタフェース付きワークステーションの開発, 日立評論, 68, 2, 127~130(昭61-2)
- 11) 東野, 外: 書式定義言語による文書画像理解, 電子通信学会総合全国大会講演論文集, 6-289~290(昭60-3)
- 12) 横山, 外: 文字列からの書誌事項抽出手法, 昭60年後期情報処理学会全国大会講演論文集, 1085~1086(昭60-9)
- 13) 北原, 外: 音声による日本語文章入力方式の検討 (I), 昭60年後期情報処理学会全国大会講演論文集, 1093~1094(昭60-9)
- 14) 薮内, 外: 音声による日本語文章入力方式の検討 (II), 昭60年後期情報処理学会全国大会講演論文集, 1095~1096(昭60-9)
- 15) 岡田, 外: 文書入力OCRとのシステム構成, 電子通信学会総合全国大会講演論文集, 6-117(昭60-3)
- 16) 日本語情報処理の標準化に関する調査研究報告書, 日本電子工業振興協会, p. 59~142(昭60-3)