

ISDNにおけるマルチメディア処理技術

Multimedia Technology for ISDN Communication

町田哲夫* *Tetsuo Machida*
市川 熹** *Akira Ichikawa*

コンピュータや通信の発達に伴い、音声や画像などを統合的に活用するマルチメディアコミュニケーションへの期待が高まっている。本論文では、これを実現するために、(1)自然な対話での音声入力手法として、声の抑揚などから発声者の意図の構造を求め、これらを利用し入力音声を認識する技術、(2)ファジィ論理およびニューラルネットを応用した音声認識技術、(3)マルチメディア文書の編集や交換技術、および表示制御に有効な高速画像線密度変換技術、(4)ファクシミリなどで送信された文書データに対する文書画像の認識・理解技術、(5)これらマルチメディアの同期化技術などを開発している。これらによって、時間的、空間的制約を超え、いながらにして遠隔地とフェース ツー フェースのコミュニケーションが実現できる。

1 緒 言

コンピュータおよびネットワークの急速な発展に伴い、情報処理システムに対する利用ニーズが大きく変化している。従来、コンピュータは省力化、合理化を主目的として利用されてきた。今後は情報資源の有効活用や、事業拡大のために利用することへの期待が高まっている。

電話やファクシミリ、テレックス、パーソナルコンピュータ(以下、パソコンと略す。)、ワードプロセッサ(以下、ワープロと略す。)などのOA機器を単独で使うのではなく、これらを統合化、ネットワーク化することによって時間的制約、空間的制約にかかわらず、必要な情報を、必要な場所で、必要な形態で、容易に活用できることが重要となる。取り扱うデータも、音声、数値、文字、画像などのマルチメディアを有機的に統合して、自然な形でのコミュニケーションを実現することが望ましい。

本論文では、上記のようなマルチメディアコミュニケーションの具体的な実用例と、実現技術について述べる。

2 マルチメディア化のメリット

音声、数値、文字、図形、画像などを統合活用するマルチメディア化によって、従来、管理体系が異なっていたデータや、入力が困難なために計算機化されていなかった情報などが活用可能となる。これによって、多くの業種で今までにない新しいサービスを実現することができる。

従来の電話、ファクシミリ、パソコン通信などは、単一メ

ディアだけを用いた通信であり、利用するメディアごとに使用機器が異なっていた。このため、ことばでは表現しにくい事項は電話では伝えにくく、またファクシミリだけでは十分意図が伝わらないので、電話で追加説明を加えるなどの手間をかけている。

マルチメディアコミュニケーションでは、音声や文章、図表、画像あるいは「これ」、「あれ」などの指示代名詞を用いて、対話相手が遠隔地にいるにもかかわらず、面と向かっていると同様の状態で対話することが可能になる。例えば図1に示すように、広域ISDN(Integrated Services Digital Network)で接続された事業所間で、マニュアルなどの文章や挿絵および音声による補足説明などを用いた技術指導や、問い合わせ応答などを実現することができる。さらに、これらの対話を多地点、多人数で実現することによって、電子的な会議を開催することができる。

メールなどの蓄積形コミュニケーションでも、従来の文書データに加えて、関連する音声や手書き文字などによるコメント類を付加することによって、リアリティの高い情報伝達が可能になる。

3 音声処理技術

音声処理技術には、音声を意味の情報を担うものとしてみる側面と、使い勝手の良いヒューマンインタフェースを実現する手段としてみる側面がある。意味情報を担うものとして

* 日立製作所システム開発研究所 ** 日立製作所中央研究所 工学博士

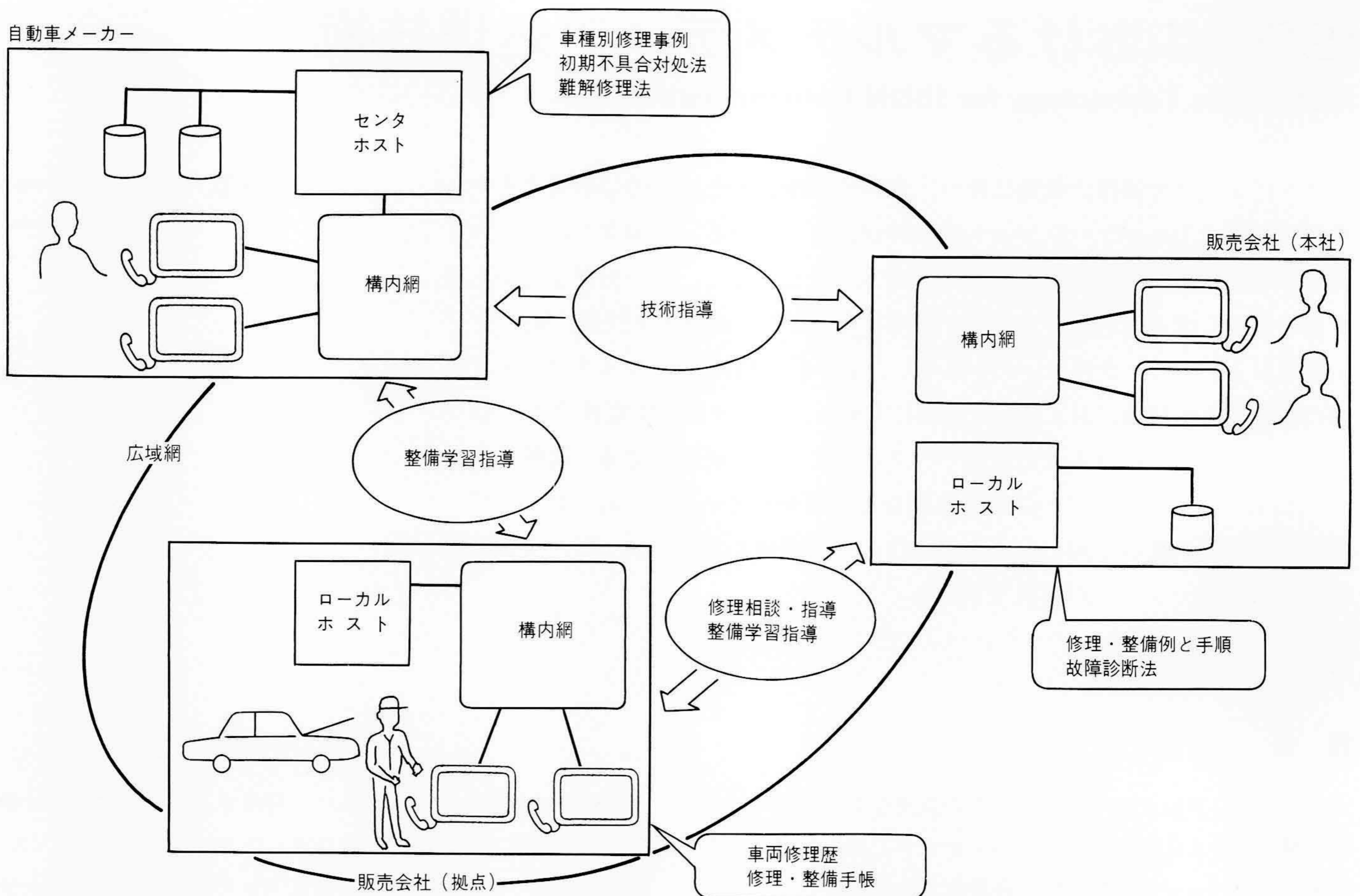


図1 マルチメディアコミュニケーションの例 マルチメディアコミュニケーションにより、文章や挿絵、音声などを用いた技術指導や問い合わせ応答などを実現することができる。

は、ことばの情報内容を取り扱えるようにする技術(音声認識、理解、合成など)と、直接ことばの情報内容に立ち入らないで物理信号として取り扱う技術(音声高能率符号化、音声ファイリングなど)に分けられる。ヒューマンインタフェースを実現する手段としては、音声特有の効果が生きる対話を実現することを目的とする技術と、キーボードなど使い勝手の悪い入出力手段の代替手段の実現をねらいとした技術がある。

3.1 音声入力、認識技術

音声によるコマンド入力を実現する単語音声認識は、すでに実用化されている。一方、文章入力的手段として音声を利用することはデメリットも大きい²⁾。日立製作所では、音声本来のメリットが生きる自然な対話の形態を想定し、この夢の実現に向けた研究開発を進めている。

話しことばでは助詞や助動詞のような付属語や活用語尾などはあいまいに発音され、これら付属語の役割は、音声ではイントネーションなどの抑揚が担っている。また、話しことばは対話向きであり、言い直しや省略など、文章としては整っていないものが頻繁に現れる。以上の点を考慮した使い勝手の良い音声入力の構成を図2に示す。

構文構造推定部は、あいまいで、かつ文法的にも整っていない

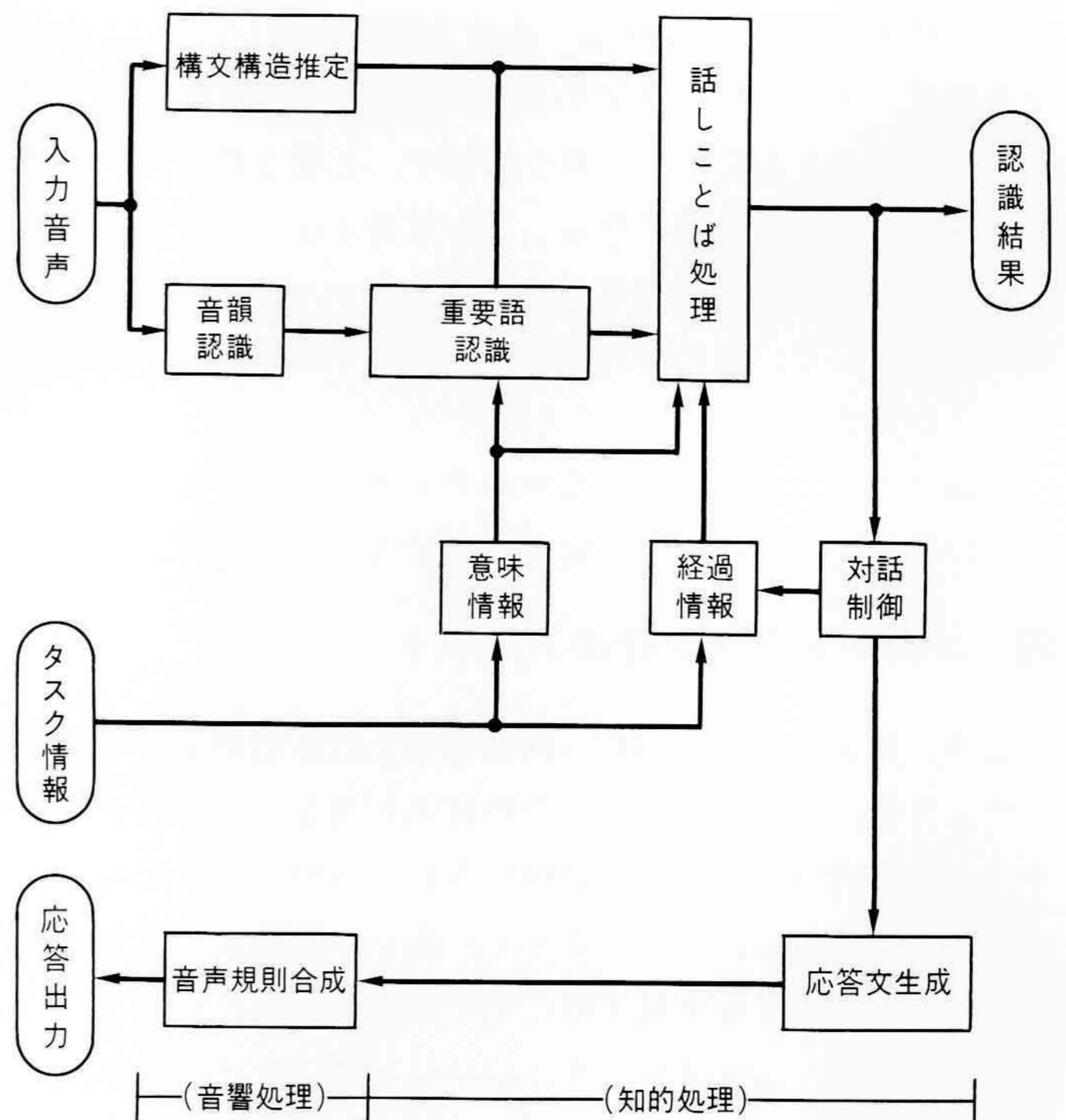


図2 新音声入力方式 助詞や助動詞などがあいまいに発音されたり、言い直しや省略などで文章として整っていない話しことばに適した音声入力方式を示す。

ない音声から発音者の意図の構造を求める。また、キーワードなどの重要な単語が、入力音声のどのあたりにあるのかも推定する。この結果に基づき、重要語の推定位置付近の音韻認識結果と辞書の中の単語を比べ、複数個の重要語候補を選択する。次に、重要語候補間の意味的關係、文構造情報、それまでの対話のやり取りで得られている情報を総合的に処理して、入力音声を認識・理解する。

抑揚情報を利用した、意図の構造を推定する手法では、声の高さの変化を折れ線で近似し、その折れ線のこう配やポーズの長さなど、さまざまな情報を用いて文の構造を見つける。この技術は、話している人や日本語、英語といったことばの種類によらず、一般的に通用する技術となっている³⁾。また、声の高さやリズム、意図の構造などの情報から、重要なことばが存在する位置を推定する。これら一連の抑揚の役割の実証や、抑揚から文の構造を求める技術などは、音声情報処理の本質的に重要な技術として通信学会論文賞などの表彰を受けており、日立製作所の音声技術の大きな特徴の一つとなっている。

これまでの音声認識は、エラーの原因が特定困難なこと、またエラー対策のために、エラーを起こした標準パターンを入れ替えると、それまで正しかった他の認識が悪影響を受け、別のエラーを起こすなどの問題が生じ、全体としてなかなか性能改善が進まない状況になっていた。エラーの原因を特定し、対策が弊害を起こさないようにするために、音声現象を知識处理的に扱うことを特徴とする対判定方式を取り上げ、検討を進めている。個々で問題となるあいまいな発声に対処する判定法としては、ファジィ論理に注目し検討している。

音声を知識的に記述するうえでさまざまな特徴を抽出することが必要であるが、対応する物理量のわかっていないものが多いという問題がある。これに対して、ニューラルネットワークの持つ自己学習能力に注目し、その特徴の抽出手順をニューラルネットワーク自身に作り出させることとした。

音声のさまざまな特徴ごとに一つのニューラルネットワークを対応させ、それぞれのネットワークは担当する特徴のあいまいさの程度を出力し、その出力を用いてファジィ論理はあらかじめ与えられた手順によって、入力音韻を判定していく。ニューラルネットワークの出力の例を図3に示す。横軸を時間とし、上から順に入力音声のスペクトル、声の大きさを示すパワーと、3種類のニューラルネットワークの出力の時間とともに変化するようすを示したものである。各ニューラルネットワーク出力は、その特徴が完全にあれば1を、まったくなければ0を示し、特徴の存在があいまいな場合は、そのあいまいさの程度に応じて中間的値を出力する。ニューロファジィ認識の結果は、パターンマッチング法ではまちがっていたものの中で、人が判断して正しいと認識すべきであると思われるものの約

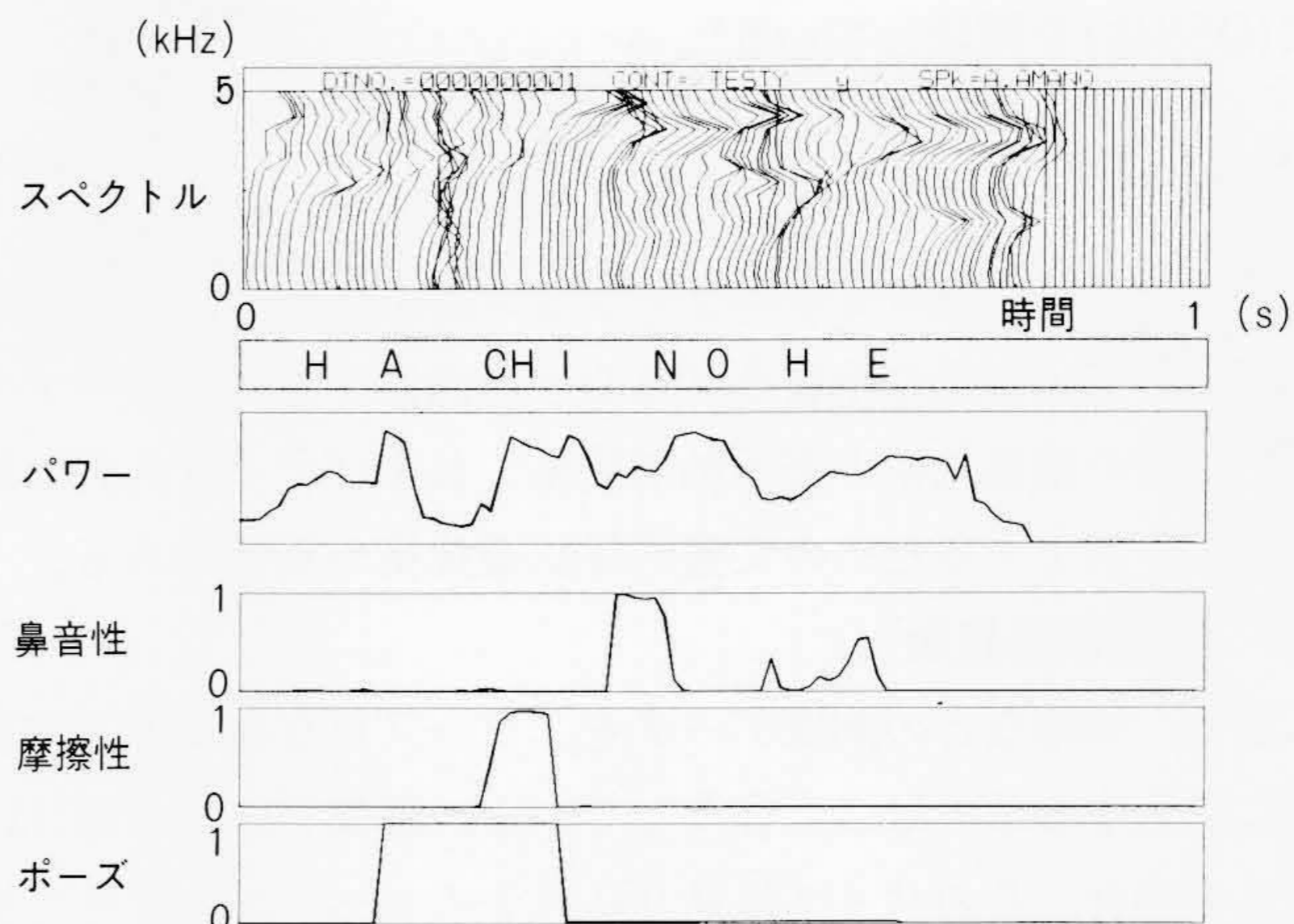


図3 ニューラルネットワークの出力例 音声のさまざまな特徴ごとに一つのニューラルネットワークを対応させ、特徴のあいまいさの程度に応じた値をニューラルネットワークが出力する。

7割が改善され、副作用は少ないことが実験で確かめられている⁴⁾。

音声認識の性能向上のためには、意味情報を利用した方法が利用される。入力された音声を構成している音韻認識結果をもとに、複数個の単語を候補として求める。一方、利用分野ごとにその分野で使われる単語が、概念ネットワークの形式で用意されている。そこでは単語が、お互いに関係づけられている。認識候補にあげられた単語は、この概念ネットワークの中で互いに関係づけられているものが認識結果として選択される。概念ネットワークの概念の数が約3,000の場合、候補単語の第1位が83%でも、約95%に単語認識率を上げることができるという見通しが得られている⁵⁾。

3.2 音声合成技術

任意の文字列から成る情報から音声を合成する音声規則合成技術は、人であれば口に当たる音声波形を作り出す技術(音声合成部)と、口を動かす神経指令を出す頭に相当する文字列から音声合成部の制御指示を作り出す技術(言語処理部)から成る。

言語処理部は、入力文を構文解析し、漢字に読みを付け、アクセントやイントネーションを推定する。日本語ではほぼ文節単位でアクセントを付け発音するため、自立音と付属音の組み合わせや、用言の活用などを考慮した文節に対するアクセントの推定技術と、本技術用アクセント辞書を開発している。

アクセントやイントネーションの情報をもとに、文章を構成している各音韻の時間配分や、声の高さの変化(抑揚)制御、音韻合成情報の接続制御などの制御信号を生成する。抑揚は東京大学の藤崎のモデル⁶⁾をベースに、音韻ごとの特徴変化を加えた方式となっている。音声波形の合成には、スペクトルの時間的変化をできるだけ忠実に再現する準定常分析合成方

式(QSS法)を開発している⁷⁾。

4 画像処理技術

マルチメディアコミュニケーションの実現には、画像処理技術として、挿絵や手書きメモなどの画像を含むマルチメディア文書の編集技術と表示制御技術、およびデータ入力の使い勝手を向上するための文書画像認識技術が重要である。

4.1 画像編集技術

図表、挿絵などの画像データを、ワープロなどによる文書中に挿入することは広く普及している。画像データを貼(は)り込む場合、そのサイズは貼り込み先のスペースによって決定されるケースが多く、画像データのサイズ変換処理が必要となる。また、ネットワークに接続されたワークステーション間で画像データを伝送する際も画像データの線密度変換が必要となる。発信側機器と受信側機器とで取り扱う画像線密度が一致しない場合、受信側では送信されたデータの中の文字、図形、画像などの各メディア間の相対的位置関係を正確に再現できず、情報伝達にずれを生じるためである。ディスプレイへの表示サイズを任意に設定すること、すなわちデータ全体を画面に表示し全体の構成を概観したり、あるいは必要な部分だけを虫めがね的に拡大表示し詳細に見るなど、いわゆるズーム表示制御を実現するためにも画像のサイズ変換が必要となる。画像のサイズ変換や線密度変換処理は、一般にはアフィン変換と呼ばれる線形変換であるが、データ量が多いため、処理高速化のための工夫が必要である。日立製作所は、画像の線密度変換を高速に実行する方式を開発し、実用化した。

画像の線密度変換とは、2次元直交格子状の画素の集合であるデジタル画像データを、間隔の異なる別格子上に再配置する処理を言う。この処理は、通常次の2ステップで実行される。第1ステップは座標計算のステップであり、これは変換後の各画素がオリジナル格子上のどこに位置するかを求めるものである。第2のステップは濃度計算のステップであり、第1のステップで求めた格子座標をもとに、変換画素の濃度を求めるものである。開発した方式では、第1および第2両ステップの計算をテーブル参照によって実行することで処理の高速化を実現する。実行可能な変換倍率を有理数に限定すると、上記第1ステップの格子座標の値が周期性を持つことに着目する。各変換倍率に対応する格子座標値をあらかじめ計算しテーブルに格納し、各画素の座標計算時に、このテーブルを繰り返し参照する方式をとる。この方式をサイクリックマッピング法と呼ぶ⁸⁾。

濃度計算でも、周囲参照画素値と格子座標とをもとに変換画素値をあらかじめテーブル化し、各画素の濃度計算時にはこのテーブルを参照するものとする。

従来、格子座標と画素濃度とをすべての画素について個別

に計算していたものを、テーブル参照方式にしたことにより、画像の線密度変換を大幅に高速化することができた。

上記の座標計算、濃度計算の両部分を複数個設け、並列処理することによって処理速度をさらに向上することを考える。この場合、原画像および変換画像を格納するメモリへのアクセスがネックとなり、並列化の効果が十分上がらないケースが生じる。ラスタ画像の場合、画像データはメモリ上ではラスタ順に直列に配置される。メモリアクセスを効率化するには、アドレス順、すなわちラスタ順に直列にアクセスすることが望ましい。線密度変換を並列処理する場合も、メモリアクセスは直列に処理し、画像変換だけを局所的に並列に実行すること(局所並列処理方式 図4参照)が有効である。これらのサイクリックマッピングおよび局所並列処理を用いて、画像の線密度変換を実行するLSIを開発し、変換画像の1画素あたり、約30ナノ秒の処理速度を確認した^{9)~12)}。

4.2 画像認識技術

ファクシミリが発達し、文書データを画像として交換することが普及している。ファクシミリから受信した文書データを利用して別文書を作成したり、内容を一部修正する場合、ファクシミリで受信した画像データのままで文字の挿入、削除などの編集処理が困難なケースが多い。この点を改善するために、画像データとして入力・送信された文書の構成を理解し、文字列部分を自動抽出したあと、必要に応じ文字認識によってテキストデータを得る。これにより、画像として入力・送信された文書データを、ワープロなどによって再編集、再利用することが可能となる。

ファクシミリで受信した文書データをファイリングする場合にも、検索用のインデックスデータを自動的に抽出、認識することによって、ファイリング作業のネックとなっていたキー入力を不要とすることができる。

以上のように、従来のOCR(光学式文字読取り装置)と異なり、書式をあらかじめ定義することができない文書を認識・理解するための技術が重要である。日立製作所では、書籍や

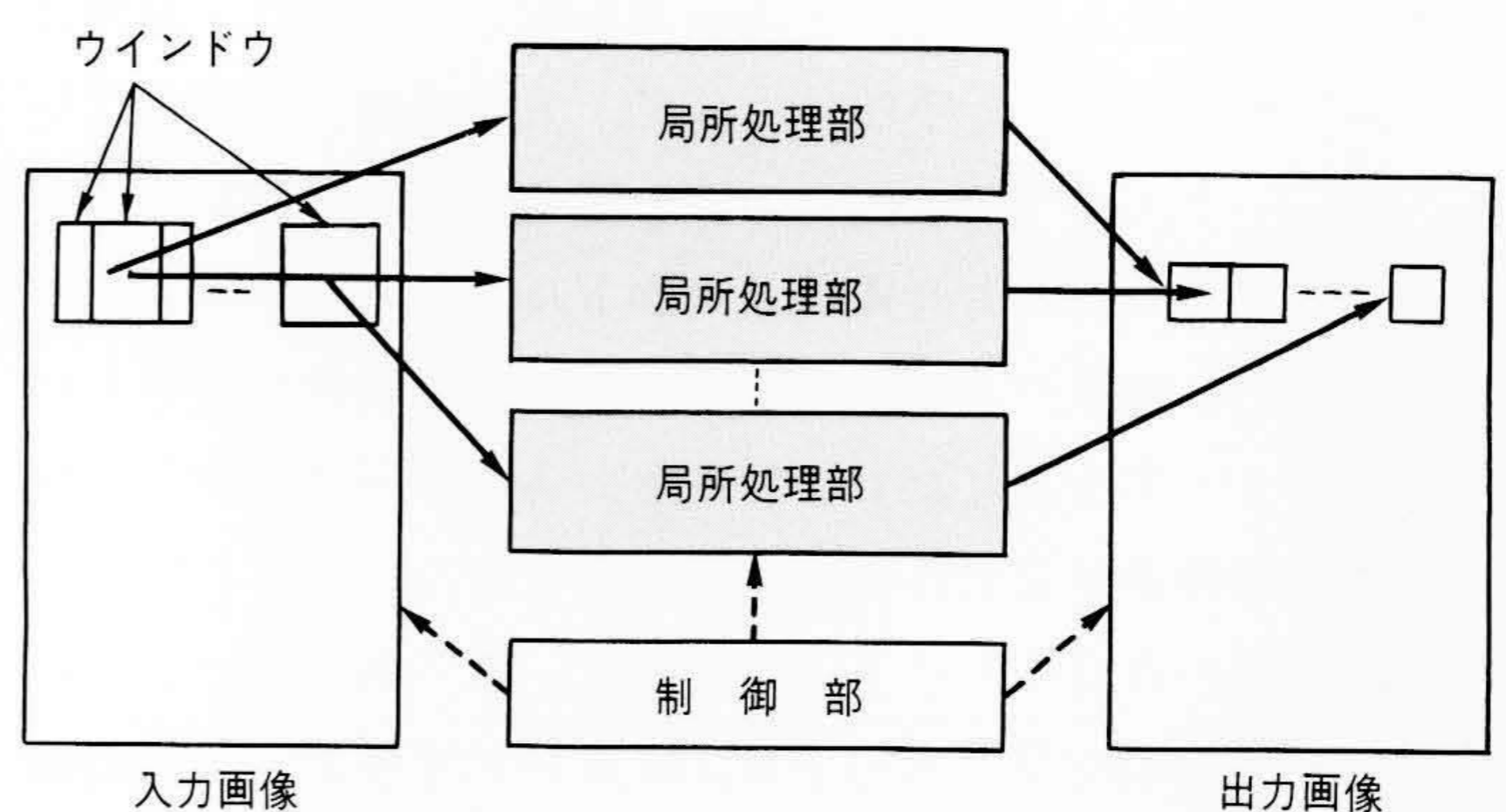


図4 局所並列処理の原理 メモリアクセスは直列に処理し、画像変換だけを局所的に並列に実行することによって、並列化の効果を上げる。

雑誌などの印刷文書について、黒画素の連結成分を抽出し、その外接矩(く)形の大きさや隣接関係、ページ内の位置情報などを基にして、文字列領域、図表領域、タイトル領域などを分離抽出する方式を開発している。文字列領域については、縦書き・横書き判定や段落の抽出、英文・和文判定などの方式を開発した。領域抽出処理の一例を図5に示す^{13)~15)}。

特許公報などほぼ定形的な文書の構造を理解する方式として、文書中から文字列の候補領域を抽出し、これとあらかじめ定義されている書式とを整合させることによって、文書の種別を理解する方式についても研究を進めている¹⁶⁾。

文字認識技術としては多くの方式が提案されている。これらは、印刷文字を対象とするものと、手書き文字を取り扱うものに分類することができる。印刷文字の認識は、文字パ

ーンそのもののマッチングによるものと、文字パターンを別の特徴量に変換したデータのマッチングを取るものがある。ここで使われる特徴量としては、画素密度やストロークの方向性などが用いられることが多い^{17)~19)}。

手書き文字認識では、印刷文字を対象とする場合より文字の形状に変化が多いことが、認識をより難しいものにしていく。手書き伝票の入力やワープロの文書入力用などを目的として、種々の研究開発が進められている²⁰⁾。

5 マルチメディア統合化技術

音声、画像をはじめとするマルチメディアを用いて自然な形でのコミュニケーションを実現するには、これらの各メディアを相互に関連づけ、統合化することが必要になる。例え

領域抽出結果

文 字

760 情報処理学会論文誌 Nov. 1983

5
ち、変換画像の列数)の倍数となる度に、 \bar{u} テーブルを1ビット・左シフトする。

6
なり、上記(a)で発行する PS-SHIFT 信号の累計がWに一致するとき、入力用シフトレジスタ PS₁₁, PS₁₂, ..., PS_{1k}, PS₂₁, PS₂₂ 内の全データを濃度計算部に転送し終えたことになる。したがって、この時点で、入力用シフトレジスタのエンプティ信号(PS-EMPTY)をシステム制御部に送出する。同様に、上記(b)で発行する SP-SHIFT 信号の累計がWに一致した時点で、出力用シフトレジスタ SP₁₁, SP₁₂, ..., SP_{1k} が満杯となるので、この状態を示す SP-FULL 信号をシステム制御部に送出する。シフト制御部は、PS-EMPTY 信号あるいは SP-FULL 信号を送出した時点で、その動作を停止する。

3.2.4 システム制御部

システム制御部は、拡大縮小処理を行うものであり、入力制御部、出力制御部を起動するとともに、入力用シフトレジスタ PS₁₁, PS₁₂, ..., PS_{1k}, PS₂₁, PS₂₂ および出力バッファ OB₁₁, OB₁₂, ..., OB_{1k} へのロード信号を発生する。前項で述べたように、入力用シフトレジスタがエンプティ状態になれば、シフト制御部が PS-EMPTY 信号を発生する。これを受理して、システム制御部は入力バッファから入力用シフトレジスタへデータをロードを完了後、入力制御部とシフト制御部とを起動する。これにより、変換画像の全データを画像メモリに格納した時

7
ら、濃度計算の実行を指示する。この格子域一致のタイミングは、インタバルカウンタのゼロ検出により判定する。

8
シフト制御部は、システム制御部からの SHIFT-START 信号で起動され、2相クロック ϕ_1, ϕ_2 に同期して下記の処理を繰り返す。各クロック・タイミングでの処理内容は、インタバルカウンタの状態に応じて次のとおりである。

9
(a) インタバルカウンタの値がゼロ以外の場合
クロック ϕ_1 に同期して、シフトレジスタ SP₁₁, SP₁₂, ..., SP_{1k}, SP₂₁, SP₂₂ に対するシフト信号(PS-SHIFT)を発生し、同時に、インタバルカウンタを1ずつ、デクレメントする。

10
(b) インタバルカウンタの値がゼロの場合
クロック ϕ_1 に同期して、 ΔY テーブルを1ビット左シフトすると同時に、濃度計算部へのイネーブル信号(PE-ENABLE)を発生する。濃度計算は、 ϕ_2 まで完了する。濃度計算結果を出力用シフトレジスタ SP₁₁, SP₁₂, ..., SP_{1k} に格納するためのシフト信号(SP-SHIFT)を ϕ_2 に同期して送出する。また、同時に、 ΔY テーブルの最上位データをインタバルカウンタにロードし、 \bar{u} テーブルを1ビット・左シ

Fig. 7 Schematic diagram of the shift control unit.

Table 3 Input and output signals of the system control unit.

分類	信号名	内 容	発信元/宛
入力	SYS-START	拡大縮小処理の起動	外部処理装置
	IN-END	入力制御部の実行終了報告	入力制御部
	OUT-END	出力制御部の実行終了報告	出力制御部
出力	PS-EMPTY	入力用シフトレジスタへのデータ転送完了	シフト制御部
	SP-FULL	出力用シフトレジスタからのデータ転送完了	シフト制御部
	IN-START	入力制御部の起動	入力制御部
	OUT-START	出力制御部の起動	出力制御部
出力	SHIFT-START	シフト制御部の起動	シフト制御部
	PS-LOAD	PSレジスタへのデータロード	PSレジスタ
	OB-LOAD	出力バッファへのデータロード	出力バッファ
出力	SYS-END	拡大縮小処理の報告	外部処理装置

見出し

(a) インタバルカウンタの値がゼロ以外の場合

(b) インタバルカウンタの値がゼロの場合

3.2.4 システム制御部

原 画 像

760 情報処理学会論文誌 Nov. 1983

Fig. 7 Schematic diagram of the shift control unit.

この格子域一致のタイミングは、インタバルカウンタのゼロ検出により判定する。

シフト制御部は、システム制御部からの SHIFT-START 信号 ϕ_1, ϕ_2 に同期して下記の処理を繰り返す。各クロック・タイミングでの処理内容は、インタバルカウンタの状態に応じて次のとおりである。

(a) インタバルカウンタの値がゼロ以外の場合
クロック ϕ_1 に同期して、 ΔY テーブルを1ビット左シフトすると同時に、濃度計算部へのイネーブル信号(PE-ENABLE)を発生する。濃度計算は、 ϕ_2 まで完了する。濃度計算結果を出力用シフトレジスタ SP₁₁, SP₁₂, ..., SP_{1k} に格納するためのシフト信号(SP-SHIFT)を ϕ_2 に同期して送出する。また、同時に、 ΔY テーブルの最上位データをインタバルカウンタにロードし、 \bar{u} テーブルを1ビット・左シ

表・写真

Fig. 7 Schematic diagram of the shift control unit.

Table 3 Input and output signals of the system control unit.

分類	信号名	内 容	発信元/宛
入力	SYS-START	拡大縮小処理の起動	外部処理装置
	IN-END	入力制御部の実行終了報告	入力制御部
	OUT-END	出力制御部の実行終了報告	出力制御部
出力	PS-EMPTY	入力用シフトレジスタへのデータ転送完了	シフト制御部
	SP-FULL	出力用シフトレジスタからのデータ転送完了	シフト制御部
	IN-START	入力制御部の起動	入力制御部
	OUT-START	出力制御部の起動	出力制御部
出力	SHIFT-START	シフト制御部の起動	シフト制御部
	PS-LOAD	PSレジスタへのデータロード	PSレジスタ
	OB-LOAD	出力バッファへのデータロード	出力バッファ
出力	SYS-END	拡大縮小処理の報告	外部処理装置

図5 文書画像理解の処理例 印刷文書について黒画素の連結成分を抽出し、その外接矩形を利用することによって、文字列領域、図表領域などを分離、抽出する。

ば、資料を指差しながら「この図に示すとおり……」などの説明をする場合、説明の音声と同期して該当の資料が画面上に表示されねばならず、また表示された資料上の正しい位置が指示されねばならない。このようにマルチメディアデータを、時間的および空間的に統合・同期することが重要である。

データの時間的な同期としては、音声やポインティング、描画などの時系列データをパケットなどに分割し、各パケットごとに同期用信号を付加する方式が考えられる。これらのデータを再生するときには、タイミング信号と各パケットに付加されている同期用信号とを比較し、一致したデータだけを順次再生する方式をとる。

ワークステーション画面の文書に音声によるメモ(音声アノテーション)を付加する場合に問題となるのは、メモ音声の編集技術と、音質制御技術である。編集技術としては、画面の任意の部分に音声を対応づけて記録再生する技術のほかに、付加した音声を任意の順序に入れ替えたり、付加削除などの操作を自由に行ったり、メモの付加されている位置を示したりする機能を持たせている。

メモ音声を聞く場合、音声は時間的情報のため、音の質を変えずに高速で再生することが必要となる。メモを聞く場合は、だれの声かをできるだけ忠実に再生できることが望ましい。メモリ容量の点からは、音質を損なうことなく情報圧縮しておくことが望ましいが、そのための処理量は小さくなくてはならない。日立製作所では、高能率音声符号化技術の一つADPCM(適応差分パルス符号変調)をベースに、このような要求機能を実現する手法を開発している。

文書データのポインティングなど空間的同期のためには、通信する端末間で、データだけでなく表示コマンドそのものを交換する方式がとられる。これによれば、データの受信側では送信側とまったく同一の表示画面を再現できるため、データ送信者が指示した位置を正確に受信者に知らせることができる。これは、同一端末機種間でのデータ送受信に適した方式である。送受信端末間で表示解像度やコマンド体系が異なる場合には、表示画面上の絶対位置を送信するのではなく、文書などオリジナルデータ上の相対位置を送信し、受信側ではいわゆるウィンドウビューポート変換によって表示位置を求める処理が必要になる。

また、異機種間でのデータ送受信には、データのコード体系や形式が同一あるいは相互に変換可能であることが必要である。このため、CCITT(国際電信電話諮問委員会)やISO(国際標準化機構)などの国際機関で、データの標準化活動が進められている。

6 結 言

音声、画像などの統合的利用によるマルチメディアコミュ

ニケーションの実現技術として、音声および画像の各処理技術の研究状況を解説するとともに、これらのマルチメディアデータを有機的に統合化するための技術について述べた。

今後、これらの技術をさらに発展させるとともに、ISDNなどの通信の高度化とあいまって、どのようなデータでも時間的、空間的制約を超え、いながらにして遠隔地と自然な形でコミュニケーションの実現が期待できる。

参考文献

- 1) 森, 外: 電子対話システム, 日立評論, 71, 9, 961~966(平1-9)
- 2) 数内, 外: 音声による日本語入力速度予測評価と人間工学的検討, 電子情報通信学会論文誌D, J70-D(昭62-11)
- 3) 小松, 外: 韻律情報を利用した構文推定およびワードスポットによる会話音声理解方式, 電子情報通信学会論文誌D, J71-D, 7(昭63-7)
- 4) 天野, 外: 対判定ルールに基づく子音認識へのニューラル・ネットワークおよびファジィ論理の適用の検討, 電子情報通信学会論文誌D-II, J72-D II, 8(平1-8)
- 5) 畑岡, 外: 概念ネットワークを用いた大語彙単語音声認識, 電子情報通信学会論文誌D-II, J72-D II, 8(平1-8)
- 6) 広瀬, 外: 統語構造を利用した日本語文音声の基本周波数パターンの合成, 音声研究会資料, S83-10(昭59-1)
- 7) 矢島, 外: 準定常分析のスペクトル抽出性能, 日本音響学会講演論文集, 2-p-2, 263~264(昭63-9)
- 8) 田畑, 外: 格子座標の周期性を利用した画像拡大縮小の高速化方式, 情報処理学会論文誌, 24巻, 6号, 754~763(昭58-11)
- 9) 樋野, 外: 文書画像処理用プロセッサの構成, 情報処理学会第35回全国大会, 3J-10(昭62-10)
- 10) 福田, 外: 文書画像処理用プロセッサにおける高速処理方式, 情報処理学会第35回全国大会, 3J-9(昭62-10)
- 11) 宮下, 外: 画像処理プロセッサを用いた文書画像処理方式の提案, 情報処理学会第36回全国大会, 4S-3(昭63-3)
- 12) 伊勢, 外: 文書画像処理プロセッサ用コントロールプログラムの開発, 情報処理学会第36回全国大会, 4S-4(昭63-3)
- 13) 樋野, 外: マルチメディア処理によるオフィスワークステーション(その2)-文書構造の分離抽出方式-, 情報処理学会第32回全国大会, 3K-2(昭61-3)
- 14) 樋野, 外: マルチメディア処理における文書構成要素抽出処理, 情報処理学会第33回全国大会, 5Y-3(昭61-10)
- 15) 福田, 外: 黒画素連結成分の外接矩形による英文和文判定方式, 情報処理学会第38回全国大会, 3C-7(平1-3)
- 16) 中野, 外: 自動ファイリングのための文書理解の一方式, 電子情報通信学会論文誌D, J71-D, 10(昭63-10)
- 17) H. Fujisawa, et al.: Development of Kanji OCR: An Optical Chinese Character Reader, Proc. of 4th ICPR (1978)
- 18) 目黒, 外: マルチフォント印刷漢字認識装置, 電子通信学会論文誌D, J67-D, 8(昭59-8)
- 19) 安田, 外: 文字認識のための相関法の一改良, 電子通信学会論文誌D, J62-D, 3(昭54-3)
- 20) 津雲, 外: 文字認識技術の最近の動向, 電子情報通信学会研究会資料, IE88-5(昭63)