

パソコンを用いた ISDN オーディオグラフィック 通信会議システムの設計†

小柳津 育郎** 田中 清人** 山口 利和**
宮保 克明** 高橋 護** 松本 博幸**

パーソナルコンピュータを ISDN の基本速度インタフェースに接続し、音声とマルチメディア（イメージ、手書き、テキストデータ等）文書を用いてインタラクティブな対話ができるオーディオグラフィック通信会議システムを開発した。本システムは、次のような特長を有している。（1）イメージスキャナから 200 dpi の高解像度で読み取った A4 判文書を相手端末装置に 10 秒で高速転送し、送信したイメージデータを 1/3 に縮小して A4 判文書半頁分を送受信双方のディスプレイに同時に表示する。（2）音声で会話しながら、縮小表示したイメージ文書上に液晶タブレットを用いてカラー 8 色の手書き入力と消去ができる。（3）手書き入力したイメージデータを 3 倍に拡大してもとのイメージ文書に重ね合わせ、ファイルとして保存することができる。このような通信会議システムをパーソナルコンピュータを用いて実現するには、(a) データ転送スループットやリアルタイム性等のネットワークに対する要求条件が異なるマルチメディアデータを ISDN 回線を利用して高速に転送するデータ転送制御方式と (b) 画素数が異なるイメージデータを画品質の劣化を抑えながら高速に縮小・拡大する解像度変換方式を開発することが重要である。この論文は、本システムの開発にあたって導入したマルチメディアデータの ISDN データ転送制御方式と 2 値画像の縮小拡大変換方式を中心にシステムの構成方法とその実現結果を述べている。

1. はじめに

パーソナルコンピュータを ISDN の基本速度インタフェースに接続し、音声とマルチメディア（イメージ、手書き、テキストデータ等）文書を用いてインタラクティブな対話ができるオーディオグラフィック通信会議システムを開発した。オーディオグラフィック通信会議のサービス仕様については、現在、CCITT の第Ⅷ作業グループにおいて、OSI の参照モデル¹⁾に沿ってレイヤ 5 から上位の高位レイヤプロトコルの検討が行われている。一方、パーソナルコンピュータを用いた通信会議システムの構成法については、いくつか報告^{2), 3)}されているが、これらの報告の会議システムはテキスト文書を利用して会議を進めることを前提とした機能を備えているが、スキャナや光ディスクファイルシステムから読み込んだイメージデータを画面に表示し、これを用いて会議を行う利用には十分な機能を備えていない。われわれは、ISDN のレイヤ 2 プロトコルの上に、独自仕様のオーディオグラフィック通信会議サービスのアプリケーションレイヤを実装する方法を用いて本システムを設計し、市販のパーソナル

コンピュータを用いて次のような特長あるシステムを実現した。

(1) イメージスキャナから 200 dpi の高解像度で読み取った A4 判文書を相手端末装置に 10 秒で高速転送し、送信したイメージデータを 1/3 に縮小して A4 判文書半頁分を送受信双方の CRT ディスプレイに同時に表示する。

(2) 音声で会話しながら、縮小表示したイメージ文書上に液晶タブレットを用いてカラー 8 色の手書きイメージ入力と消去ができる。

(3) 手書き入力したイメージデータを 3 倍に拡大してもとのイメージ文書に重ね合わせ、ファイルとして保存することができる。

このようなオーディオグラフィック通信会議システムをパーソナルコンピュータを用いて実現するには、

(a) データ転送スループットやリアルタイム性等のネットワークに対する要求条件が異なるマルチメディアデータを ISDN 回線を利用して高速に転送するデータ転送制御方式と、

(b) 画素数が異なるイメージデータを画品質の劣化を抑えながら高速に拡大・縮小する解像度変換方式、を開発することが重要である。

この論文では、本オーディオグラフィック通信会議システムの開発にあたって導入したマルチメディアデータの ISDN データ転送制御方式と 2 値画像の縮小拡大変換方式を中心に議論する。また本システムの

† A Design of an ISDN Audio-graphics Teleconferencing System Based on Personal Computer by IKURO OYAIZU, KIYOTO TANAKA, TOSHIKAZU YAMAGUCHI, KATUAKI MIYABO, MAMORU TAKAHASHI and HIROYUKI MATSUMOTO (NTT Human Interface Laboratories).

** 日本電信電話(株)ヒューマンインタフェース研究所

構成方法とその実現結果を述べる。

表 1 メディアの特徴と要求条件
Table 1 Characteristics and requirement of media.

メディア	特 徴		要 求 条 件	
	データ量	発生頻度	実時間転送	エラーフリー転送
音 声	~8KB/秒	常 時	必 須	不 要
イメージ文書	~500KB/頁	低 い	不 要	必 須
手書きデータ	~700B/秒	高 い	必 要	必須ではない
ポインティング	~700B/秒	中	必 要	必須ではない
制御データ	4B	中	必 要	必 要

2. ISDN マルチメディアデータ
転送制御方式

2.1 Bチャンネルの利用方法

オーディオグラフィック通信会議システムでは、音声、イメージ、手書き入力信号等のネットワークに対する要求条件が異なるマルチメディアデータを扱う(表1参照)。大量のイメージデータを高速に転送するには、データを圧縮符号化し、回線交換のBチャンネルの上でレイヤ2プロトコルを用いてエラーフリーのデータ転送を行うことが必須となる。一方、音声データの送信には回線交換のBチャンネルが必要である。したがって、マルチメディアデータのBチャンネル割当の問題は、データ量は比較的少ないがリアルタイム性が要求される手書き入力信号や制御信号を音声系かデータ系かのどちらのBチャンネルを利用して転送するかという問題に帰着する。

(1) データ系チャンネル利用: イメージデータのほかに、手書き入力信号、ポインティングおよび制御信号を X.25 レイヤ2プロトコル (LAP-B) を用いて転送する。

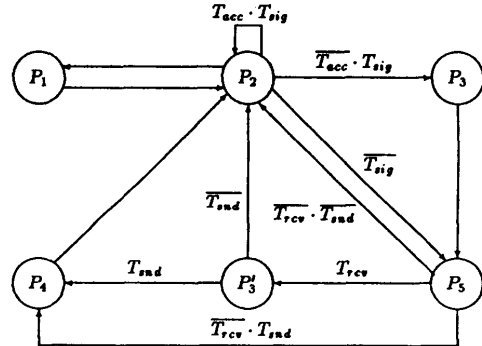
(2) 音声チャンネル利用: 64 kbps 非制限ベアラサービスのBチャンネルを音声サブチャンネルとデータサブチャンネルにビットスチール分割する。この方法の代表例は、Bチャンネルを 56 kbps 音声サブチャンネルと 8 kbps データサブチャンネルに分割し、データチャンネルに無手順のデータ転送プロトコルを採用する方式である。

方式(1)は、市販のパーソナルコンピュータ用 ISDN 通信用拡張カードのハードウェア、ソフトウェアがそのまま利用でき、かつ、音声通信に関してデジタル電話機と接続互換性が保てる利点がある。このため、本システムでは方式(1)を採用し、データ圧縮したイメージデータを X.25 レイヤ2プロトコル (LAP-B) を用いて高速転送するとともに、同じ LAP-B を用いてオンラインの手書き入力信号を実効的にリアルタイムに転送する処理方式を開発することとした。

2.2 手書き信号の ISDN データ転送制御

2.2.1 手書き信号の処理モデル

オンラインの手書き入力信号処理では、タブレットからの入力信号を自端末の CRT ディスプレイにリアルタイムで表示するとともに、同じ信号情報をパケッ



- P₁: RS 232C 受信処理
タブレットからのサンプル信号を RS 232C バッファに格納する。本処理は P₁~P₄ のバックグラウンドで行われる。
 - P₂: 手書き入力信号抽出処理
RS 232C バッファからサンプル信号を取り出し、グラフィック座標に変換する。2個以上のサンプル信号が蓄積されている場合、最大 n+1 個の信号を取り出し (n 個飛び越し)、1 個の信号をグラフィック座標に変換し、それ以外の信号を破棄する。
 - P₃: 表示処理
座標変換されたサンプル信号を用いて、自端末から入力された手書き信号のグラフィック処理を行う。
 - P₄: 表示処理
相手端末から受信したパケットの座標点数 (m) 分の手書き信号のグラフィック処理を行う。
 - P₄: ISDN 送信処理
送信条件*を満足した場合、手書き信号のパケットを相手端末に送信する。
 - P₃: ISDN 受信処理
相手端末からの手書き信号のパケットを受信する。
 - T_{sig}(T_{sig}): サンプル信号あり (なし)
 - T_{nd}(T_{nd}): 送信条件*を満足 (満足せず)
 - T_{rcv}(T_{rcv}): 相手端末からの手書き信号を受信している (受信していない)
 - T_{acc}(T_{acc}): 2 個以上サンプル信号が蓄積されている (1 個または蓄積なし)
- * ペンアップを検出した、または送信するサンプル数に達した。

図 1 手書き入力信号の処理モデル

Fig. 1 Model of handwritten input signal processing.

トにして相手端末に送信する必要がある。この場合、1 サンプル信号ごとにパケット送信を行っていたので

は送受信処理のオーバーヘッドのためリアルタイムの表示ができない。この対策として、自端末側の手書き入力信号のサンプル信号については直ちに表示処理を行うが、相手端末にはサンプル信号を複数 (m) 個まとめてパケット化し送信することで送受信回数を減らし、送受信のオーバーヘッドを相対的に小さくする方法を採用する。また、自端末側のサンプル信号を受信して表示する処理時間はタブレットからの入力周期の時間に比べて小さいが、ISDN へパケットを送信する処理時間や相手端末からのサンプル信号のパケットを受信し、ディスプレイに表示する処理時間はタブレットからの入力周期の時間に比べて大きいことが予想される。英文筆記体のようなストロークが長い手書き信号を連続して入力するとストロークの途中でパケット送信が起きる。またストロークの途中で相手からの手書き信号を受信する場合もある。このような期間中にも手書き信号が入力バッファに一定周期で蓄積されるため、後続する手書き信号の表示処理が遅れ、タブレットからの入力周期内に表示できないケースが発生する。この解決策として、表示処理待ちのサンプル信号が入力バッファ内に多数蓄積されている場合には、最大 n 個までのサンプル信号を飛び越し処理して間引きを行うことにより、処理待ちのサンプル信号が入力バッファに滞積されることを防ぎ、かつ CPU 負荷を軽減する方法を採用する。

この方法の処理モデルを図 1 に示す。図 1 の処理モデルの各プロセスのパラメータは次のとおりである。

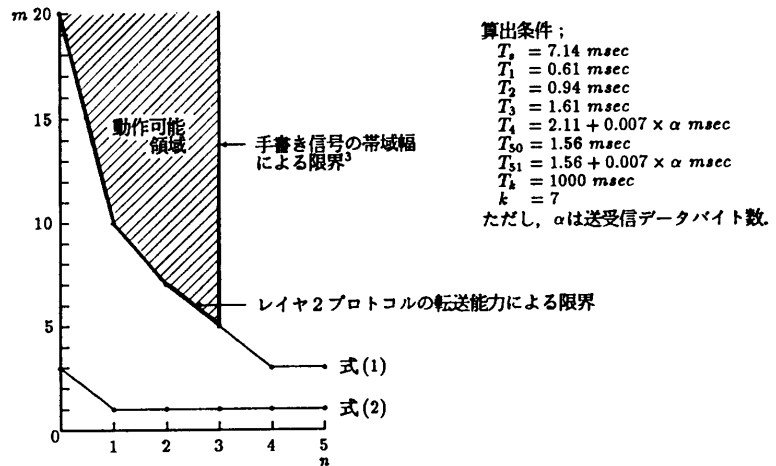
- T_1 : タブレットのサンプル周期 (入力信号間隔)
- T_2 : タブレットからの 1 サンプル信号を受信処理し入力バッファに格納する時間
- T_3 : サンプル信号を入力バッファから取りだし、グラフィック座標に変換処理する時間
- T_4 : 1 サンプル信号あたりの表示処理時間
- T_5 : パーソナルコンピュータの

ISDN 送信処理時間

- T_{50} : パーソナルコンピュータの ISDN 受信処理時間 (ただし、ISDN 通信用拡張カードのバッファに受信データがない場合)
- T_{51} : パーソナルコンピュータの ISDN 受信処理時間 (ただし、ISDN 通信用拡張カードのバッファに受信データがある場合)
- k : LAP-B のアウトスタンディング数⁴⁾
- T_k : 最初の情報フレーム受信から応答確認フレーム送信までの最大時間⁴⁾
- m : 1 パケットあたりの最大送信サンプル信号数
- n : 手書き入力信号抽出プロセスにおける許容飛び越しサンプル信号数

同時に 2 台の端末から手書き入力が行われた場合、自端末側の手書き入力が実時間で自ディスプレイに表示されるためには、次の条件を満足する必要がある。

- (1) LAP-B のデータ送信レートが、手書き入力



m : 1 パケットの最大送信サンプル数
 n : 飛び越し許容サンプル信号数

図 2 パラメータ m と n の関係
 Fig. 2 Relationship between parameter m and n .

表 2 装置仕様
 Table 2 Equipment specifications.

装 置	仕 様
パーソナルコンピュータ	NEC PC 9801 RX (80286, 12 MHz)
液晶表示タブレット	有効座標入力領域 分解能 10 lines/mm 標本化周期 140 Hz 座標データ長 5 bytes 表示画素数 640×400 画素 接続インタフェース RS232C

信号抽出プロセスのデータ出力レート以上であること。本条件は、以下の式で示される。

$$\frac{m \times k}{T_k} \geq \frac{1}{(n+1) \times T_1} \quad (1)$$

(2) タブレットからの全手書き入力信号を、パケット送信間隔内に処理可能であること。本条件は、以下の式で示される。

$$m \times (n+1) \times T_1 \geq m \times (n+1) \times T_1 + m \times T_2 + m \times T_3 + T_4 + (m-1) \times T_{50} + T_{51} + m \times T_3 \quad (2)$$

2.2.2 パラメータ m, n の決定

パーソナルコンピュータに ISDN 通信用拡張カードを搭載し、2.2.1 項の各処理時間を実測し、式(1)、(2)を用いて1パケットの手書き入力信号数 m と許容飛び越し信号数 n との関係求めた。その結果を図2に示す。使用した機器の仕様を表2に示す。一方、手書き入力信号の帯域幅は 15Hz 程度であることが知られている⁵⁾。したがって、サンプリング間隔は、30 回/秒以上でなければならない。以上から、本例におけるパラメータ m, n の取り得る範囲を図2の斜線の領域で示している。なお、 m, n はともに整数である。

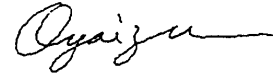
2.3 結果

2.2 節で算出した m, n の値を用いて、両端末から同時にフリーハンドの手書き入力を行い、CRT ディスプレイにリアルタイムに生成表示した手書き文字の一例を図3に示す。図2の動作可能領域内の m, n の組み合わせではなめらかな生成表示が得られるが、動作可能領域外の m, n の値では標本点のスキップ現象が生じ、一部になめらかな字体が得られない。この結果は、提案した設計法およびパラメータ m, n の設定値が正しいことを示している。

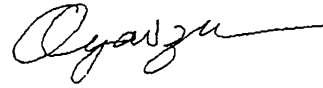
3. イメージデータの縮小拡大

3.1 イメージデータの表示と管理

スキャナから 200 dpi の解像度で読み取った A4 判縦文書の画素数は、横 1728 ドット×縦 2376 ドット (以後、本システムでは標準イメージデータと呼ぶ) である⁶⁾。一方、パーソナルコンピュータの CRT ディスプレイの画素数は横 640×縦 400 ドットであるので、標準イメージデータをそのまま CRT ディスプレイに表示したのでは、



(a) $m = 20, n = 0$



(b) $m = 5, n = 3$



(c) $m = 3, n = 5$

図3 連続手書き入力図形の再生表示結果
Fig. 3 Regenerated display results for unbroken cursive writing.

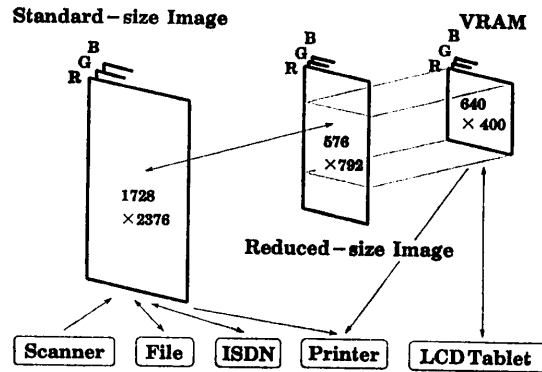
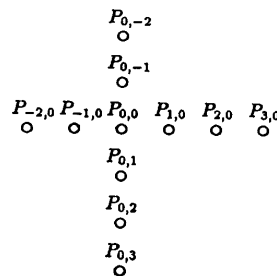


図4 イメージデータ管理方法
Fig. 4 Image data management.

$$V_q = V_{p(0,0)} \oplus \left(\left(V_{p(0,0)} \cap \left((V_{p(-2,0)} \cap \overline{V_{p(-1,0)}}) \cup (V_{p(0,2)} \cap \overline{V_{p(0,1)}}) \cup (V_{p(2,0)} \cap \overline{V_{p(1,0)}}) \right) \right) \cup \left(V_{p(0,-2)} \cap \overline{V_{p(0,-1)}} \right) \cup \left(V_{p(3,0)} \cap \overline{V_{p(1,0)}} \cap \overline{V_{p(2,0)}} \right) \cup \left(V_{p(0,3)} \cap \overline{V_{p(0,1)}} \cap \overline{V_{p(0,2)}} \right) \right) \cup \left(\overline{V_{p(0,0)}} \cap \left((V_{p(-2,0)} \cap \overline{V_{p(-1,0)}}) \cup (V_{p(0,2)} \cap \overline{V_{p(0,1)}}) \cup (V_{p(2,0)} \cap \overline{V_{p(1,0)}}) \right) \right) \cup \left(\overline{V_{p(0,-2)} \cap \overline{V_{p(0,-1)}}} \right) \cup \left(\overline{V_{p(3,0)} \cap \overline{V_{p(1,0)}} \cap \overline{V_{p(2,0)}}} \right) \cup \left(\overline{V_{p(0,3)} \cap \overline{V_{p(0,1)}} \cap \overline{V_{p(0,2)}}} \right) \right)$$



$P_{m,n}$: 標準イメージデータの画素
 $V_{p(m,n)}$: $P_{m,n}$ の値
 $\overline{V_{p(m,n)}}$: $V_{p(m,n)}$ の反転値
 V_q : 縮小イメージデータの画素の値

図5 細線保存による画像縮小アルゴリズム
Fig. 5 Reduction algorithms of thin-line preservation.

文書のごく一部しか表示できなく、これでは会議を進めることは実質的に不可能である。このため本通信会議システムでは標準イメージデータを 1/3 の横 576 ドット×縦 792 ドットに縮小変換（以後、本イメージデータを縮小イメージデータと呼ぶ）し、この縮小イメージデータを画面に表示して会議が行えるようにしている。

イメージデータを縮小表示すると画素数が異なる 2 種類のイメージデータ（縮小イメージデータの上に手書きされた文書とよとの標準イメージデータの文書）がシステム内で生成される。2 種類のデータの管理方法には、

(a) 標準イメージデータだけを原本とし、縮小イメージデータ上の手書きデータについては標準イメージデータに変換して保存する、

(b) 標準イメージデータと縮小イメージデータの各々を原本として管理する、
2つの方法が考えられる。

しかし、縮小イメージデータは会議の進行に必要なもので、プリンタ出力、ファイル保存等は画品質が高い標準イメージデータで行えるのが望ましい。このため、本システムでは、方法(a)を採用し、会議中に作成した文書はすべて標準イメージデータのファイルにして、一種類のデータ形式のファイルで管理することとした。すなわち、縮小イメージデータ上に手書き入力されたデータを3倍に拡大して標準イメージデータに重ね合わせることにしている。

手書きデータを標準イメージデータへ反映する契機については、その都度リアルタイムに標準イメージデータに拡大反映する方法も考えられるが、この場合には2章で議論した手書き入力信号処理時のCPU負荷がさらに増大する。したがって、本システムではファイル保存や文書の改頁を契機として、手書き入力により更新した縮小イメージデータと更新前の縮小イメージデータとの差分を取ることで手書き入力データを抽出し、この差分を標準イメージデータ上に拡大反映する方法を採用している（図4参照）。

3.2 縮小アルゴリズム

2値画像の縮小変換方法としては、SPC法(Selective Processing Conversion)や領域判別法がある。SPC法は、変換画像を原画像に投影したとき、求める変換画像の画素(変換画素)に最も近い位置の原画像の画素(原画素)の値を代入する方法である。また、領域判別法は、1/Nの縮小変換の場合、変換画素の最近傍

1. はじめに

パーソナルコンピュータをISDNタフェースに接続し、音声とマルチメディア(音声とマルチメディア、手書き、テキストデータ等)文書を用いてインタラクティブな対話ができるオーディオグラフィック通信システムを開発した。オーディオグラフィック通信会議のサービス仕様については、現在、CCITTの第4作業グループにおいて、OS1の参加モデル¹⁾に沿ってレイヤ5から上位の各レイヤプロトコルの検討が行われている。一方、パーソナルコンピュータを用いた通信会議システムの構成については、いくつか報告²⁾されているが、これらの報告の会議システムはテキスト文書を利用して会議を進めることを前提とした構成を述べているが、スクリーンやグラフィックシステムから成る縮小イメージデータを

(a) 標準イメージデータ
(a) Standard-size image data.

1. はじめに

パーソナルコンピュータをISDNの基本機能インタフェースに接続し、音声とマルチメディア(イメージ、手書き、テキストデータ等)文書を用いてインタラクティブな対話ができるオーディオグラフィック通信システムを開発した。オーディオグラフィック通信会議のサービス仕様については、現在、CCITTの第4作業グループにおいて、OS1の参加モデル¹⁾に沿ってレイヤ5から上位の各レイヤプロトコルの検討が行われている。一方、パーソナルコンピュータを用いた通信会議システムの構成については、いくつか報告²⁾されているが、これらの報告の会議システムはテキスト文書を利用して会議を進めることを前提とした構成を述べているが、スクリーンやグラフィックシステムから成る縮小イメージデータを

(1) 細線保存法

(1) Thin-line preservation method.

1. はじめに

パーソナルコンピュータをISDNの基本機能インタフェースに接続し、音声とマルチメディア(イメージ、手書き、テキストデータ等)文書を用いてインタラクティブな対話ができるオーディオグラフィック通信システムを開発した。オーディオグラフィック通信会議のサービス仕様については、現在、CCITTの第4作業グループにおいて、OS1の参加モデル¹⁾に沿ってレイヤ5から上位の各レイヤプロトコルの検討が行われている。一方、パーソナルコンピュータを用いた通信会議システムの構成については、いくつか報告²⁾されているが、これらの報告の会議システムはテキスト文書を利用して会議を進めることを前提とした構成を述べているが、スクリーンやグラフィックシステムから成る縮小イメージデータを

(2) SPC法

(2) SPC method.

1. はじめに

パーソナルコンピュータをISDNの基本機能インタフェースに接続し、音声とマルチメディア(イメージ、手書き、テキストデータ等)文書を用いてインタラクティブな対話ができるオーディオグラフィック通信システムを開発した。オーディオグラフィック通信会議のサービス仕様については、現在、CCITTの第4作業グループにおいて、OS1の参加モデル¹⁾に沿ってレイヤ5から上位の各レイヤプロトコルの検討が行われている。一方、パーソナルコンピュータを用いた通信会議システムの構成については、いくつか報告²⁾されているが、これらの報告の会議システムはテキスト文書を利用して会議を進めることを前提とした構成を述べているが、スクリーンやグラフィックシステムから成る縮小イメージデータを

(3) 領域判別法

(3) Field mapping method.

(b) 縮小イメージデータ

(b) Reduced-size image data.

図6 縮小変換法の比較

Fig. 6 Comparison of image reduction methods.

の N^2 個の原画素の平均濃度を算出し、しきい値処理を施して変換画素の値とする方法である。しかし、これらの変換方法では原画面上に黒あるいは白の細線がある場合、変換画面上で該細線が消失し変換画像の品質が劣化することがある。この欠点を解消する縮小変換方法の1つに細線保存による画像縮小変換方法⁷⁾がある。本通信会議システムはこの縮小変換方法を採用している。この変換法を用いて標準イメージデータを縮小イメージデータに変換する論理式を図5に示す。図5の論理式によりイメージデータを縮小変換した結果の一例を、SPC法ならびに領域判別法で縮小変換した場合と比較して図6に示す。図6は、幅2以下の細線が保存され、画質劣化が少ない縮小イメージデータが得られることを示している。

3.3 拡大アルゴリズム

縮小イメージデータの上にかかれた手書きイメージデータを拡大して標準イメージデータの上に反映する場合、拡大反映する領域を正しく選ばないと手書きイメージデータが標準イメージデータ上に反映できない場合がある。例えば、縮小イメージデータ上のイメージデータを消去したときに拡大反映する領域が小さすぎると、拡大反映後の標準イメージデータ上でもとのイメージデータが残ることが起きる。逆に、反映する領域が大きすぎる場合は、縮小イメージデータ上で消去されていないイメージデータが標準イメージデータ上では消去されてしまうことが起きる。この問題を解決し、かつ、拡大された結果が平滑な画像になるように標準イメージデータ上の領域を図7に示すとおり切り出し、この領域の画素に対して図8に示す拡大アルゴリズムを考案して適用することとした。

3.4 評価

本章で述べた拡大縮小方法を適用した結果を図9に示す。図9(a)はイメージスキャナから読込んだ資料を縮小し、縮小画像上で描画した後標準イメージデータ上に拡大し、再度縮小したものである。図9(b)はイメージスキャナから読込んだ資料を縮小し、縮小画像上で消去した後標準イメージデータ上に拡大し、再度縮小したものである。図から明らかなように、本縮小拡大

方法は、縮小画像上に描画したデータが標準イメージデータの対応する位置に正しく拡大できることが分かる。また、縮小画像上にデータを描画後標準イメージデータ上に拡大し、再度縮小しても画像の品質劣化がないことが分かる。なお、図9の結果はモノクロの2値画像データについて示しているが、カラー2値画像で描画した場合についても同様な結果が得られている。

4. 実現方法

4.1 ハードウェア構成

本通信会議システムは、

- (1) パーソナルコンピュータ本体、
- (2) ISDN 通信用拡張カードとイメージ処理用拡張カード、
- (3) 液晶タブレット、イメージスキャナおよびプリンタからなる周辺装置、

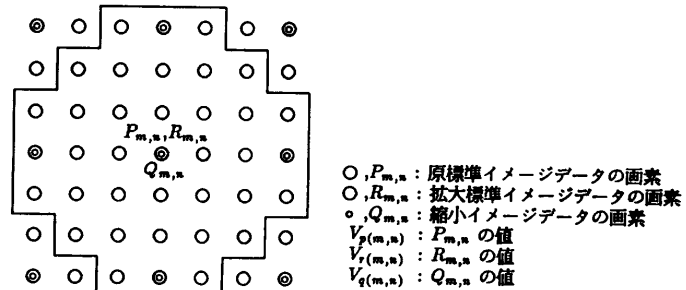


図7 拡大範囲
Fig. 7 Enlargement area.

1. $V_r(i,j) = V_q(0,0), \quad i = -1, 0, 1 \quad j = -1, 0, 1.$
2. $V_r(i,j) = (V_q(0,0) \cap V_q(0,j/3)) \cup (V_p(i,j) \cap (V_q(0,0) \oplus V_q(0,j/3))), \quad i = -1, 0, 1 \quad j = -3, 3.$
3. $V_r(i,j) = (V_q(0,0) \cap V_q(i/3,0)) \cup (V_p(i,j) \cap (V_q(0,0) \oplus V_q(i/3,0))), \quad i = -3, 3 \quad j = -1, 0, 1.$
4. $V_r(i,j) = (V_q(0,0) \cap V_q(0,j/2)) \cup (V_p(i,j) \cap (V_q(0,0) \oplus V_q(0,j/2))), \quad i = 0 \quad j = -2, 2.$
5. $V_r(i,j) = (V_q(0,0) \cap V_q(i/2,0)) \cup (V_p(i,j) \cap (V_q(0,0) \oplus V_q(i/2,0))), \quad i = -2, 2 \quad j = 0.$
6. $V_r(i,j) = (V_q(0,0) \cap V_q(i/2,j/2)) \cup (V_p(i,j) \cap (V_q(0,0) \oplus V_q(i/2,j/2))), \quad i = -2, 2 \quad j = 2, -2.$
7. $V_r(i,j) = (V_q(0,0) \cap (V_q(0,j/2) \cup V_q(i,j/2))) \cup (V_p(i,j) \cap ((V_q(0,0) \oplus V_q(0,j/2)) \cap (V_q(0,0) \oplus V_q(i,j/2)))), \quad i = -1, 1 \quad j = 2, -2.$
8. $V_r(i,j) = (V_q(0,0) \cap (V_q(i/2,0) \cup V_q(i/2,j))) \cup (V_p(i,j) \cap ((V_q(0,0) \oplus V_q(i/2,0)) \cap (V_q(0,0) \oplus V_q(i/2,j)))), \quad i = -2, 2 \quad j = -1, 1.$

図8 拡大アルゴリズム
Fig. 8 Enlargement algorithms.

1. はじめに

パーソナルコンピュータを ISDN の基本速度インタフェースに接続し、音声とマルチメディア（イメージ、手書き、テキストデータ等）文書を用いてインタラクティブな対話ができるオーディオグラフィック通

- (1) 縮小イメージデータの '1. はじめに' の下のアンダーラインを描画
- (1) Underline written on reduced image data.

1. はじめに

パーソナルコン

- (2) (1) のイメージデータを拡大した画像
- (2) Image data written in (1) after being enlarged.

1. はじめに

パーソナルコンピュータを ISDN の基本速度インタフェースに接続し、音声とマルチメディア（イメージ、手書き、テキストデータ等）文書を用いてインタラクティブな対話ができるオーディオグラフィック通

- (3) (2) の標準イメージデータを縮小した画像
- (3) Standard image data of (2) after being reduced again.

- (a) 縮小イメージデータ上で描画後拡大し、再度縮小した場合
- (a) Handwritten input written on image data, enlarged, then reduced again.

1. はじめに

パーソナルコンピュータを ISDN の基本速度インタフェースに接続し、音声とマルチメディア（イメージ、手書き、テキストデータ等）文書を用いてインタラクティブな対話ができるオーディオグラフィック通

- (1) 縮小イメージデータの '1. はじめに' の下のアンダーラインを一部消去
- (1) A part of underline written on reduced image data is erased.

1. はじめに

パーソナルコン

- (2) (1) のイメージデータを拡大した画像
- (2) Image data written in (1) after being enlarged.

1. はじめに

パーソナルコンピュータを ISDN の基本速度インタフェースに接続し、音声とマルチメディア（イメージ、手書き、テキストデータ等）文書を用いてインタラクティブな対話ができるオーディオグラフィック通

- (3) (2) の標準イメージデータを縮小した画像
- (3) Standard image data of (2) after being reduced again.

- (b) 縮小イメージデータ上で消去後拡大し、再度縮小した場合
- (b) Handwritten input on image data is erased, enlarged, then reduced again.

図 9 拡大縮小方法の適用結果

Fig. 9 Results of the enlargement/reduction method.

(4) 音声会議装置、を用いて構成できる。大型 CRT ディスプレイ等と組み合わせることにより、パーソナル用から多人数の通信会議用まで多様な構成を取ることができる (図 10 参照)。本システム用に新しく開発した専用ハードウェアはイメージ処理用拡張カードだけであり、その他はすべて市販品を用いている。

イメージ処理用拡張カードは制御用マイクロプロセッサ、画像メモリおよびイメージ処理用 ASIC で構成され (図 11 参照)、CPU からのソフトウェア割込みによって次の処理機能を実行する。

- (1) スキャナからのイメージデータの読み込みと画像メモリへの格納。
- (2) Modified MR (Modified Relative element address designative) による圧縮伸張。
- (3) 3章に述べたアルゴリズムに基づく縮小変換。
- (4) 回転。

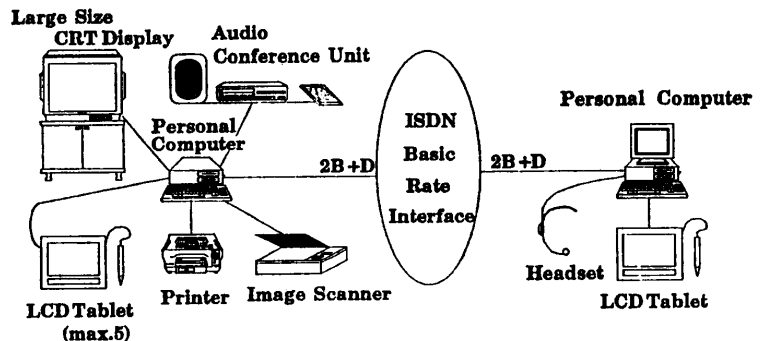


図 10 システム構成

Fig. 10 System configuration.

(5) パーソナルコンピュータの主記憶および VRAM との間のデータ転送。

イメージ処理用拡張カードの仕様を表 3 に示す。

4.2 ソフトウェア構成

通信会議システムのソフトウェア構成を図 12 に示す。プログラム規模は C 言語で 50K ステップである。

4.3 性能

本通信会議システムの主要なオペレーションの処理時間を表 4 に示す。

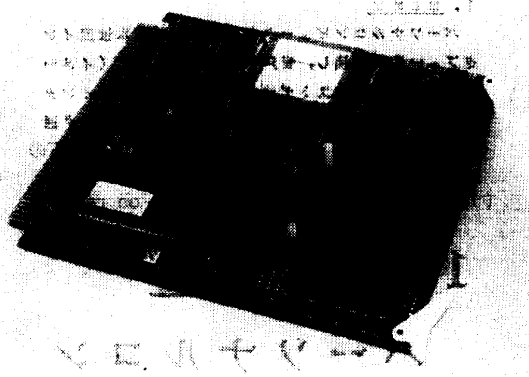
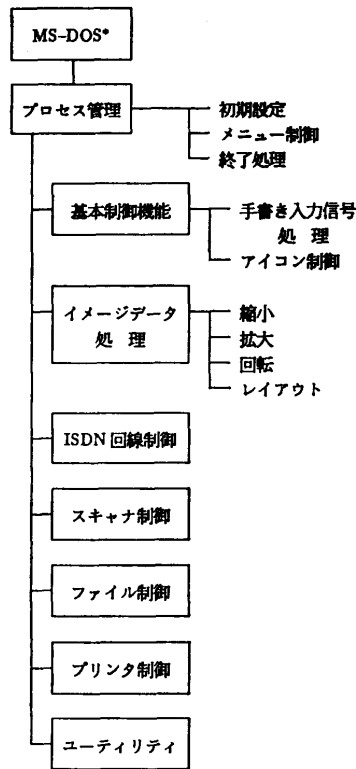


図 11 イメージ処理用拡張カード
Fig. 11 PC expansion card for image processing.



*: MS-DOS は米マイクロソフト社の登録商標である.

図 12 プログラム構成
Fig. 12 Software configuration.

5. おわりに

人間のコミュニケーションは、話合いの題材を両者が共有しているときに最も良い理解が生まれる。オーディオグラフィック通信会議システムは話合いの題材(文書や図面)を画面に表示し、補足説明のメモや略図等を相手の眼前に書いて見せることによって相互の理解を高めることをねらいとしたコミュニケーション

表 3 イメージ処理用拡張カードの仕様
Table 3 Specification of PC expansion card for image processing.

項目	仕様	
CPU と動作クロック	TMP 68303, 16 MHz	
画像メモリ	容量	8MB (512KB×16 ページ)
	割当て	1. システムエリア: 1 ページ 2. 画像処理ページ: 15 ページ
共有 RAM	1. エリア: 16 KB 2. アドレス: C 0000~CFFFF 間で連続した 16 KB (先頭番地は 16KB 境界)	
オプション	イメージスキャナ接続	
機能	1. イメージスキャナリード 2. MMR 符号化/復号化 3. 1/3 縮小 (細線保存法) 4. 回転 (左右 90°, 180°) 5. データリード/ライト 6. ブロックデータリード/ライト 7. ページ間コピー	

表 4 主要なオペレーションの処理時間
Table 4 Processing times of main operations.

オペレーション	処理時間
資料読み込み	15 秒
資料転送	10 秒
縮小	3 秒
拡大	8 秒
回転	3 秒

ン支援ツールである。本論文では、オフィスに既存のパーソナルコンピュータを ISDN に接続することにより、オーディオグラフィック通信会議システムが容易に実現できることを示した。われわれが開発したオーディオグラフィック通信会議システムは、現在社内において約 20 システムが稼働している。今後は、利用者の要求条件をシステムに反映するとともに、光ファイリングシステムとの接続や多地点化など機能拡充を行い、電話、ファクシミリを補完するオフィス間のコミュニケーション支援ツールとしてより優れたものにしていく予定である。これらについては別の機会に報告したい。

謝辞 日頃、ご指導ご鞭撻いただく NTT ヒューマンインタフェース研究所釜江尚彦所長、画像縮小変換ハードウェアを実現するにあたり、ご指導、ご助言をいただいた同研究所安達文夫主幹研究員に深く感謝します。

参 考 文 献

- 1) CCITT Recommendation X. 200, Reference Model of Open Systems Interconnection for CCITT Applications (1984).
- 2) 鳩野, 上田, 阪田: グループ共同作業支援のためのマルチメディア在席対話システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 30, No. 4, pp. 527-534 (1989).
- 3) 有川, 谷川, 林: パソコンを用いたマルチメディア通信会議システム, NTT R&D, Vol. 39, No. 9, pp. 1265-1274 (1990).
- 4) CCITT Recommendation X. 25, Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-Terminating Equipment (DCE) for Terminals Operating in the Packet Mode and Connected to Public Data Networks by Dedicated Circuit (1988).
- 5) 佐藤, 中村: 描画像信号の予測符号化方式, 信学論 (B), Vol. J 65-B, No. 2, pp. 215-222 (1982).
- 6) CCITT Recommendation T. 4, Standardization of Group 3 Facsimile Apparatus for Document Transmission (1988).
- 7) 若林, 川西, 安達: 細線消失を防止した縮小変換法, 信学論 (D), Vol. J 70-D, No. 4, pp. 742-749 (1987).

(平成 3 年 9 月 2 日受付)

(平成 3 年 11 月 5 日採録)



小柳津育郎 (正会員)

1968 年名古屋大学工学部電気学科卒業。1970 年同大学院工学研究科修士課程修了。同年日本電信電話公社 (現 NTT) に入社。現在 NTT ヒューマンインタフェース研究所第四プロジェクトチームにおいて ISDN を利用したマルチメディア通信システムの研究・開発に従事している。主幹研究員 (プロジェクトチームリーダー)。電子情報通信学会会員。



田中 清人 (正会員)

1975 年徳島大学工学部電気工学科卒業。1977 年同大学院工学研究科電気工学専攻課程修了。同年日本電信電話公社 (現 NTT) に入社。現在 NTT ヒューマンインタフェース研究所第四プロジェクトチームにおいて、通信会議システムの研究開発に従事。主任研究員。電子情報通信学会会員。



山口 利和 (正会員)

1981 年名古屋大学工学部電子工学科卒業。1983 年名古屋大学大学院工学研究科修士課程修了。同年日本電信電話公社 (現 NTT) に入社。現在 NTT ヒューマンインタフェース研究所第四プロジェクトチームにおいて通信会議システムの研究開発に従事。主任研究員。電子情報通信学会会員。



宮保 克明 (正会員)

1980 年金沢大学工学部電子工学科卒業。1982 年金沢大学大学院工学研究科修士課程修了。日本電信電話公社 (現 NTT) に入社。NTT ヒューマンインタフェース研究所第四プロジェクトチームにおいて通信会議システムの研究開発に従事。主任研究員。電子情報通信学会会員。



高橋 護

1982 年日本理工情報専門学校電子工学科卒業。1981 年日本電信電話公社 (現 NTT) に入社。主に NTT 社内情報システムの開発に従事。現在 NTT ヒューマンインタフェース研究所第四プロジェクトチームにおいて、通信会議システムの研究開発に従事。



松本 博幸 (正会員)

1972 年東京電機大学工学部電気通信工学科卒業。同年日本電信電話公社 (現 NTT) に入社。現在 NTT ヒューマンインタフェース研究所第四プロジェクトチームにおいてネットワークセキュリティおよび画像処理に関連した研究開発に従事。主幹研究員。電子情報通信学会会員。