

# ISDN音声ボードを使った LANによる公衆回線通話システム

石井一彦 篠田晃 新井克也 桑名栄二  
NTT ソフトウェア研究所

近年のコンピュータとそのネットワーク技術の発展はコンピュータネットワークの上でマルチメディア通信を行うことを可能とした。一方オフィスでは、従来からの電話による音声通信はPBXを利用しているのが一般的である。

我々はコンピュータで電話との音声通信を可能とするISDN回線インターフェースボードを開発した。今回、このボードを使用してPBXと同等の機能をコンピュータネットワーク上で実現するシステムを開発した。これにより従来のオフィスのネットワークを統合しただけでなく、様々なPBXサービスを自由にカスタマイズできる環境が実現できた。本稿ではこのISDN音声ボードとLANによる公衆回線との音声通話システムについて紹介する。

## 1. はじめに

近年のコンピュータやコンピュータネットワークは音声や映像などの各種マルチメディア処理を持つようになった。その一例としてvat[1]、nv[2]、篠田らオーディオツール[3]などがある。

一方オフィスでは、PBXを用いたネットワークにより従来からの電話による音声通信を利用している。近年はPBX装置自身もLANインターフェースを持つようになり、通話には電話機を用いなければならないものの、

コンピュータ上からPBXを操作して電話ができるようになってきている。

このようなコンピュータ上のマルチメディア通信とPBXによる電話という2つの音声通信の混在は次のような問題を生んでいる。

- ・同じ音声通信でありながらコンピュータ上の音声通信システムと電話の間で相互に通信できない。

- ・通信先により上の2つの音声通信システムを利用者側で使い分ける必要がある。
- ・オフィス内にコンピュータネットワークと電話用のPBXのネットワークを別々に張らなければならない。

そこで、我々は上記の問題を解決するためにコンピュータネットワーク上の音声通信と従来からの電話による音声通信を統合するシステムを開発した。このためにコンピュータ上でISDNの音声通信を可能とする回線インターフェースボードを開発した[4]。

今回は、このインターフェースボードを用いたシステムのひとつとして従来のPBXをコンピュータネットワーク上で実現するものを開発した。このシステムを利用することにより従来のPBXの電話と同じ一般回線との通話やPBX内での保留／転送等の機能がコンピュータ上で行えるようになるほか、

ソフトウェアの改造によりその他の様々なPBXサービスが可能になる。

本稿ではこのISDN音声ボードとコンピュータネットワークを使った通話システムとその実現方法を紹介する。

## 2. PBX

従来からあるPBXは次のような基本機能を持つ。

- ・複数の公衆回線（普通1～24程度）と複数の電話機（普通2～64程度）を接続可能である。
- ・電話機から回線を選択し、外の公衆回線と通話が可能である。この時、他の電話機は同じ公衆回線を選択を抑制する。（排他）
- ・公衆回線からの着信が可能。回線毎に鳴動する電話機を設定可能である。
- ・通話を一旦保留し、他の電話機へ転送可能である。
- ・同じPBXに接続されている電話機同士で内線通話が可能。

この他PBXの機種によってはPBX内で電話会議や一斉呼び出しなどが可能なものがある。また、LANインターフェースを持ちコンピュータから制御/設定ができるものがある。

## 3. ISDN音声ボード

今回我々が開発したISDN音声回線インターフェースボードの特徴を以下に示す。このボードの詳細に関しては篠田の論文[4]で説明している。

- ・一枚のボードでINS64一回線分をサポートする。INS64一回線は2B+Dの構成で一般回線2個分の機能を持つ。一台のコンピュータに複数のボードを差すことが可能である。
- ・音声データはUNIXのデバイスファイルとして扱う。ISDNの符号化方式である $\mu$ -law方式のデジタルデー

タで入出力が行われる。D/A,A/D変換はコンピュータ内蔵の機能を用いる。

- ・回線制御用のAPIをC言語ライブラリとして持つ。

## 4. LANでの公衆回線通話システム

前章までに述べたPBX、インターフェースボードの特徴をふまえ、コンピュータネットワーク上で公衆回線と通話できるシステムを構築した。

### 4.1 PBX機能

今回のシステムで実現しているPBX機能を以下に示す。

- ・電話機とPBXの機能はサーバ/クライアントシステムとして実現した。ISDNボードを搭載したコンピュータでPBX本体に相当するサーバを、各席のコンピュータで電話機に相当するクライアントを動作させ、サーバと接続する。
- ・クライアントからはサーバが持つ回線チャンネルを選択し、公衆回線と通話が可能である。この時、他のクライアントが同じ回線チャンネルを選択することを抑制する（排他）。
- ・公衆回線からの着信が可能。
- ・通話を保留し、他のクライアントへ転送することが可能。

着信時のクライアント毎の鳴動設定、クライアント同士の通話機能はシステム開発期間の都合から時期バージョンで実現することとした。

#### 4.2 システム構成

図1に示すとおり、PBX機能はサーバ/クライアント方式として実現した。

図2のとおりサーバクライアント間では音声通信のポートと電話操作の2つのポートを使用することとした。双方ともプロトコルとしてコネクション指向のTCPを利用した。

#### 4.3 サーバ

サーバ側では図3に示すようなプロセス構成とした。初めに起動する親プロセスの他にクライアント毎に子プロセスを持ち、親プロセスと子プロセスの間ではプロセス間通信を行う。親プロセスが行う主な動作は以下のとおり。

- ・ 新たなクライアントが接続された時、子プロセスを作成する。
- ・ 各回線チャンネルの状態変化を監視

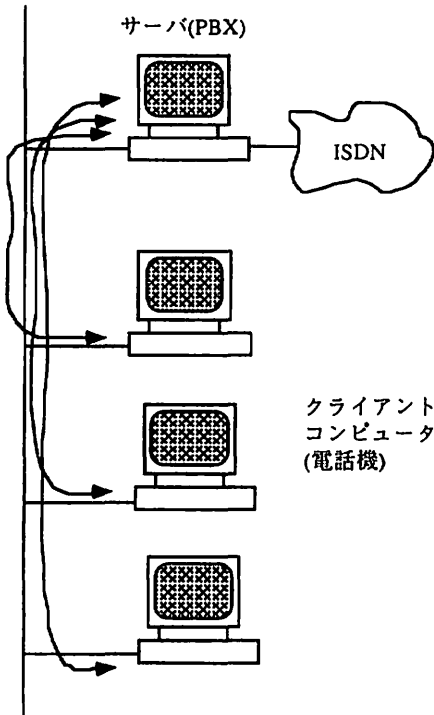


図1 システム外観

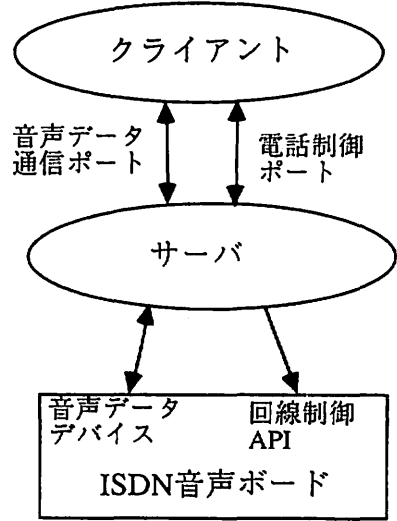


図2 システム構成概要図

して子プロセスに通知する。

- ・ 子プロセスからの通知を受け、回線の使用状況を記憶する。これにより回線の排他制御を実現する。

子プロセス側は主に以下の動作を受け持つ。

- ・ 親プロセスから受け取った回線状態

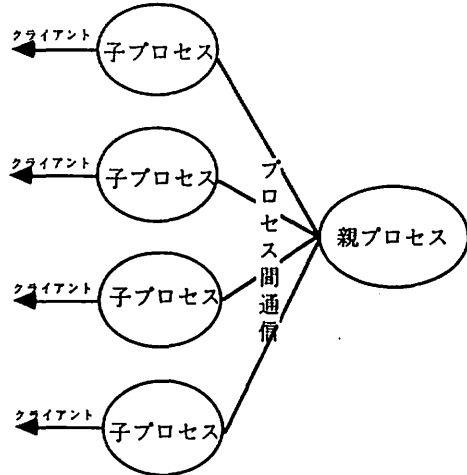


図3 サーバプログラム構成

をクライアントに伝える。

- ・クライアントの電話操作と親プロセスからの回線状態により状態遷移に従った回線制御を行う。
- ・クライアントと音声データの通信を行う。

#### 4.4 クライアント

クライアントはユーザの操作に従って電話操作をサーバに伝える。またサーバからの回線状態の通知に従い、通話中の回線は表示ランプをつけたり、着信があったら鳴動する等の回線状態の表示を行う。

また、図4に示すとおり音声データを受け取り、クライアントのコンピュータで音声の入出力を行う。サーバ側で回線制御を行うため、サーバ/クライアント間の通信内容は以下のような簡便なものとする事ができた。

- ・サーバの持つ回線数の問い合わせ
- ・回線チャンネルの確保/開放
- ・通話の接続/切断
- ・使用中、着信鳴動中など回線状態の通知

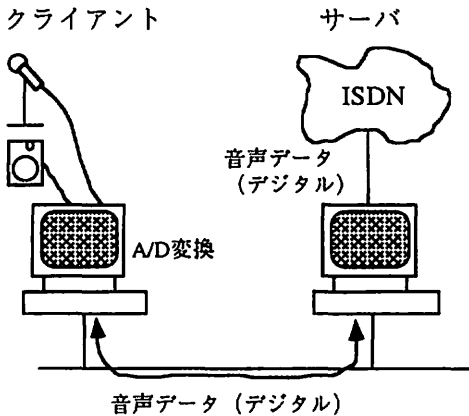


図4 音声データの流れ

	クライアントとの関係	回線状態
a	未確保	未通話
b	確保済	未通話
c	確保済	通話中
d	未確保	通話中

図5 回線チャンネルの状態

#### 4.5 保留/転送

上に述べてきたサーバ/クライアントの機能により基本的な通話機能は実現できている。保留/転送機能については以下に述べる形で実現した。

回線チャンネルの状態に着目し、回線チャンネルひとつに対して次の観点でみる。

- ・回線が通話中/未通話。
- ・あるクライアントがそのチャンネルを確保済/どのクライアントも未確保。

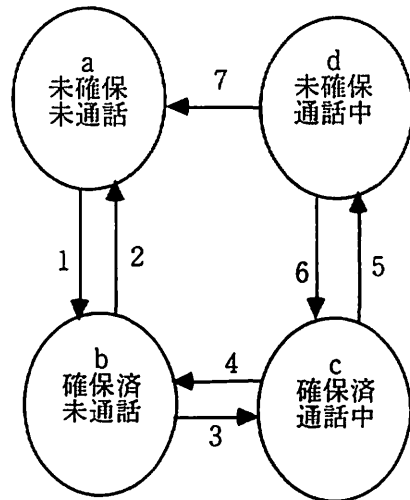


図6 回線チャンネル状態遷移図

これから図5に示す4状態に回線チャンネルをわけることができる。この状態表から作成した状態遷移図を図6に示す。状態ac間とbd間で直接遷移することはない。

初期状態では、チャンネルはどのクライアントも未確保で未通話（状態a）である。

次にあるクライアントがチャンネルを確保し（遷移1）、通話を始める（遷移3）。ここで通話中のままチャンネルを開放する（遷移5）。この時の状態は、通話中を保持しそのチャンネルを確保済のクライアントがいないという状態である（状態d）。これが保留である。その後、チャンネルを確保すると、通話中のままのチャンネルを確保することになる（遷移6）。この時のクライアントが以前と別のクライアントであれば転送となる。この後は通常の遷移では通話を終了し（遷移4）、チャンネルを開放する（遷移2）。また保留中（状態d）に相手側から通話が切られる（遷移7）ことはあるが、状態aから状態dへの遷移は存在しない。これは、例えば相手からかかってきた電話でも誰かがチャンネルを確保し通話を始めなければ通話中にはならないからである。

#### 4.6 システムの効果

このシステムにより以下の効果が生まれる。

- ・ネットワークの統合  
従来二重に引いていたPBXネットワークとコンピュータネットワークを一本化できる。
- ・カスタマイズ性  
PBXでは音声蓄積などのサービスを後から追加することは非常に困難である。本システムではソフトウェアの改造により比較的容易に様々なサー

ビスを追加することが可能である。

#### 5. 今後の課題

現在のシステムでは前章で述べたとおりPBXの基本機能のうち、以下の点が実装されていない。

- ・回線チャンネル毎に着信時に鳴動するクライアントを設定する機能
- ・クライアント同士の内線通話機能

前者に関しては鳴動先をユーザ別に設定できるよう実装する予定である。これによりユーザが作業するコンピュータを移っても、そのコンピュータでクライアントを立ち上げておけば自分宛の電話の着信を受けること（つまりユーザ追跡着信）ができる。後者に関しても同様にユーザ名による相手先クライアント指定法を採用する予定である。これらの追跡機能は従来は一部の高価なPBXにしかなかった機能であったが（ICカードとそれを読み取る電話機で実現）、コンピュータネットワークに統合したことにより簡単に実現することが可能になった。

このほか音声蓄積機能、外部電話自動転送など従来は特殊なPBXにしかなかった機能がソフトウェアの改造により実現可能である。

さらにコンピュータネットワークと電話の真の統合化を目指して以下のようなシステムを構築することができる。

- ・通話相手による回線自動選択

図7に示すとおり音声通信システムとユーザデータベースを統合化することにより通話相手により回線を自動的に選択するシステムが実現可能である。通話したい相手をユーザデータベースから指定すると、登録されている情報によりコンピュータネットワークを使った通信か電話網を使った通信かを自動的に選択、発信を行

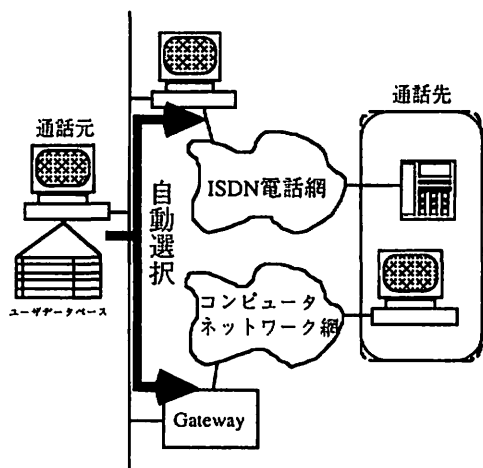


図7 通話先による回線自動選択

う。これらを組み合わせて一方で繋がらなかった場合、もう一方の手段で自動的にリトライを試みるようにもできる。

## 6. おわりに

本稿では電話とコンピュータネットワークを統合するための、ISDN音声ボードを利用した公衆回線通話システムを紹介した。本システムは現段階では従来のPBXのサブセット程度の機能しか持たないがPBXの基本的な機能は既に実現しており、さらにソフトウェアの改良によりより優れたシステムへと発展可能であるという見識が得られた。

さらにコンピュータネットワーク上のマルチメディア音声通信システムと既存の公衆回線上の音声通信を統合するシステムの実現可能性へ向けての知見が得られた。

今後はこれら新たな音声通信システムの実現に向けてさらなる改良/実験を重ねていく予定である。

## 謝辞

本検討にあたり、NTソフトウェア研

究所第一プロジェクトの中村主幹研究員および関係者の方から貴重なコメント及び御指導を頂きました。ここに深く感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Van Jacobson, Steven McCanne, "vat", Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley,, February 1992.
- [2] Henning Schulzrinne, "Voice Communication Across the Internet: A Network Voice Terminal", University of Massachusetts, July 1992.
- [3] 篠田、石井、桑名, "クロスプラットフォームコンピュータネットワーク上での音声通信の実現", マルチメディア通信と分散処理研究会, 1993年7月
- [4] 篠田、新井、石井、桑名, "LAN上のコンピュータとISDN電話との通信", マルチメディア通信と分散処理研究会, 1994年10月