

特別論説 情報処理最前線

インターネットとコンピュータテレフォニ

Internet and the Computer Telephony by Isao ARIMA (Laboratory for Information Technoloty, NTT Data Corp.).

有 馬 勲¹¹ NTT データ通信 (株) 情報科学研究所

1. はじめに

インターネットを使って音声で通話ができるインターネット電話ソフトは新しいコミュニケーションのしくみとして普及しつつある。さらに、一般電話公衆回線網とインターネットを仲介するインターネットテレフォニゲートウェイの技術が開発されたことにより、インターネットを中継媒体とした低コストの電話サービスも可能となり、急速に脚光を浴びることとなった。すでに一部で商用サービスが始まっている。これらは、インターネットを中心とするコンピュータネットワークと電話系のネットワークという、これまで別々だったネットワークが融合していく動きととらえることができる。

一方、電話系システムと情報系システムを統合するコンピュータテレフォニの世界では、コンピュータがPBXを制御するAPIの業界標準が提唱され、一気にオープン化が進んでいる。これまで別のものとして構築されてきていた電話系システムと情報系システムがより効率的に統合できるようになってきた。

これらの融合技術の利用により、電話からでもインターネットからでも同一の情報にアクセスできたり同様のコミュニケーションが可能になるなど、情報を一元管理しながら複数のコミュニケーション手段を提供できるようになるため、企業と顧客を結ぶコールセンターや企業内での効率的な情報交換などのアプリケーションの中核技術として注目を浴び始めた。

本稿ではインターネットテレフォニの技術動向を中心に解説し、それがコンピュータテレフォニのしくみをどうかえるかについて説明する。

2. IP ネットワークで電話通話を行うインターネットテレフォニ

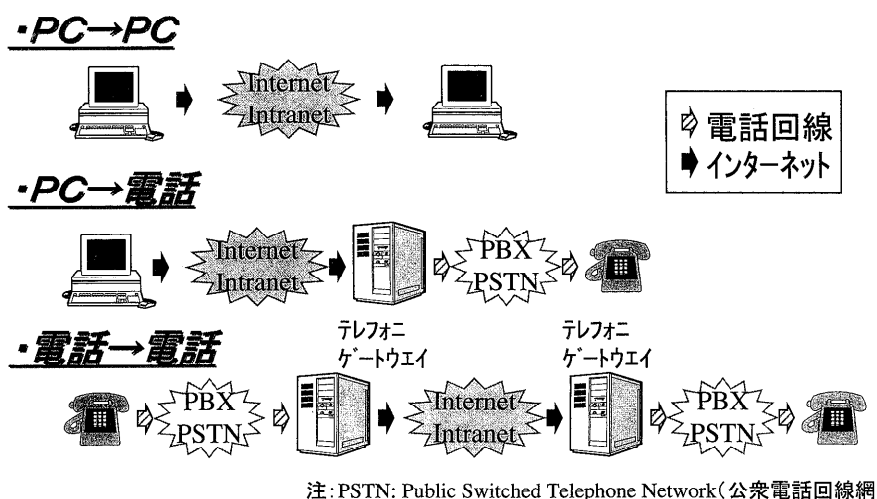
IP 接続(インターネット接続)されたコンピュータ同士で音声通話が可能になるインターネット電話ソフトは数年前に出現し、現在では 30 以上のベンダが主に PC 向けのソフトを提供している。また、1996 年にはインターネットと一般電話公衆回線網を相互接続するゲートウェイ技術が開発されインターネット電話ソフトと通常の電話同士の会話ができるようになった。さらに、ゲートウェイを 2 カ所以上に設置し、その間をインターネットで接続することにより、インターネット経由の低コストの電話サービスも実現可能となった。本章ではインターネットテレフォニの使われ方、通話実現のための技術的ポイント、課題について説明する。

2.1 ホビーユースからビジネスユースへ

最近のインターネット電話ソフトは従来に比べ音質の向上、遅延の減少、パケットロスによる音声の途切れに対する影響の低減、全二重通話の実現などにより品質は向上してきた。また、インターネットテレフォニゲートウェイにより通常電話回線網との相互接続が可能になり、サービス性が向上した。これまではホビーでの利用でしかなかったインターネットテレフォニがビジネスでの利用も可能なレベルに達したといえる。今後はインターネットテレフォニのユーザは飛躍的に増加し、その多くがビジネスユースであるという調査報告がある¹⁾。

通話の形態としては、コンピュータ・コンピュータ間の通話、コンピュータ・電話機間の通話、電話機・電話機間の通話が考えられる(図-1)。

インターネット電話ソフトを使ったコンピュー



注: PSTN: Public Switched Telephone Network(公衆電話回線網)

図-1 インターネットテレフォニの3つの通話形態

夕間での通話の場合、単に音声通話のみならず、共有ホワイトボード、ドキュメント共有、ファイル転送、テレビ電話といった機能が付加され、人間同士のマルチメディア通信を可能にするようになってきている。

インターネットテレフォニゲートウェイを介することにより、インターネット電話ソフトから通常の電話機への通話が可能となる。

電話機・電話機間の通話はインターネットを中継媒体に使った非常に低コストな電話サービスとして最近注目を集めている。このサービスは設備としては、インターネットテレフォニゲートウェイをいろいろな場所に設置し、これらをインターネットで接続する。ここでいろいろな場所への設置とは、この設置場所がアクセスポイントとなるため、なるべく多くのユーザが市内通話でアクセスポイントに電話できるように設置することになる。

ユーザは最寄りのテレフォニゲートウェイにまず電話をし、ガイダンスにしたがって、ユーザ認証を行った後、通話相手の電話番号を入力する。すると通話相手の電話番号に一番近いテレフォニゲートウェイがそこに電話をかけ、インターネットにより音声の中継し、通話が可能となる。

また、企業内のイントラネットアプリケーションとしてこれをとらえ、各オフィスのPBX間をイントラネットで接続し、IP接続により社内の内線通話を可能にすることも可能である。これま

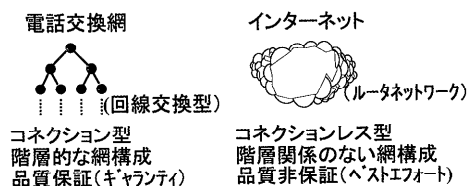


図-2 電話交換網とインターネットの違い

で、内線電話用とイントラネット用に2つの専用線を引いていたのを一本化できるため、コスト上のメリットが生まれる。

2.2 電話交換網とインターネットの違い

電話交換網に音声流す場合も、インターネット上に音声流す場合も、その音声デジタル変換され、ノードからノードへ伝達され、通話先で再びアナログに変換されて聞こえるという点では同じである。(なお電話交換網では一部アナログのまま交換・伝送する部分が残っている。)しかし、その網構成に大きな差がある(図-2)。つまり、電話交換網はコネクション型で、いったん電話をかけて相手が出れば(通信路が確立されれば)その通話のための帯域は確保され、品質保証(ギランティ)される。これに対しインターネットはコネクションレス型のネットワークであり、パケットはルータからルータへストア&フォワードで送られ、パケットの伝達保証がなく、伝達するとしてもいつ到達するかわからず、全体としてのネットワーク使用効率を重視した品質非保証

(ベストエフォート)のネットワークである。

2.3 インターネット上の効率の良い音声通話

このように、品質保証のないインターネット上に音声を効率よく流すために最も重要なポイントは、音声圧縮によってビットレートを落とすことである。また、インターネットではパケットの到達順序が保証されておらず、あるパケットの到達だけが大きく遅れることがあり、音が途切れる結果となる。これを回避するためにはバッファを設けて送出順にソートして音声に復号することになる。しかし、バッファ以上に大きい遅延やパケットロスが起きた場合には回避できない。また、バッファを大きくすれば音の途切れはなくなるが遅延が大きくなり、通話がしづらくなる。遅延は音質と並んで品質評価の重要項目である。

2.4 音声圧縮技術

インターネットで使われる音声圧縮(音声符号化, CODEC)の主な方式を表-1に示す。一般に公衆のデジタル電話回線網では μ -lawが使われておりビットレートは64kbpsである。これに対してインターネットテレフォニで主に使われるのは携帯電話などでよく使われる CELP(Code Excited Linear Prediction)系の圧縮方法で、8kbps から 5kbps 程度まで圧縮する。このほかには欧州携帯電話の標準となっている GSM6.10 や 2.4kbps という非常にビットレートの低い高圧縮のものも使われている。

一般的にビットレートの低い音声圧縮方法ほど音質はよくないが、どれも発声内容は理解できるレベルである。また、最近では多くのユーザがデジタル携帯電話の音声に慣れてきていることから、インターネットテレフォニの音質もユーザに受け入れられうるものと思われる。

2.5 衛星経由の国際電話レベルまで低減した遅延

インターネットの性質上、いろいろなことが原因で音声の伝達に遅延が生じる。音声会話はリアルタイム性を要求するデータ通信であり、遅延は品質を決める大きな要因である。

遅延が起きる原因としては、音声圧縮アルゴリズムとしての遅延、圧縮伸長処理時間、インターネット上のパケットの伝達遅延、到達パケットを送出順に戻すためのバッファとして生じる遅延(前述)などがある。このうち、圧縮アルゴリズム

表-1 インターネット電話で用いられる
主な音声圧縮(符号化)方法

符号化方法	開発元	ビットレート (kbps)
μ -law	CCITT G.711	64
GSM 6.10	欧州携帯電話標準	13
CS-A CELP	CCITT G.729	8.0
MP-MLQ/ACELP	CCITT G.723.1	6.3/5.3
RT24	Voxware	2.4

としての遅延とは、圧縮処理を数十msごとのフレーム単位に行ったりデータの先読みを必要とするため、処理にかかる時間を無視しても生じる遅延で、G.729の場合は35ms、G.723.1の場合は97.5msとなっている。また、処理時間による遅延については最近ではソフトウェアの最適化、CPUの高速化、多回線処理の場合はDSPへの実装により無視できる程度に改善されている。インターネット上のパケット伝達遅延については、相手までの間のインターネットインフラや、その時点での輻そう状態によって大きく変化するが、通常状態では80ms～100ms程度と考えてよい。バッファとしての遅延については、輻そう状態をチェックしバッファサイズを動的に変化させたり、あるパケットの伝達だけが遅れても前後のほかのパケットにより補間する技術などにより、通常状態ではかなりバッファ遅延の低減が可能となってきている。

以上の遅延時間を合計するとおおむね200～250msec程度と考えられる。これはちょうど人工衛星経由の電話通話の遅延時間と同じくらいである。

2.6 標準化と相互接続性

従来のインターネット電話ソフトや、インターネットテレフォニゲートウェイは独自の方式で通話を確立し、独自の音声圧縮方法を使っていたため、異種間の相互接続は不可能であった。これに対し、標準化の動きとして、1996年にはITU(International Telecommunications Union)²⁾がIPネットワークベースのマルチメディア通信用に、呼の制御やマルチメディアの管理、帯域の管理を定める標準ITU-T H.323を定めた。H.323ではITUが定めるすべての音声圧縮方式をサポートする。一方、1997年3月にはVoIPフォーラム³⁾が、インターネットテレフォニにおいて用いるベースライン

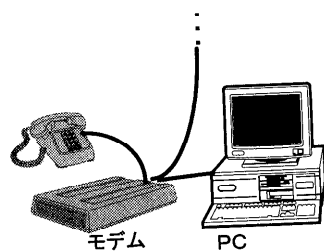


図3 簡単なコンピュータテレフォニの構成

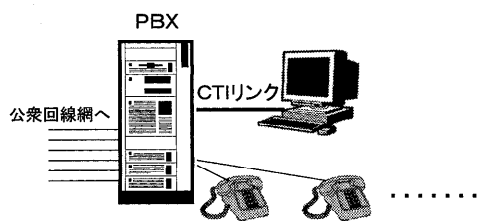


図4 従来のCTIシステムの典型例

の音声圧縮方式として G.723.1 を推奨することを決定した。これにより、多くのベンダが H.323, G.723.1 への対応を発表しており、一部では実装を終了している。今後急速に多くのベンダ同士の相互接続が H.323 と G.723.1 ベースで可能になっていくものと思われる。

ただし、ディレクトリサービス(通話相手の名前から IP アドレスを提供するサービス)については標準化が進んでおらず、独自方式が今後しばらく続くものと思われる。

2.7 帯域保証の動き

基本的には品質を保証しない IP ネットワークにも品質保証の動きが出てきている。IETF(Internet Engineering Task Force)の定める RSVP(Resource Reservation Protocol)がそれである。RSVPでは end-to-end の通信においてある一定の帯域を予約できるプロトコルである。すでに RSVP をサービスするプロバイダも出現している。しかし、経路となるすべてのルータに RSVP を実装しなければならないし、一度に多くの帯域予約要求があるとすぐに帯域がなくなってしまうなど、現実のインターネットでは実施は非常に難しい。もし帯域保証が必要ならば今後全般的なインターネットインフラの再整備が必要となる。

3. オープン化の加速するコンピュータテレフォニ

3.1 コンピュータテレフォニとは

コンピュータテレフォニ(CTI, Computer Telephony Integration)とは、電話の呼の制御をコンピュータによりインテリジェントに行うしくみである。

簡単なコンピュータテレフォニの構成例を図-3 に示す。PC を使った簡単なコンピュータテレフ

ォニアプリケーションとして、PC にモデムを接続し、PC 上の電話番号データベースからユーザが通話相手を検索することにより、ユーザが電話番号を入力しなくても、モデムにより発信をするような形態が考えられる。また、ボイスモデムの利用により音声通信か、データ通信か、FAX なのかを自動判断して所定の処理を行うようなことも可能である。

大規模なものとしてはいわゆるコールセンターアプリケーションがある。カスタマサポート、電話注文、テレマーケティングなどを行うもので、大量にかかってくる電話を各オペレータの能力に応じて効率よく分配したり(ACD, Automatic Call Distribution)、コンピュータによる自動応答により顧客の必要な情報をオペレータを介することなく提供する(IVR, Interactive Voice Response)ことにより、顧客満足度の向上などを実現する。

オフィス向けのアプリケーションとしては、E-mail, FAX, ボイスメールを一元的に扱う、いわゆるユニファイドメッセージングアプリケーションが活況を呈している。グループウェアやインターネット、モバイル環境との連携機能を強化し、高機能化が進んでいる。

3.2 オープン化の加速するコンピュータテレフォニ

従来の CTI システムの典型例(図-4 参照)は電話の呼を実際に扱う PBX と、それをインテリジェントに制御するための CTI サーバ(コンピュータ)が CTI リンクにより接続されている形態である。この場合、PBX を製造するメーカーが基本的に自主技術のみを用いて独自の方式で CTI リンクを構成し、独自の制御用アプリケーションが構成される。

しかし、コンピュータの世界がメインフレーム

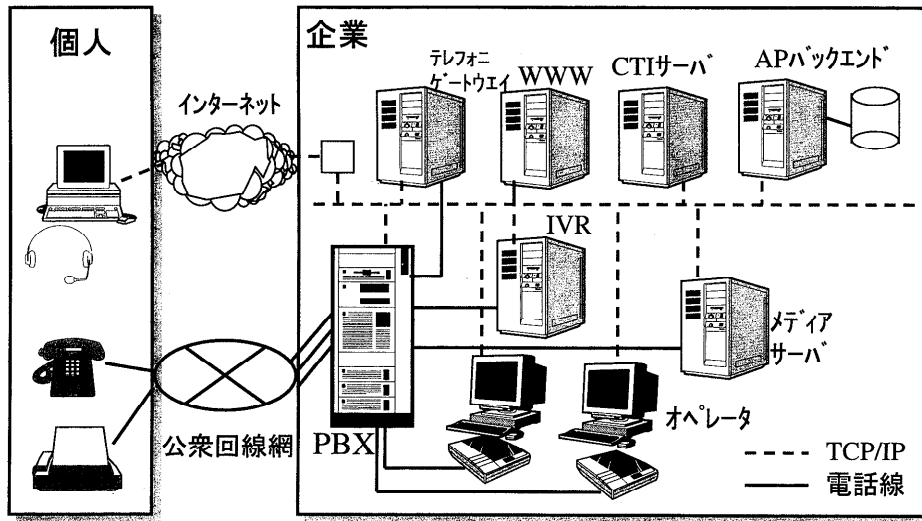


図-5 インターネットテレフォニを取り込んだCTIシステムの構成例

からワークステーション、PCに代ってきたように、PBXとその制御もオープン化の波が押し寄せてきている。その背景にはS.100、TAPI (Telephony API)⁴⁾、TSAPI (Telephony Services API)⁵⁾、JTAPI (Java Telephony API)⁶⁾などの呼を制御するAPIの標準が提案されたことがあげられる。これにより、コンピュータのC/S環境からPBXを、独自方式ではなくオープンなAPIベースコントロールできるようになった。また、PCの低価格化、PC用CTIボードの高機能化、WindowsOSの完成度向上、TAPIの標準装備などにより、PCベースのCTIシステムへの移行が急速に進んでいる。また、PCにCTIボードを装備すればPBXとして機能することも可能となる。また、Windows上のデータベース、グループウェア、インターネットサーバなど各種アプリケーションの機能との連携が容易に実現できることもPCベースのCTIシステム移行の重要な背景の1つである。

このようなオープン化により、ハードウェア、ファームウェア、ドライバ、ツールキット、アプリケーションと5階層それぞれのレベルにおいてコンポーネント化が進み、これまでまったくのブラックボックスとしかみることのできなかったCTIシステムを、目的に合わせていろいろなベンダのいろいろなコンポーネントを自由に組み合わせることによって構築できるようになってきているのである。

4. コンピュータテレフォニとインターネットテレフォニの融合による新しい価値の提供

現在のコンピュータテレフォニシステムでは電話ケーブルとLANケーブルが別にあって、音声は電話ケーブルを通り、呼の制御信号はLANケーブルを通る。これに対し、インターネットテレフォニを使う場合は呼の制御信号ばかりでなく音声もLANケーブルを通す。いわば、ネットワークの統合が可能となる。

また、アプリケーションからみた場合、インターネットテレフォニはコンピュータテレフォニの新しいコンポーネントととらえることができる。インターネットは電話に並ぶ新しいコミュニケーションチャネルと考えることができ導入の意義は大きい。

図-5にインターネットテレフォニを取り込んだCTIシステムの典型的な構成例を示す。

コールセンタアプリケーションにおいては、インターネットテレフォニを導入することにより企業と顧客間の新しいコミュニケーションチャネルが構成できる。たとえばWWW上の製品情報を閲覧していてもっと詳しい情報が知りたい場合には、インターネット経由でそのメーカーの顧客サポートの担当者と通話することができる。この際インターネットテレフォニゲートウェイを介することにより、顧客サポートのオペレータはインターネットからの問合せも電話からの問合せと同じよ

うにオペレータの電話機で受けることができる。また、Web ブラウザを介して顧客とコールセンタのオペレータが情報を共有するといったアプリケーションも考えられる。

また、ユニファイドメッセージングにおいては、出張先から社内 LAN へモデムにより PPP 接続し、ボイスメールを聞くことができるようになる。さらに発展させると、社内の自分宛ての内線電話を出張先から PPP 接続された PC へ転送することも可能である。ROHO (Remote Office, Home Office) 向けとして、LAN 環境ばかりでなく電話環境も効率よく統合する手段として注目される。

5. おわりに

本稿では、インターネット上で音声通話を行うインターネットテレフォニについてその技術的なポイントとして、音質、遅延、インターネット上での品質保証、標準化、について解説し、コンピュータテレフォニシステムへの取り込みについて解説した。なお、ここでは記述しなかったが、法規制の問題がある。つまりインターネットはデータ通信として扱われ、そこでの法的規制に比べると公衆電話網での規制は非常に厳しい。インター

ネットテレフォニは規制を電話事業とデータ通信事業で分けている現状にはあてはめにくい。今後の法整備のすすむ方向も注目すべき点である。

参 考 文 献

- 1) IDC : <http://www.idcresearch.com>
- 2) ITU : <http://www.itu.ch>
- 3) VoIP フォーラム : http://www.imtc.org/i/activity/i_voip.htm
- 4) TAPI : <http://www.microsoft.com/ntserver/communications/tapi.htm>
- 5) TSAPI : <http://www.novell.com/telephony/>
- 6) JTAPI : <http://java.sun.com/products/javatel/index.html>

(平成9年4月21日受付)



有馬 勲

1966年生。1990年東京工業大学理工学研究科電子物理学専攻修士課程修了。同年NTTデータ通信(株)に入社、開発本部に配属される。現在、技術開発本部情報科学研究所。1992～1993年米国SRIインターナショナル社滞在研究員。主に音声認識技術の研究開発、音声処理一般技術の調査研究に従事。日本音響学会会員。