

視覚障害者のための電子図書館 その3 “Voice on Demand”

一般教育等（視覚障害系）村上佳久
鍼灸学科 上田正一

要旨：今、視覚障害者の中で点字が読めない全盲や準盲が増加している。それ故に点字図書館などでは、視覚障害者全体の人数が減少する中、録音図書の需要が年々増加している。また、全世界標準規格の新しい電子録音図書「DAISY」も日本での展開も点字図書館を中心として急速に普及し始めている。ここでは、録音図書の新しいメディア配信技術である、電子録音図書のリアルタイムネットワークサービス “Voice on Demand” について説明する。

キーワード：録音図書、DAISY、デイジー、on Demand

1. はじめに

“Voice on Demand” とは、“on Demand” の名のごとく端末からの要求に合わせて直ちに音声データを配信できる機能を指す。視覚部では不幸なことに平成6年度の全学ネットワーク構築時にIP系とIPX系に分裂したが、これは、インターネット系とイントラネット系に分裂したと言って良い。イントラネット（キャンパス内ネットワークとも言う）では、ファイルサーバとプリンタサーバ、データベースサーバがその機能の中心となる。そのため、データベースサーバ機能とファイルサーバ機能の2つを有効利用して、マルチメディア系の様々なファイルが、“on Demand” 配信出来れば視覚障害補償として有効なことは当初から判っていたが、周囲に理解されていたとは言えなかった。ここでは、イントラネットを通じて配信される“Voice on Demand” の様々な技術的問題について検討する。

2. 様々な配信方法

はじめに様々な配信方法について簡単に説明する。

2.1 ブロードキャスト

ユーザ数に関係なく、広範囲にスケジュール（一定時間に定まった順序で）配信：テレビ・ラジオが相当する

2.2 マルチキャスト

ユーザ数無制限でスケジュール配信：CATV・構内テレビのようなメディアが相当する

2.3 オンデマンド

観たい時に観たい場所を繰り返して再生可能：双方向通信のCATV、Video on Demandなどが相当

2.4 オフライン

データを全てダウンロードしてから再生を行う：CD-ROMやDVDなどで再生することが相当

2.5 ストリーミング

ユーザが、データをダウンロードしながら再生を行う：全てダウンロードする必要がない

この配信技術は数種類が組み合わせられて利用されるのが一般的である。例えば2.5のストリーミング配信とマルチキャストを組み合わせる例として、RealPlayer, QuickTimeなどのソフトウェアがある。

3. “Voice on Demand” に必要な要件

3.1 転送速度

このような様々なマルチメディアの配信技術には転送速度が問題となる。転送速度とは、配信する側と受信する側の相互間の転送速度を意味しているが、最も高速なのがブロードキャスト配信での無線による転送で、テレビやラジオ電波の広領域を利用し転送速度は電磁波の速度とほぼ同等で、映像の速度は毎秒30コマ程度である。

これに対して、有線を利用したネットワーク配信ではこれよりも相当に低速となる。最大の理由は有線式のネットワークの特徴である輻湊により実際の転送速度が非常に低下することである。例えば、10BASE-Tと100BASE-Tとでは、転送速度は10倍違うが実際のデータ転送速度は、10倍も差が出ない。

3.2 実際の転送速度の例

実験条件：

端末：DELL Dimension J500 (128MB RAM, 3COM 590 100Mbps NIC)
 サーバ：DELL PowerEdge 2400 (256MB RAM, NETGEAR GA620 1Gbps NIC)
 HUB：NETGEAR FS509 Switch HUB (1Gbps*1 100Mbps*8)
 HUB：NETGEAR FS508 Switch HUB (100Mbps*9)

実験条件：端末は、100Mbps、30MBのファイル転送

サーバ：100Mbps, 端末 1 台 転送時間：20秒 (12.0Mbps)
 サーバ：100Mbps, 端末 8 台 転送時間：28秒 (8.6Mbps), 8 台合計 (68.5Mbps)
 サーバ：1Gbps, 端末 8 台 転送時間：21秒 (11.4Mbps), 8 台合計 (91.4Mbps)

実験条件：端末は、100Mbps、60MBのファイル転送

サーバ：100Mbps, 端末 1 台 転送時間：38秒 (12.6Mbps)
 サーバ：100Mbps, 端末 8 台 転送時間：52秒 (9.2Mbps), 8 台合計 (73.8Mbps)
 サーバ：1Gbps, 端末 8 台 転送時間：40秒 (12.0Mbps), 8 台合計 (96.0Mbps)

実験条件：端末は、100Mbps、90MBのファイル転送

サーバ：100Mbps, 端末 1 台 転送時間：57秒 (12.6Mbps)
 サーバ：100Mbps, 端末 8 台 転送時間：75秒 (9.6Mbps), 8 台合計 (76.8Mbps)
 サーバ：1Gbps, 端末 8 台 転送時間：60秒 (12.0Mbps), 8 台合計 (96.0Mbps)

このように実際運用で転送速度を調べてみると100Mbps 転送 (100BASE-T) と1Gbps 転送 (1000BASE-SX) で、さほど大きな転送速度の違いが見られないことである。理論上は10倍の転送速度差があるはずであるが、実際には1.3倍程度の高速化でしかない。もちろん、8台の端末に対して同時に転送する実験を行っているので、実際には輻湊によりもっと低速になるはずである。さらに、多数の端末が接続された状態では、逆に1.3倍程度の低速となる。

このような結果が得られた理由として、Switch HUBの容量不足が考えられる。今回の実験に使用した機器は、スモールオフィス用の機器なので、部門LANを支えるだけのHUBに容量がないと思われる。

3.3 OSによるサーバの負荷

“Voice on Demand”では、利用するユーザを基本的に制限しないために同時に多人数の“on Demand”があった場合にネットワークに相当の負荷がかかる。

次の3つのネットワークOSを利用して、CPUの負荷を計測した。NetWare 5では、monitorのCPU負荷をWindows NT, 2000では、リソースメータのCPU負荷をそれぞれ測定した。なお、サーバとHUBは、次の機器を利用した。

Server：DELL PowerEdge 1300, SCSI LVD 7200rpm 9GB, 256MB RAM, 100Mbps NIC

HUB：NETGEAR FS508 Switch HUB (100Mbps*9)

条件として、端末が8台の場合と1台の場合について測定した。

利用プロトコルは、NetWare 5の場合、IPとIPXの両方について、Windows NT, 2000の場合、IPである。

NetWare 5 Service Pack2
 Windows NT 4 Service Pack5
 Windows 2000 Server Release Candidate2
 結果は、それぞれの負荷の%で示す。

	端末 1 台	端末 8 台
NetWare 5 IP :	15	44
NetWare 5 IPX :	10	38
Windows NT 4 :	24	95
Windows 2000 :	18	52

最もサーバの負荷が低いのは、NetWare 5のIPX接続である。これは、NetWareが元来ファイルサービスに特化したNOSであり、このようなサービスに最も威力を発揮するからで、当然の結果といえよう。NetWareの本来の利用プロトコルはIPXなのでIP接続の方が若干データが悪いのは、ARP, RARPなどのアドレス変換に負荷を要するためと考えられる。

注目すべきは、Windows 2000の結果で、特に端末8台で負荷率の低さは現行製品であるWindows NTのパフォーマンスの悪さから考えて注目に値する。製品版ではもう少し良い結果が出るのではないと思われる。

4. システム要件

“Voice on Demand”に要求されるシステム要件を検討する。

1時間の録音図書のデータは、音楽データに換算すると、音楽用のCDの音質を利用すると650MBとなる(サンプリング周波数：44.1kHz)。このデータをMPEG 2

Audio Layer 3 で圧縮すると（サンプリング周波数：44.1kHz、転送ビットレート：128Kbps）約11分の1の59MBとなる。しかし、録音図書に利用する場合、音楽CDのクオリティは必要ないので、更に高圧縮にするため、サンプリング周波数と転送ビットレートを下げ、実質的に音楽CDに比べて、約58分の1程度（サンプリング周波数：22.05kHz、転送ビットレート：48Kbps）の11MBとなる。したがって、3KB/sec（24Kbps）以上の転送速度を有するネットワークシステムが理論上の最低線である。

前述の転送速度の実験から約3時間分のデータ（30MB）の転送のためには、30秒近く必要なので、出来ればストリーミング再生の出来るソフトウェアが必要である。しかし、ストリーミング再生はバッファリングを行うために音声の一部途切れると言った問題がある。したがって、100Mbps以上のネットワーク速度を有する、Switch HUBの存在は不可欠で出来れば、1000Mbps（1Gbps）の転送速度を有するHUBが望ましい。しかも十分に帯域幅の大きい、Switch HUBを用いないとその高速性が発揮されないため、Switch HUBの選択には慎重な配慮が必要であり、HUBの性能に“Voice on Demand”の基本性能が係っているとんでも過言ではない。

5. キャッシュ機能

“Voice on Demand”で最も重要な機能の1つが、キャッシュ機能である。

サーバからのデータが、HUBで分配されネットワーク配線を通じて提供されるとき、“on Demand”では、各端末から各々別時間に様々な要求がサーバに伝わり、データが配信される。その度にDVD-ROMサーバやハードディスクなどのストレージディスクからデータを配信すると、そのディスクの起動時間や読み込み時間などで遅延が起こる場合がある。これを防ぐために、電子メモリ上にデータを一時期溜めておき、そこから配信すれば、ディスクよりも電子メモリの方が高速なので配信の遅延が起きにくい。この機能がキャッシュ機能と呼ばれ、“on Demand”では、必要不可欠となる。

例えば、人工衛星を利用した衛星通信サービスBSやCSでは、画像データをMPEG2でデータをエンコード圧縮してサーバから転送するがその時にキャッシュ用の電子メモリを有効に利用し、また、再生用の機器にもデコードするときに電子メモリバッファを設けて画像データを一時的に溜めておく機能を利用している。これにより、乱れの少ない画像データの配信が可能となっている。

“Voice on Demand”でも配信するサーバ側に強力なキ

ャッシュ専用のサーバを用意して、“on Demand”配信に備える必要がある。このキャッシュ機能には3種類あり、1)サーバからデータを送り出すときに利用するキャッシュ（ロングデータ・キャッシュ）、2)端末からの要求を受信し、キャッシュから送り出すかサーバから送り出すかを判断するキャッシュ、3)サーバに依存せずキャッシュサーバから送り出すために利用するキャッシュ（ショートデータ・キャッシュ）がある。さらに最近では、端末のデータ再生時に早送りや巻き戻しが行われたときに動作するキャッシュも技術発表されている。

米国アップル社のマルチメディア対応ソフトウェアとして「QuickTime」があるが、その最新バージョンでは、このような、“on Demand”機能に対応してデータの巻き戻しや早送り時にデータを内部で一時キャッシュしたり、その機能を専用のキャッシュサーバがある時はそのサーバに依存したりする機能が盛り込まれた。これまで、録画済みの蓄積されたコンテンツの再生を制御することはできたが、ライブのインターネットコンテンツを制御し、ライブインターネットコンテンツの視聴者は、一時停止や巻き戻し、早送りといったビデオレコーダーと同じような操作を、ライブインターネットコンテンツに対してすぐに行えるようになる。米国ノベル社は、この巻き戻し早送りキャッシュ機能を盛り込んだキャッシュ専用サーバの技術発表を行っている。“Voice on Demand”でもこのキャッシュサーバは不可欠なものであり、“Voice on Demand”に特化した機能をサーバに盛り込み、端末側の再生ソフトにもこのキャッシュサーバに対応した機能を組み込む必要がある。しかし、このような技術は開発に非常に困難を伴い、大学や企業などでは開発不可能であり、インターネットを通じた広汎な開発が求められる。

6. おわりに

“Voice on Demand”は、“Video on Demand”に比べて画像データがないため占有帯域幅が半分程度ですむ利点がある。しかし、それでも再生時間が長いとネットワークに非常に大きな負荷を与える。実際のシステム構築となると様々な問題があり、一概にどちらが簡単と比較できないものがある。特に“Voice on Demand”は、“Video on Demand”に比べてストリーミング配信が行いにくいいため、長時間ネットワーク資源を占有することが多くなる。そのためギガビット級の超高速ネットワーク回線が必要で、サーバもそれに対応した高速性が求められる。現状の音声に関する圧縮技術や電子配信技術を組み合わせても技術的に十分な成果は得られない。“Voice on Demand”専用のデータ配信技術が求められることで

あろう。

新しい技術は、過去の技術の積み重ねと一種の閃きとが融合して生まれるのであろう。常に新しい技術を正確に評価し、改善・応用することが求められており、「机上の空論」や「口先だけのほら吹き」にならないような科学的な方法論と態度を失ってはならない。まだまだ解決しなければならない技術上の問題が多いのが現状である。

この研究は、平成11年度 科学研究費 基盤研究C
「“Voice on Demand” システム（録音図書のリアルタイム利用システム）に関する研究」 研究代表者：村上佳久によるものである。

Digital Library for the Visually Impaired (Voice on Demand)

Yoshihisa Murakami

Shoichi Ueda

Abstract :

Recently, the blind and the semi-blind who cannot read braille in the visual impaired person are increasing.

Therefore, the demand for the inside and the recording books that the number of people of the entire visual impaired people decreases increases in the braille library etc. every year.

Moreover, it is to spread rapidly by electronic recording books “ DAISY ” with a new all over the world standard and spread in Japan on the braille library.

It is a distribution new technology, and the service of a real-time network of an digital recording books “ Voice on Demand ” is explained.

Keyword : Recording books, DAISY, on Demand, Digital Library