

マルチメディアデジタルオフトークサービスの検討

下川義弘 湯口徹 岩渕明

NTT情報通信網研究所メッセージシステム研究部

〒180 東京都武蔵野市緑町3-9-11

あらまし ISDNを代表とするデジタル公衆網の普及が急ピッチで進んでいる。これに伴い、従来より使用効率の低かった加入者線の潜在能力が高まり、デジタルオフトークサービスを実現する基盤が生まれつつある。サービス普及の鍵は加入者線の大半を占める一般家庭層にいかにも魅力的なサービスメニューを提供するかにかかっている。本稿では、デジタルオフトークサービスの適用領域とサービスを実現するためのシステム化手法について述べ、サービスメニューの1つとして、電子楽器間インターフェースMIDIをベースとした多チャンネル有線放送型のマルチメディア情報提供サービスを提案した。

キーワード 加入者線、オフトーク、ISDN、MIDI、マルチメディア、BGM

Study on a multimedia digital off-talk service

Yoshihiro SHIMOKAWA Toru YUGUCHI Akira IWABUCHI

NTT Network Information Systems Laboratories

9-11 Midori-Cho 3-Chome, Musashino-shi, Tokyo 180, Japan

e-mail: simokawa@nttcom.ntt.jp

Abstract Public digital networks such as ISDN has become popular. So, subscriber line, traffic efficiency has been low, become so useful for digital off-talk service. The key to come into wide use for home users is how we do provide an attractive service menu. In this paper, we discuss the domain to apply the service and the systematizing method, and propose the multimedia broadcasting service using MIDI code on ISDN.

Keywords subscriber line, digital off-talk, ISDN, MIDI, multimedia broadcasting, BGM

1. はじめに

ISDNを始めとするデジタル網が普及してきたことから、加入者線の空き時間を利用してデータ通信を実現するデジタルオフトークサービスを検討している。加入者線は加入者対応に設置されている専用設備のため使用効率が低く、デジタル網の伝送能力を考えると大量の情報伝送媒体として有望である。また、デジタル交換機での加入者線の多重接続は情報のコピーで可能なため大がかりな改造も伴わずに数千、数万オーダーの多重接続を容易に行うことができる。

当該サービスの主なターゲットを一般家庭層として、広く普及を図るためにはBGM(Back Ground Music)とこれに静止画、テロップ等を組み込んだBGVのような親しみやすいメニューを取り入れるのが効果あるが、デジタル公衆網として普及の著しい狭帯域ISDNを例にとると通信速度はBチャンネル1本(64kbps)を使った場合、たかだかアナログ帯域に換算して7kHz、ラジオのモノラル音声AM放送1回線程度に過ぎず既存のメディアと比較して魅力あるサービスとはいえない。音響信号や画像信号等を提供するには回線容量が問題となるが、音符号ならば不足を感じずに済む。音符号にはキャプテンシステムや文字放送などで提供されているような簡易なものもあるが、当該サービスを検討するにあたっては最近のMIDI(Musical Instrument Digital Interface)[1][2] 対応楽器、音源等の低価格化を考慮し、MIDIコードを対象に検討することとした。MIDIは楽器間の演奏情報を調歩同期によりデジタル通信制御するためのデファクトスタンダードである。ローカルな環境の下で31.25kbpsの伝送速度を規定しているが、タイミング情報が含まれることや、瞬間的なピークに対応した仕様であることから実質的な伝送容量は大きく下回ることが期待でき、Bチャンネルを使って多チャンネル伝送することが可能である。本稿では多チャンネル有線放送イメージでMIDIベースのマルチメディア情報を多重伝送するマルチメディアデジタルオフトークサービスのシステム構成方法について述べ、最後に、サービスの基本部分を実現したプロトタイプシステム MINDS について報告する。

2. サービスの特徴

2.1 サービスの位置付け

オフトークサービスは同時同報、一方向(交換機から加入者宅へ)を特徴とする有線放送型サービスである。同じく有線型サービスとして都市型CATV、放送型サービスとして文字放送、計画中の衛星放送によるデータ放送などが挙げられる。

当該サービスの位置付けは、都市型CATVとの比較において伝送容量で及ばず、コスト面で優位、文字放送との比較においてコスト面でやや不利、伝送品質面で有利といったところであり、整理すると表1のようになる。

表1. 類似サービスとの比較

	デジタルオフトーク (想定仕様)	アナログオフトーク	文字多重放送	衛星データ放送 (試験中)
伝送速度	64kbps	4kHz	16kps x 4ch (TV1ch当り)	224kps~
伝送品質 (bit誤り率)	10^{-8} 未満	10^{-6} 未満	10^{-3} 未満	10^{-3} 未満
サービスエリア	LA単位	LA単位	およそ県単位 (電界強度に依存する)	日本全国
利用料金	低料金	低料金	無料	有料(予定)
CUG	有り	有り (IP型)	無し	有り
サービス中断	発着呼時 (着呼保持可)	発着呼時	無し	無し

2.2 家庭での使い方

当該サービスの主たる対象を一般家庭と想定し、狭帯域ISDN(N-ISDN)を中心に検討を進めている。

N-ISDNでは通話チャンネルが2回線であることからアナログオフトークサービス以上に回線空き確率が高く、N-ISDNを導入した家庭でのデジタルオフトークサービスへの潜在需要は高いと考えられる。サービスメニューには「...ながら」にして視聴できる即時型情報が特に昼間において有望であり、逆に夜間は電子ニュースなど蓄積型情報を配信するのが適していると考えられる。コスト面から見ると後者はパソコンなどの数10MBから数100MB程度の外部記憶装置を装備した端末が必要となるのに対し、前者はTV受像機、オーディオセットを流用することを前提とすれば、デジタルオフトークアダプターを設置する程度でよい。

2. 3 サービスのあり方

当該サービスを魅力あるものにするために、既存サービスとの適用領域の住み分けを図り、当該サービスの利用者にも異なったメディアであることが意識できるような内容としたい。動画、静止画など映像情報を主体とした内容では既存のサービスとの比較においてサービスの特徴が不明確でかえって普及を阻害する可能性が高い。表1に示したように当該サービスの特徴となるポイントとして、

- (1) 文字放送に比べれば1ch当りの伝送容量は数倍であり、有線系であることからビット誤り率は格段に小さい。
- (2) 文字放送と同様、既存設備を流用することで早期にサービス提供が可能。
- (3) TVと比較して伝送容量が小さいので音声や動画はもちろん、頻繁に静止画を要求するような即時系のアプリケーションには向かない。
- (4) サービス提供エリアは比較的小規模

といった点が挙げられる。従って、即時型のサービスメニューには音符符号(MIDIコード)を主体とし、これに同期をあわせたテロップなどのキャラクター情報や付加的な静止画を組み合わせたマルチメディア情報を提供しやすいシステム構成とする。

3. システム構成

3. 1 同時同報機能の実現

デジタル交換機は無通話状態に際しても加入者線に直流電圧0 [volt] に相当するビットパターン(以下、無通話パターン)を固定的に送出している。無通話時に転送される情報量は、ISDNのBチャンネル1本当たり約700MB/日、CD-ROM 1枚分に相当する。

デジタル交換機内で無通話パターンは集線段スイッチ対応に設置された単一の情報源(ROM)に記憶されていて、時分割多重スイッチの多重接続機能により多数の無通話状態加入者線に送出されている。同時同報機能を簡易に実現する1手法として、この多重接続機能を利用する案が考えられる。

デジタル交換機において多重接続はメモリーオペレーションで済むためアナログ交換機によるオフトークサービスで派生する以下の問題点、

(1) 電力増幅に伴う多重接続数の制限

(2) 端末からの情報の他回線への回り込みなどがなく、LS (Local Switch) 交換階梯より上位の階梯に情報源を組み込めば、数千、数万オーダーの多重接続が容易に実現できる(図1)。

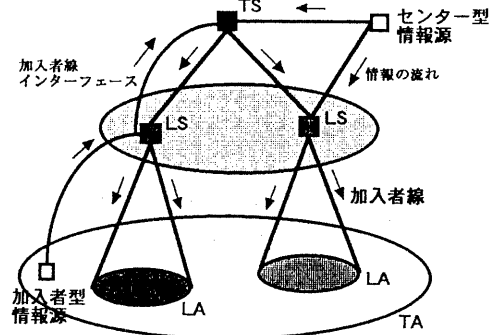


図1. 多段接続のイメージ

無通話パターンの情報源を有意な情報源に置き換え、時分割多重スイッチの多重接続機能を利用することで各加入者線への同時同報による情報伝達が可能になる。有意な情報源をデジタル交換機に接続するインターフェースを加入者線インターフェース仕様として開放すれば1加入者が情報発信源となることも可能であり応用範囲が広がる。

3. 2 網インターフェース

オフトークサービスは通話優先であり、発着呼に際しては原則としてサービス中断を行う。しかし、Bチャンネルには通話回線が2回線あり、どちらも空き状態の場合はサービス受信中のBチャンネルはそのままサービスを継続受信し、もう片側のBチャンネルで発着呼を処理できることが望ましい。更に、サービス内容によっては利用者の意思でサービス受信中のBチャ

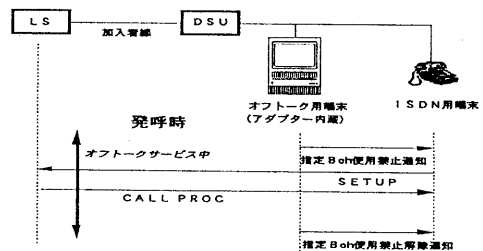


図2. 専用端末の宅内バス接続

ルをロックするような必要性も考えられ、その場合は宅内バスに対するいくつかの制御機能を追加する必要がある。宅内バスに当該サービス専用の端末装置を接続する場合、オフトークサービスを利用している一方のBチャンネルの使用状況を他の端末に通知するための宅内バス上での相互通信機能を追加することになり、既存のISDN端末との混在は不可能である(図2)。

最も現実的な手法は、当該サービス用の端末装置とその他の一般ISDN端末を1つの端末制御装置にスター型に收容し、当該端末制御装置がISDNユーザー網インターフェースに規定された端末からのBチャンネル選択機能を利用して制御を行う方法である(図3)。

端末制御装置は当該サービス受信中に際して、発着呼を以下の判断により制御する。

(判断A) 端末からの発呼時は放送データを受信していない方のBチャンネルおよび非他表示をチャンネル識別子で指した呼設定 (SETUP) 信号を用いる。空きチャンネルがない場合はオフトークを強制中断させて発呼する。

(判断B) 着呼時は受信した呼設定 (SETUP) 信号のチャンネル識別子で情報チャンネル選択が放送データを受信していない方のチャンネル指定か、もしくは非他表示がないかを判断し、放送データを受信していない方のチャ

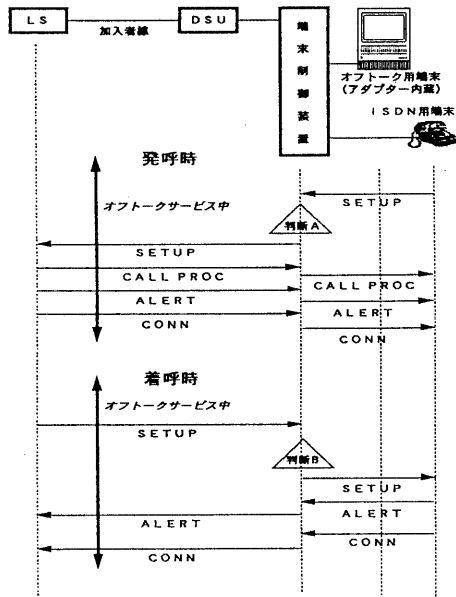


図3. 端末制御装置によるBチャンネル接続

ネルを呼び出し (ALERT) 信号で指定する。放送データを受信しているチャンネルおよび非他表示の指定の場合は、解放完了 (REL COMP) 信号送出により着信を拒否するか、オフトークサービスを中断することで強制的に着信させる。

判断A、Bいずれの場合もオフトークを強制中断できるか否かは利用者の意思でロック可能とする。

3.3 宅内装置の構成

宅内装置は端末制御装置を除いて以下の機能構成をとる。

1. デジタルオフトークアダプター
2. MIDI音源
3. 外部スピーカー
4. TV受像機 もしくはモニター

物理的な構成上は図3にある一体型端末や上記の2から4を市販品で流用した形態等が考えられる。

デジタルオフトークアダプターの内部機能構成を図4に示す。

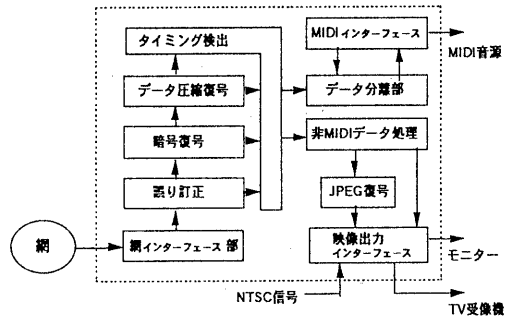


図4. アダプターの機能構成

CUGに必要な暗号化機能とデータ圧縮機能の併用はアプリケーション別に適用とする。

4. マルチメディア情報の構成

4.1 MIDIと他データとの合成分離

MIDI信号に同期させて文字あるいは静止画を表示するには、MIDI規格のシステムリアルタイムメッセージを利用する。同期させたいデータをMIDI信号から抽出したタイミングクロックに同期させて、識別符号を付与してMIDI信号に埋め込む(図5、図6)。

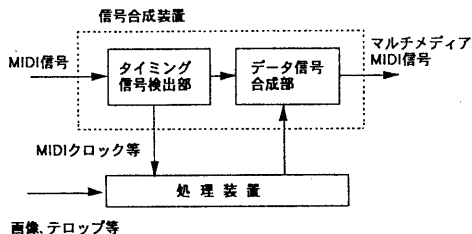


図5. MIDIデータと他メディアとの同期合成(1)

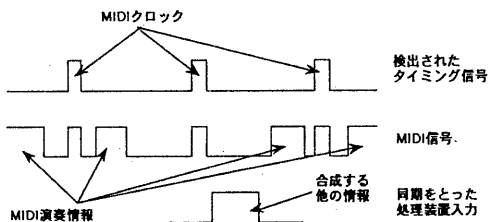


図6. MIDIデータと他メディアとの同期合成(2)

識別符号としてはMIDI規格で未定義の符号、例えば"F4"を用いる、あるいはシステムエクスクルーシブメッセージを用いるなどが考えられる。

マルチメディア化により、1チャンネルの伝送容量が増大するが、10チャンネル程度を目標とすれば1チャンネル当たり約500B/sを割り当てることができる。従って、歌詞、解説などのキャラクター情報とポインティング情報を組み込むことは充分可能である。しかし、静止画を組み込む場合はJPEG等の画像圧縮技法を適用するにしても24ビットカラー640x400画素程度を90秒毎に提供する程度になることから不十分な感じは否めない。そこで、モニターとしてTV受像機を流用する場合は、TV映像と重畳させて、オフトークサービスと平行に楽しめるようなGUIイメージとする(図7)。図7の画素情報なら6~8秒毎に更新可能である。

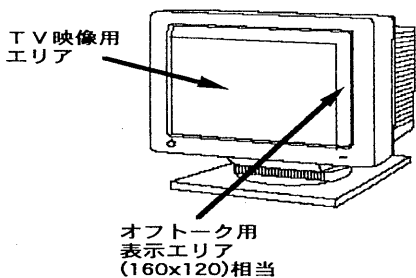


図7. TV受像機でのGUIイメージ

4.2 データ構造について

MIDI信号をISDN上で多重伝送するために、各MIDIチャンネル毎の信号をセグメント化した構造とした(図8)。1セグメントのデータは単位時間(1秒)内の演奏データの集合であり、不定長データとなる。1セグメントのデータは主に制御データと演奏データに分類され、制御データには直前まで伝送された演奏状態に関する制御情報が保持されている。例えば、テンポの値、マスターボリューム、チャンネルの使用状況等がこれに相当する。一方、演奏データは制御情報に該当しない演奏のためのデータがチャンネル別に收容される。

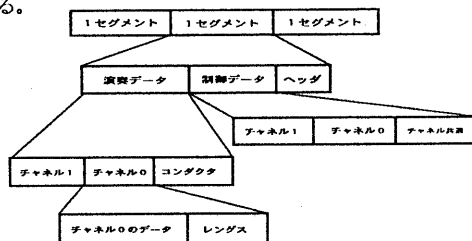


図8. セグメント化したデータ構造

4.3 データ圧縮

伝送効率を高めるために、セグメント化したMIDIデータなどのロスレスコードを対象にデータ圧縮を適用する。情報源が即興演奏等の即時型生成源である場合を考慮するとリアルタイム処理アルゴリズムが望ましい。CCITT V.42bisなどで応用されているLempel-Ziv, Welchのアルゴリズムにより処理を行うと、数秒の接続遅延を許容することで、20ないし30%程度のデータ量削減が可能である[3]。逆に、センター装置に蓄積された情報源では非リアルタイム系のアルゴリズムをデータ構造に組み込む。

4.4 CUG (Closed User Group)

数十端末程度のグループ配送を可能とするためCUGが必要となる。交換機において制御する方法もあるが、フレキシブルなCUG構成を可能にすることと、交換機側の改造を少なくするという観点から、暗号を用いたソフト制御によるCUG制御を行う。当該サービスではサービスエリアが比較的小規模であるためCUG化に伴う復号鍵の配布の問題はさほど困難を伴わないと考えられる。

5. 一方伝送と誤り制御について

5.1 文字多重放送との比較から見た誤り制御方式

デジタルオフトークサービスは一方伝送のため再送による誤り制御を行うことができない。無線系の伝送路と比較して伝送品質は高いが、データ圧縮やCUGによる暗号化処理を導入することからも伝送品質に応じた誤り訂正符号が必須である。当該サービスにどの程度の誤り訂正能力が必要であるかは文字多重放送との比較で検討を行った。

文字多重放送では伝送路がデジタルとしては品質が非常に悪く、TV映像の画面上ではきれいな画質を得ていても必ずしも復号できない場合があるなど信頼性に乏しい。そのため、様々な種類の誤りに対処すべく比較的訂正能力の高い符号が必要とされた。TV信号の走査期間の制限と実際の野外実験の結果から、誤り訂正符号として(272,190)短縮化差集合巡回符号が適用されている。当該符号により、伝送効率70%、272ビット中の約11ビット誤りの訂正を可能としている。デジタルオフトークサービスに必要な誤り訂正能力は文字多重放送における上記の事実を基に以下の3点を考慮した。

(1) ISDNは放送波と比較して、伝送品質が高いため、軽度の誤り制御で十分である可能性がある。また、発生する誤りは、ほとんどがランダム誤りであると考えられる。

(2) デジタルオフトークサービスは一方型通信形態を特徴としており、上り回線をもっていないために、ARQ方式でなくFEC方式で対処しなければならない。

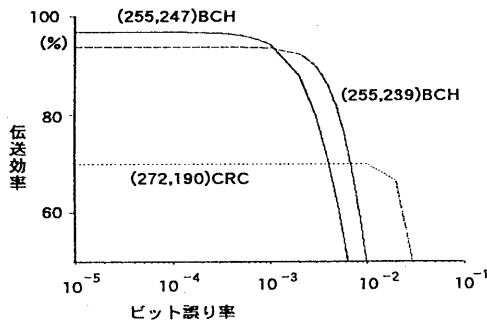


図9. 回線品質と誤り訂正符号

(3) 一般家庭層を対象とすると、デジタルオフトークアダプターを複雑にできないため、復号器は比較的容易に設計できるものがよい。

ランダム誤り訂正用の符号として、BCH符号・たたみこみ符号・多数決論理復号可能なブロック符号などが挙げられるが、たたみこみ符号は復号器が複雑になる点、多数決論理復号可能なブロック符号は伝送効率の点で劣るため、デジタルオフトークサービスの誤り訂正方式としてはBCH符号が適している。

5.2 デジタルオフトークの伝送品質

当該サービスでは、MIDIコードをはじめ、伝送する情報はコード方式が主であり、伝送路上で生じるビット誤りの影響が大きい。文字放送等で使用されているパターン方式では、サービス限界となるビット誤り率を 5×10^{-3} 程度と看做しているが、コード方式ではより高品質な伝送が要求される。

BCH符号と(272,190)短縮化差集合巡回符号を、訂正能力と伝送効率の面で比較してみる(図9)。

ここでは例として、符号長が近い1ビット訂正(255,247)BCH符号、2ビット訂正の(255,239)BCH符号をとりあげてみる。ビット誤り率 10^{-2} 付近で、伝送効率はBCH符号が劣っているが、回線品質のよい回線では1ビット程度の軽度の訂正でも効率の良い伝送ができる。より符号長の長い訂正符号の採用により、さらに高効率伝送実現の可能性もある。

6. プロトタイプシステム MINDS の試作

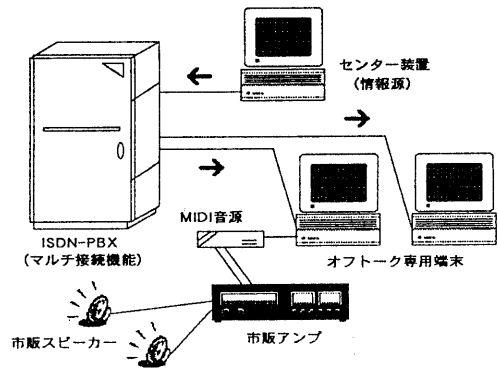


図10. MINDS の基本構成図

以上のコンセプトに基づき、サービスの基本機能を実現するプロトタイプシステムMINDS (Multimedia Information Distributing System)を試作している。MINDSはセンター、端末ともにパソコンベースで構成した(図10)。

以下、MINDSのサービス実現方式を説明する。

6.1 データ送出方式

データの送出方式には、

案1) 1曲ずつのデータを順次送出する方式

案2) 複数の曲を並列に送出する方式

の2案が考えられる。

案1は、曲の頭から聴取することが可能だが、希望するデータを受信するまでに時間を要する。一方、案2では、すぐに聴取できるが曲の途中からとなる。両案、一長一短があるが、既存のラジオ放送、有線放送との親和性がある案2を採用した。

6.2 並列送出に関して

MIDIでは、各パートの楽器種別、ボリューム、パンポットなどの演奏制御情報が、曲の演奏開始以前に設定され、曲の途中で楽器の変更、ボリュームの変更などがあつた時のみ再設定が行われる。このような情報をそのまま送出した場合、オフトーク受信端末では予め設定されている演奏制御情報に基づいた演奏をせざるを得ず、源演奏の時とは趣の異なる、意図しない演奏を聴くことになる。これを解決するため、送出側ではMIDI信号に含まれる演奏制御情報を常に記憶しておき、これらの情報を一定周期毎に再生してMIDI信号に挿入することにした。例えば、1秒毎にこの演奏制御情報を挿入すれば受信側では1秒以内に正しい演奏を開始できる。

6.3 セグメント化

曲を並列に送出する場合、各曲毎に伝送容量を均等に配分する方法が考えられる。MIDIの信号量は時間的に変化しており、最大信号量にあわせて伝送容量を配分すると冗長が生じる。このため、多重度を上げることで回線の有効利用を図るため、複数曲で伝送容量を共同利用する方法について検討した。

複数曲を多重化するには、各曲の信号を演奏時間が均等になるように平滑化しなければならない。MIDI信号が量子化されている場合、量子化単位で分割するため各分割単位には若干の長短が生じる。図11に1秒毎のMIDI信号量の変化の例を示す。確率モデルも検討を進めているが、平均伝送量を250Byte程度と看做してシステムを構築した。

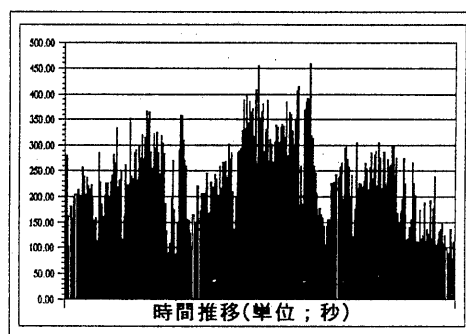


図11.セグメント化したMIDIデータの伝送量

6.4 多重度を上げるために

図11の例に見られるようにMIDI信号量は時間的に変化しており、多重化した信号も同じ傾向をもって時間的に変化することになる。多重化伝送のためには原則として、ある一定量のMIDI信号の伝送時間は、演奏時間より短くなくてはならない。すなわち、1秒分のMIDI信号量は、1秒あたりの伝送容量以下でなければならない。1秒分の信号を1秒毎に送出すればよいことになる。しかし、受信側にバッファを設ける場合は容量分の伝送遅延を許容することができる。例えば、1秒分のバッファを設けて1秒分の信号を受信後、演奏を開始すれば、伝送時間が演奏時間より1秒程度遅延したとしても途切れることなく演奏を継続できる。これは、1秒分のMIDI信号を1秒以上かかって送っていることになり、後続の信号に遅延が生じる事になる。1秒毎の多重化信号量が正規分布をなしていると仮定すると遅延確率分布は図12のようになる。図12では多重化信号の平均伝送量が伝送容量の0.8倍と看做した。時間推移に伴う変動量の分散が平均値の0.25倍である時、MIDI演奏が1秒遅延する確率はおおよそ10万分の1程度(1日に1秒未満:矢印の位置)であることがわかる。

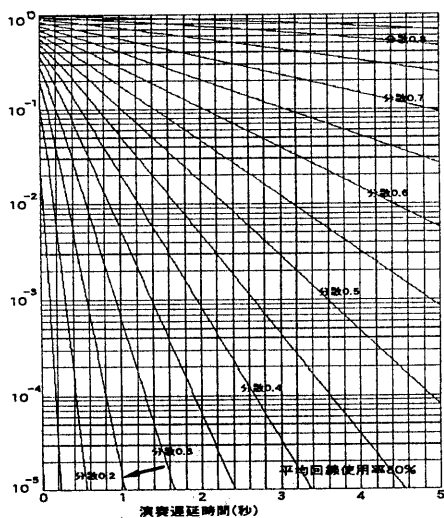


図12. MIDI演奏の遅延確率分布

6.5 MINDS

以上説明した方式を用いてMINDSでは、MIDIによるマルチチャンネルオフトークサービスの機能を実現した(図13)。センターを構成するパソコン装置は市販のMIDI楽曲を情報源として、すべての受信端末に同時同報配送可能である。試作レベルでは各チャンネル毎に4kBバッファを固定的に割り付けることとし、データ圧縮なしに30チャンネル多重伝送を実現している。マルチメディア化についてはインプリメント中であるがMIDIがもともと同期のための機能を有することから充分実現可能である。むしろ、伝送容量の制限からMIDI信号に同期させるメディアとして何が最適かを検討する必要がある。

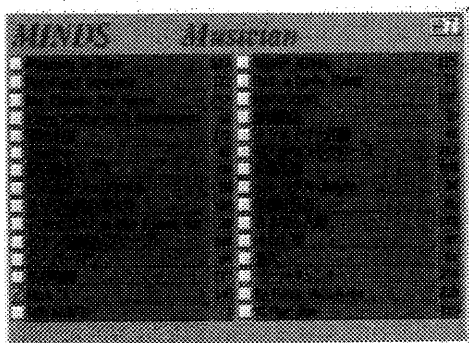


図13. MINDSの画面

7. おわりに

デジタルオフトークサービスを実現するための方法と1メニューとしてのMIDIをベースにした多チャンネルマルチメディアデータ放送について述べた。デジタルオフトークサービスを実現するための構成要素は本文で述べたように既存技術で対応でき、なおかつ、新規の設備投資をさほど必要としないため、ニーズを的確に捉えたサービスメニューを用意すれば広く普及する可能性を秘めている。

本稿では即時型のメニューについて言及したが、蓄積型のメニューとして電子ニュース、電子新聞の配送やソフトウェア配布が考えられるのみならず、上り回線を組み合わせた世論調査のような複合型サービスも考えられる。メニューが複数になった場合はメディアフォーマットを標準化(MHEGなど)する必要性も検討を要する。

当面の主たるターゲットであるN-ISDNの普及状況にあわせて、デジタルオフトークサービスの検討を進めていく予定である。

謝辞

日頃ご指導いただくNTT情報通信網研究所メッセージシステム研究部 島津芳広グループリーダー、NTT企業通信システム本部開発部柳宏主幹技師に感謝します。

参考文献

- [1] MIDI-1.0規格書, MIDI規格協議会(1984)
- [2] MIDI-1.0規格書, MIDI規格協議会(1984)
- [3] MIDIデータのリアルタイム圧縮評価, 下川義弘, 情報大全'92秋季, 2-335(1992)
- [4] ISDNユーザ網インターフェース, TTC標準, 社団法人電信電話技術委員会(1990)
- [5] 誤り訂正符号化技術の要点, 日本工業技術センター, 今井秀樹(1986)
- [6] 放送技術への符号理論の応用, 山田幸, テレビジョン学会誌, vol.45, No.8, pp.970-980(1991)
- [7] James A. Storer, "Data Compression: Methods and Theory.", Computer Science Press, Rockville(1988)