

## 統合マルチメディアLANの概念と実現

林 恒俊\* 久保正敏\*\*

\*立命館大学理工学部 \*\*京都大学大型計算機センター

統合マルチメディアLANの構成について、その基本サービス機能、構成原理、実装技法などについて検討している。サービス機能は基本的に、ビデオ信号の分配、音声信号の分配、電話交換、計算機通信、およびこれらの間の相互通信機能などが考えられる。統合網は高速度光ファイバにより構成され、転送方式は長パケットの同期転送により実装される。信号交換機能は、デジタルビデオ信号分配機能を中心とし、その上に音声交換機能、デジタル信号交換機能などを埋め込むものである。パケット交換は、ルーティングアルゴリズムプログラムとパケット転送ハードウェアを並列実行することにより、実時間で実現される。

## Concepts and Design of Integrated Multimedia LAN

Tsunetoshi Hayashi\* and Masatoshi Kubo\*\*

\*Department of Computer Science and Systems Engineering  
Ritsumeikan University

\*\*Data Processing Center  
Kyoto University

This paper describes the concept and design principles of integrated multimedia local area network. The concepts of integrated multimedia local area network is proposed. Subsequently, basic service functions of such network are discussed. Then, the construction principles and implementation methods are proposed.

The service functions are constituted from digital video signal distribution, digital audio signal exchange, and computer communication as well as cross communication among those signals. The signals are transmitted on the hierarchy of optical fiber rings in the very long packet format.

## 1 はじめに

今後の情報化社会ではマルチメディア情報システムが非常に大きい役割を果たすことが予想される。将来のマルチメディア情報システムでは、テキストや静画像情報に加えて、音声（オーディオ）、動画像（ビデオ）情報が日常的に取り扱われる。そして、これらの情報が統合されて、自由に貯蔵、検索、分配、処理されるはずである。さらに、このような統合マルチメディア情報システムはネットワークで結合され、広く分散して置かれた多数のワークステーションや端末で情報が発生し、また互いにリアルタイムで情報が交換される分散型でなければならない。

しかし、現在のワークステーション及びネットワークの基礎技術ではリアルタイム性を重視したこのような分散統合マルチメディア情報システムを構築するためには不充分である。現在のネットワーク技術ではかろうじて電話程度の音声を伝送するだけの帯域幅しか備えていない。ワークステーションもビデオ信号をリアルタイム処理するためには十分な処理能力はない。以下では、分散統合マルチメディア情報システムの基盤となる統合マルチメディアLANの概念とそれを構築する技法について報告する。

このような分散統合マルチメディア情報ネットワークは、たとえば教育機関における演習講義支援や講義プログラムの分配等に直ちに応用することが可能である。さらに、グループ協調活動を支援するためにも有効であろう。また将来においては広域仮想リアリティの実現のための基礎技術となることが予想される。

## 2 統合マルチメディアLANの概念とその機能

今後の情報化社会における社会活動では、さまざまな情報が生成され、さまざまな情報が処理されなければならない。これらの情報には生産現場での計測データ、文献論文などの書誌データ、電話、静止画像、動画像(TV)、電子メールなどが考えられる。統合マルチメディアLANはこれらのさまざまな情報を通信・交換するための構内施設であり、高度情報化社会実現のための基盤である。

### 2・1 統合マルチメディアLANの条件

このような統合マルチメディアLANは基本的に次のような条件を満たさなければならない。

- (1) いわゆる計算機で取り扱われる情報のみに限らず、現在考えられるすべての情報が統合的にLANで結合され、自由に相互に交換、参照可能である。
- (2) オフィスや教室、研究室などに設置された「情報コンセント」に各種機器を接続することによって、網に接続された機器間で任意の情報をやりとりすることが可能である。特殊な接続器を用意しなくてもよい。

このような統合マルチメディアLANを構築できれば、計算機との端末接続や計算機間通信は当然として、電話やFAXの回線交換、CATVによるテレビジョンプログラム分配などをこの網によって容易に実現することが可能になろう。

## 2・2 交換可能情報

統合マルチメディアLANが取り扱う情報には現在次のようなものがあり、今後の社会や技術の発展に応じられるように、取り扱える情報は拡張可能でなければならない。

計算機間通信	リモート・ログイン、ファイル・サービス、電子メール、プリント・サービス、リモート・ジョブ入出力、CAI、端末接続、パソコン通信、OA、情報検索
グラフィックス	CAD/CAM、FAX、プレゼンテーション、ビデオテックス
観測・制御	遠隔計測、遠隔制御、MAP/TOP/CIM、FA
音声	電話、電話会議、高品質音響、有線放送
映像	放送、TV会議、遠隔講義

## 2・3 異種情報の相互接続および外部との接続

現在の技術では、上記の異なる種類の情報を直接交換することは特定の場合を除いて可能ではない。また、あまり意味があるとも思われないが、統合マルチメディアLAN内にデータ変換をおこなうノードを導入すれば、これを実現することが可能である。映像・音声情報の計算機への取り込み、計算機出力の音声・映像化などがLANで実現できる。

N1ネット、インターネット、NTT電話回線、NTT・DDXパケット交換網などの既存の外部網あるいは公衆情報網との接続や、さらに放送、CATV、衛星放送受信なども場合によってはより一般的な情報源として考慮の対象となりうるかもしれない。

## 2・4 計算機間通信機能

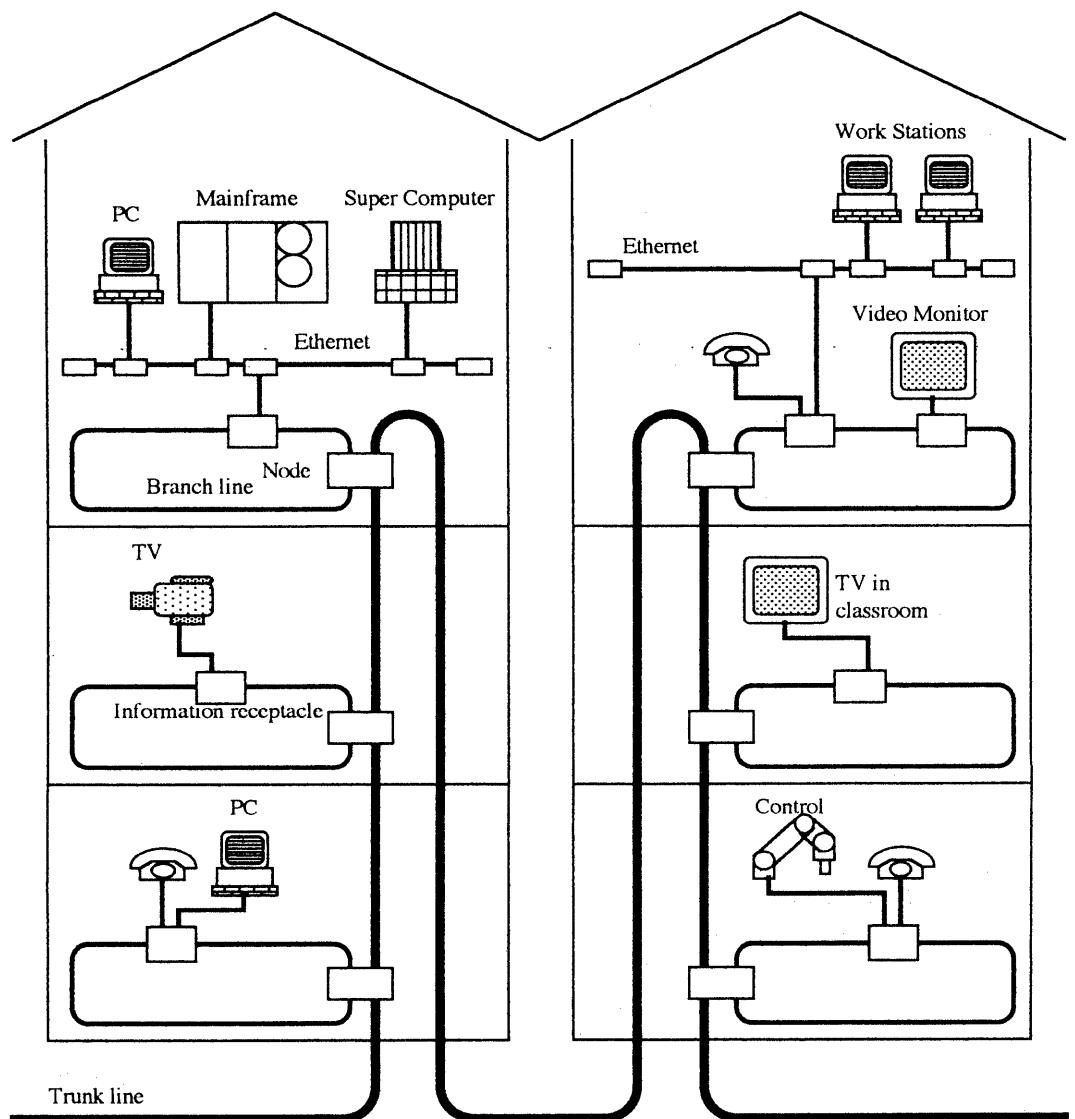
現存する様々なワークステーションやパーソナルコンピュータの大部分は、物理層の媒体としてはいわゆるCSMA/CD（イーサネット）方式、中位層においてはTCP/IPを採用している。その他の固有プロトコルすなわち、DECネット、XINS、AppleTalkなどの場合においても、下位層に同方式を採用し、透過的にメッセージを交換させることが可能である。将来、OSIプロトコルが一般化した場合においても、下位層に同方式が広く利用されるものと思われる。

したがって、統合LANにおいても、同方式をサポートし、透過的にパケット交換が可能でなければならない。なお、もし媒体の高速性を有効に活用するなら、統合LANそのものが高速幹線の役割を果たすとよい。

その他のサービス機能として、回線交換方式によるデジタル接続機能が考えられる。いわゆるISDN方式、あるいはモ뎀経由の接続などに対応し、マーンフレーム計算機の端末接続やパソコン通信などに利用されている。この種の接続に関しても、回線交換方式をシミュレートして対応する。場合によっては、イーサネット接続と併用することも考えられる。

## 2・5 音声通信機能

音声情報通信機能には、現在の電話音声品質の回線交換接続機能と、高品質音声



統合マルチメディア情報網の構成

分配機能が考えられる。電話品質交換接続機能は、統合マルチメディア網に通常の交換機機能を組み込むものであり、柔軟な制御機能が実現できれば、1対1通信だけではなく、1対多あるいは会議形式の通信も可能である。またメール交換機能と組み合わせれば、音声メールを実現できる。

高品質音声分配機能は、現在のCD程度の品質の音声を動画像信号と同様の形式で分配するものであり、音楽等の配信をマルチメディア網を通して実現する。

## 2・6 ビデオ分配機能

現状の光ファイバ技術によれば数百Mbit/秒の伝送が可能であり、この値から単純に計算すれば、同時に数チャネルのビデオ信号を伝送することが可能である。したがって、例えばTV講義などに目的を限定すれば、統合LANを使ってビデオ信号の実時間分配に利用できる可能性がある。むしろ、ビデオ信号を伝送できなければ、マルチメディアLANとは言えないだろう。現在実現可能な技術水準からすれば、統合マルチメディアLANは、ビデオ信号分配機能を中心として、その上に各種デジタルデータ交換機能を実現するべきである。

将来的に、光ファイバの伝送速度があと1桁改善されれば、CATVの配分にも統合情報網が利用されるようになるだろう。

## 3 統合マルチメディアLANの設計原理

### 3・1 情報交換方式および通信路

映像情報通信にはかなり高速度の通信路を必要とする。さらに情報の種類に対応して回線交換およびメッセージ交換（パケット交換）の両接続方式が可能でなければならない。計算機に関連した接続では高速メッセージ交換が実現されなければならない。また、映像や音声については回線交換方式が望ましい。したがって、様々な情報について代表的な接続方式は次のようになろう。

- ・計算機関連、グラフィックス・・・・・・主としてパケット交換接続
- ・観測・制御、音声、映像・・・・・・・主として回線交換接続

とくに計算機間通信ではすでに一般に広く利用されているLANを収容するために、パケット交換としてIEEE802.3（イーサネット）規格に基づく接続が可能でなければならない。さらに回線接続方式を採用した場合、端末機器との接続点において適切なダイアリング機能を用意する必要がある。

これらの機能を実現するために幹線通信路としてシングル・モードの高速光ファイバを利用する。幹線通信路は総合的に必要な回線数のデジタルビデオ信号に加えて、他の信号を通すために十分な信号帯域が必要である。幹線光ケーブルは各建屋のフロアをすべて経由するように敷設され、光ファイバは故障時のバックアップを考慮し二重ループ状に接続される。

各々のフロアでは中速度の光ファイバにより支線をループ状に敷設し、各部屋に情報コンセントを置き、これと接続する。支線光ファイバの信号帯域は少なくともビデオ信号1回線と他種信号を同時に通過させることができなければならない。

情報網に接続されるすべての信号は（ビデオ信号も含めて）情報コンセントによってパケット化される。

### 3・2 交換機

各フロアに分散型交換機（ノード接続装置）を設置し、幹線光ファイバと支線光ファイバを接続する。網の情報はノード接続装置により回線交換接続、パケット

交換接続の両者ともにパケット交換方式で交換される。これらのノード接続装置やファイバの状態を監視・制御するため運用管理ノード装置が必要である。これらのノード接続装置は高機能ワーク・ステーション程度の処理能力が必要であろうと思われる。

支線においては、情報コンセントが中速度の交換ノード装置として動作する。

### 3・3 情報コンセント

情報コンセントは各種情報に対応した接続ポートとダイアル機構を利用者に対するインターフェースとして備え、接続ポートの信号をパケット化し、支線光ファイバと授受する機能をもつ。接続ポートはモジュラー化し、各情報コンセントの設置要求条件に対応してその種類や数は自由に構成可能にする。接続ポートの種類としては次のようなものが現在考えられる。将来新しくメディアが開発されれば、それに適合するモジュールを作成すれば、拡張可能である。

- ・シリアル・ポート（同期式、非同期式）
- ・イーサネットポート
- ・電話/FAXポート
- ・放送ポート
- ・ビデオ・ポート
- ・制御・計測（GPIB）ポート

イーサネットポートは主として計算機を接続し、計算機間通信を実現するためにつかわれる。さらに、必要ならパケットのアドレスをダイアルから指定する機能を用意し、これによってパケット交換経由で回線接続をおこなうことが可能となる。電話ポートに電話機を接続し、他の電話ポートを回線接続すれば内線電話として動作する。情報コンセントには高機能パーソナル・コンピュータか中程度のワーク・ステーション程度の処理能力が必要であろう。

情報コンセントに大容量外部記憶装置や、高精度印刷装置を接続することによって、統合マルチメディア情報網内の計算機に対してファイル・サービスや印刷サービスを実現することが可能である。このようなサービスも統合情報網としては重要な要素となろう。

## 4 実現方式

以上のようなマルチメディアLANを構成するため、要求されるパケット形式とその交換方法について検討する。

### 4・1 パケット形式

前述のようにマルチメディアLANの媒体は基本的にビデオ信号分配機能を中心としている。限られた光ファイバの伝送帯域で、できるだけ多数のビデオ信号チャネルを確保するためには、帯域を有効に利用しなければならない。帯域を複数のチャネルに分割するには、周波数（空間）分割と時間分割があり、線型伝送向きでない光ファイバの場合には時間軸で分割することが多い。

時間軸で分割する場合、1) ビット単位で時分割、2) 短パケットによる時分割、3) 長パケットによる時分割、という方式が考えられる。1)のビット単位時分割方式では、パケット間ギャップがないため、光ファイバの帯域を完全に利用することができるが、高速のハードウェアスイッチング回路を用意しなければならない。2)の短パケット時分割方式はB-ISDNに採用されているが、パケット間信号ギャップの比重が大きくなるため、本目的には適していないように思われる。スイッチングも、ハードウェアがサポートしなければならない。3)の長パケット方式は、できるだけパケットを長くすることにより、パケット間のギャップの影響を少なくて帯域を有効に利用するものである。

ビデオ信号の1フレームまたは1フィールドを1パケットとし、パケットを一定の周期で同期的にファイバ上を伝送することにより、ファイバの帯域をできるだけ有効に利用する。さらに、パケットが充分に長ければ、パケットの受信と並列して、そのパケットのルーチングアルゴリズムをソフトウェアで処理することができる。したがって、パケットを途切らせることなく、比較的容易に同期的に伝送できることになる。

ここで、VGAディスプレイ級の解像度で、30フィールド/秒程度のビデオ信号を考え、1画素8ビットとすると、そのデータ速度は $640 \times 480 \times 30 \times 8 = 73728000$  (bit/sec)  $\approx 74M$  (bit/sec)  $\approx 9M$  (byte/sec) 程度であり、パケット長は $640 \times 480 \times 8 = 2457600$  (byte)  $\approx 2.5M$  (bit)  $\approx 310K$  (byte) である。なお、この値は、NTSC方式のビデオ複合信号をカラーサブキャリアの三倍周波数、精度8ビットでサンプリングしたものとほぼ一致する。

伝送速度が800Mbit/secクラスの光ファイバを利用すれば、ヘッダやトレーラ部分のオーバヘッドを入れても、ほぼ10チャネル（スロット）確保できることになる。この中、1チャネル分を計算機向きに利用すればビデオ信号は9チャネル分配できる。LANの幹線用の伝送速度としては、何とか実用になる値であろう。支線用伝送速度には、200Mbit/sec位必要と考えられる。以上の値から、幹線上は300パケット/秒転送できればよいことになる。一定周期で同期転送すれば、転送周期は300Hzである。

TCP/IPなどの計算機網パケットは、1チャネル分のビデオパケットにブロッキングして伝送する。パケット交換機が、ブリッジ機能とブロッキング、デブロッキングを行うことになる。

#### 4・2 パケット交換方式

これらのパケットは、ノード交換機と情報コンセントにより、交換とルーティングされる。パケット交換は基本的に同期スロット型トーカンリング方式である。ノード交換機と光ファイバ線路はループ状に配置される。あるノードで発生したパケットは適切なスロットに挿入され送信され、発生ノードで消滅する。その間に必要があれば、他の幹線ループや支線ループにコピーされる。すなわち、信号送信側が主体になり、受信先を指定しないブロードキャスト方式により伝送される。

ノード交換機では数パケット分のバッファを用意し、パケット受信とルーティングを並列に行う。パケット受信動作はCPUとは独立して、入出力専用装置により行われる。これは丁度メインフレームのチャンネル装置と同様な動作を考えればよい。パケット毎に、ルーティングアルゴリズムにより、次ノードに転送するか、

消滅させるか、他ループにコピーするか決定しなければならないが、これは3ミリ秒で行けばよい。パケットを消滅する場合には、新しいパケットをすでにバッファに用意しておかなければならない。これらの要素から、少なくともバッファはスロット数の倍必要である。

#### 4・3 パケット交換制御

ビデオ信号およびその他の情報を接続するためには、経路全体に渡ってスロットを確保しなければならない。外部からは、回線交換と等価な動作をしていることになる。このために分散型経路制御を網全体で行わなければならない。一般的には次のような経過で実現される。

接続形態は1対1および1対多が考えられる。1対1はTV電話、1対多はビデオ放送受信などの場合である。一般には接続要求側からスロットを順次に確保し、最終的に信号が存在するループに到達すれば接続が完了する。

計算機網接続のため、1スロットを確保しているので、このスロット上にTCP/IPなどの適切なプロトコルを利用し、これらの制御を行うことが考えられる。各ノード交換機にはIPアドレスが必要かもしれない。ノード交換機は高速データ転送とルーティングに加えて、もう制御プロトコルに対応しなければならないため、かなりの処理能力が必要と思われる所以、機能分散型多重プロセッサ構成にするといい。

### 5 おわりに

以上で、統合マルチメディアLANの基本概念、サービス機能、構成原理、実装技法などについて検討した。サービス機能はビデオ信号分配機能を中心とし、音声信号の分配、電話交換、計算機通信、およびこれらの相互通信などが考えられている。網そのものは以下のように構成される。

- ・高速光ファイバと交換機をループに結合する
- ・ビデオ信号分配を重点に考えて、長パケットの同期スロット型転送を行う。
- ・交換機は、多重プロセッサ構成で、データ転送、ルーティング、その他の並列動作を計る。

現在、本研究はこの基本概念を確立している段階であり、網そのものを実装するには至っていない。今後、さらに基本概念を精密化する予定である。

### 謝 辞

本研究の一部は京都高度技術研究所EAGL事業より助成を受けて行われた。