

ブロードバンドLAN技術の ワークステーションへの適用方式

柳生 和男 平田 哲彦 小林 智 森藤 素良
(株)日立製作所 システム開発研究所 (同 旭工場) (八木アンテナ)

双方向CATV (Cable Television)技術をベースに、データ、音声、画像など多様な情報(メディア)を伝送できるマルチメディア・ブロードバンドLAN技術を開発した。このとき開発した技術の1つとして、テレビ1チャンネル分の帯域(6MHz)を使って2Mbpsのデジタルデータを伝送でき、CSMA/CDでパケット交換できるサブネットワークがある。このサブネットワークをWS(Work Station)のLANに適用するに際し、下記の技術課題を解決した。

(1) 低コストを実現するため、コンパクトなLAN通信制御プロセッサを開発した。このプロセッサには、OSIのトランスポート層まで実装した。

(2) 高周波帯域での信号の衝突をより確実にするため、レベル調整器法及びケーブルキット方式を開発した。本方式により、任意のWSは、他のどのWSからの信号もほぼ同一のレベルで受信することができる。

Broadband LAN Technology Applied to Work Station Communication

Kazuo YAGYU, Tetsuhiko HIRATA, Satoru KOBAYASHI, Motoyoshi MORITOU

(System Development Laboratory, Hitachi, Ltd.) (Asahi Work, Hitachi, Ltd.) (YAGI ANTENNA Co., Ltd.)

1099 Ohzenji Asao-ku Kawasaki-shi Kanagawa, 215 JAPAN

To meet the increasing needs of multi-media communication in local area, CATV(Cable Television) network has enhanced to transmit variable forms of information, including data, voice and image. One of the TV channel bandwidth (6MHz) is made available to provide the packet switched high speed (2Mbps) data subnetwork, in which access method CSMA/CD is used. The subnetwork is applied to the work station communication and has the following technical characteristics.

(1) Low cost : compact board-type network communication access processor (NCA) has been developed to insert into the slot of the work station. Protocol up to OSI transport layer has been implemented in the processor.

(2) Confirmed collision detection : high frequency signal level adjusting equipment and standardized set (cable-kit) of work station connector cables have been developed to meet this objective.

1. はじめに

オフィス機器の多様化、高度化が進むにつれて、マンマシンインタフェースの向上のために、データに加えて音声、静止画、動画が結合されて使われようになると考えられる。この結果これらの機器を接続するネットワークには、動画を含む多様な情報の伝送が求められる。従来のLANは、ケーブルの全周波数帯域を使ってデジタル信号で情報を送るため、多数の動画の伝送は、価格的に不可能であった。そこで、データと共に、多数の動画の通信も可能なマルチメディア・ブロードバンドLANの方式を開発した[1][2]。

この技術の1つとして、テレビ1チャンネル分の帯域(6MHz)を使って、2Mbpsのデジタルデータを伝送でき、CSMA/CD方式によりパケット交換機能を提供できるサブネットワークがある。

本稿では、マルチメディア・ブロードバンドLANの方式概要及び、本技術(上記パケット交換サブネットワーク技術を中心に)のWS(Work Station)への適用方式について述べる。

2. マルチメディア・ブロードバンドLAN方式の概要

2.1 ねらい

周波数分割多重方式により、1本の同軸ケーブル上に、データ通信と商業FMラジオ/テレビ放送/CATV自主放送とを共存可能にしたブロードバンド(広帯域)LAN方式を開発する(構成例を図1に示す)。具体的には下記の技術的特徴を持たせる。

- (1) 多様な通信ニーズを一本のケーブル敷設で満たせるように3種のサブネットワーク:
 - ① 固定接続型低速データネットワーク、
 - ② パケット交換型高速データネットワーク、
 - ③ 動画伝送ネットワークを1本のケーブルに共存させる。
- (2) ケーブル設備として、既設/新設の双方向CATV網を利用できるようにするため、高周波領域でのデータ通信を可能にする2種類の高周波モデム(RFモデム)を開発すると共に、パソコン/ワークステーションを接続するためのコンパクトなボード型通信制御プロセッサ(NCA)を開発する。
- (3) 周波数を有効に利用するため、多数の端末が、同一周波数帯域を用いて、効率良くデータ伝送できるように、高周波領域でのマルチアクセス方式を開発する。

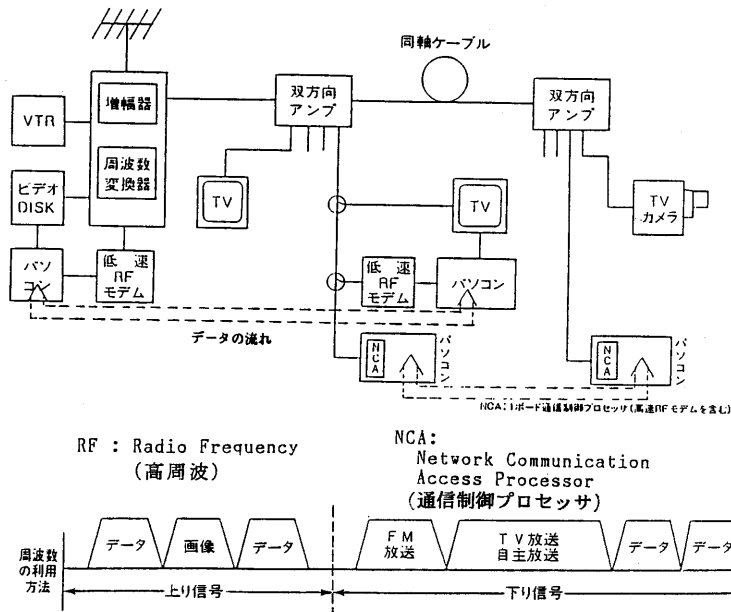


図1 ブロードバンドLANのシステム構成例

2.2 方式検討

ブロードバンド方式の主たる検討項目は、周波数の割当、データ通信方式、動画の伝送方式などである。以下では、これらについて述べる。

(1) 周波数の割当

双方向CATV技術を利用し、既設のCATV網と互換性をもたせるため、周波数の割当は、シングルケーブル&サブスプリット方式とする。すなわち、下り信号の周波数は、70-300/450MHz、上り信号は、10-50MHzを使用する。

(2) データ通信方式

固定接続型低速データネットワークは、プロトコルに依存しない透過インタフェースで、従来のモデムを置換えるため、端末との間を、RS232Cで接続し、速度を、Max19.2Kbpsとした。次に、パケット交換型高速データネットワークは、6MHzから2Mbpsの高速デジタル信号をRFモデムにより取りだし、この2Mbpsを非同期時分割多重方式によって、多数のパソコンで共用させる方式とした。共用方式（アクセス方式）としては、アルゴリズムが簡単でLSIも市販されているCSMA/CDとした。

(3) 動画の伝送方式

占有周波数帯域を少なくするため、動画はアナログ方式により、6MHzを使って伝送する。下り（センタから端末へ）の動画信号はCATVの持つ本来の機能をそのまま使うことによって20チャンネル以上を伝送できる。上り（端末からセンタ）の動画は、利用可能な周波数帯域が少ないため、切り替え方式で、複数の端末をサポートする方式とした。切り替え信号は、データ通信サブネットワークを用いて伝送することにした。

以上の検討結果から、提案方式の仕様を表1に示すように定めた。

3. 適用方式の検討

ブロードバンドLANをWSに適用するに当り下記課題を検討した。

3.1 加入インタフェースの検討

WS、パソコン等がLANに加入するインタフェースは、下記の2つに大別できる。

(1) 標準モデムインタフェース方式

本方式は、通信相手に制限が付き、伝送速度も20Kbps以下であるが、加入者は、ハード/ソフトとも変更が不要である。本方式は、更に、下記2つに分けられる。

(a) PAD(パケット組立/分解)方式

本方式は、LANに接続されたPAD機能を持つインタフェース装置が、モデムインタフェースを提供する方式である。

従って、加入者からは、相手がモデムを介して、接続されている様に見える。しかし、途中のインタフェース装置間では、パケット化してデータを伝送している。このため、伝送路を有効に利用できる。更に、通信相手の切り替えが可能であり、異速度の加入者間の通信も実現できる等の利点がある。

一方、PADには、加入者毎の属性に対応したソフトが必要となる。このため、種類が限られている調歩同期式の加入者用のPADの開発は、比較的容易であるが、属性の種類が多いSYN同期式の場合には、PADのソフトは複雑になり開発も難しくなる。

表1 ブロードバンドLAN方式の仕様

項目	仕様
伝送媒体	同軸ケーブル
周波数分割	シングルケーブル&サブスプリット方式
周波数割当	上り：10-50MHz 下り：70-450MHz
トポロジー	トリ-
ケーブル長	10Km(半径)
サブネット	<ul style="list-style-type: none"> ・低速データネットワーク RS-232C 19.2Kbps以下 1:1, 1:N通信 ・高速データネットワーク パソコン/WS用LAN 2Mbps N:M通信 CSMA/CD ・画像伝送ネットワーク アナログ：6MHz

(b) 透過伝送方式

本方式は、加入者から流れて来る情報の内容を意識することなく、全て、透過で伝送する方式である。これをブロードバンドLANで実現するためには、標準インターフェイスを持つRFモデムが必要である。

本方式は、相手固定型通信のみの提供となるが、標準モデムインターフェイスを持つことにより、任意の属性の加入者をサポート出来る点の特徴である。

(2) 通信制御プロセッサ方式

本方式は、ネットワーク加入者が、通信制御プロセッサ(LANアダプタ)を内蔵し、それを介してLANに接続する方式である。本方式では、WSのハード/ソフトとも変更が必要になるが、高速(伝送路の速度で通信プロセッサ内のメモリに入る)でかつ任意の相手と通信できることが特徴である。

上記3種のネットワークインターフェイスを下記により実現した。

- ・ (1) の (b) ----->
固定接続型低速データネットワーク
- ・ (1) の (a) 及び (2) ----->
パケット型高速データネットワーク

以下では、後者のネットワークをWSに適用(構成例は図2参照)する際の課題と解決方式を述べる。

- 特徴
- ・ 低コスト: 1ボード
 - ・ 動画通信へのエンハンス可
 - ・ ブロードバンド方式

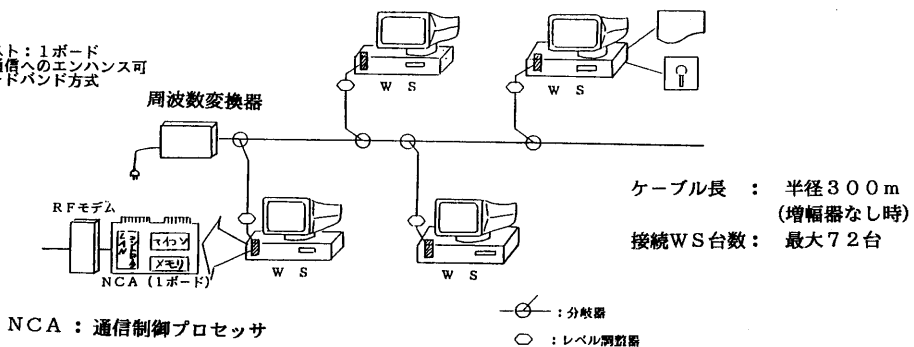


図2 ブロードバンドLAN方式のWSへの適用例

3. 2 マルチアクセス技術

(1) レベル調整方式

アクセス法としてCSMA/CDを使用するには、信号の衝突を確実に検出する必要がある。

ベースバンド方式の場合には、信号の衝突により電圧が増加するため、衝突の検出は容易である。例えば、IEEE 802.3のベースバンド方式CSMA/CDの場合には、正常時の電圧は-1Vであり、-1.5V以下になった時は、衝突と見なしている。

衝突検出方式

ベースバンド時

衝突により電圧が増加する

電圧のレベル差で容易に検出可
衝突なし時 -1V
衝突時 -1.5V以下

ブロードバンド時

衝突の現象は、直流成分として表れない

電圧のレベル差で検出不可
信号間の'みだれ'で検出する。
アナログ信号間のレベル差が大の場合'みだれ'の検出不可

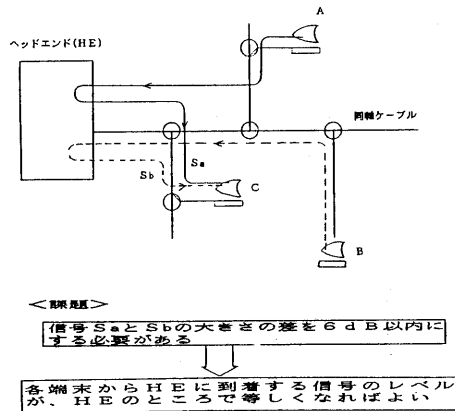


図3 ブロードバンドLANの技術課題

これに対して、ブロードバンド方式の場合には、衝突の現象は、直流成分としては現れないため、電圧のレベル差では、衝突が検出できない。一般に、アナログ信号が衝突すると、信号に'みだれ'(ビート信号の発生や周波数スペクトラムの変化)が発生する。ところが、アナログ信号には、弱肉強食の性質があり信号間のレベル差が大(実験等の結果によれば6 dB以上)の場合は、'みだれ'が発生せず、衝突が検出できない。

そのため、図3に示すように、どのWS間の信号レベル差も規定値以内とする必要があり、次の考え方に基づき実現方式を検討した。

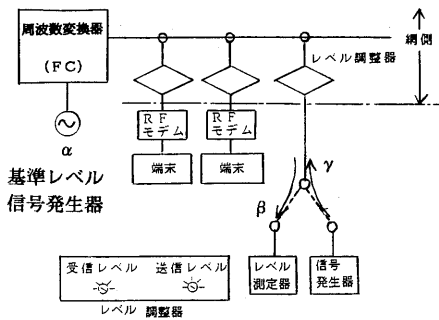
すなわち、どのWSからの信号も周波数変換器(FC)から下りの減衰量は同じである。したがって、どのWSからの上り信号もFCでは同じレベルとなる様、WSの送信側のレベルが調整出来れば良い。これを、下記の2つの方法で実現することにした。

(a) 網側で独立にレベルを調整する方式
本方式は、ケーブルとRFモデムの間にレベル調整器を置き、ケーブル布設時、下記の手順で網としてレベルを調整する(図4参照)。

- (i) FCから基準レベル信号を送出する。
- (ii) レベル調整器の受信レベルを調整し、信号の受信レベルを規定値にする。
- (iii) レベル調整器からテスト信号を入力し、FCを経由して戻ってくる信号レベルが(b)と同じになるよう調整器の送信レベルを調整する。

(b) ケーブルキット方式

ケーブル長を数種類に規制し、減衰量が同一と成るよう加工されたケーブルキットを使用する方式である。本方式によれば、FCまでの減衰量はどのWSから見ても同じとなるため、レベル調整なしに、上記の目的が達成できる(図5参照)。

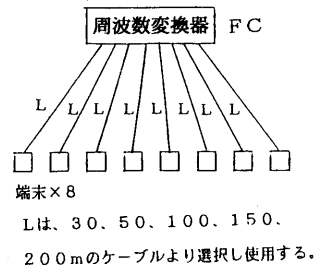


ケーブル敷設時に網として下記の手順でレベル調整を行う。

- ① FCから基準レベル信号(α)を送出する。
- ② レベル調整器の受信レベルのつまみを調整し信号の受信レベルを規定値(β)にする。
- ③ 信号発生器からテスト信号(γ)を送出し、FCを経由して戻ってくる受信レベルが β になる様、送信レベルのつまみを調整する。

図4 レベル調整方式(レベル調整器方式)

① 8分配システムブロック



② 4分配システムブロック

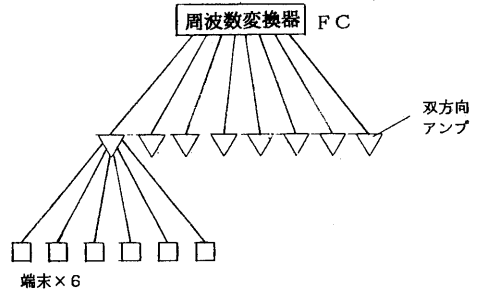
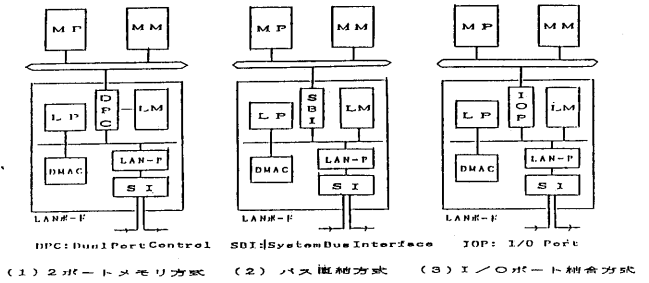


図5 レベル調整方式(ケーブルキット方式)

(2) 衝突検出方式

上記の方式で、信号のレベル調整がされていれば、信号の衝突時アナログ信号に'みだれ'が発生する。この'みだれ'をデジタル化すると、パルス幅や位相が許容範囲を超えるか、不正な信号遷移が発生するか、又は、ビット誤りとなる。そこで、デジタル信号に対して上記検出メカニズムを持つ市販のLSIを衝突検出に使用することによって、ハード量の削減を計ることができる。



MP : Main Processor
 MM : Main Memory
 LP : Local Processor
 LM : Local Memory
 DMAC : DMA Controller
 LAN-P : LAN Processor
 SXI : Serial Processor

図6 メインプロセッサと通信制御プロセッサのインタフェース方式の比較

3.3 高機能通信プロセッサの開発

(1) WSとのインタフェース

WSと通信プロセッサ(LANアダプタ)とのインタフェースとしては、以下の3方式が考えられる(図6参照)[3]。

(a) 2ポートメモリ方式

LANアダプタ上に、WS側プロセッサ(メインプロセッサ:MP)とアダプタ上プロセッサ(ローカルプロセッサ:LP)の両方からアクセスできる2ポートメモリを設け、ここでインタフェースを取る方式。

(b) バス直結方式

WS側メモリ(メインメモリ:MM)をLPからもアクセスできるようにし、MM上でインタフェースを取る方式。

(c) I/Oポート結合方式

LANアダプタ上にMP及びLPの両方からアクセス可能なレジスタを設け、I/Oポート上のハンドシェイクでインタフェースを取る方式。

上記3方式をスループット及び、MP負荷について、比較した結果を図7及び図8にそれぞれ示す。

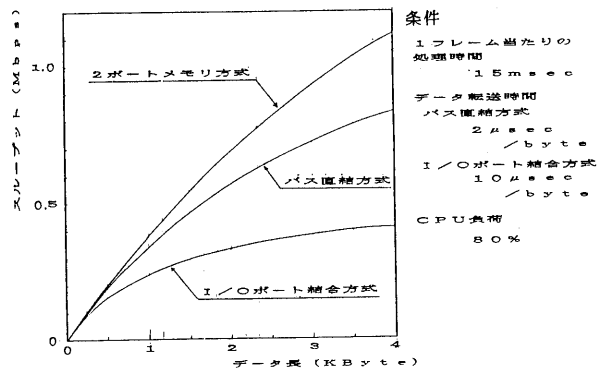


図7 スループットの比較(計算値)

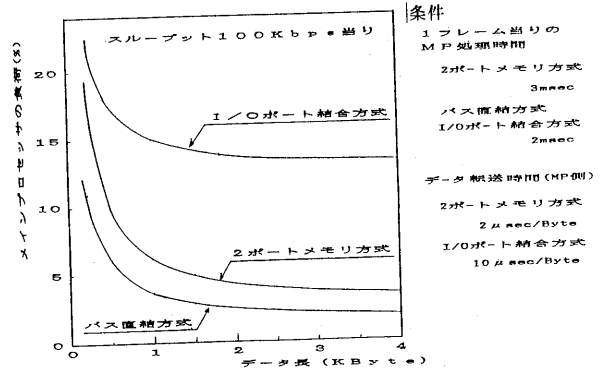


図8 メインプロセッサ負荷の比較(計算値)

本発表での検討条件では、下記により2ポートメモリ方式が最もすぐれているとの評価を得た。

- ・アダプタのスループットが最大となる。
- ・MPの負荷は、バス直結方式に比して若干千大となるが、その値は、5%前後でありMPの許容範囲と考えられる。
- ・バス直結方式に比してアダプタのハード設計が容易である。

3.4 プロトコル階層

セッション層以上は、マイクロソフト社の MS-Networks¹⁾を使用することにした。したがって、LAN内の通信プロトコル階層の検討では、トランスポート層以下をどうするかが課題であった。

WS間のLAN内通信プロトコルは、本発表では、OSIをベースにトランスポート層(レイヤ4)までの組み合わせ及びサブセットの選択を検討した。この結果、エンドユーザーで異常の検出・回復を行なう方式であり、かつ、開発量及び処理オーバーヘッドが他の組合せに比して同等又は、それ以下に出来る可能性が大である、図9に示すプロトコル階層を採用した。

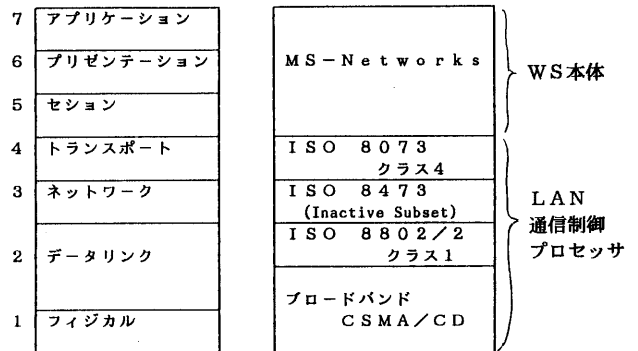


図9 WS用LANシステムの通信プロトコル

3.5 MS-Networks¹⁾組込方式の検討

MS-NetworksをWSに組み込む際の検討課題は下記である。

- ・マルチタスク機能を持つOSカーネル下で1タスクとして実行するMS-DOS¹⁾環境に対する考慮
- ・MS-Networksでは、サポートしていないINT51H(JIS漢字コード出力)のプリント出力機能との共存方式

これらの課題については、下記の方式により解決できる。

(1) MS-Networks-OSカーネル及びOSカーネル-LAN通信制御プロセッサ間に、それぞれLAN-BIOS及びLANドライバと呼ぶアダプタを設け、環境の相違を吸収する。

LAN通信制御プロセッサからの割込みに対しては、LANドライバを割込み処理の一部として走らせることにより、WS本体のタスク切り換えによる処理オーバーヘッド増を防止できる。

(2) INT21H及びINT51Hの出力要求の競合を避けるため、両者からの要求に対して、プリンタサーバとは、1つのコネクションを使用して、サーバに出力データを送信する。

4. おわりに

双方向CATV技術をベースにデータ、音声、画像など多様な情報伝送媒体(メディア)を多数伝送できるマルチメディア・ブロードバンドLANの方式を開発した。また、本技術をWSに適用する際の課題と解決方式を述べた。

本技術は、既設又は新設の双方向CATV網を利用し、動画とデータを有機的に組合せた新しい情報サービスシステム用LANにも適用可能であり今後の発展が期待できる。

5. 参考文献

- [1] 寺田 他：マルチメディア・ブロードバンドLANの方式提案、情報処理学会第32回全国大会、論文番号4D-3
- [2] 柳生 他：マルチメディア・ブロードバンドLANのデータ通信方式、情報処理学会第32回全国大会、論文番号7D-1
- [3] 松井 他：通信制御アダプタの性能に関する一考察、マルチメディア通信と分散処理、27-5、1985、9、19

*1) MS-DOS, MS-Networksは、米国マイクロソフト社のソフトウェアです。