

LAN対応パソコンOSI通信システムの実装

石倉 雅巳 井戸上 彰 加藤 聡彦 小花 貞夫 鈴木 健二

国際電信電話株式会社 研究所

あらまし 広く普及しているパソコンを、OSIネットワークを構築するための構成要素として取り込むため、CSMA/CD型LANを対象としてパソコン上にOSI7層全てのプロトコルを実装した。このLAN対応パソコンOSI通信システムは、アプリケーションとしてFTAMおよびMHSを実現しており、OSI下位5層までを処理するOSI対応CSMA/CD型LANボードと、パソコン本体上で実行されるOSI6層、7層プロトコルソフトウェアおよびユーザインタフェースプログラムから構成される。本稿では、LANボードのハードウェア、ファームウェア構成およびパソコン本体上のFTAM、MHSソフトウェアについて報告する。

Implementation of PC based OSI communication system for LAN

Masami ISHIKURA, Akira IDOUE, Toshihiko KATO, Sadao OBANA and Kenji SUZUKI

KDD Research and Development Laboratories

2-1-15, Ohara, Kamifukuoka-shi, Saitama, 356

ABSTRACT To accommodate personal computers (PCs) in OSI network environments, the functions of OSI 7 layers over CSMA/CD MAC type LAN are implemented on PCs. This system consists of a LAN communication board, and software packages which work on the personal computer. The LAN communication board realizes the protocols of OSI lower 5 layers and the software packages realizes protocols of OSI layers 6, 7 and user interface functions. This paper describes the hardware and firmware configuration of the LAN communication board, and the software packages for FTAM and MHS.

1. はじめに

パソコンの高機能化、低廉化にともない、オフィス環境での使用が顕著になってきた。今後、ネットワークを介して複数のパソコン間やホスト計算機を相互接続し、資源の共有を図る高度な利用法が望まれている。また、パソコンの高度なグラフィックス機能を利用して、ユーザフレンドリーなマン・マシンインタフェースを容易に構築できるため、各種アプリケーションの端末としても注目されている。これらの目的でパソコンを利用する場合、パソコン間通信と同様にホスト計算機・パソコン間の通信も可能とする高信頼な通信機能が必要となる。

一方、計算機間の相互接続方式として、開放型システム間相互接続(OSI)の標準化が進められ、様々なOSI準拠製品も開発されている。OSIプロトコルを用いたOSIネットワークを構築するためには、広く普及しているパソコンをその構成要素とすることが不可欠である。

筆者らは先に、セッション層までのOSIプロトコルを通信ボード上で実現し、公衆電話網、公衆パケット網、ISDNで高速なOSI通信を可能とするパソコン用OSIシステム「 μ -OSI」を開発している^{[1][2]}。さらに近年LANにおいても、OSIの通信プロトコルを採用したパソコン端末の開発が強く要望されている。

そこで、筆者らはCSMA/CD型のLANを対象とし、ファイル転送(FTAM)とメッセージ通信(MHS)のアプリケーションをパソコンでサポートとするシステムを開発した^{[3][4][5]}。本システムは、パソコンを直接LANに収容し物理層からセッション層までのOSIプロトコルを実行する通信ボードと、プレゼンテーション層以上の機能を実現するパソコン本体上のソフトウェアより構成されている。本稿では、開発したLAN対応OSI通信システムの詳細について報告する。

2. LAN対応パソコンOSI通信システムの基本仕様

LAN対応パソコンOSI通信システムの基本仕様を以下に示す。

(1) 実装するOSIプロトコルおよび実装方法

表1に、LAN対応パソコンOSI通信システムで実装したOSIプロトコルを示す。実装方法としては、図1に示すようにセッション層以下の処理をCPUを搭載したCSMA/CD型LANボードにまかせ、プレゼンテーション層以上の通信処理および、ユーザアプリケーションプログラムをパソコン本体に実装した。

表1 LAN対応パソコンOSI通信システムの
プロトコル仕様

レイヤ	仕様
アプリケーション層	FTAM : ISO8571 MHS : CCITT X.400シリーズ (84年版拡張) ACSE : ISO8650
プレゼンテーション層	ISO8823 カーネル機能単位
セッション層	ISO 8327 全機能単位をサポート
トランスポート層	ISO 8073AD2 トランスポートクラス4
ネットワーク層	ISO 8473 CLNP NSAPアドレス形式をサポート
データリンク層	LLC : ISO 8802-2 LLCタイプ1 MAC : ISO 8802-3 CSMA / CD
物理層	CSMA / CD (10BASE5)

(2) 対象とするパソコンおよびOS

NEC PC9800シリーズおよびIBM PS/55*シリーズを対象とした。また、パソコン上のOSはそれぞれ、MS-DOS**およびMS OS/2**を使用した。

(*PS/55はIBM社の登録商標である。 **MS-DOSとMS OS/2は、米マイクロソフト社の登録商標である。)

3章以降にOSI対応CSMA/CD型LANボードのハードウェア、ボード上に実装するファームウェアおよびパソコン上に実装するソフトウェアの詳細について述べる。

3. OSI対応CSMA/CD型LANボード

OSI対応CSMA/CD型LANボードは、LANインタフェース用の専用LSIとファームウェアによりセッション層までの機能を実現した。

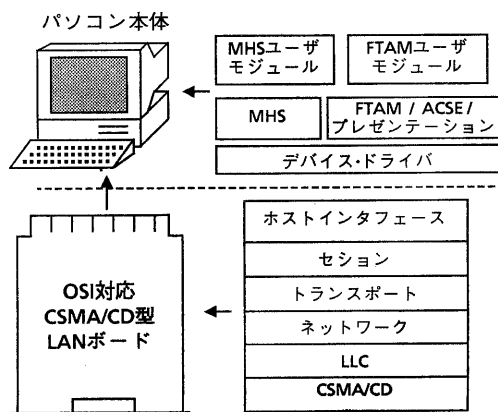


図1 LAN対応パソコンOSI通信システムの構成

MACおよび物理層は10MbpsのCSMA/CD型LANを採用し、LLCおよびネットワーク層はコネクションレス型のプロトコル、トランスポート層はクラス4プロトコル、そしてセッション層は全機能単位をサポートした。写真1、写真2に、開発したOSI対応CSMA/CD型LANボードの概観を示す。以下に、本ボードのハードウェア構成およびファームウェア構成を述べる。

3.1. ハードウェア構成

図2にOSI対応CSMA/CD型LANボードのハードウェア構成を示す。以下に本ボードのハードウェアの特徴を述べる。

- ① CSMA/CDにおける符号化/復号化およびメディアアクセス制御を行うために、コーダ/デコーダ用LSIおよびCSMA/CDコントローラ用LSI(インテル82586 LANコプロセッサ)を搭載した。
- ② LLCからセッション層までのプロトコル処理をファームウェアで行うために16ビット型CPU(NEC V50)を搭載した。また、ROM 512KバイトおよびRAM 256Kバイトのメモリを実装した。
- ③ パソコン本体とLANボード間のインタフェースについては、大きさ64Kバイトの共有メモリによる方式を採用した。パソコン側のCPUがボードにアクセスする際にボード上のCPUが停止しないよ

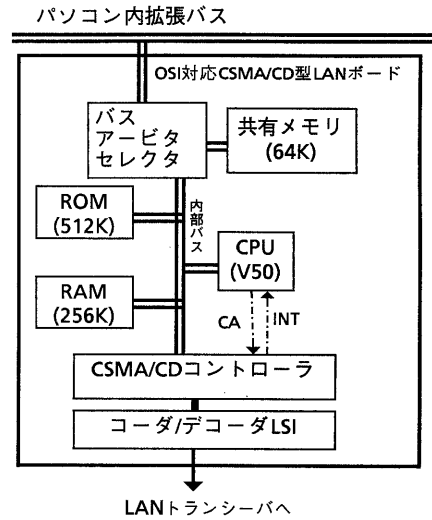


図2 OSi対応CSMA/CD型LANボードのハードウェア構成

うにするため、ボード内でローカルに使用するメモリと共有メモリを分割した⁶⁾。パソコン上CPUとボード上CPUの共有メモリに対するアクセスを調停するため、パソコン側のバスとボード側の内部バスの上にバス・アービタ/セクタ回路を実装した。

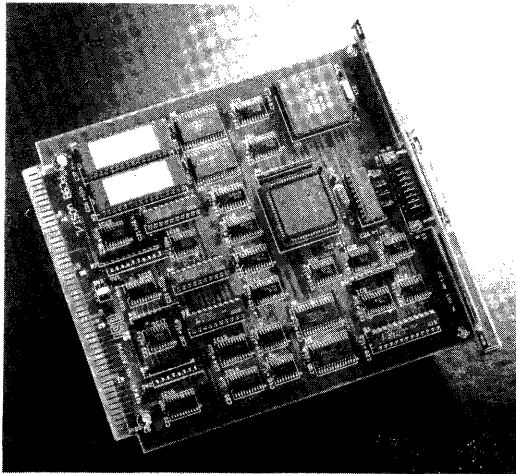


写真1 NEC PC9800用

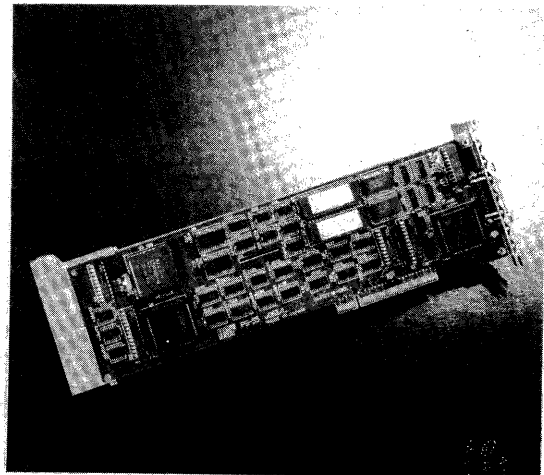


写真2 IBM PS55用

OSi通信対応CSMA/CD型LANボード

- ④ ボード上のCPUは、CSMA/CDコントローラに対するチャンネル・アテンション(CA)によってフレーム送信等のコマンドの実行を要求し、CSMA/CDコントローラからの割り込み信号(INT)によって送信の完了通知やフレーム受信通知を受け取るようにした。また、CSMA/CDコントローラはDMAによって直接RAMに対して送受信データの読み出し/書き込みを行うようにした。
- ⑤ 本ボードは、パソコンの拡張スロットを1スロット使用する。対象とするパソコンにより、ボードの形状およびパソコンのバスとのインタフェース回路は異なるが、ボード上のCPU周辺およびLANインタフェース部分は同一である。

3.2. ファームウェア構成

図3にOSI対応CSMA/CD型LANボード上のファームウェア構成を示す。ボード上のファームウェアは大部分をC言語で記述した。以下にボード上のファームウェアの特徴を述べる。

- ① 本ボード上のファームウェアは、大きく分類すると、各層のプロトコル処理を行うモジュール、パソコンとインタフェースを行うモジュール、ならびに各モジュールの実行管理およびモジュール間通信などを制御するモニタより構成される。この方式は、今まで開発してきたOSI5層ボードの方式を基本的に踏襲しており、モニタとセッション層モジュールについては、OSI5層ボードのプログラムを流用した^[1]。
- ② 各モジュールは、モニタをメインプログラムとするサブルーチンとしてそれぞれ実装した。モニタは各モジュールが公平にスケジューリングされるように順に呼び出す。ただし、高速なLANか

らの連続受信に対応するため、CSMA/CDコントローラを扱うMACハンドラとLLCタイプ1は合わせて一つのモジュールとし、それ以外のモジュールと交互に実行させることにより、MACハンドラの受信バッファのオーバーフローに対処した。

- ③ 各モジュール間のデータの受け渡しは、キューにより実現した。各プロトコル処理用のモジュールは、上位層および下位層に対してデータ(サービスプリミティブ)の送信用と受信用にキューを持つ。モニタより各モジュールが呼び出されて実行される場合、各モジュールは上位層および下位層からの受信用のキューを調べる。処理すべきデータがキューに存在する時は、データをキューより取り出して適切な処理を行い、必要に応じて送信用のキューにデータを送る。各モジュールの処理終了後、モニタに処理を戻し、次のモジュールの処理を行う。
- ④ ボードとパソコンは、共有メモリ上に別々に用意した送信用および受信用のバッファを介してデータの受け渡しを行う。これらのバッファは、バッファのポインタやデータの有無を示すフラグ等から成る共有メモリ上のテーブルによって管理した。ボードとパソコンは互いにフラグの設定/センスによって同期を取る。共有メモリの大きさの制限から、各バッファの最大長は制限されており、それ以上のデータはデバイス・ドライバとホストインタフェース・モジュールにおいて分割/組立することとした。
- ⑤ 高速なLANの伝送速度に対応するために、各層のモジュールにおいて以下のような方式を採用した。無駄な処理を避けるために、モジュール内およびモジュール間でのデータのコピーを極力減ら

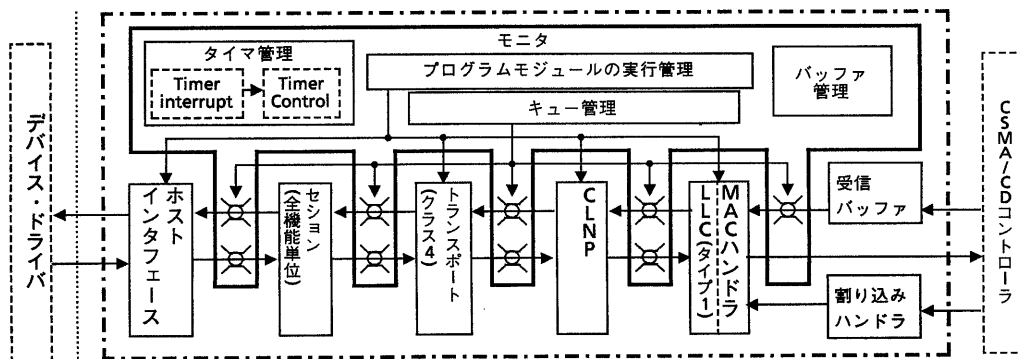


図3 CSMA/CD型LANボード上のファームウェア構成

した。例えば、データの受け渡し用のキューにおいては、データのポインタのみの受け渡しで実現した。また、各層のプロトコル処理においても、パラメータの解析時等にコピーを行わないこととした。

- ⑥ **MAC**ハンドラは受信専用のバッファ・プールを持ち、受信済みのバッファは割り込みハンドラで内部の受信キューに接続する。使用済みのバッファは**MAC**ハンドラが呼ばれた際にバッファ・プールに戻る。**LLC**はヘッダの生成/チェックを行うのみで、**CLNP**で作成された**PDU**や**MAC**ハンドラからの受信フレームはそのまま下位または上位のモジュールに渡すこととした。

4. パソコン本体上のソフトウェア

図4にパソコン上に実装する**FTAM**および**MHS**ソフトウェアの構成を示す。パソコンの場合、シングルユーザであるため**FTAM**あるいは**MHS**のどちらか一方のみが起動できる構成とし、**FTAM**と**MHS**は別のプログラムとして開発した。各プログラムは、シングルタスクOSの**MS-DOS**およびマルチタスクOSの**MS OS/2**上で動作可能とするため、**MS OS/2**のマルチタスクの機能は使用せずそれぞれ全体を一つのタスクとして構成し動作させた。

4.1 パソコン用**FTAM**のソフトウェア構成と実装機能

パソコン上の**FTAM**ソフトウェアは大きく分類すると、各層のプロトコル処理を行うモジュール、**FTAM**ユーザモジュールから構成される。

プレゼンテーション、**ACSE**、**FTAM**のモジュールは、各層のプロトコルを処理するプロトコルマシン

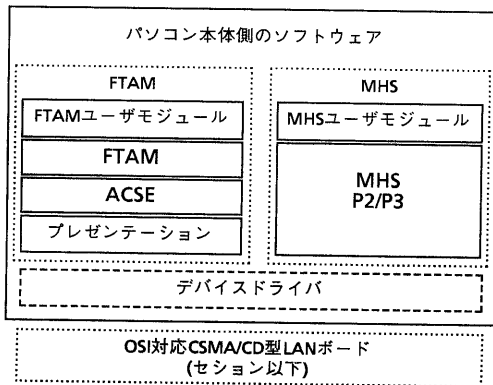


図4パソコン用**FTAM**および**MHS**ソフトウェアの構成

表2 パソコン用**FTAM**ソフトウェアの主な機能仕様

	機能仕様
FTAM	
・ドキュメントタイプ	FTAM-1 (無構造テキスト) FTAM-3 (無構造バイナリ)
・属性グループ	カーネル Storage
・サービスクラス	ファイル転送 ファイル転送+管理
・機能単位	カーネル Read Write 限定ファイル管理 グルーピング
・プロトコル	Basic file transfer protocol Basic bulk data transfer protocol
ACSE	アソシエーション制御
プレゼンテーション	カーネル機能単位

で、既に**VAX(VMS)**上に実装した**FTAM**関連ソフトウェアのものをパソコンへ移植した^[7]。

FTAMユーザモジュールは、**FTAM**の仮想ファイルとパソコンの実ファイルとの間のファイル操作、ファイル構造やファイル属性などの対応付けやユーザインタフェース処理を行う。

表2に、実装した主な機能一覧を示す。個々の機能は、**FTAM**の各種機能標準等で規定される機能を包含する^{[8][9]}。なお、機能標準で実装がオプションと規定された機能については、パソコンのOSが提供するファイル管理機能と対応付けが可能なものを実装した。

4.2 パソコン用**MHS**のソフトウェア構成と実装機能

パソコン用**MHS**ソフトウェアは**CCITT X.400**シリーズの84年版に準拠しているため、**FTAM**のよう

表3 実装した**P2,P3**プロトコルの機能仕様

	機能仕様
P2 プロトコル	IP メッセージ識別 ボディタイプ表示 発信者表示 正/写し 受信者表示 主題表示 返信 IP メッセージ表示 マルチパートボディ 等
P3 プロトコル	ログオン ログオフ パスワード変更 発信 メッセージ問合せ メッセージ読み出し メッセージ消去 等

にプレゼンテーションやACSEの明確な層構成はとらない。MHSのP2、P3プロトコルを実装し、MTA (Message Transfer Agent)へアクセスするためのUA (User Agent)機能を実現した。表3に、実装しているP2、P3プロトコルの機能仕様を示す。ただし、本システムで実装しているP3プロトコルは、X.400シリーズに勧告されている機能を一部拡張している。

5. 結果と考察

PC9800シリーズおよびPS/55シリーズに実装を完了し、実際のLAN環境で動作している。以下に実装結果と考察を述べる。

- (1) OSI7層機能を実装した結果、ソフトウェアサイズとしては、FTAMおよびMHSはユーザモジュールまで含めてそれぞれ約380Kバイト前後であり、パソコンでも十分実行可能であった。ボード上のファームウェアサイズはROM上での実行形式で約300Kバイトであった。また、IBM PS/55を用い、10MbpsのCSMA/CD型LAN上でFTAMによる1Mバイトのファイル転送を行い性能を評価した。その結果、現在までのところスループットとして約19.3Kバイト/秒を得ており^[10]、十分実用に耐えられることを確認した。
- (2) 本システムで開発したOSI対応CSMA/CD型LANボードは、セッション層の全機能単位をサポートしているため、FTAMやMHS以外にも各種のアプリケーションに対応可能である。
- (3) LAN上でOSIプロトコルを実装できたことにより、各種ゲートウェイやルータを介してISDNやパケット通信網上のOSI通信システムとの通信が可能となった。

可能となった。図5にLAN対応パソコンOSI通信システムを使用したOSIネットワーク構成例を示す。

6. おわりに

本報告では、LAN対応パソコンOSI通信システムの実装について述べた。パソコン上にOSI7層全てのプロトコルを実装し、実際のLAN環境での動作を確認した。異機種間通信が囑望されている現状においては、本システムが十分に活用されることを期待している。

謝辞

日頃御指導頂く KDD 研究所 小野 所長、浦野次長に感謝致します。最後に御検討頂いたOSI通信グループ諸氏に感謝します。

参考文献

- [1] 加藤,井戸上,鈴木"パソコン用OSI5層ボードの開発",1989年6月情報ネットワーク研資 IN89-22
- [2] 飯作,石倉,加藤,鈴木,"OSIプロトコルを実装するパソコン用ISDNボードの開発",1989年9月情報ネットワーク研資 IN89-67
- [3] 井戸上,石倉,加藤,小花,鈴木,飯作,三上,"LAN対応パソコンOSI通信システム",信学会1991年秋季大会, B-422
- [4] 飯作,加藤,井戸上,石倉,小花,鈴木,"パソコン用OSI対応CSMA/CDボード"信学会1991年春季大会, B-673
- [5] 井戸上,石倉,加藤,小花,鈴木他,"パソコン用OSI対応CSMA/CDボードのハードウェア・ソフトウェア構成"信学会1991年春季大会, B-672
- [6] 山崎,井戸上,石倉,飯作"パソコン用LANインテリジェントボードの設計",1989年秋季信学会大, B-243
- [7] 小花他: OSIPレゼンテーション, ACSE, FTAMプロトコルの実装と評価, 情処学会論文, Vol.30, No.7.
- [8] ISO/IEC DISP AFTnn-3, AFT11-Simple File Transfer (1989).
- [9] JIS X 5003-1987参考 S 004(V1.0) FTAM実装規約.
- [10] 小花他,"パソコン用FTAMソフトウェアの実装と評価", 信学会1991年春季大会, B-674

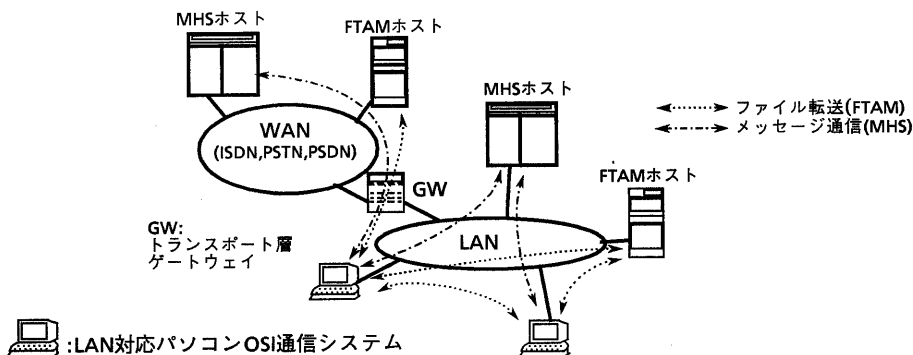


図5 LAN対応パソコンOSI通信システムによるOSIネットワーク構成例