

情報工学科における情報処理教育実習システム環境の構築

— NetWare 386による LAN システムとその運用 —

今 田 孝 保*・阿 部 司**・稲 川 清***・

川 口 雄 一****・三 河 佳 紀*****

On Building the Educational Training System Environment
of Dept. of Computer Science and Engineering.

— Networked computer system using the NetWare386 OS and its practical use. —

Takayasu IMADA, Tsukasa ABE, Kiyoshi INAGAWA, Yuuichi KAWAGUCHI and Yoshinori MIKAWA

要 旨

プログラミング教育実習等に用いる LAN 情報システムの設計と構築施工を行った。ネットワーク OS として、ノベル社の「NetWare」をインストールしたファイルサーバを実現することにより、低コストで高性能のサーバ・ベースのシステムを構築することが出来た。結果として、短期間で極めて満足できる成果が得られ、実用に供している。

Abstract

The planning and building implementation of the educational training system for software programming is reported in this paper. The NetWare386, Novell's network OS, was installed on a network file-server machine, that made it practicable to realize low-cost but high-performance server-based network system.

As a result, taking for a few months, we have obtained satisfactory results of system availability and now in practical use.

1. はじめに

平成2年度、本校に情報工学科が新設されてから2年後の今年3月、情報工学科の専門学科棟が竣工した。第一期生も3学年になり、履修する専門学科目も多くなり、教育・実習環境の早急な構築に迫られている。

一方、準備する我々にとっては、極めて限られた予算での多目的・有用なシステム構築が至上課題となっている。これまでは、低学年用の基礎工

学実験実習設備の導入を行ってきたが、今年度は情報処理教育実習環境の構築に着手した。

LAN 構成による教育実習用の情報システムの例は数多くみられるが、それらの殆どは、予算面や運用面などで我々の要求を満たしていない。サーバ・クライアントモデルのネットワーク OS として、ノベル社の「NetWare」が文献・専門誌上で名高いものとなっている。その日本語版「NetWare386 - v3.1J」が昨年(1991年)の6月から国内出荷されるようになった。

種々の観点から検討の結果、今後の拡張性も考慮した環境の一部として、NetWare386 によるネットワーク化した実習環境を計画した。7・8月の夏期休業期間中に作業を行い、殆ど「手作り」で稼働させることが出来たので、ここにその成果

* 教授 情報工学科
** 助教授 情報工学科
*** 講師 情報工学科
**** 助手 情報工学科
***** 文部事務官 情報工学科

を報告する。

2. 情報処理教育システムの構築

2. 1 実習システム構築に関する背景

情報工学科・情報処理教育実習システム（以下、「実習システム」と記す）を構築するに際して、これまでの諸状況や背景について述べておく。

4階建て新学科棟の建築時に、既にイーサバスケーブル（イエローケーブル）が敷設されており、各室から接続工作が出来るようになっていた。

3階の「情報処理実習室」には、年度当初までに、1クラス分の実習用32ビットパソコン（PC-9801DA）45台を導入することが出来た。そのうち1台は教卓脇に設置し、教官の指導用として使用している。この教官用パソコンのディスプレイ画面は、RGB スキャンコンバータでSビデオ出力に変換し、AV分配器を経由して4台の33インチTVの画面（局所的に、2、4、8倍に拡大表示可能）に出力している。また、AV分配器には、CCDカメラによるビデオプレゼンタとビデオテープレコーダの出力が接続してあり、3通りの教示画面を切り換えて提示できるようになっている。更に、教官の声もワイヤレスマイク・アンプを通してTVからのオーディオ出力となるように接続してある。

これまでは、1・2年生のPascal言語によるプログラミング実習や3年生のC言語プログラミング実習などは、各パソコンを個々に使用する環境しかなかったため、種々の問題点、不便さがあった。以下に、システム設計に際して考慮した諸事情をあげてみる。

(1) 学生個々の分だけ、システム用とプログラム保存用のフロッピーディスク（以下、FDと記す）を用意し保管しなければならない。

(2) 更に、例えば、Pascal用、C言語用というように、使用するソフトの種類が増え、そのためのFDの管理や保守に大変な手数を要する。

(3) FD1枚で収まらないシステムを使用することも考えられる。

(4) 各パソコンに、最低限容量のハードディスク（以下、HDと記す）を用意するやり方（250万円位かかる）もあるが、ハード面・ソフト面での保守・管理上の問題が多い。

(5) ハードコピー（プリンタ）についても、各パソコンに接続するやり方は予算上も負担増になり、保守・管理の面でも大変な手間がかかる。

(6) 予算面で事後の維持費や保守費の配当が全く無いので、ハード面では特に障害の少ない構成にすることが必要である。

(7) 当分、このパソコンで、プログラミング実習だけでなく他授業科目に関する演習や実習あるいは卒業研究など、多目的な利用に使用しなければならない。従って、利用形態に柔軟に対応して使用することが必要である。

(8) 今後計画しているUNIX環境の端末としての使用も考慮する。

2. 2 実習システム構築の設計について

前節で掲げた諸事情・背景を考慮し、次のように実現可能なシステムの検討を行った。

(1) 多人数での使用と多様な利用形態で、HDやソフト及びプリンタを共有できるようにパソコン45台をネットワークに接続し、ファイルサーバ及びプリンタサーバを導入する。

(2) ネットワークOSとしては、実習システムの利用形態に最も適合していると思われるノベル社のNetWare386を導入する。NetWare386（以下、NWと記すこともある）については次章で触れる。

(3) サーバ用マシンとパソコングループとは直接バス接続せず、図に示すように別々にイーサバス（イエローケーブル）に接続することにより、アクセス形態に柔軟性をもたせる。即ち、後でイーサバスにUNIXステーションや他のLAN環境を接続したときに、パソコングループをそれらの端末として使用できる形態をとる（サーバマシンに複数のLANボードを付加し、サーバにブリッジ機能やルータとしての機能をもたせるやりかたもある）。また、このような接続形態により、イーサバス上にLAN接続された各教官室や準備室のマシンから、ファイルサーバの保守や管理のためにクライアントとしてサーバマシンにアクセスすることは容易である。

(4) 各パソコンには増設メモリ（RAM 4MB程度）を付加し、拡張メモリやRAMディスク等の使用に備える。

(5) 各パソコンには、IPX/SPXプロトコル（NWが使用しているプロトコル）の他にTCP/IPプロトコル（UNIXのTelnetコマンドなどで用いているプロトコル）も使用できるLANボードを付加するものとする。

(6) (3)に関連して、情報処理実習室の45台のパソコン間の接続は10 Base2（BNC-Tタップ）

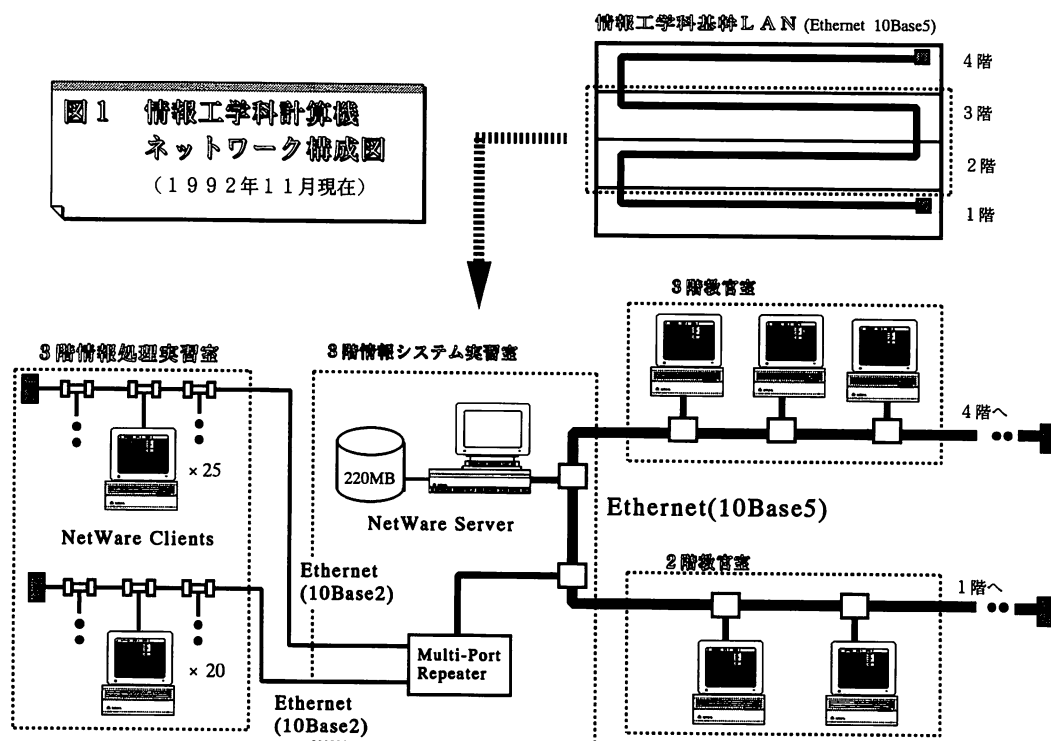


図1 情報工学科計算機ネットワーク構成図 (1992年11月現在)

による縦続接続とし、その一端をマルチポート・リピータのBNCポートに収容する。そして、リピータのAUI (10 Base5) ポートからトランシーバによりイエローケーブルに接続する。これにより各パソコンをイーサバスに接続するのに、マルチポート・トランシーバなども要せずに、リピータと1個のトランシーバで接続できる。また、将来複数のプラットフォーム・ステーションがバス上に接続され、複数のネットワーク環境が共存するような状況で、必要な場合にはパソコングループを容易に別セグメントにすることが出来る。

3. NetWare386 について

NetWare386の最新バージョンは3.11Jであるが、情報工学科のシステム構築時には間に合わなく、v3.1Jをインストールした。v3.11Jでは、UNIXやMachintoshとディスクを共有する機能が追加されている。まず、v3.1Jの概要について述べる。

3.1 NetWare386 v3.1Jの概要

3.1.1 クライアント・サーバアーキテクチャ

NetWare OSの基本構成は、クライアント・サーバアーキテクチャである。つまり、通常のアプリケーションプロセスをユーザインタフェースやキーボード、画面処理など個別ユーザ用に設計されたサービスを提供するクライアントソフトウェアと、データベースの検索やソート機能のような複数のユーザによって共用されるサービスを提供するサーバソフトウェアに分割し、ネットワーク通信プロトコルによって、あたかも同一のマシン上にあるかのような環境を提供する。

(1) サーバ

NetWareは、サーバ機のハードディスクをLANに接続されている複数のパソコンで共有するファイルサーバ機能と、複数のプリンタをLANに接続して、複数のパソコンで共有するプリントサーバ機能を提供している。両機能とも1つのLANに複数のサーバが接続でき、パソコン側で接続するサーバを簡単に変更することができる。さらに、標準でBtrieveと呼ばれるデータベース・サーバ機能も提供している。

(2) クライアント

クライアントは、ディスクやプリンタの共有などの機能をサーバに依頼するパソコン（もしくはソフトウェア）である。概念的なクライアントと区別するため、NetWare では、パソコンに限らず、サーバにアクセスしようとするクライアント側のハードウェア全てをワークステーションと呼んでいる。

3. 1. 2 ネットワーク

OSI の 7 階層モデルに対応する NetWare の各階層のプロトコルについて述べる。

OSIモデル	NetWare プロトコル			
アプリケーション層				
プレゼンテーション層				
セッション層		NCP	SAP	RIP
トランスポート層	SPX			
ネットワーク層	IPX			
データリンク層	MAP			
電気物理層	イーサネット、トークンリング			

図2 OSI 階層モデルと NetWare プロトコル

(1) 電気物理層，データリンク層

OSI の 7 階層の電気物理層とデータリンク層にあたるプロトコルには、IEEE802. 3（イーサネット）と IEEE802. 5（トークンリング）が使用できる。

(2) ネットワーク層

NetWare386- 3. 1J では NetWare 独自のプロトコルである IPX（Internetwork Packet eXchange）を使用している。さらに、最新の NetWare386-3. 11J では IPX に加えて TCP / IP と Apple Talk をサポートしている。IPX は Xerox 社の XNS（Xerox Network System）の IDP（Internet Datagram Protocol）を改良したプロトコルである。

(3) プレゼンテーション層，セッション層，トランスポート層

この階層のプロトコルには、目的別に 4 種類のプロトコルが使われている。

(a) NCP (NetWare Core Protocol)

一般的なデータ交換に使われるプロトコルで、サーバとクライアントとの間の接続を維持し、伝送エラーをチェックする。NCP パケットの生成とエラー検出、再送は、ワークステーション内のソフトウェアとサーバ間で行われる。クライアントがファイルサーバにログインすると、コネクション番号が割り当てられる。クライアントのそれ以降のサービス要求は、このコネクション番号

を NCP パケットに付加してサーバに送られる。NCP では TCP / IP と同じように、送り先からの受信確認返送パケットがなくても、送り元は次のパケットを送ることができる。この方式は高速にデータ交換が行えることから多くのプロトコルで採用されている。

(b) RIP (Routing Information Protocol)

RIP はルート情報の交換に使うプロトコルで、XNS にある同様のプロトコルを改良したものである。RIP は複数セグメントに分かれた LAN で使われ、ワークステーションが自分の属する LAN セグメントではなく、異なる LAN セグメントへアクセスするための最短ルートを知るときに使うプロトコルである。

(c) SAP (Service Advertising Protocol)

SAP はサーバがどこにあるかをワークステーションに知らせるのに主に使うプロトコルで、ファイルサーバ、プリントサーバが、自分のアドレスとサービス内容を傘下のワークステーションに向けて同報通信する。

(d) SPX (Stream Packet eXchange)

SPX は IPX と組み合わせられて、ネットワーク上の通信が正常に行われているか監視する。IPX は LAN インタフェースカードのドライバを使って LAN インタフェースカードの制御を行うが、通信の正常性は感知しない。実際に通信の正常性を監視し、再送するのは SPX が行う。

3. 1. 3 ワークステーションのソフトウェア

サーバにアクセスするワークステーションには、必ず次の 3 つのソフトウェアをインストールする。

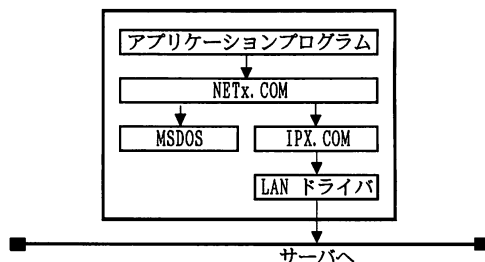


図3 ワークステーション上のソフトウェア

(1) LAN インタフェースカードのドライバ

LAN インタフェースカードに付属しているソフトウェアで、ワークステーションのインストール時に、IPX.COM に組み込む。

(2) IPX. COM

送るパケットを IPX / SPX プロトコルに組み立て、受信した IPX / SPX プロトコルからデータ部分だけ取り出すためのソフトウェアであり、IPX. COM は TSR (Terminate-and-Stay Resident) 常駐プログラムとして、ワークステーションのメモリにロードされる。

(3) NETx. COM

NETx. COM には、DOS-v3 用の NET3. COM と、DOS-v5 用の NET5. COM があり、NetWare ではシェルと呼んでいる。NETx. COM も IPX. COM と同様 TSR として、ワークステーションのメモリにロードされ、アプリケーションのリクエスト (DOS システムコール) を横取りし、ローカルの DOS にそのまま渡すか、NetWare のサービスを要求するためにサーバに送信するかを決定し、サーバに送信するリクエストはネットワークへ送信するためにパケットに変換され、下部のネットワークソフト (普通は IPX / SPX) に送る。

3. 1. 4 ディスク

NetWare386 は他のネットワーク OS に比べてディスク処理が高速である。実際、ローカルに接続されているハードディスクにアクセスするより NetWare386 のサーバのディスクにアクセスするほうが速い場合がある。ここでは、NetWare386 がディスクアクセスを高速化するために使っている技術について述べる。

(1) エレベータ・シーキング

ディスクアクセスで、最もネックとなるヘッドの移動量を最小にする技術で、各クライアントから送られてくるディスクアクセス要求を到着順に処理するのではなく、ヘッドの移動量が最小になる順に処理する。

(2) FAT (File Allocation Table) 参照の高速化

DOS では、FAT はディスクにある。従って、ファイルにアクセスするには、まず FAT を読み、チェーンをたどりファイルの物理位置を求め、再度ディスクにアクセスする。それに対して、NetWare では FAT をメモリに常駐させ、メモリの参照だけでファイルの物理位置を求めることができる。

また、DOS の FAT はチェーン構造になっておりファイルの途中のブロックはこのチェーンをたどることでアクセスするが、この時間が馬鹿にならない。そこで、NetWare ではファイル毎に FAT を作成し、チェーンをたどる処理を省いて

いる。

(3) ディレクトリテーブルのメモリへの常駐と、ハッシング

FAT だけでなく、ディレクトリテーブルもメモリに常駐させている。さらに、ディレクトリテーブルの参照もハッシングにより高速化している。

(4) ファイルのキャッシング

一度読み込まれたファイルはサーバのメモリにも残しておき、同じファイルの読み取り要求がクライアントからあれば、ディスクからでなくメモリから直接転送する。また、ディスクへ書き込んだファイルもメモリに残しておく。しかし、実装されているメモリ容量には上限があるので、キャッシュがいっぱいになると古いファイルから順にキャッシュから消去される。

(5) 読み出しプロセスと書き込みプロセスの独立

ディスクへの書き込みプロセスより、読み出しプロセスを優先的に処理し、書き込みプロセスはサーバが比較的暇な時にバックグラウンドで処理する。

(6) スプリット・シーク

障害対策に関係して、ディスクの2重化を行っている場合、片方のディスクがビジーの時、もう一方のディスクにアクセスする。つまり、多数のアクセス要求を2つのディスクに振り分けて同時に実行する技術である。

3. 1. 5 障害対策

多数のクライアントでディスクを共有する場合、特に重要なのは1つに集中したディスクの障害が、全てのクライアントに影響することである。NetWare が提供するディスク障害対策を以下に述べる。

(1) 書き込み後の読み取りチェック

NetWare では、ディスクに書き込み後、読み取りをして正しく書き込まれているかチェックしている。

(2) HotFix (エラー・エリアの使用禁止)

読み書きでエラーが発生したブロックは、不良ブロックリストに登録して、二度と使わない。

(3) ディレクトリテーブルと FAT の二重化

ディレクトリテーブルと FAT のそれぞれ2つのコピーを異なるシリンダにおき、NetWare 起動時に同一性をチェックする。

(4) ディスクの二重化

NetWare はディスクの二重化に2つの方法を提供している。

(a) ディスクのミラーリング

1つのハードディスク・コントローラに接続されている2つのハードディスクに同一のデータを書き込み、片方だけから読み出し、エラーが発生したらもう一方から読み出す。

(b) ディスクのデュプレキシング

ディスクのミラーリングをさらに進めて、ハードディスク・コントローラを二重化する。ハードディスク・コントローラが独立して同時に動作できるため、ディスクへの書き込み時のオーバーヘッドが少なくなる。

(5) TTS (Transaction Tracking System)

データベースにおけるロールバック機能にあたる。つまり、一連の書き込みの途中で、エラーが発生したら、書き込みをキャンセルしてデータベースを元に戻す機能である。

(6) UPS (Uninterruptible Power Supply) の監視

電源の異常を、UPSに接続されているRS-232Cを経由して監視する機能で、電源の異常を検出すると、自動的に全てのファイルをクローズし、サーバをシャットダウンする。

(7) 消去したファイルの回復

ファイルを誤って消去したり、上書きしてしまった場合、元のファイルに戻す機能である。NetWareでは、DELコマンドでファイルを消去してもDIRコマンドで表示されないだけで、物理的にファイルは消去されず、コマンドでファイルを回復することができる。

3. 1. 6 セキュリティ

サーバは多数のユーザのディスクやファイルを管理しており、ディスクやファイルに対してきめ細かいアクセス制御を行うことが重要である。

NetWareはメインフレーム並のセキュリティ機能を持っており、実際、アクセス権のないディレクトリやファイルはDIRコマンドで見ることすらできない。

(1) ユーザとグループ

NetWareではユーザの他に、複数のユーザからなるグループを登録する。また、ユーザは複数のグループに所属することができる。

(2) トライスティ (アクセス権) の分類

NetWareではディスクやファイルに対するアクセス権をトライスティと呼んでいる。一つ一つのディスクやファイルに以下のようなトライスティが設定できる。

S (無制限) スーパーバイザ特権で、

他のトライスティが設定されていなくても、全てのアクセスが許可される。

R (読み出し)

ファイルからの読み込み。

C (作成)

ファイルの作成。

W (書き込み)

ファイルへの書き込み。

E (削除)

ファイルの削除。

M (変更)

ファイルの変更と、ディレクトリやファイルの属性、名前の変更。

F (探索)

ファイル名の表示と、ディレクトリの探索。

A (アクセス制御)

トライスティ継承マスクの変更、トライスティの変更、ディレクトリへのディスク容量割り当ての変更。

(3) トライスティの割り当て単位

トライスティは、ユーザ単位、またはグループ単位に割り当てることができる。UNIXでは一つのファイルのオーナーは、一人のユーザと一つのグループであるが、NetWareでは一つのファイルに対して、複数のユーザとグループがオーナーになることができ、さらに各種のトライスティがきめこまやかに設定できる。

(4) ユーザの管理

NetWareが提供するユーザ管理機能を以下に示す。

- パスワードの設定 (最小文字数, 変更周期, 期限, ログイン試行数)

- 資源バランスの制御

- ユーザアカウントの有効期限の設定

- 同時ログイン数制限

- ログイン時間制限

- ログインできるワークステーションの制限

また、一般にはこれらのユーザ管理機能は、スーパーバイザ特権で行うが、特定のユーザを管理する管理ユーザを設定することもできる。

3. 2 NetWare386 3. 11Jの概要

ここでは、NetWare386 3. 1Jに追加された機能について述べる。

(1) 複数のネットワークプロトコルへの対応

本来NetWareが使用していたIPX / SPXベースのネットワークプロトコルに加えて、TCP / IP, Apple Talk等への対応が行われ、DOSマシンだけでなく、UNIXマシンやMachintoshともファ

イルやプリンタを共有できる。

(2) 追加サービス

複数のネットワークプロトコルへの対応により、UNIX マシンとファイル共有するための NetWare NFS TCP/IP サービス、Machintosh とファイル共有するための NetWare AFP サービス、データベース用の NetWare SQL サービス等が追加されている。

3. 3 導入とインストールについて

NetWare386 の導入については、判りにくい点が多々あった。日本国内では「ノベル株」で扱っているが、直接供給セールスはしていないとのことであった。ノベル製品の販売は数社の「ディストリビュータ」が行っている。しかし、この「ディストリビュータ」もユーザには直接販売していない。更に、「ノベル社認定教育」を受講して資格の認定をうけた「リセラー」と呼ぶ、扱い各社からのみ供給が受けられることがやっと判った。次に、「リセラー」数社との問い合わせを行ったがいずれも、導入環境の詳細な調査（ノベル社の検証ラボで、その接続性が確認されたハードウェア製品を「ノベル認定製品」として公表しているが、これに適合するかどうかの調査）が必要とのことであった。我々は前もって、NW が使用できる機器環境を検討して計画しておいたので、この点は問題なく了解された。売買契約の手続きの段階で、「リセラー」あるいは「ノベル社」の販売方針と我々の思惑との間に大きな行き違いがあることが判った。NetWare386 の価格は、40クライアント用で98万円と公表されている。しかし、販売見積にはそのほかに約100万円余りの「インストール料」というのが見積もられていて、「リセラー」によるインストールを伴う販売が原則であるとのことであった。我々は、NW ソフトを購入して自分でインストールするものと考えていたので、ここにきて計画と予算的にも大きな狂いが生じてしまった。ノベル社側の「販売製品に対する稼働保証とサポート・サービスに対する行き届いた責任体制」に感服しながらも、度々の交渉の結果、「教育・研究に役立たせるためにも、是非、自分達の手でインストールしたい」との我々の意向を受け入れて頂き、条件付きで「リセラー」からのソフトウェア製品のみ供給を受けることが出来た。

送られてきた製品の梱包の内容は、15枚のシステム FD と分厚いマニュアル類である。後はこの

16冊のマニュアルと我々の経験を頼りに、自力でインストールするだけとなった。夏期休業期間に入る少し前から、必要なハードウェア環境の手配をしながらマニュアル類に目を通した。一般に、こうしたマニュアル類の出来不出来には、ユーザが苦勞させられることが多いのが定説である。ユニークな用語が使われているのが目についたが、一見、比較的よく書かれているように感じられ、これならなんとかかなと思われた。しかし、実際に作業を進めてみると、やはりその見通しは多少甘かったことを反省させられた。

4. 実習システム構築の経過

4. 1 ハードウェア環境の構築と作業

実習システム構築の設計に基づき、次のような機器・器材を準備した。

- (a) ファイルサーバ用コンピューター式
PC - H98S model8 - 002 (NEC 製), 17" ディスプレイ, 増設 RAM - 8MB (メルコ社製), HD - 220MB (ICM 社製)
- (b) クライアント・パソコン用増設 RAM - 4MB 45式
EDA - 4000R (メルコ社製)
- (c) LAN ボード50式 (サーバ, クライアント, 教室室用を含む)
EC - 98X (10Base5 / 2, ネットワールド社製)
- (d) マルチポートリピータ 1台
CentreCOM - 3022 (10Base5 / 2 各 2 ポート, アライドテレシス社製)
- (e) トランシーバ及びケーブル 7組
(サーバ, リピータ, 教室室用を含む)
CentreCOM - 106 (アライドテレシス社製)
- (f) 同軸ケーブル 150m
Thin イーサケーブル (RG58A / U)
- (g) BNC コネクタ 120個
BNC - P / 58U 圧着型
- (h) ターミネータ (50オーム) 2個

その他ケーブルの接続テスト用に、貫通型ターミネータ, BNC - JJ コネクタ等を数個用意した。これらの機器・器材はいずれもコスト/パフォーマンスの面から、必要最小限のものとして選定したものである。購入価格としての所要経費総額は約350万円程である。

10Base2 の伝送路媒体上に接続するノード間の最小間隔は0.5mとなっているので、各パソコン

間やリピータと接続する同軸ケーブルを0.5mの整数倍の所要の長さに切り、両端にBNCクネクタをとりつけた。同軸ケーブルの加工には、作業能率を考えて圧着タイプBNCを使用することにし、圧着工具を一式用意した。これにより、初めて加工作業をする者も含め、5人×3時間ほどのマンパワーで終えることができた。

45台のパソコンとサーバマシンに増設RAMとLANボードを実装し、同軸ケーブルで仮接続する。LANボードに付属してくる「ハードウェア診断プログラム」を走らせて接続テストを行う。この診断プログラムでのテスト内容は、機器構成・I/Oアドレス・ID-ROM・ボードRAMのチェック、コントローラのループバックテスト、割り込みのチェック、パケット送受信によるネットワーク機能のチェックなどからなっている。この段階では、動作不良のLANボード1枚がチェックアウトとなり、メーカへ交換に出した。伝送テストではパケットの衝突によると思われるエラーが生じたが、接続テストには異常がなく、オシロスコープで伝送路上の波形やレベルを観測して、経験上問題なからうと判断した。次に、次節で述べるサーバとクライアントに対するNetWareのインストールを行う。各パソコンから、クライアント用システムディスクを次々と立ち上げていくと、見事に全体が完動した。このころ、リピータやトランシーバが納品されたので、サーバは直接イエローケーブル（10Base5）へ、パソコン群はリピータを経由してイエローケーブルへ接続して、再度接続テストを行う。これも問題なく、最後に、同軸ケーブル群をフリーアクセス床のタイル下に敷設（この作業が最も大変だった）して、全作業を完了した。各教官室からは、それぞれ天井裏にトランシーバを設置してイーサ（イエロー）ケーブルと接続し、サーバとアクセスしている。

4. 2 NetWare386のインストール

NetWare386システムのソフトウェアのインストールについて述べる。結果的に言うと、1つ大きな問題には遭遇したが、全般的に我々が当初考えていたよりインストールは簡単であった。

4. 2. 1 ファイルサーバのインストール

以下に、NetWare386 3.1Jの標準的なファイルサーバのインストールの手順を示す。

- (1) ハードウェアの設定を行う。
- (2) ハードディスクにMS-DOSをインストール

する。ハードディスクにはMS-DOSのパーティションを確保する。サーバをブートしてしまえば、MS-DOSはほとんど使われないため、それほど大きなパーティションを確保する必要はない、実習システムのサーバのMS-DOSのパーティションの大きさは約8 Mbyteである。

- (3) MS-DOSからNetWare386サーバプログラムを実行する。この時点で、NetWare386サーバは動き出すが、LANやハードディスクなどの手足は持っていない。これ以降はNetWare386サーバに各種コマンドを入力する。

- (4) 内部ネットワーク番号を設定する。

- (5) ハードディスク・ドライバをロードする。このドライバはサーバ本体マシンのメーカごとに用意されている。

- (6) NetWare386サーバ用のパーティションをハードディスクに確保する。従ってこの時点で、ハードディスクにはMS-DOS用のパーティションと、NetWare386サーバ用のパーティションの2つが確保される。NetWare386サーバ用のパーティションには約210 Mbyteを割り当てた。

- (7) 次にハードディスクのミラーリングを設定するが、実習システムのサーバでは、ミラーリングを行っていない。

- (8) ボリュームを作成する。標準的にsysボリュームは必ず作成する。そのほか、実習システムのNetWare386サーバには、localボリュームを作成した。

- (9) ボリュームをマウントするフロッピーディスクから、sysボリュームのsystem、public、loginディレクトリに各種ユーティリティプログラムをコピーする。

- (10) LANドライバをロードし、プロトコルをLANドライバにリンクする。このLANドライバは、LANインタフェースボードに添付されている。
- (11) ファイルサーバ・ブートファイルを作成する。

これはMS-DOSでいえばautoexec.bat、UNIXでいえばrcとrc.localにあたる。ファイルサーバ・ブートファイルには、MS-DOSからNetWare386サーバを起動した直後、MS-DOSのパーティションから読み込まれて実行されるstartup.ncfと、その後、NetWare386サーバのパーティションのsysボリュームから読み込まれて実行されるautoexec.ncfがある。標準のインストール手順を実施すれば、ファイルサーバをブートするために必要な最低限の設定が両ファイルに記憶されるので、あとはローカルな変更を行うだけで

ある。

実習システムでのファイルサーバのインストールでは、(6)で問題が発生した。現象は、ハードディスク（またはインタフェースボード）と、NetWare386 のディスクパーティション設定プログラムの間で、ディスクパラメータ（シリンダ数やセクタ数など）が食い違っているようで、NetWare386 サーバ用のパーティションが確保できなくなった。サーバ本体と同じ NEC 純正のハードディスクであれば問題は生じなかったかもしれないが、性能等を評価し、サードパーティ製のハードディスクを使ったため、懸念していたことではあるが、大きな問題となってしまった。いろいろ試した結果、ハードディスクに MS-DOS のパーティションを取らずに、NetWare386 サーバ用パーティションだけを確保すると問題なかった。さらに、先に NetWare386 サーバ用パーティションを確保し、次に MS-DOS のパーティションを確保することができたので、標準の手順の(2)と(6)を逆に実行することで、ファイルサーバのインストールを完了することができた。

4. 2. 2 クライアントのインストール

クライアントとはいわゆるイーサネットケーブルを通してサーバに接続されているパソコンである。情報工学科で、このネットワークに接続されているパソコンは、情報処理実習室の学生用パソコン、教卓の教官用パソコン、各教室のパソコンなどがあるが、インストール作業の手順は変わらない。また、別のパソコンでクライアント用システムを作成することもできる。

クライアント用システムの規模は、フロッピーディスクに十分収まる大きさなので、システムのブートにハードディスクは必須ではない。情報処理実習室の学生用パソコンのブートには、クライアントシステムを納めたフロッピーディスクを用いている。学生用パソコンにはハードディスクは接続されていないが、十分な大きさの拡張メモリを持っていることもあり、実習には支障がない。

クライアントシステムのインストールでは、LAN ボードが使用する割り込み番号と、ハードディスクなどの装置の割り込み番号がぶつからないように注意しなければならない。普通どのメーカーのハードディスク、LAN ボードとも、工場出荷時のデフォルトの割り込み番号は INT-0 になっていて、どちらかを違う割り込み番号に変更しなければならない。また、今回使用した LAN

ボードではソフトウェアによって、割り込み番号を変更できたが、ボード上のディップスイッチなどで割り込み番号を変更するハードディスクのインタフェースボードや LAN ボードでは、拡張スロットからとり外されなければ変更できないものもあるので注意が必要である。実習システムでは、ハードディスクの接続されていない学生用のパソコンではデフォルトの INT-0 のまま、教官用等ハードディスクの接続されているパソコンでは、LAN ボードの割り込みを INT-5 に設定している。

クライアントのインストールでのメインは、NetWare386 システムに付属している IPX のオブジェクトモジュールと、LAN ボードに付属している LAN オブジェクトモジュールを結合して、IPX プロトコルを処理する LAN ドライバを生成することである。以下に、NetWare386 3.1J の標準的なクライアントのインストール手順を示す。

- (1) ハードウェアの設定を行う。
- (2) MS-DOS をブートする。
- (3) IPX プロトコルを処理する LAN ドライバを生成するプログラムを実行する。このプログラムの中で、LAN オブジェクトモジュールの選択と、このオブジェクトモジュールが使う割り込み番号、I/O のポート番号の設定を行う。
- (4) LAN ドライバとネットワークシェルをハードディスク、またはフロッピーディスクにコピーする。
- (5) 一般に、LAN ドライバは config.sys の device = で、ネットワークシェルは autoexec.bat でメモリに読み込むように両ファイルを変更する。

4. 2. 3 プリントサーバのインストール

NetWare386 のプリントサーバ機能では、クライアントからの印刷要求を受け、印刷データをキューに保持するマシンと、実際にプリンタが接続されているマシンを分離できる。従って、プリントサーバの運用構成には以下の 4 つの形態が選択できる。

- (1) プリントサーバをファイルサーバ・マシンで起動し、同じマシンに接続されているプリンタ（ローカルプリンタ）に出力する。
- (2) プリントサーバをファイルサーバ・マシンで起動し、ネットワーク上のワークステーションに接続されているプリンタ（リモートプリンタ）に出力する。
- (3) プリントサーバをネットワーク上のワークステーションで起動し、同じマシンに接続されてい

るプリンタ（ローカルプリンタ）に出力する。

(4) プリントサーバをネットワーク上のワークステーションで起動し、ネットワーク上の他のワークステーションに接続されているプリンタ（リモートプリンタ）に出力する。

(1)と(2)はプリントサーバをファイルサーバ上で起動する方式であり、プリント要求、ファイル要求とも少ない場合、有効な方式である。それに対して、(3)と(4)は、ファイルサーバとは異なるマシンに、プリントサーバ機能を分散する方式で、ファイルサーバへの負担が減る反面、プリントサーバ専用のマシンを新たに用意しなければならない。また、(1)と(3)はファイルサーバ・マシンでプリントサーバだけでなくプリンタの制御まで行う方式で、ローカルプリンタ設定と呼ばれる。それに対して、(2)と(4)は、プリントサーバとは異なるワークステーションにプリンタの制御を分散する方式で、リモートプリンタ設定と呼ばれている。リモートプリンタを制御するワークステーションでは、プリンタ制御用のソフトウェアをメモリにロードする。このソフトウェアはメモリ常驻型であり、プリンタの制御はバックグラウンドで行われるため、そのワークステーションで別のソフトウェアを実行することができる。

以下に、NetWare386 3.1Jの標準的なプリントサーバをインストール手順を示す。

(1) プリントサーバ機能の運用構成の選択

上記に示した、運用構成から最適な形態を選択する。ただし、プリントサーバやリモートプリンタ制御用のマシンは、インストールで固定的に決まるわけではなく、インストール後、自由に変更できる。

(2) ハードウェアの設定

プリンタを接続するマシンのハードウェア設定を行う。PC-9801で普通にプリンタを接続する場合は、事実上何もすることはない。

(3) プリントサーバを設定する

NetWareでは、プリントサーバの設定は、ファイルサーバにプリントサーバに関する情報を登録することであり、以下に示す作業を実施する。

(a) プリントキューを設定する。

クライアントからの印刷要求は、このプリントキューに一度蓄えられてからプリンタに送られる。

(b) プリントサーバ・アカウントを設定する。

ここで重要なのは、プリントサーバ名を設定することであり、後でプリントサーバを起動するとき、このプリントサーバ名を指定する。従って、

正しいプリントサーバ名を指定するだけで、どのワークステーションもプリントサーバになることができ、インストール時にそれが固定されない。

(c) 論理プリンタを設定する。

論理プリンタ番号を設定する。論理プリンタ番号は、物理プリンタが接続されているリモートプリンタ制御用のワークステーションからの要求で、物理プリンタと結合することができる。従って、正しいプリントサーバ名と論理プリンタ番号を指定するだけで、どのワークステーションもリモートプリンタ制御用のワークステーションになることができ、インストール時にそれが固定されない。

(d) 論理プリンタへのプリントキューの割当て
論理プリンタとプリントキューを結合する。クライアントからの印刷要求は、プリントキューに結合されている論理プリンタに送られる。

(e) プリントサーバの起動

ファイルサーバ、ワークステーションいずれの場合も、起動するときプリントサーバ名を指定する。

(f) リモートプリンタ制御用のマシンの起動

リモートプリンタ設定の場合は、プリンタが接続されたワークステーションで、プリントサーバ名と論理プリンタ番号を指定して、リモートプリンタ制御用のソフトウェアを起動する。

(g) プリント環境の設定

以下に示すプリント環境を設定する。

- プリンタ制御コードの設定
- 用紙の設定
- プリントジョブの設定

4. 2. 4 ユーザ管理と各種設定

(1) ボリューム構成

NetWare386では、ハードディスクをボリューム単位で分割する。MS-DOSでいえば、拡張フォーマットで、1台のハードディスクに複数の領域を確保し、それぞれドライブ番号がつくのと同じであるが、NetWare386のボリュームの特徴的な点は、同一ボリューム名のボリュームを複数のハードディスクに分散できることである。ただし、実習システムのサーバに接続されているハードディスクは1台なので、ボリュームの分散はしていない。実習システムのサーバではsysボリュームと、localボリュームの2つのボリュームを確保した。

(a) sysボリューム

sysボリュームは約30 Mbyteで、NetWareシ

システム, NetWare から供給される各種ユーティリティ, MS-DOS のツール, 実習用言語環境など, 基本的に全ユーザで共有されるプログラムをインストールした。

(b) local ボリューム

local ボリュームは約180 Mbyte で, 教官, 学生それぞれ個別のディレクトリと, 全ユーザ, グループで共有されるデータ領域を確保した。ただし現時点では, (臨時的に本年度の高専祭の学科展用には使用したが) 学生それぞれに個別のディレクトリは割り当てていない。将来的にどのように運用して行くか, ディスク容量の増強とのからみで検討課題の一つである。

(2) ユーザ管理

(a) グループ構成

NetWare では, ユーザ単位での管理だけでなく, グループ単位での管理も可能で, UNIX よりグループ構成が柔軟に行える。実習システムのサーバでは, 以下のようなグループ構成になっている。

- ・教官 (teacher)
- ・学生 (student)
- ・全員 (everyone)

(b) ディレクトリ割り当て

NetWare では, ユーザ単位, さらにグループ単位でディスクのアクセス制限が非常にきめ細かく設定でき, 変更することも容易である。実習システムのサーバでは, 以下のようにアクセス制限を設けている。

・学生グループと全員グループ

sys ボリュームの一般的なプログラムの実行とファイルの読み込みはできるが, local ボリュームをアクセスできない (ただし, 臨時的に本年度の高専祭の学科展時には, 特定のディレクトリに限ってアクセスできるように設定した)。

・教官グループ

sys ボリュームの一般的なプログラムの実行とファイルの読み込みができ, local ボリュームの特定のディレクトリを自由にアクセスできる。

・特権管理ユーザ

グループではないが, sys ボリューム, local ボリュームとも自由にアクセスできる。

(3) セキュリティ管理

複数のユーザで共有するシステムに共通する事であるが, セキュリティ管理が非常に重要である。NetWare386 3. 1J では, 以下のようなセキュリ

ティ管理が実施できる。

- ・ディレクトリ, ファイル単位のアクセス制限
- ・パスワード, パスワードの有効期限
- ・アカウント制限
- ・ログインロケーション, 同時ログイン数, ログイン時間
- ・不正進入者検出と排除

実習システムのサーバではこの中の「不正進入者検出と排除」を除いて, セキュリティ管理を実施している。例えば, 学生ユーザである情報3年生の学生は全て同一のユーザ名を持ち, パスワードは設定していないが, アクセスできるディレクトリを最小限に制限し, 他のユーザに影響しないようにしている。また, 教官ユーザにはパスワードを課し, セキュリティホールにならないようにしている。

5. 稼働状況と検討

5. 1 運用事例

(1) 言語実習

情報工学科では3年生で, 言語Cの実習を行っており, Turbo-Cを使用している。どのソフトウェアでもそうであるが, 機能向上が図られるたびに, 必要とするディスク容量が増大し, 現在の Turbo-C ではハードディスクが必須となっている。実習用のパソコンがネットワークを介して NetWare サーバに接続されるまでは, 必要最小限のファイルだけをフロッピーディスクにコピーし, 実習を実施していたが, ディスク容量オーバーでコンパイル不能に陥ったり, ヘルプファイルを入れる余裕がないなど, 実習環境としては限界に達していた。このようなことから, NetWare サーバとネットワークの整備が完了するとすぐに, NetWare サーバを使った言語Cの実習を実施している。

当初は, 約40人もの学生が, 同時に NetWare サーバにアクセスして問題はないか懸念していたが, コンパイル時間も高速化され, ヘルプも参照可能になるなど, 環境が大幅に改善された。結果的に, 全く問題なく実習を実施しており, 学生の評判も上々である。

(2) 「中学生のための学校見学会」と「学校週5日制に伴う活動への参加 (パソコン相談室)」

8月17日, 18日の「中学生のための学校見学会」と9月12日の「学校週5日制に伴う活動への参加

(パソコン相談室)」では、NetWare サーバに接続されている情報処理実習室のパソコンを使って各種ソフトウェアのデモを実施した。やはりどのソフトウェアも必要なディスク容量は増大しておりハードディスクが必須であったが、NetWare サーバに接続されていれば、どのパソコンからでも自由にソフトウェアを実行でき、事前の設定などはほとんど不要であった。

(3) 高専祭での学科展

(2)と同じようにデモにも情報工学科のネットワークが活躍したが、さらに、情報処理実習室に展示していたコンピュータグラフィックスの画像データ作成にも非常に役立った。コンピュータグラフィックスの画像データ作成では、1枚作成するのに早いもので半日、遅いものだと、24時間パソコンを動かしても、1週間から数カ月かかるものもある。このため、短期間で仕上げるために、多数のパソコンで部分的に作成し、後で結合するようにした。ネットワークに接続されているため、どのパソコンでも元になる画像情報に簡単にアクセスでき、できた画像データもフロッピーディスクにばらばらに分散することなく、一箇所にまとめることができた。このように、長時間計算の分散化と画像情報の共有化により、短期間で数多くの展示品を完成することができた。

6. おわりに

本実習システムの構築は、新学科棟が出来たばかりの諸準備・整備に多忙な中で、計画から施工完成まで、三ヶ月足らずの極めて短期間で達成できた。予算面では、岩倉化学工業(株)殿からの奨学寄付金、「情報工学科教育研究助成金」に依っている。ここに記して厚く御礼申し上げたい。

実習システムは外見上、接続ケーブルも見えずプリンタも見あたらずで、むしろ貧相なシステムに見える。低学年生には、まだシステムの構成や機能を理解できず、「違い」が判らないようであるが、これから次第に「最新システム」の体験を実感していくことであろう。

7. 参考文献

- 1) ノベル社：NetWare386 v3. 1J, インストレーション。
- 2) ノベル社：NetWare386 v3. 1J, ユーティリティファレンス。
- 3) ノベル社：NetWare386 v3. 1J, コンセプト。
- 4) ノベル社：NetWare386 v3. 1J, プリントサーバ。
- 5) 脇 英世：ノベルの NetWare 戦略, オーム社 (1991)。
- 6) 高等専門学校情報処理教育研究協議会：情報処理教育研究発表会論文集, 第10号 (1990)。
- 7) 玄, 神沼, 井門, 辻村：「第3回 UNIX とネットワークフェスティバル」報告, bit, Vol. 24, No. 2, p 134 (1992)。
- 8) 飯吉 透：COMPUTER & EDUCATION, ASCII, Vol. 15, # 8, p 406 (1991)。
- 9) 山本勝之：NetWare の特徴・機能・構造, インターフェース, Mar. p 162 (1991)。
- 10) 高木弘幸：NetWare 体験記, インターフェース, Mar. p 178 (1991)。
- 11) 杉山育央：NetWare386 で知るパソコン LAN, Oh! PC, Vol. 10, OCT. 15, p 145 (1991)。
- 12) 三輪芳久：Ethernet アダプタ199製品, NIKKEI BYTE, MAY, p 154 (1992)。
- 13) 川上 真：実践パソコン LAN - 大規模ユーザー向けの NetWare, 日経パソコン, 8/19, p 340 (1991)。
- 14) 清水隆文：挑戦! パソコン LAN, NIKKEI BYTE, OCTOBER, p 216 (1991)。
- 15) 清水隆文：2大ネットワーク OS の機能を探る, NIKKEI BYTE, DECEMBER, p 248 (1990)。
- 16) 宇野俊夫：パーソナルコンピュータのスタンダード LAN OS NetWare, SuperASCII, Vol. 1, # 5, December, p 73 (1990)。

(平成4年11月24日受理)