

初等中等教育現場を対象としたインターネットサーバ

相原 玲二 石川 真由美[†] 西村 浩二

広島大学 総合情報処理センター

[†] 広島大学 工学部

概要

情報の活用能力と国際性を養うため、文部省は2001年までにすべての初等中等教育機関にインターネットを導入する方針を出している。しかし、初等中等教育現場でのネットワーク管理、特にインターネットサーバの管理には様々な問題が予想される。本研究では、現場での管理を容易にするために必要な要素を検討し、遠隔からOSのバージョンアップまで行うことのできる管理支援システムを構築した。さらに、実際の教育現場における試行的な利用等について報告する。

Internet Servers for K12 School Environments

Reiji Aibara, Mayumi Ishikawa[†] and Kouji Nishimura

Information Processing Center, Hiroshima University

[†] Faculty of Engineering, Hiroshima University

Abstract

Japanese Ministry of Education (Monbusho) has announced that all schools including elementary schools, lower and upper secondary schools, will get the Internet connectivity until the year 2001 for those students to gain the ability of information basics and internationalization. However, there are several issues concerned with computer and network management in such schools, especially management of the Internet servers. This paper describes design and implementation of an Internet server management system that helps network managers at the schools. We also demonstrate results of the remote maintenance, that is software re-installation including replacement of the whole OS on the site connected to the Internet.

1 まえがき

情報の活用能力と国際性を養い、また情報化の進展に適切に対応するため、文部省は2001年までにすべての初等中等教育機関にインターネットを導入する方針を出している。しかし、専任の管理者を置くことの困難な初等中等教育現場(以下、「教育現場」と記す。)でのネットワークの管理は大変難しくなるものと予想される[1]。

最近ではサーバを管理する上で日常的に必要な作業を容易にするためのサーバ管理支援ソフトウェアが市販されている。しかし、非日常的な作業で

あるOS(Operating System)やアプリケーションソフトウェア等のインストールやバージョンアップ、障害時の復旧に関しては管理者がその都度行わなければならない。

本研究では、教師がサーバ管理を行う手助けとなるように、特に、OSやソフトウェアのバージョンアップ、ハードディスク障害時におけるシステムの復旧を目的としたインターネットサーバ管理支援システムの試作を行った。さらに、試作システムをインターネットに接続された小学校に設置し、OSのバージョンアップ等に要する時間を計測するなどして、システムの評価を行った。

2 教育現場におけるサーバの導入

本稿では、パソコンや周辺機器等をつないだネットワークで発生する多くの仕事を集中的に処理するコンピュータやその機能のことを「サーバ」と呼ぶ。特に、インターネットに接続する上で必要なサービスである電子メール機能やWWW (World Wide Web) 機能等を提供するサーバのことを「インターネットサーバ」と呼ぶ。インターネットサーバを構築することにより、組織固有の情報の受発信ができるようになる。一定規模の組織がインターネットへ接続し、その機能を有効に活用するには、インターネットサーバは必須である。小中高校における潜在的なインターネット利用者は、児童生徒を含めると相当数に昇るため、インターネットサーバを独自に持ち、種々の用途に利活用することが望ましい。

独自のインターネットサーバを導入すると、その管理を誰がどのように行うかが問題となる。専任のスタッフを置いて管理・運用を行うことが望ましいが、通常は現場の教師がその業務を行わざるを得ない。サーバ構築・管理は慣れないものにとっては難しく、管理者に多大な負担をしいることになる。その負担を減らすことを目指した管理支援ソフトウェア [2] が開発されている。この種のソフトウェアを用いることにより、複雑なコマンドの入力することなく、WWWブラウザ上でアカウントの作成やメーリングリストの作成等が行える。また、独自の管理支援ソフトウェアを内蔵し、ハードウェア一体の製品となったオールインワンサーバ [3][4] と呼ばれるものも登場している。

管理支援ソフトウェアは、OSや基本的なアプリケーションソフトウェアのインストールおよびバージョンアップまでは対象としていないため、実際に現場で利用する場合多くの問題点が残る。一方、オールインワンサーバはOSのバージョンアップを含め、様々な管理・保守操作が遠隔地からできるが、教育現場での使用を前提とはしていないため、管理支援ソフトウェアの機能に不十分さが目立つ。

本研究では、教育現場で利用することを前提とした管理支援ソフトウェアを持ち、遠隔地からほとんどの管理・保守操作ができるインターネットサーバ管理支援システムについて検討し、試作を行った。試作システムはPC UNIX (FreeBSD) サーバ

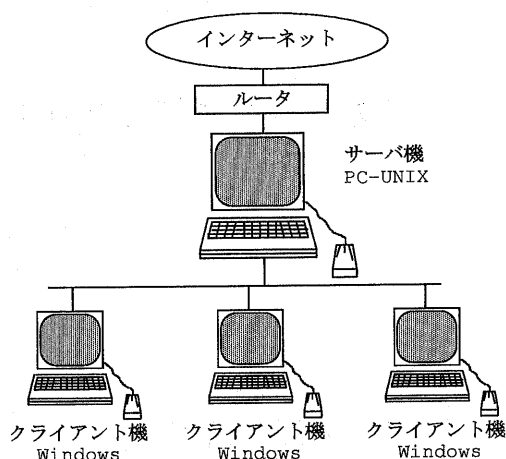


図 1: 教育現場のネットワーク構成例

上に構築し、管理支援ソフトウェアとしては既存のソフトウェア (BoxQun) を利用している。

なお、各教育現場ではクライアント機 (Windows, Mac 等) を LAN 上に接続し、電子メールのやりとりやネットサーフィン等インターネット活用は主にクライアント機を使用して行うことを前提としている。本研究で想定した、教育現場における典型的なネットワーク構成例を図 1 に示す。

3 サーバの提供する機能

教育現場で使用するインターネットサーバに必要なと思われる基本的な機能と、それらを提供するために今回使用したアプリケーションプログラムの一覧を表 1 に示す。ここでは、ネットワークの構成として図 1 を想定しており、NAT (Network Address Translation) による IP アドレスの変換機能が必要とする。また、クライアントの接続したネットワークは、いわゆるプライベートアドレスを使用した内部ネットワークとして構成し、インターネットへの経路情報アナウンスは行わない。そのため、プロキシサーバによる通信の中継が必要となる。これらの機能は、全節で述べたオールインワンサーバには、通常、組み込まれている機能である。

今回の試作では、前述のサーバ機能の他、管理支援ソフトウェア BoxQun を使用した。このソフトウェアは、ユーザ管理、DNS (Domain Name System) の設定、システムファイルのバックアップとリス

サーバ提供機能	アプリケーションプログラム
ネームサーバ (Domain Name System)	bind
電子メール	sendmail, qpopper
メーリングリスト	fml
World Wide Web サーバ	apache
プロキシサーバ	squid
NAT (Network Address Translation)	ip-filter
DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)	ISC dhcp
Microsoft Windows ファイル共有	samba
アクセス制限, ネットワーク監視等	tcp-wrapper

表 1: サーバの提供する機能とアプリケーションプログラム

トア、メーリングリストの管理などを、WWW ブラウザを使って行うことができる。また、児童生徒のアカウント一括登録などについては、CSV形式のファイルを読み込むこともできるため、市販の表計算ソフトウェア (Microsoft Excel 等) により作成したデータを使用することが可能である。

インターネットサーバとしては、以上のような基本機能が重要ではあるが、以下では本研究の特徴である、遠隔保守管理支援の部分について重点的に述べる。

4 管理支援システムの構成

図 2 に示すように、本システムは 1 台の親サーバと複数台の子サーバから構成される。子サーバは各教育現場に設置され、日常的な維持に関する管理は原則として教育現場の教師が行うものとする。親サーバは教育現場に設置されるのではなく、所轄の教育センターや契約しているインターネットプロバイダなどに設置され、専任のシステム管理者が管理することを想定する。

親サーバは、子サーバに関する IP アドレス等の情報、子サーバの OS およびアプリケーションプログラムのアーカイブ、子サーバ上の各種設定ファイル類のバックアップを保持する。必要なら、各子サーバ上のデータのバックアップを保存することもできる。

親サーバ上には、各子サーバごとの保守用アカウントを作成し、そのアカウントの所有者権限で上記の情報を保存する。したがって、子サーバは親サーバ上の情報のうち、自分の情報のみにアクセスできる。逆に、親サーバから子サーバへのアクセスは、親サーバ上の保守用アカウントを用いることにより、子サーバへ特権モード (root) にて

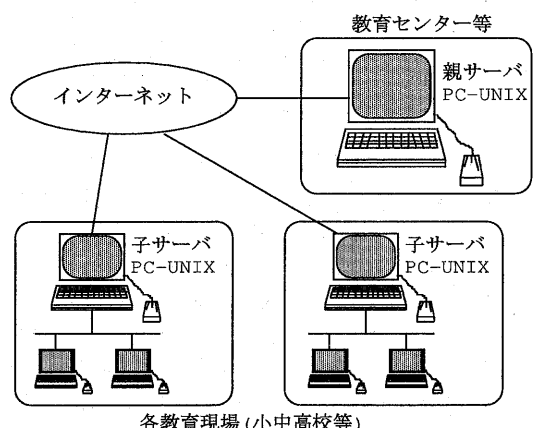


図 2: 管理支援システムの構成

アクセスできるよう設定する。これは、OS やアプリケーションのインストールの際、どうしても必要となる。

すべての子サーバは、原則として同一 OS を用いることを想定している。ただし、各々のハードウェアの仕様 (CPU やハードディスク容量等) が異なる場合にも対応できる。また、起動するアプリケーションの種類が異なる場合やその設定が異なる場合にも、一定の範囲内ならば対応可能である。

子サーバは一台のハードディスクに、最低限の機能を持った保守用の OS (miniOS) と、完全なサーバ機能を持った OS (servOS) をインストールしておき、日常的には servOS を使用する。いずれの OS が起動している場合でも、互いにもう一方の OS のディスク領域にアクセスできるものとする。miniOS は、servOS 自身のフルダンプを取る場合、OS の再インストールや大幅なバージョンアップを

行う場合などに使用される。これらの作業はすべてインターネット経由で親サーバと通信することにより進められる。miniOS 自身は最新のバージョンである必要はないが、miniOS のバージョンアップが必要となった場合は servOS 起動状態で行うことができる。

また、ハードウェア障害によりハードディスクを交換した場合に備え、起動用の OS (fdOS) をインストールしたフロッピディスクを子サーバごとに用意する。fdOS はフロッピディスクのみから起動することのできる OS で、ハードディスクの初期化、miniOS のインストールができる最低限の機能を含んでいる。miniOS インストールには、インターネット経由で親サーバを利用する。

5 システムが提供するサービス

親サーバは遠隔地より、保存してある子サーバの情報を参照して各種サービスを提供する。親サーバが各子サーバに提供する主なサービスは、(1) システムのバックアップ、(2) OS バージョンアップ、(3) ハードディスク障害時の復旧、(4) 設定ファイル等のバックアップ、(5) アプリケーションのバージョンアップである。これらサービスのうち (1)~(4) について以下で詳しく説明する。なお、教育現場のネットワーク管理者 (教師) は、原則としてハードディスク障害時の復旧以外は直接手を下す必要はない。

5.1 システムのバックアップ

dump コマンドを使用してシステムのバックアップを行い、ダンプファイルを親サーバ上に作成する。完全なフルダンプを行うには、マルチユーザモードで OS が起動されているとはいけないので、子サーバは miniOS で起動する必要がある。バックアップ手順を表 2 に示す。

5.2 OS バージョンアップ

親サーバは遠隔地から子サーバの servOS のバージョンアップを行うことができる。親サーバにはあらかじめ新しいバージョンの servOS ダンプファイル (どの子サーバで作成したものでよい) を準備しておく。親サーバに保存してある子サーバの情報 (IP アドレスと使用するダンプファイルの種類) を参照し、子サーバの miniOS を起動する。親サーバに保存されている新しいバージョンの servOS ダ

servOS のバックアップ	
(1)	親サーバが子サーバの miniOS を起動
(2)	親サーバが servOS の /, /var, /usr をダンプ
(3)	作成したダンプファイルを圧縮し、親サーバに転送、保存
(4)	親サーバが子サーバの servOS を起動
miniOS のバックアップ	
(1)	親サーバが miniOS の / をダンプ
(2)	作成したダンプファイルを圧縮し、親サーバに転送、保存

表 2: システムのバックアップ手順

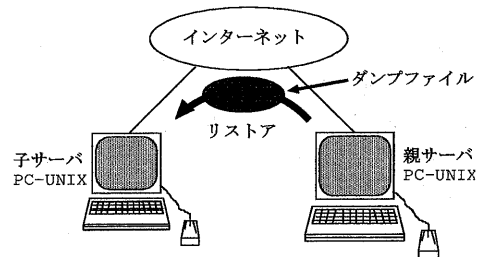


図 3: OS バージョンアップ

ンプファイルの子サーバの servOS 領域にリストアし (図 3)、該当する子サーバ固有の情報 (ホスト名、IP アドレス等) を書き換え、servOS で起動する。その後、親サーバに保存している子サーバ特有の設定情報を反映させ、servOS を再起動する。

5.3 ハードディスク障害時の復旧

子サーバの servOS の領域を誤って消去したり、ハードディスクの一部が不良となった場合、子サーバの管理者は miniOS を起動してハードディスクの復旧をすることができる。実際には、親サーバに対して復旧の命令を出し、親サーバが子サーバの復旧を試みる。

もし、子サーバのハードディスクがクラッシュ等により、ハードディスク交換となったような場合は、フロッピディスクの fdOS を利用して起動し、まず、miniOS をインストールし、その後上記手順に従って servOS をインストールする。

5.4 設定ファイル等のバックアップ

子サーバは、現在有効となっている設定ファイルと子サーバに保存してあるデフォルトの設定ファイルを定期的に比較し、その差分情報を miniOS

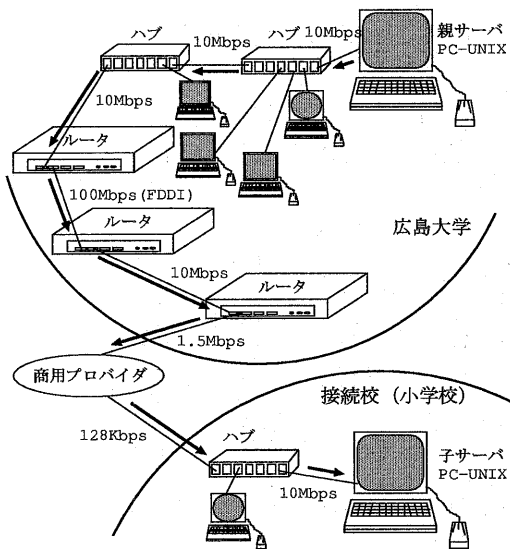


図 4: 128Kbps によるネットワーク接続

の領域に保存する。親サーバは定期的の子サーバを巡回し、miniOS の領域に保存したバックアップを、親サーバにある各子サーバのディレクトリに保存する。

6 システムの評価

試作システムを、128Kbps 専用線にてインターネット接続している教育現場に持ち込み、種々の評価を行った。評価を行った会場はネット de がんすプロジェクト [5] に参加している広島市内の小学校で、一般利用者のいない状態でシステムのバックアップやバージョンアップ時間測定を行った。評価環境を図 4 に示す。

一方、比較のため図 5 に示す環境で、Ethernet LAN (10Mbps) における評価実験も行った。測定時は同じハブに接続された他の機器の使用は停止している。

6.1 OS のダンプ時間とリストア時間

システムの有効性を示すひとつの方法として、OS のバックアップ (ダンプ) およびバージョンアップ (リストア) を実際に行い、その実行時間を測定した。実行時間の測定には、X Window System や基本的なサーバ機能をすべて含んだ servOS のダンプファイルを使用した。各パーティションのダンプ

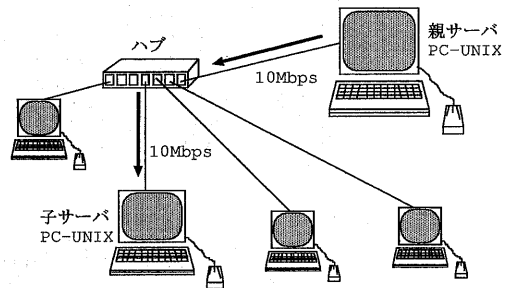


図 5: 10Mbps によるネットワーク接続

プファイルの、gzip コマンドによる圧縮後のファイルサイズは以下のとおりである。

servOS /	7.6Mbytes
servOS /var	0.5Mbytes
servOS /usr	82.9Mbytes
miniOS	19.2Mbytes

ダンプ時間とリストア時間の測定結果を表 3 に示す。参考のため、128Kbps の測定結果と転送されたファイルサイズから計算した、回線速度が 256Kbps, 512Kbps, 1.5Mbps, 10Mbps の場合の推定値も求めた。

なお、ダンプ時間の合計には miniOS の起動および servOS の起動時間が含まれていないので注意が必要である。

6.2 推定値の計算方法

ダンプ時間の内訳として、ダンプの実行時間、ダンプファイルの圧縮時間、圧縮されたダンプファイルの送信時間、圧縮されたダンプファイルを親サーバに保存する時間が考えられる。また、リストア時間の内訳として、圧縮されたダンプファイルの送信時間、圧縮されたダンプファイルの伸長時間、リストアの実行時間が考えられる。これらのうち、圧縮されたダンプファイルの送信時間のみがネットワークの回線速度に依存する。

128Kbps における実測値 (合計) を T_{128} 、128 Kbps 回線でのファイル転送にかかる時間の理論値を D_{128} 、ネットワーク速度 R_{bps} 回線でのファイル転送にかかる時間の理論値を D_R とすると、推定値 T_R は以下の式より算出した。

$$T_R = T_{128} - D_{128} + D_R$$

	実測値		推定値 *			
	128Kbps	10Mbps	256Kbps	512Kbps	1.5Mbps	10Mbps
/	539 秒	42 秒	296 秒	174 秒	93 秒	59 秒
/var	35 秒	5 秒	20 秒	12 秒	7 秒	5 秒
/usr	5860 秒	534 秒	3207 秒	1880 秒	995 秒	619 秒
合計	6434 秒	581 秒	3523 秒	2066 秒	1095 秒	683 秒

(a) ダンプ時間

*128Kbps からの推定値

	実測値		推定値 *			
	128Kbps	10Mbps	256Kbps	512Kbps	1.5Mbps	10Mbps
miniOS boot	154 秒	153 秒	154 秒	154 秒	154 秒	154 秒
/ newfs	3 秒	2 秒	3 秒	3 秒	3 秒	3 秒
/ restore	535 秒	22 秒	292 秒	170 秒	89 秒	55 秒
/var newfs	3 秒	3 秒	3 秒	3 秒	3 秒	3 秒
/var restore	37 秒	6 秒	22 秒	14 秒	9 秒	7 秒
/usr newfs	25 秒	20 秒	25 秒	25 秒	25 秒	25 秒
/usr restore	6220 秒	365 秒	3567 秒	2240 秒	1355 秒	979 秒
servOS boot	147 秒	157 秒	147 秒	147 秒	147 秒	147 秒
newfs + restore	6823 秒	418 秒	3912 秒	2455 秒	1484 秒	1072 秒
合計	7124 秒	728 秒	4213 秒	2756 秒	1785 秒	1317 秒

(b) リストア時間

*128Kbps からの推定値

表 3: ダンプ時間とリストア時間の測定結果

6.3 考察

OS のバージョンアップに要する時間は 128Kbps の環境でも約 1 時間 58 分である。その間、現場の教師は特に何もする必要はなく、本来業務の忙しい教師にとっては非常に有用な手法と言える。この実験に参加した現場の教師からは極めて良い反応が得られた。10Mbps の推定値と実測値を比較すると、ダンプ、リストアともに実測値の方が速い。このことから 256Kbps~1.5Mbps においても推定値より速いことが予想される。

7 むすび

学校がインターネットに接続されると教師に様々なネットワーク管理の負担がかかるが、必要なサーバ機能の整理および、非日常的な保守等の作業を自動化することで、管理の負担が軽減できる。本研究では、OS やアプリケーションのバージョンアップ、ハードディスク障害時の復旧といったサービスを提供するシステムを構築し、その有効性を示した。

謝辞

安田女子大学染岡慎一助教授、広島市立大学前田香織講師、広島市立鈴張小学校玉井基宏教諭を

始め、ネット de がんすプロジェクト関係者に感謝します。

参考文献

- [1] 深田昭三, 玉井基宏, 染岡慎一 編著: 教室がインターネットにつながる日北大路書房, 1998.
- [2] ジェプロ: BoxQun, <http://www.jepro.co.jp/product/boxqun/>, 1999.
- [3] FreeGate: FreeGate 1000, <http://www.freerate.com/>, 1999.
- [4] Cobalt Networks: Cobalt Qube 2, <http://www.cobaltnetworks.com/>, 1999.
- [5] 相原玲二, 前田香織, 染岡慎一, 玉井基宏: “広島地域における初等・中等教育インターネット利用研究プロジェクト”, 平成 10 年度電気・情報関連学会中国支部連合大会 062703, pp. 189-190, 1998.