

# 教室用コンピュータ環境の効率的複製作成方法

北 川 正 一

## 1 はじめに

コンピュータソフトウェアの更新は、そのパッケージの増加に伴い頻度が増してきている。それらの更新の中には、機能の拡張に止まらず、緊急を要する重要な改良がなされるものもあり、その適用を怠ることは、コンピュータを危険な状態で放置することになる可能性があることを認識しておかなくてはならない。この状況に対応するためには、絶え間ない情報の収集、対策の検討が必要となるが、その対象となるコンピュータの数が多くなると、更新を追い続けることは容易ではない。

本稿では、教室用の機器を念頭に置き、その動作環境の更新手順について、労力および費用の両面で効率的な方法を提案する。

想定している環境は、

- (1) 機器の台数は 100-200 程度
- (2) データのバックアップは不要で、全体を更新する
- (3) 機器には起動可能な光学ドライブ (CD-ROM ドライブ等) が装着されている
- (4) 有償のソフトは使用しない
- (5) 1 台毎の固有の情報も導入時に設定する

といったもので、一旦作業を開始した後は完了まで特別な操作は不要となるようにする。この「個別の手動追加設定を不要とする」点は実際の作業時の負担を考慮すると、非常に重要である。この条件を満たすことができるならば、導入に時間を要する場合でも、開始後の作業の無人化が可能となり、負担は大幅に低減される。

ただし、復元を行うオペレーティングシステム (OS) としては FreeBSD を取り上げる。それは、FreeBSD はソースレベルで公開されている文字通りの”Free”な OS であり、必要な情報を無償で得ることができ、前掲の条件での設定および作業が可能になっているからである。(また、授業においても必要なソフトウェアを実行できる環境でもある。) 十分な予算が手当てできるならば、OS を含めその他の選択肢もありうるが、別にハードウェアの準備が必要であったり、かなりの費用が必要となるものがほとんどで、その点においてもこの方法は利点が多い。

ここで取り上げる手法は、起動可能なコンパクトディスクとネットワークインターフェイスを備えた機器に対し、ファイルサーバー (NFS) が準備できれば適用可能なものであり、必要な費用はメディア代程度で、他には特に発生しない。書き込み可能な DVD を用いて、その中に必要なイメージが収まるならば、ファイルサーバーを不要とすることもできる。また、ファイルサーバーも旧式のコンピュータでも十分まかなえる程度のものとなっている。

さらに、いくつかの制限は課せられるが、応用次第では任意のオペレーティングシステムを復元対象とすることも可能である。

## 2 導入対象

導入対象のハードウェア、ソフトウェアについて整理する。実際の動作環境を雛形として構築し、それをダンプ (dump) コマンドでバックアップし、レストア (restore) コマンドで教室の各マシンに復元するという方法を採用した。BSD 等のオペレーティングシステムでは標準的な手法である。

以下の動作環境は最近行った作業に関するものであるが、後に取り上げる所要時間の比較では、その半年前に行った作業に関するデータも含まれる。ただし、ハードウェア、ソフトウェア両面で環境に大きな差はなく、同様に扱うことにする。

### 2.1 導入する動作環境

今回作業を行ったのは次のような環境である。

## 導入対象機器

ハードウェア:	CPU	Core2DUO E4300(1.8GHz)
	Memory	1GB
	Disk	80GB(SATA/300)
	Optical Drive	DVD スーパーマルチドライブ
ソフトウェア:	OS	FreeBSD 7.2-PRERELEASE
	Packages	1094 個追加

オペレーティングシステムは、作業時点のリリース計画の関係から最新のものを選択したところ、プレリリースとなったが、実際のリリース版との差異は小さいものである。カーネルはカスタム化、再構築しており、必要な機能、ドライバしか組み込んでいない。ユーザーランドについても、csup コマンドを用いてソースツリーを更新し、全体を再構築 (make world) したものを利用している。追加パッケージについては講義で利用予定のものを優先し、機能が不足して不便を感じることはないよう配慮した。容量の許す限り代表的なソフトウェアはできるだけ取り入れるという方針で、KDE, Gnome, Xfce 等主要なデスクトップ環境はすべて採用し、オフィス スイートも 3 種導入されている。インストール後にも新たに発覚したセキュリティ面の問題が確認できるように、すべて ports を利用し、結果として、動作するバイナリはすべてソースから新たにコンパイルされたものとなっている。

その状態でのディスクの利用状況は以下の通りである。ただし、バイナリ作成のための領域 /usr/obj、/usr/ports は含まれていない。

Filesystem	1K-blocks	Used	Avail	Capacity	Mounted on
/dev/ad7s2a	126702	29172	87394	25%	/
/dev/ad7s2f	2538478	255266	2080134	11%	/opt
/dev/ad7s2e	11167214	7448472	2825366	72%	/usr
/dev/ad7s2d	2026030	227156	1636792	12%	/var

クリーン インストールからこの状態に至るまでには、かなりの手順と時間を必要とする。1 台 1 台その作業を繰り返すことは現実的ではない。

## 2.2 雛形イメージ保存

動作環境の雛形を構築した後、動作確認および細部の調整を行った。具体的には、/tmp、/var/tmp 等の一時ファイルの掃除、/var/log にあるログの整理、

/etc/ssh にある ssh 用の暗号鍵の削除, /etc/rc.conf 等の個別データの調整等である。

ダンプ時のコマンド実行例を記しておく。作業はシングルユーザーモードで行い, \$DIR には作業用に準備したデータ保存用の別パーティションを充てる。

```
dump -0 -L -a -f /$DIR/root.dump /
dump -0 -L -a -f /$DIR/user.dump /usr
dump -0 -L -a -f /$DIR/var.dump /var
dump -0 -L -a -f /$DIR/opt.dump /opt
```

これらのファイルを bzip2 を用いて圧縮した。パーティション毎のファイルは

/	⇒	root.dump.bz2	10578032	バイト
/usr	⇒	usr.dump.bz2	2414716329	バイト
/var	⇒	var.dump.bz2	77193266	バイト
/opt	⇒	opt.dump.bz2	24885127	バイト

となった。容量的には 1 枚の DVD に収まる程度である。1000 個以上のパッケージ (ports) を導入したため, usr のデータがやや大きなものとなっている。

この雛形作成環境は, 次回の復元作業時に利用するために更新が続けられている。

### 3 復元作業のための環境

復元作業のための OS も FreeBSD を利用する。用途は復元用コマンドの実行であるので, 一般的な機能すべてが必要となるわけではない。その点から効率を追求し, インターフェイスは CUI とし, コマンドも必要なもの, 緊急復旧作業等に役立つものを選択した。もともとはフロッピーディスクから起動されていたインストーラーの環境を参考として作成したこともあり, 非常にコンパクトな構成となっている。

カーネルには復元後の動作環境と共通なものを用い, 各コマンドの動作バイナリは crunchgen を用いて作成されるクランチドバイナリとした。

#### 3.1 クランチド バイナリ

作業環境で用いるコマンド類は, 1 つのクランチド バイナリを作成し, それを利用している。クランチド バイナリでは複数のコマンドをまとめてコンパ

イルし、単一の実行形式を作成するが、共有ライブラリ部分を静的にリンクしてしまうことで、トータルでの容量を節約するという手法を取る。手順は設定ファイル (cdbsd.conf) を作成し、crunchgen コマンドでソース cdbsd.c および make ファイル cdbsd.mk を作成、それを用いて `make -f cdbsd.mk` を実行すればよい。

今回作成した設定ファイル (cdbsd.conf) を以下に記す。リンクすべきライブラリは `ldd` コマンドにより確認することができる。

---

#### # Config for Bootdisk

```
srcdirs /usr/src/gnu/usr.bin
srcdirs /usr/src/bin /usr/src/sbin
srcdirs /usr/src/usr.bin
srcdirs /usr/src/usr.sbin
srcdirs /usr/src/libexec
srcdirs /usr/src/secure/usr.bin

#/bin stuff
progs cat chflags chmod cp csh date dd df echo expr
progs hostname kill ln ls mkdir mv ps pwd rm rmdir
progs sh sleep stty sync sysctl test
ln test [
ln sh -sh
ln sh -u
ln csh tcsh

#/sbin stuff
progs bsdlable camcontrol dhclient dmesg dump
progs fdisk fsck fsck_ffs growfs ifconfig init
progs kldconfig kldload kldstat kldunload md5
progs mdconfig mknode mksnap_ffs
progs mount mount_nfs mount_cd9660 mount_msdosfs
progs newfs nfsiod ping ping6 reboot
progs restore route rtsol shutdown tuneefs umount
ln bsdlable disklabel
ln reboot halt
```

```
ln newfs mount_mfs

#/usr/bin stuff
progs bzip2 cpio diff du ee find ftp grep gzip less
progs netstat patch sed tar uname wall
ln gzip gunzip
ln gzip zcat
ln less more
ln bzip2 bunzip2
ln bzip2 bzip2

#/usr/sbin stuff
progs chown arp kbdcontrol traceroute traceroute6 usbdevs

#/usr/libexec stuff
progs getty

libs -lbz2 -lcrypt -lutil -ll -ledit -ltermcap -lrpcsvc
libs -lmd -lkvm -lm -lgnuregex -lipx -lncurses -lipsec
libs -lz -lnetgraph -lmemstat -lufs -lkiconv -lgeom
libs -lbsdxml -lsbuf -lcam -lsbuf -lsbuf_p -larchive
```

---

組み込んだコマンドは fdisk, newfs をはじめ dump, restore を含み, 同一コマンドの別名を入れると 95 個になる。作業性および様々な状況への対応性を高めるため, 高機能シェル tcsh, スクリーンエディタ ee も組み込んでいる。それでも作成されたバイナリ cdbsd のサイズはわずか 3777624 バイトに過ぎない。復元作業イメージの中ではそれぞれがそれぞれのコマンド名のハードリンクで保存されるため, 占める領域はコマンド 1 個分に抑えられている。

復元環境では, イメージをラムディスク上に展開し, その上でいろいろなコマンドが実行されるわけであるが, クランチド バイナリを利用することにより一時作業用の /tmp を除くラムディスク容量はわずか 6 メガバイトで足りている。

### 3.2 ラムディスクイメージ

復元環境のラムディスクイメージは、作業に必要なデータに加え、OS の稼働状態を考慮して調節を行った。これには必ずしも必要でないものも含まれているが、OS 起動時に警告やエラーメッセージが表示されないように修正を加えた結果である。

6 M バイトの容量のイメージの作成手順は、例えば、次のようにすればよい。まず、6 M バイトの大きさのファイル `mfsroot` を準備し、その中にファイルシステムを作成、マウントする。

---

```
# dd if=/dev/zero of=mfsroot bs=1k count=6144
# mdconfig -f mfsroot -u 2
# bsdlabel -w md2 auto
# newfs md2c
# mount /dev/md2c ./mnt
```

---

マウントした `./mnt` ディレクトリにファイルをコピーすることで、確保したファイル `mfsroot` 内に必要なファイルを配置する。コマンドはクランチドバイナリとし、組み込んだ各コマンドはハードリンクとして作成する。そのディレクトリ構成およびファイル配置は以下の通りである。

---

```
total 3750
-rw-r--r--  1 root  wheel           214 10  8  2007 .profile
drwxrwxr-x  2 root  operator       512  4  8  19:44 .snap
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512 10  8  2007 Data
drwxr-xr-x  4 root  wheel          512  4  1  23:19 Local
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512  4  8  20:24 Scripts
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512 10  4  2008 Server
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512  4  8  20:15 bin
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512  4  8  01:03 boot
-rwxr-xr-x 96 root  wheel       3777624  4  7  21:38 cdbsd
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512 10  4  2008 dev
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512 10  4  2008 etc
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512 10  4  2008 mnt
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512 10  4  2008 mnt1
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512 10  4  2008 mnt2
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512 10  4  2008 proc
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512 10  4  2008 root
drwxr-xr-x  2 root  wheel        1024  4  8  20:15/sbin
drwxr-xr-x  2 root  wheel          512 10  4  2008 tmp
drwxr-xr-x  6 root  wheel          512  4  8  20:15 usr
```

```

drwxr-xr-x  3 root  wheel           512 10  4  2008 var

./snap:
total 0

./Data:
total 4
-rw-r--r--  1 root  wheel   439  4  2 03:33 ad7s2.label
-rw-r--r--  1 root  wheel   216  9 29  2007 part.data

./Local:
total 4
drwxr-xr-x  2 root  wheel   512 10  4  2008 X11
drwxr-xr-x  5 root  wheel   512  4  1 23:54 rc.conf.local

./Local/X11:
total 8
-rw-r--r--  1 root  wheel  6495  4  6 05:26 xorg.conf.LCDJ

./Local/rc.conf.local:
total 10
drwxr-xr-x  2 root  wheel  2048  4  8 05:58 PC011
drwxr-xr-x  2 root  wheel  2048  4  2 00:13 PC012
drwxr-xr-x  2 root  wheel  1536  4  2 00:14 PC013
-rw-r--r--  1 root  wheel   763  4  1 23:49 rc.conf
-rw-r--r--  1 root  wheel   187  4  1 19:55 rc.conf.local

./Local/rc.conf.local/PC011:
total 130
-rwxr-xr-x  1 root  wheel   728 10  4  2008 mkconf011.sh
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  1 23:56 rc.conf.local.PC011
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br021
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br022
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br023
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br024
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br025
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br026
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br027
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br028
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br029
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br030
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br031
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br032
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br033
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br034
-rw-r--r--  1 root  wheel   180  4  2 00:09 rc.conf.local.br035

```



[illegible]

```
-rw-r--r-- 1 root wheel 184 4 8 05:57 rc.conf.local.br102
-rw-r--r-- 1 root wheel 181 4 8 05:58 rc.conf.local.br103
```

./Local/rc.conf.local/PC012:

total 126

```
-rwxr-xr-x 1 root wheel 728 10 4 2008 mkconf012.sh
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:11 rc.conf.local.PC012
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st021
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st022
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st023
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st024
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st025
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st026
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st027
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st028
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st029
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st030
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st031
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st032
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st033
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st034
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st035
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st036
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st037
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st038
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st039
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st040
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st041
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st042
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st043
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st044
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st045
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st046
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st047
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st048
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st049
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st050
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st051
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st052
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st053
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st054
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st055
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st056
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st057
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st058
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st059
```

```

-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st060
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st061
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st062
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st063
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st064
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st065
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st066
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st067
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st068
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st069
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st070
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st071
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st072
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st073
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st074
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st075
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st076
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st077
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st078
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st079
-rw-r--r-- 1 root wheel 176 4 2 00:12 rc.conf.local.st080
-rw-r--r-- 1 root wheel 177 4 2 00:12 rc.conf.local.st101

```

./Local/rc.conf.local/PC013:

total 88

```

-rwxr-xr-x 1 root wheel 914 10 4 2008 mkconf013.sh
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:12 rc.conf.local.PC013
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl021
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl022
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl023
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl024
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl025
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl026
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl027
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl028
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl029
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl030
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl031
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl032
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl033
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl034
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl035
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl036
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl037
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl038
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl039

```

教室用コンピュータ環境の効率的複製作成方法

```
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl040
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl041
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl042
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl043
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl044
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl045
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl046
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl047
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl048
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl049
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl050
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl051
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl052
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl053
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl054
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl055
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl056
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl057
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl058
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl059
-rw-r--r-- 1 root wheel 178 4 2 00:14 rc.conf.local.pl060
-rw-r--r-- 1 root wheel 179 4 2 00:14 rc.conf.local.pl101
-rw-r--r-- 1 root wheel 179 4 2 00:14 rc.conf.local.pl102
```

./Scripts:

total 26

```
-rw-r--r-- 1 root wheel 559 4 8 19:42 Scripts.text
-rwxr-xr-x 1 root wheel 137 6 27 2004 chkey.sh
-rwxr-xr-x 1 root wheel 127 4 8 05:22 disk.sh
-rwxr-xr-x 1 root wheel 84 4 8 05:22 label.sh
-rwxr-xr-x 1 root wheel 202 4 8 18:19 mtmp.sh
-rwxr-xr-x 1 root wheel 171 4 8 05:20 newfs.sh
-rwxr-xr-x 1 root wheel 661 4 8 06:08 nif.sh
-rwxr-xr-x 1 root wheel 126 4 8 19:05 nsv.sh
-rwxr-xr-x 1 root wheel 951 4 8 19:17 r
-rwxr-xr-x 1 root wheel 2560 4 8 18:21 re.sh
-rwxr-xr-x 1 root wheel 112 4 8 18:19 rs
-rwxr-xr-x 1 root wheel 176 4 8 05:23 setnet.sh
```

./Server:

total 0

./bin:

total 111360

```
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 -sh
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 -u
```

```

-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 [
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 cat
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 chflags
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 chmod
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 cp
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 csh
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 date
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 dd
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 df
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 echo
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 expr
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 hostname
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 kill
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 ln
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 ls
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 mkdir
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 mv
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 ps
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 pwd
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 rm
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 rmdir
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 sh
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 sleep
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 stty
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 sync
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 sysctl
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 tcsh
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 test

```

./boot:

total 24

```

-r--r--r-- 1 root wheel 8192 3 24 23:55 boot
-r--r--r-- 1 root wheel 512 3 24 23:55 boot0
-r--r--r-- 1 root wheel 512 3 24 23:55 boot0sio
-r--r--r-- 1 root wheel 512 3 24 23:55 boot1
-r--r--r-- 1 root wheel 7680 3 24 23:55 boot2
-r--r--r-- 1 root wheel 512 3 24 23:55 mbr

```

./dev:

total 0

./etc:

total 194

```

-rw-r--r-- 1 root wheel 6112 8 6 2008 disktab
-rw-r--r-- 1 root wheel 94 10 8 2007 fstab
-rw-r--r-- 1 root wheel 122 10 8 2007 gettytab

```

教室用コンピュータ環境の効率的複製作成方法

```
-rw-r--r-- 1 root wheel 33 10 9 2007 group
-rw-r--r-- 1 root wheel 1249 10 8 2007 login.conf
-rw-r--r-- 1 root wheel 983 10 8 2007 master.passwd
-rw-r--r-- 1 root wheel 348 1 12 2007 netconfig
-rw-r--r-- 1 root wheel 903 10 8 2007 passwd
-rw-r--r-- 1 root wheel 6081 8 6 2008 protocols
-rw-r--r-- 1 root wheel 40960 10 8 2007 pwd.db
-rwxr-xr-x 1 root wheel 261 10 4 2008 rc
-rw-r--r-- 1 root wheel 83028 8 6 2008 services
-rw-r--r-- 1 root wheel 38 10 8 2007 shells
-rw----- 1 root wheel 40960 10 8 2007 spwd.db
lrwxr-xr-x 1 root wheel 25 10 4 2008 termcap -> \
../usr/share/misc/termcap
-rw-r--r-- 1 root wheel 206 10 8 2007 ttys
```

```
./mnt:
total 0
```

```
./mnt1:
total 0
```

```
./mnt2:
total 0
```

```
./proc:
total 0
```

```
./root:
total 0
```

```
./sbin:
total 137344
```

```
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 bsdlable
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 camcontrol
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 dhclient
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 disklabel
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 dmesg
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 dump
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 fdisk
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 fsck
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 fsck_ffs
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 growfs
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 halt
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 ifconfig
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 init
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 kldconfig
```

```

-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 kldload
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 kldstat
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 kldunload
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 md5
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 mdconfig
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 mknod
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 mksnap_ffs
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 mount
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 mount_cd9660
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 mount_mfs
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 mount_msdosfs
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 mount_nfs
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 newfs
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 nfsiod
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 ping
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 ping6
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 reboot
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 restore
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 route
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 rtsol
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 shutdown
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 tuneefs
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 umount

```

```

./tmp:
total 0

```

```

./usr:
total 8
drwxr-xr-x 2 root wheel 512 4 8 20:15 bin
drwxr-xr-x 2 root wheel 512 4 8 20:15 libexec
drwxr-xr-x 2 root wheel 512 4 8 20:15/sbin
drwxr-xr-x 4 root wheel 512 10 4 2008 share

```

```

./usr/bin:
total 77952
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 bunzip2
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 bzipcat
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 bzip2
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 cpio
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 diff
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 du
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 ee
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 find
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 ftp
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 grep

```

教室用コンピュータ環境の効率的複製作成方法

```

-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 gunzip
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 gzip
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 less
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 more
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 netstat
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 patch
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 sed
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 tar
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 uname
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 wall
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 zcat

./usr/libexec:
total 3712
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 getty

./usr/sbin:
total 22272
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 arp
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 chown
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 kbdcontrol
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 traceroute
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 traceroute6
-rwxr-xr-x 96 root wheel 3777624 4 7 21:38 usbdevs

./usr/share:
total 4
drwxr-xr-x 2 root wheel 512 10 4 2008 misc
drwxr-xr-x 3 root wheel 512 10 4 2008 syscons

./usr/share/misc:
total 198
-rw-r--r-- 1 root wheel 9434 4 8 20:12 termcap
-rw-r--r-- 1 root wheel 192512 4 8 20:12 termcap.db

./usr/share/syscons:
total 2
drwxr-xr-x 2 root wheel 512 10 4 2008 keymaps

./usr/share/syscons/keymaps:
total 40
-r--r--r-- 1 root wheel 7925 10 3 2008 jp.106.kbd
-r--r--r-- 1 root wheel 7974 10 3 2008 jp.106x.kbd
-r--r--r-- 1 root wheel 7658 10 3 2008 us.iso.kbd
-r--r--r-- 1 root wheel 7661 10 3 2008 us.pc-ctrl.kbd
-r--r--r-- 1 root wheel 7658 10 3 2008 us.unix.kbd

```



```
./var:  
total 2  
drwxr-xr-x  2 root  wheel  512 10  4  2008 db  
  
./var/db:  
total 0
```

---

ほとんどは完全稼働状態のものを利用しているが, termcap 等, テキストファイルで無駄な部分が多く含まれるものは不必要な部分を削除した。

イメージ作成後, gzip を用いて圧縮する。今回の場合は結果としてサイズは 2174491 バイトとなった。95 個のコマンドが実行できる環境がこのサイズの中に収まっているわけである。この小ささは起動時間の短縮に貢献している。

### 3.3 復元スクリプト

ラムディスクイメージ mfsroot の中の /Scripts ディレクトリには復元作業用のシェルスクリプトを格納した。

復元手順は,

- (1) (必要であれば) fdisk でハードディスク上の導入領域を確保。これには共存させる Windows の領域も考慮されている。現在では既に設定済みのため, この操作は不要である。
- (2) bsdlable で起動ブロックとラベルを書き込み, 区画を設定する。  
OS の起動選択には Windows の NT ロードーを利用するため, マスター起動レコードは変更しない。
- (3) newfs で各区画に新しいファイルシステムを作成。形式は ufs2 を採用する。
- (4) 復元ファイルのある領域をマウントし, そのファイルにアクセスできるようにする。ここでは ファイルサーバーを準備し, それをネットワーク経由で NFS マウントして利用した。
- (5) / , /var, /usr, /opt の順に復元を行う。データは圧縮された状態で保存されているので, 解凍を行いながら復元している。
- (6) 復元完了後, 各機器個別の設定データ (/etc/rc.conf.local 等) を更新する。これは mfsroot の中に準備してあるものを用いた。
- (7) 復元先およびファイルサーバーの領域のマウントを解除する。  
となる。

それを実行するスクリプトの役割とリストを示す。これらにより、コマンドライン上の一行の短い入力により作業を完了させることが可能となっている。

/Scripts/r : 各スクリプトを呼び出すことにより復元を行うための手順を実行する。ただし、デフォルトのサーバーのアドレスは実際のものとは変更してある。

---

```
#!/bin/sh

# r {1|2|3} {21-80} [172.22.1.??] [/opt/Backup]

# mount /tmp
#mtmp.sh

if [ $2 ]; then
PCn=$2
else
echo " No machine No."
echo "  pc1,2,3,4 -> 021-"
echo "  cafe, sq  -> 001-"
exit 1
fi

case "$1" in
1|pc1|11)
  Room="pc1"
  Add='expr $PCn + 0'
  ;;

2|pc2|12)
  Room="pc2"
  Add='expr $PCn + 0'
  ;;

3|pc3|13)
  Room="pc3"
```

```
Add='expr $PCn + 0'
;;

cafe|16)
Room="cafe"
Add='expr $PCn + 20'
;;

sq|121)
Room="sq"
Add='expr $PCn + 20'
;;

4|pc4|122)
Room="pc4"
Add='expr $PCn + 0'
;;

*)
echo "Invalid Room."
echo "Room =( pc1 | pc2 | pc3 | cafe | sq | pc4 )"
exit 1
;;
esac

# Network
echo " -- Setup Network --"
nif.sh ${Room} ${Add}

# Nfs server
if [ $3 ]; then
Svr=$3
else
# mars
Svr="172.22.1.117"
fi
```

```

if [ $4 ]; then
Dir=$4
else
# mars:/opt/Backup
Dir="/opt/Backup"
fi

echo " -- Setup Server --"
if [ ! -f /Server/root.dump.bz2 ]; then
nsv.sh ${Svr} ${Dir}
fi

re.sh ${Room} ${PCn} /Server

umount /Server

exit 0

```

---

/Scripts/nif.sh : ネットワークインターフェイスを初期化する, 割り当てるアドレスは引数として与えられる。同時にデフォルトルートを設定する。

---

```

#!/bin/sh

# nif.sh {pc?|?|1?} {??|0??}
# pc1 21-80,101
# pc2 21-80,101
# pc3 21-60,101,102
# cafe 21-55, sq 21-61
# pc4 21-56,101

NET="172.22"

case "$1" in
pc1|1|11)
ADDRESS=11

```

```
;;

pc2|2|12)
  ADDRESS=12
;;

pc3|3|13)
  ADDRESS=13
;;

cafe|16)
  ADDRESS=16
;;

sq|121)
  ADDRESS=121
;;

pc4|4|122)
  ADDRESS=122
;;

*)
  echo "Invalid Room."
  echo "Room =( pc1 | pc2 | pc3 | cafe | sq | pc4 )"
  exit 1
;;

esac

if [ ! $2 ]; then
  echo " No address of the machine"
  echo " 21-"
  exit 1
fi
```

```
PC='expr $2 + 0'
IPN=${NET}.${ADDRESS}
IPADD=${IPN}.${PC}

/sbin/ifconfig bge0 inet ${IPADD} netmask 255.255.255.0
/sbin/route add default ${IPN}.254

exit 0
```

---

/Scripts/nsv.sh : ファイルサーバーを指定し, 復元用ファイルにアクセスできるようにマウントする。

---

```
#!/bin/sh

# nsv.sh {Server} {Sdir}

SERVER=$1
SDIR=$2

/sbin/nfsiod -n 4

/sbin/mount_nfs ${SERVER}:${SDIR} /Server

exit 0
```

---

/Scripts/re.sh : ディスクの設定, 実際の復元実行を担当する最も重要なスクリプト。

---

```
#!/bin/sh

# Restore Script
# re.sh {pc?} {0??} {Path to *.dump.bz2}

UNCMP=bzcat
ZP=bz2
```

```
echo "=== Restore script ==="
```

```
case "$1" in
```

```
pc1|1|11)
```

```
    NAME=br
```

```
    ROOM=PC011
```

```
;;
```

```
pc2|2|12)
```

```
    NAME=st
```

```
    ROOM=PC012
```

```
;;
```

```
pc3|3|13)
```

```
    NAME=pl
```

```
    ROOM=PC013
```

```
;;
```

```
cafe|16)
```

```
    NAME=tr
```

```
    ROOM=PC016
```

```
;;
```

```
sq|121)
```

```
    NAME=e1
```

```
    ROOM=PC121
```

```
;;
```

```
pc4|4|122)
```

```
    NAME=ov
```

```
    ROOM=PC122
```

```
;;
```

```
*)
```

```
    echo "Invalid Room."
```

```

echo "Room =( pc1 | pc2 | pc3 | cafe | sq | pc4 )"
exit 1
;;
esac

if [ $2 ]; then
PCn=$2
else
echo " No machine No."
echo " pc1,2,3,4 -> 021-"
echo " cafe, sq -> 001-"
exit 1
fi

# Length < 2 => OPCn
if [ ${#PCn} -lt 3 ]; then
PCn="0${PCn}"
fi

# br021-br080,br101 st021-st080,st101 pl021-pl060,pl101,pl102
MACHINE=${NAME}${PCn}

if [ $3 ]; then
DATAPATH=$3
else
DATAPATH="/Server"
fi

echo " === Start ==="
/bin/date
/bin/date > ${DATAPATH}/${ROOM}/${MACHINE}

# Setup Disk
#"echo " label"
label.sh
#"echo " newfs"

```



newfs.sh

```
# /
/sbin/mount -t ufs /dev/ad7s2a /mnt
cd /mnt
echo "--- Restore root ---"
/usr/bin/${UNCMP} ${DATAPATH}/root.dump.${ZP} | \
/sbin/restore -r -f -

echo "-- conf = ${ROOM} / ${MACHINE} --"
/bin/cp \
    /Local/rc.conf.local/${ROOM}/rc.conf.local.${MACHINE} \
    /mnt/etc/rc.conf.local
/bin/rm /mnt/restoresymtable

# /var
/sbin/mount -t ufs /dev/ad7s2d /mnt/var
cd /mnt/var
echo "--- Restore var ---"
/usr/bin/${UNCMP} ${DATAPATH}/var.dump.${ZP} | \
/sbin/restore -r -f -
/bin/rm /mnt/var/restoresymtable
cd /
sync
sync
sleep 1
/sbin/umount /mnt/var

# /usr
/sbin/mount -t ufs /dev/ad7s2e /mnt/usr
cd /mnt/usr
echo "--- Restore usr ---"
/usr/bin/${UNCMP} ${DATAPATH}/usr.dump.${ZP} | \
/sbin/restore -r -f -
/bin/rm /mnt/usr/restoresymtable
cd /
```

```
sync
sync
sleep 1
/sbin/umount /mnt/usr

# /opt
/sbin/mount -t ufs /dev/ad7s2f /mnt/opt
cd /mnt/opt
echo "-- Restore opt --"
/usr/bin/${UNCMP} ${DATAPATH}/opt.dump.${ZP} | \
/sbin/restore -r -f -
/bin/rm /mnt/opt/restoresymtable
cd /
sync
sync
sleep 1
/sbin/umount /mnt/opt

DATADIR=/Local

echo "++ xorg.conf ++"
cp ${DATADIR}/X11/xorg.conf.LCDJ /mnt/etc/X11/xorg.conf

sync
sync
sleep 1
/sbin/umount /mnt

/bin/date
/bin/date >> ${DATAPATH}/${ROOM}/${MACHINE}
echo " === Finished ==="

exit 0
```

---

/Script/label.sh : re.sh から呼び出され、確保された領域にブートブロック、ラベルを書き込む。ラベルデータは mfsroot の /Data に保存されているもの

を用いる。

---

```
#!/bin/sh
```

```
echo " label"
/sbin/bsdlabel -B -R /dev/ad7s2 /Data/ad7s2.label
```

```
exit 0
```

---

/Script/newfs.sh : re.sh から呼び出され、書き込まれたラベルに従い、区画を初期化する。

---

```
#!/bin/sh
```

```
echo " Newfs"
# ad7s2a /
/sbin/newfs /dev/ad7s2a
# /var
/sbin/newfs -U /dev/ad7s2d
# /usr
/sbin/newfs -U /dev/ad7s2e
# /opt
/sbin/newfs -U /dev/ad7s2f
```

```
exit 0
```

---

以上のスクリプトを組み合わせて復元を実行する。

### 3.4 起動 CD イメージ

本節では起動に使用する CD のイメージについて、述べる。

起動 CD イメージを Image 以下のディレクトリに作成するものとする、ディレクトリ構成と、ファイル配置は次のようになる。ただし、Image/Data, Image/Local, /Image/Scripts は ラムディスクイメージのバックアップとして作成したものである、中身は省略する。

---

```

total 14
dr-xr-xr-x 2 root wheel 2048 4 7 23:40 Data
dr-xr-xr-x 4 root wheel 2048 4 1 23:19 Local
dr-xr-xr-x 2 root wheel 2048 4 8 20:27 Scripts
dr-xr-xr-x 7 root wheel 4096 4 8 21:09 boot
-r--r--r-- 1 root wheel 2048 4 8 21:11 boot.catalog
dr-xr-xr-x 5 root wheel 2048 4 8 00:09 doc

Image/boot:
total 2690
-r--r--r-- 1 root wheel 7636 3 24 23:55 beastie.4th
-r--r--r-- 1 root wheel 8192 3 24 23:55 boot
-r--r--r-- 1 root wheel 512 3 24 23:55 boot0
-r--r--r-- 1 root wheel 512 3 24 23:55 boot0sio
-r--r--r-- 1 root wheel 512 3 24 23:55 boot1
-r--r--r-- 1 root wheel 7680 3 24 23:55 boot2
-r--r--r-- 1 root wheel 1201 3 24 23:55 cdboot
dr-xr-xr-x 2 root wheel 2048 3 24 23:55 defaults
-r--r--r-- 1 root wheel 808 10 13 2008 device.hints
dr-xr-xr-x 2 root wheel 2048 10 13 2008 firmware
-r--r--r-- 1 root wheel 2249 3 24 23:55 frames.4th
-r--r--r-- 1 root wheel 7567 3 24 23:55 gptboot
dr-xr-xr-x 2 root wheel 10240 4 2 02:37 kernel
-r-xr-xr-x 1 root wheel 233472 3 24 23:55 loader
-r--r--r-- 1 root wheel 5858 3 24 23:55 loader.4th
-r--r--r-- 1 root wheel 72 4 8 20:51 loader.conf
-r--r--r-- 1 root wheel 15219 3 24 23:55 loader.help
-r--r--r-- 1 root wheel 393 12 21 19:47 loader.rc
-r--r--r-- 1 root wheel 512 3 24 23:55 mbr
-r--r--r-- 1 root wheel 2174491 4 8 21:06 mfsroot.gz
dr-xr-xr-x 2 root wheel 2048 10 13 2008 modules
-r--r--r-- 1 root wheel 512 3 24 23:55 pmbr
-r--r--r-- 1 root wheel 235520 3 24 23:55 pxebboot
-r--r--r-- 1 root wheel 692 3 24 23:55 screen.4th
-r--r--r-- 1 root wheel 35129 3 24 23:55 support.4th
dr-xr-xr-x 2 root wheel 2048 10 13 2008 zfs

Image/boot/defaults:
total 19
-r--r--r-- 1 root wheel 19485 3 24 23:55 loader.conf

Image/boot/firmware:
total 0

Image/boot/kernel:
total 9005

```

```

-r-xr-xr-x 1 root wheel 78352 3 24 23:36 ata.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 6264 3 24 23:36 atacard.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 13352 3 24 23:36 atadisk.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 5320 3 24 23:36 ataisa.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 183048 3 24 23:36 atapci.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 19000 3 24 23:36 atapicam.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 37248 3 24 23:36 atapicd.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 11672 3 24 23:36 atapifd.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 18232 3 24 23:36 atapist.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 109072 3 24 23:36 ataraid.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 3128 3 24 23:36 blank_saver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 398280 3 24 23:36 cam.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 3920 3 24 23:36 cd9660_iconv.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 12808 3 24 23:36 daemon_saver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 7152 3 24 23:36 dragon_saver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 130152 3 24 23:36 drm.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 3792 3 24 23:36 fade_saver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 6528 3 24 23:36 fire_saver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 3128 3 24 23:36 green_saver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 51032 3 24 23:36 i915.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 5605519 3 24 23:35 kernel
-r-xr-xr-x 1 root wheel 21504 3 24 23:36 libiconv.ko
-r--r--r-- 1 root wheel 11140 4 2 02:34 linker.hints
-r-xr-xr-x 1 root wheel 37432 3 24 23:36 linprocfs.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 210320 3 24 23:36 linux.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 14888 3 24 23:36 logo_saver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 80640 3 24 23:36 mach64.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 86232 3 24 23:36 mga.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 3944 3 24 23:36 msdosfs_iconv.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 3872 4 2 02:34 ntfs_iconv.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 66640 3 24 23:36 r128.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 415568 3 24 23:36 radeon.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 6168 3 24 23:36 rain_saver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 51056 3 24 23:36 savage.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 15520 3 24 23:36 sis.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 5904 3 24 23:36 snake_saver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 18152 3 24 23:36 snd_ad1816.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 20328 3 24 23:36 snd_als4000.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 27968 3 24 23:36 snd_atiixp.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 20048 3 24 23:36 snd_cmi.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 20576 3 24 23:36 snd_cs4281.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 37064 3 24 23:36 snd_csa.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 12736 3 24 23:36 snd_driver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 49800 3 24 23:36 snd_ds1.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 33816 3 24 23:36 snd_emu10k1.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 99680 3 24 23:36 snd_emu10kx.ko

```

```
-r-xr-xr-x 1 root wheel 38760 3 24 23:36 snd_envy24.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 36768 3 24 23:36 snd_envy24ht.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 41136 3 24 23:36 snd_es137x.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 22352 3 24 23:36 snd_ess.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 16272 3 24 23:36 snd_fm801.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 136104 3 24 23:36 snd_hda.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 27528 3 24 23:36 snd_ich.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 38488 3 24 23:36 snd_maestro.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 45440 3 24 23:36 snd_maestro3.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 59744 3 24 23:36 snd_mss.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 69536 3 24 23:36 snd_neomagic.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 18752 3 24 23:36 snd_sb16.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 17408 3 24 23:36 snd_sb8.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 18000 3 24 23:36 snd_sbc.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 23064 3 24 23:36 snd_solo.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 7176 3 24 23:36 snd_spicds.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 20608 3 24 23:36 snd_t4dwave.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 48336 3 24 23:36 snd_uaudio.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 33480 3 24 23:36 snd_via8233.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 17784 3 24 23:36 snd_via82c686.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 21536 3 24 23:36 snd_vibes.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 384616 3 24 23:36 sound.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 4712 3 24 23:36 star_saver.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 5216 3 24 23:36 tdfx.ko
-r-xr-xr-x 1 root wheel 6136 3 24 23:36 warp_saver.ko
```

```
Image/boot/modules:
total 0
```

```
Image/boot/zfs:
total 0
```

```
Image/doc:
total 11
dr-xr-xr-x 2 root wheel 2048 9 8 2008 DVD
-r--r--r-- 1 root wheel 553 4 7 06:50 Dump-Restore.text
-r--r--r-- 1 root wheel 509 4 8 00:03 LDAP-client.text
dr-xr-xr-x 4 root wheel 2048 4 8 01:12 MO
dr-xr-xr-x 2 root wheel 2048 10 4 2008 Video_Console
-r--r--r-- 1 root wheel 4647 8 6 2008 freebsd-upgrade-6x-7x.\
txt
```

```
Image/doc/DVD:
total 2
-r--r--r-- 1 root wheel 994 11 7 2007 DVD.tar.gz
-r--r--r-- 1 root wheel 161 6 27 2007 dvd.text
```

```
-r--r--r-- 1 root wheel 1347 6 27 2007 handbook-dvd.txt
```

```
Image/doc/MO:
```

```
total 10
```

```
-r--r--r-- 1 root wheel 5685 5 26 2008 MO.tar.gz
dr-xr-xr-x 2 root wheel 2048 3 20 20:59 Setup_MO
dr-xr-xr-x 2 root wheel 2048 5 26 2008 mo-atapi
```

```
Image/doc/MO/Setup_MO:
```

```
total 19
```

```
-r--r--r-- 1 root wheel 2048 3 16 13:05 boot0-2048
-r--r--r-- 1 root wheel 8047 3 20 15:15 disktab
-r--r--r-- 1 root wheel 5704 4 1 2007 disktab-1.26
-r--r--r-- 1 root wheel 2343 3 16 12:08 disktab.add-mo
-r--r--r-- 1 root wheel 2048 3 16 13:05 mbr-2048
-r-xr-xr-x 1 root wheel 449 3 20 20:54 mo-format.sh
-r-xr-xr-x 1 root wheel 269 3 20 20:52 mo1300-format.sh
-r--r--r-- 1 root wheel 179 3 20 2003 mo1300sl.fdisk
-r--r--r-- 1 root wheel 221 3 20 20:00 mo1300sl.label
-r--r--r-- 1 root wheel 177 8 7 2002 mo640sl.fdisk
-r--r--r-- 1 root wheel 221 3 20 20:39 mo640sl.label
```

```
Image/doc/MO/mo-atapi:
```

```
total 28
```

```
-r--r--r-- 1 root wheel 13232 8 6 2002 disktab
-r--r--r-- 1 root wheel 6242 8 6 2002 disktab.0D
-r--r--r-- 1 root wheel 2048 7 31 2002 mbr2048
-r--r--r-- 1 root wheel 346 7 29 2002 mo-atapi-4.6.patch
-r--r--r-- 1 root wheel 3926 5 26 2008 mo-atapi-da.doc
-r--r--r-- 1 root wheel 4131 5 26 2008 mo-atapi.doc
-r--r--r-- 1 root wheel 179 3 20 2003 mo1300sl.fdisk
-r--r--r-- 1 root wheel 177 8 7 2002 mo640sl0.fdisk
-r--r--r-- 1 root wheel 178 8 7 2002 mo640sl1.fdisk
-r--r--r-- 1 root wheel 177 8 7 2002 mo640sl2.fdisk
```

```
Image/doc/Video_Console:
```

```
total 4
```

```
-r--r--r-- 1 root wheel 3696 11 24 2007 video_mode.text
```

---

起動 CD のためのデータツリーが設定できたら、ISO イメージを作成する。  
ブートローダーとして/boot/cdboot を用い、例えば、次のようにすればよい。

```
# mkisofs -no-emul-boot -b boot/cdboot -c boot.catalog -r -J \
-o boot7-2.iso -V FreeBSD-7.2 Image
```

今回の場合、イメージファイルの大きさは 13090816 バイトとなった。これは ISO イメージとしてはかなり小さいものである。このサイズが短時間での起動用 CD の作成 (ブランクメディアへの書き込み) を可能にしている。

CD(あるいは DVD) から FreeBSD を起動する場合、/boot/loader.conf に

---

```
mfsroot_load="YES"
mfsroot_type="mfs_root"
mfsroot_name="/boot/mfsroot"
```

---

と記すことで、/boot/mfsroot.gz をラムディスク上に展開し、それをルート (/) として OS が動き出すようにすることができる。

さらに restore コマンド実行時に /tmp に十分な作業用領域が必要となるため、ラムディスクを用いて (今回は 256MB を) 割り当てることにした。これは、起動時に実行される mfsroot の中の /etc/rc で行った。主記憶は 1GB あるので、まだ余裕がある。

---

```
mount -u /
mdconfig -a -t swap -s 256M -u 10
newfs -U /dev/md10
mount /dev/md10 /tmp
chmod 1777 /tmp
```

---

OS の起動が完了すると、/etc/rc は exit 1 で終了させてあるので、シングルユーザーモードに落ち、

---

Enter full pathname of shell or RETURN for /bin/sh:

---

で待機状態となる。その後、エンターキーを押して、シェル /bin/sh が動作している環境に入れば、設定したコマンドが自由に実行できる状態となる。このときに、インストーラーが動き出すように設定しておけば、一般のインストーラ CD と同様の動作を実現することも可能である。

起動後の動作には使用した CD は必要なく、ドライブから メディア を取り出しても全く支障はない。この点も重要で、数枚の CD を使い回すことによ



り、少数の CD を用いて多数のコンピュータ上で OS を起動し、作業を並行して実行することが可能となっている。

## 4 復元作業

復元作業は、復元用ファイルをファイルサーバーに準備し、それをネットワーク経由でアクセスする形で行った。ファイルサーバーは性能の異なる 2 種類の機種を利用した。ただし、これらは同時に利用したものではない。

サーバーの仕様は以下のようなものである。

サーバー 1: CPU PentiumIII(1.266GHz)×2

MEMORY 3GB

Network 1000baseTX

サーバー 2: CPU Core2DUO E4300(1.8GHz)

MEMORY 2GB

Network 1000baseTX

いずれも OS は FreeBSD で、NFS のサービスを提供している。サーバーと各クライアントとの間にはルーターが 1 台中継を担当している。また、クライアント側のネットワークインターフェイスの速度は 100Mbps である。

手順は

(1) CD から OS を起動

(2) コマンド入力プロンプトに対し、復元コマンド (シェルスクリプト) を入力

(3) 終了を待つ

だけである。起動用イメージはコンパクトにまとめられているので、短時間で起動が完了し、コマンド実行可能状態となる。導入対象としている環境では、調整用の 10 秒間の停止を除くと、60 秒程度で起動が完了する。さらに、復元スクリプトについては、できるだけタイプする量が少なくなるように配慮されている。DVD からローカルのファイルを利用する場合も、一行で完了するスクリプトを準備した。

例えば、PC 教室 1 の 21 番のコンピュータをセットアップする場合は

---

# r 1 21

---

とすればよい。非常に簡単で、特別な知識は何も必要ない。

#### 4.1 所要時間

これまで行った作業について、2学期にわたり、スクリプトに記録用コマンドを組み込むことで正確な経過時間を計測した。作業を行った台数はサーバー1を利用した場合が158台、サーバー2を利用した場合が165台である。結果を表に示す。

	最短	最長	平均
サーバー1	0:32:38	3:28:57	1:52:35
サーバー2	0:23:49	1:26:30	1:08:59

時間表示は、時間:分:秒とした。

同一サーバーを利用した状態で、最短と最長で大きな差が出ているが、これ並行しては同時に作業を行った数が影響していると考えられる。最短時間が記録された環境は、確認のため1,2台のみ動作させた状態での計測であり、その影響が大きい。また、実際の作業ではCDから起動後に順にスクリプトを動かし、CDを再利用しながら次々と起動していったため、作業の最初のうちは動作マシンは少なく、進むにつれ徐々に増加し、復元が完了するマシンが出てくると、作業終了前にはまた稼働状態のマシンが少なくなるという状態であった。そのため、初期と終了前に作業に取りかかったマシンは短時間で終了し、中間期にスクリプトを実行したマシンはサーバーの負荷の高い状態での作業となったため、長時間必要となったものと思われる。

サーバー1と2では、平均の差に比べ、最長時間の差が大きくなっている。これはCPU等の性能差もあるが、NFSのサービスの設定の差が影響していると考えられる。サーバー1ではサービスのプロセス数を4個と少なくしていたが、サーバー2では並行して多数のクライアントを動かすことを想定して、80に増やしていた。ただし、同時にサーバー1を利用した際には同時に作業したのは60台程度であったが、サーバー2利用時には同時に120台程度まで動かしている。サーバー2の動作環境は、クライアント数が多いときにも性能の低下が小さく、測定結果はそれを反映した結果となっている。

この結果より、サービスの設定を適切に調整することが、時間の短縮に有効であることがわかる。

また、DVDにファイルを置き、ローカルで復元した場合は約20分程度で完了する。これはサーバー2を利用した場合の最短時間に近く、稼働台数が少ないときは、ネットワーク経由でも十分な性能が期待できることを表している。

## 5 まとめ

数十から数百台の規模のコンピュータにホスト名、アドレス以外はすべて共通となるような環境を導入するための低コストかつ効率的な手法を開発し、実際に作業を行った。これは教育用の環境では定期的に必要となる作業であり、一般に担当部署にとってはかなりの負担となる業務である。

今回の手法は、200 台程度までのクライアント数で、10MB 位の大きさの起動イメージが利用可能かつ 1 台のファイルサーバーが準備できる状況ならば、実用性、省力性の高いものである。

特徴をまとめると以下ようになる。

- (1) 低コスト
- (2) 作業用環境の準備が容易
- (3) 高速起動可能
- (4) 実行コマンドの操作が容易
- (5) 自動化、カスタム化が容易

しかしながら、問題がないわけではない。効率的であるとはいえ、1 台毎に作業が必要である点は、避けることができない。これはローカルに OS を保存する形式である限り、常につきまとう限界である。保守の面からは、ハードウェア、ソフトウェアのどの点からみても、稼働イメージをファイルサーバー上に置き、ネットワークを介して起動する形式 (thin client) が好ましいことは確かである。ただし、そのためには、それに耐えうるネットワーク、サーバー性能が求められ、コスト面での課題が残る。

幸い、現ハードウェアは PXE 方式に対応しており、ネットワーク起動は容易である。直ちに稼働環境を完全に thin client 化するには困難があるとしても、復元作業環境をネットワーク起動化するというやり方は十分ありうるだろう。そうすれば、電源オンのみで復元作業開始からそのまま完了まで自動化ということも可能となる。さらに WOL 機能を利用すれば、完全リモート作業化という方向も見えてくる。

今回は以上の点について検討をすすめ、さらなる改良を加えたいと考えている。