

特定応用ソフトウェア用起動可能光メディア製作に関する 調査

白石 啓一*

Survey of Making Bootable Optical Media for Specified Application Software

Kei-ichi SHIRAISHI

Synopsis

We survey how to make a bootable optical media for specified application software for personal computer(PC). If the media is inserted to the drive and PC is booted, PC-UNIX FreeBSD starts and you can use the installer or the application softwares.

1 はじめに

PC-UNIX の一種である FreeBSD は、ports あるいは packages と呼ばれる応用ソフトウェアインストール機構を備えており、FreeBSD を使い慣れた者であれば非常に簡単に個人用のソフトウェア開発環境や事務処理環境を構築できる。ports は個々のソフトウェアのインストールには良くできた機構であるが、複数のソフトウェアをインストールした際にお互い干渉してうまく動作しない、依存関係の問題でアップグレードに手間がかかることがある、などの問題がある。また、FreeBSD・応用ソフトウェア共に便利に使うために設定すべき点があるが、使い慣れていない者にとっては多少敷居の高い操作を必要とする。

一方、PC-UNIX の一種である Linux をインストールし、講義や実験に使用している本校の演習室を挙げるまでもなく、オープンソースソフトウェアを組み合わせる講義や実験に使っている学校も増えて来ている。上記のようなソフトウェアのインストールと設定の問題は、演習室のように数十台の PC を対象とした場合、問題を解決する時間ばかりでなく、設定する手間が台数分かかることになり、管理者にとって非常に手間と時間のかかる作業となる。

我々は、「教育用オープンプラットフォームの構築に関する研究」^{1, 2)} を進めており、FreeBSD の構築方法やインストーラの動作の調査と、応用ソフトウ

アのインストール・設定ツールの開発を進めている。この研究は、FreeBSD 上にプログラミング言語やオフィスソフトウェアなど教育に使えるオープンソースソフトウェアをインストールし、各種設定を自動的に行うインストーラの開発を目標としている。このインストーラを使用することで、管理者の手間を軽減できる。また、開発成果を公開しているため、インストール時の問題の解決方法を共有でき、問題の解決時間を短縮する可能性がある。

本稿では、FreeBSD 標準のインストール CD-ROM とライブシステム CD-ROM の作成方法^{1, 2)} で作成したインストーラ CD-ROM(以下、OPE CD-ROM)³⁾ 作成のノウハウをまとめる。この方法を応用すると、インストーラの代わりに通常のシェル・応用ソフトウェアを起動するライブシステムを作成することもできる。応用例として、PC があればどこでも同じ環境を作ることのできる個人用事務作業環境や並列計算をするために演習室の PC を利用してディスククラスタを構築するライブシステム⁴⁾ が挙げられ、インストーラその他、応用範囲は広い。

なお、同様の成果として KNOPPIX⁵⁾ や FreeSBIE⁶⁾ が挙げられる。KNOPPIX は Linux をベースとしたもので、本稿の成果とは OS が異なるが、OS 以外はほぼ同様のソフトウェアが動くため、その構築技法は参考になる。FreeSBIE は本稿の成果と同様 FreeBSD をベースにしているので、今後 FreeSBIE の利用も検討しなければならない。

*誌間電波工業高等専門学校 電子制御工学科

2 FreeBSD 標準インストール CD-ROM の作成

IBM-PC 互換機用 FreeBSD 5.3-RELEASE のインストール CD-ROM とライブシステム CD-ROM の作成方法を述べる。5.3-RELEASE を対象とするが、他のバージョンでも同様の手順で作成できる。以下、作成環境の構築、CD イメージの作成、CD-R への書き込みの順で述べる。

2.1 作成環境の構築

インストール CD-ROM を作成するには、CD-R ドライブと十分な空き領域 (7GB 以上) のあるハードディスクドライブ (HDD) を備えた PC を必要とする。この PC には、FreeBSD 5.3-RELEASE をインストールしておく。異なるバージョンで作成するとトラブルが起こることもあるので、作成対象と作成環境のバージョンを揃えておくことが望ましい。

2.2 節で行う “make release” には FreeBSD の CVS ツリーを必要とするので、ports の cvsup-mirror により CVS ツリーを /home/ncvs に置いておく。CVS ツリーを置く場所は /home/ncvs 以外でも良いが、その場合、以後の作業で環境変数やオプションを適切に書き換える必要がある。

2.2 CD-ROM イメージの作成

まず、以下の手順で “make buildworld” を行う。

```
cd /usr
cvs -d /home/ncvs co \
    -rRELENG_5_3_0_RELEASE src
cd src
make buildworld
```

その結果、/usr/obj 以下に FreeBSD のバイナリが置かれる。ここで、行末の \ は改行の無視を示す。

次に、/junk/release(CHROOTDIR 変数に指定するディレクトリ) に 3.2GB 以上の空き領域を確保した上で、以下の手順で “make release” を行う。

```
cd /usr/src/release
make -DMAKE_ISOS release \
    CHROOTDIR=/junk/release \
    BUILDNAME=5.3-RELEASE \
    CVSROOT=/home/ncvs \
    RELEASETAG=RELENG_5_3_0_RELEASE
```

なお、必要な空き容量はバージョンによって異なる。また、もし /junk に十分な空き領域がなければ、空き

領域を持つファイルシステムへのシンボリックリンクをあらかじめ作成しておくか、CHROOTDIR にそのファイルシステムのディレクトリを指定する。即ち、/usr/tmp に十分空き領域があると仮定すると、

```
ln -s /usr/tmp /junk
```

でシンボリックリンクを作成しておくか、

```
CHROOTDIR=/usr/tmp/junk/release
```

を指定する。

“make release” の結果、CD-ROM イメージが表 1 の位置に作成される。

2.3 CD-ROM イメージの書き込み

FreeBSD で CD-ROM イメージを CD-R へ書き込むには、burncd や cdrecord を使う。CD-R ドライブが ATAPI 接続ならば burncd を、SCSI 接続ならば cdrecord を使う。ATAPI 接続 CD-R ドライブが acd0 として認識されているとき、最高速度で cd.iso を書き込むには

```
burncd -f /dev/acd0 -s max data \
    cd.iso fixate
```

を実行する。SCSI 接続 CD-R ドライブがバス 0 に接続され、SCSI ID 6 に設定されており、論理ユニット番号が 0 のとき、16 倍速で cd.iso を書き込むには、

```
cdrecord dev=0,6,0 speed=16 \
    -data cd.iso
```

を実行する。

3 CD-ROM イメージ作成の応用

ユーザが変更した FreeBSD のインストール CD-ROM イメージの作成方法、ライブシステムの変更方法、CD-ROM イメージ作成の高速化について述べる。

3.1 ユーザが変更した FreeBSD インストール CD-ROM イメージの作成

FreeBSD 標準インストール CD-ROM の作成とは、2.2 節の “make release” のみ異なる。そこで、本節では “make release” の違いのみ述べる。

FreeBSD の “make release” には、ユーザ固有の

CD-ROM イメージの種類	位置
インストール	/junk/release/R/cdrom/5.3-RELEASE-i386-miniinst.iso
ライブシステム	/junk/release/R/cdrom/5.3-RELEASE-i386-disc2.iso

表 1: CD-ROM イメージの位置

変更を適用したインストール CD-ROM を作成するために使える 2 種類のオプションがある。一方は FreeBSD のソースが置かれている /usr/src に対する変更点をパッチファイルとして作成しておき、そのファイル名を LOCAL_PATCHES 変数に与える方法である。他方は /usr/src 全体をコピーした上で変更し、そのコピー先のディレクトリを EXTSRCDIR 変数に与える方法である。

LOCAL_PATCHES 変数を使い、パッチファイルが patch_file_name である場合、

```
cd /usr/src/release
make -DMAKE_ISOS release \
    LOCAL_PATCH=patch_file_name \
    PATCH_FLAGS=-p0 \
    CHROOTDIR=/junk/release \
    BUILDNAME=5.3-RELEASE \
    CVSROOT=/home/ncvs \
    RELEASETAG=RELENG_5_3_0_RELEASE
```

を実行する。

EXTSRCDIR 変数を使い、/usr/new_src に変更後のソースがある場合、

```
cd /usr/src/release
make -DMAKE_ISOS release \
    EXTSRCDIR=/usr/new_src \
    CHROOTDIR=/junk/release \
    BUILDNAME=5.3-RELEASE \
    CVSROOT=/home/ncvs \
    RELEASETAG=RELENG_5_3_0_RELEASE
```

を実行する。

3.2 ライブシステムの変更

“make release” では、/junk/release/R/cdrom/disc2 以下に CD-ROM 起動に必要なファイルを配置したディレクトリツリーを作成し、これを元に CD-ROM イメージを作成している。従って、“make release” を実行した後、/junk/release/R/cdrom/disc2 以下に必

要な応用ソフトウェアをインストールした上で、CD-ROM イメージを作成すれば、所望のライブシステム CD-ROM イメージを作成できる。作成する CD-ROM イメージ名を cd.iso、ラベル名を livesystem とすると、CD-ROM イメージ作成には、

```
/usr/src/release/i386/mkisoimages.sh \
    -b livesystem cd.iso \
    /junk/release/R/cdrom/disc2
```

を実行する。

3.3 CD-ROM イメージ作成の高速化

“make release” は概ね次に示す作業を行っている。

1. /junk/release へ FreeBSD をインストール
2. ソースを CVS ツリーからチェックアウト
3. ports を CVS ツリーからチェックアウト
4. /junk/release 内で FreeBSD を構築
5. ドキュメントを生成
6. CD-ROM イメージを作成

以上全ての作業を実行すると、Pentium4(3GHz)、メモリ 512MB、HDD(SATA150, 7200rpm, 平均転送速度 58MB/s 以上) の PC を用いて、3 時間以上かかる。これはソースを手直ししながら実行するには長過ぎる。本節では、その中でいくつか高速化できるポイントを述べる。

まず、ソースと ports の CVS ツリーからのチェックアウトは、数多くのテキストファイルの読み込みと処理が発生するために時間がかかる。これはあらかじめソースと ports を用意し、単なるコピーで終わらせることで時間を節約できる (表 2)。これ

表 2: チェックアウトとコピーの時間 (単位:秒)

	チェックアウト	コピー
ソース	514	145
ports	1153	454

```

*****
*** 357,364 ***
    .endif
        rm -rf ${CHROOTDIR}/usr/ports
    .if !defined(NOPORTSATALL)
        cd ${CHROOTDIR}/usr && ${CVSPREFIX} cvs -R ${CVSARGS} -d ${CVSROOT} co
            ${CVSCMDARGS} ${CVS_PORTSARGS} ${RELEASEPORTSMODULE}
    .endif
    .if !defined(NODOC)
--- 357,373 ----
    .endif
        rm -rf ${CHROOTDIR}/usr/ports
    .if !defined(NOPORTSATALL)
+ .if defined(EXTPORTSDIR)
+     cd ${CHROOTDIR}/usr && \
+         cp -R -H ${EXTPORTSDIR} ports
+     rm -rf ${CHROOTDIR}/usr/ports/distfiles
+ .else
        cd ${CHROOTDIR}/usr && ${CVSPREFIX} cvs -R ${CVSARGS} -d ${CVSROOT} co
            ${CVSCMDARGS} ${CVS_PORTSARGS} ${RELEASEPORTSMODULE}
    .endif
    .if !defined(NODOC)

```

図 1: /usr/src/release/Makefile のパッチファイル (一部余分の改行を含む)

は、/usr/src/release/Makefile に図 1 に示すパッチファイルを適用し、“make release” の際、オプション

```
EXTSRCDIR=$USRDIR/src
EXTPORTSDIR=$USRDIR/ports
```

を加えることで実現できる。

次に、ドキュメントは配布用 CD-ROM には必要であるが、開発中は必要ない。ドキュメントの生成を省くことで約 80 分短縮できる。これは、“make release” の際、オプション

```
DOC_LANG=en_US.ISO8859-1
-DNODOC
-DNOPORTREADMES
```

を加えることで実現できる。

最後に、make を使ってコンパイルをはじめとする処理を行う際に共通の手法であるが、通常 I/O は CPU よりも非常に遅いため数多くのジョブを投入しておくことで、I/O 待ちの際に他のプロセスへ効率良く CPU を割り当てることができる。同時に 4 個のジョブを投入するなら、“make release” の際、オプション

```
-j4
```

を加えることで実現できる。

以上の高速化を適用することで、3 時間以上かかる処理を 78 分で終わることができた。

3.4 限定条件下での高速化

OPE CD-ROM のようにある限定条件の下では、CD-ROM イメージ作成をさらに高速化できる。その条件とは以下の通りである。

1. FreeBSD 標準インストール CD-ROM などの、所望の CD-ROM イメージとほぼ同じ内容の CD-ROM イメージを入手できる。
2. 条件 1 の CD-ROM イメージにハードリンク情報がない。
3. 変更点のみを用意できる。(OPE CD-ROM の場合、インストーラのみ構築できる。)

以上の条件を満たす場合、条件 1 の CD-ROM イメージと条件 3 の変更点を用意した上で、

1. 条件 1 の CD-ROM イメージをコピー

2. 変更点を適切な場所へコピー

3. CD-ROM イメージを作成

という手順で、所望の CD-ROM イメージを作成できる。条件 2 が必要なのは、手順 1 にてコピーする際ハードリンク情報が失われるためである。従って、ライブシステム CD-ROM を本方法で作成するためには、なんらかの方法でハードリンクを復元しなくてはならない。

本方法で作成した場合、変更点を全てコピーする必要があり、非常に手間がかかるという欠点となる。実際の OPE CD-ROM の場合、変更点を全てコピーするのは非常に手間がかかるためにあきらめており、その根幹をなす変更点のみコピーしている。そのため、141 秒と非常に短時間で CD-ROM イメージを作成できるようになった。

また、3.1 節で示した方法では応用ソフトウェア群をインストール CD-ROM イメージ内に置くためにさらなる作業を必要とするが、本方法では条件 1 の CD-ROM イメージとして、応用ソフトウェア群を持つものを用意できれば作業なしに作成できる。これは、OPE CD-ROM のようなインストール CD-ROM にとって大きな利点である。

4 おわりに

FreeBSD をベースとした、起動可能な CD-ROM の作成方法を述べた。まず、FreeBSD 標準のインストール CD-ROM・ライブシステム CD-ROM について述べ、その後、ユーザが変更した FreeBSD のインストール CD-ROM・ライブシステム CD-ROM、そしてそれらの作業を行う上で有用な高速化を述べた。これらを応用し、OPE CD-ROM を作成した。なお、OPE CD-ROM を作成するために必要な全てのファイルは、CVS により入手できる。その方法は⁷⁾の「CVS」にある。

CD-R では 700MB の容量しかないので、数多くの応用ソフトウェア、あるいは大規模な応用ソフトウェアをインストールするには容量不足が考えられる。これを解決するために、DVD-R の利用が考えられる。また、FreeSBIE の利用の検討と、実際に個人用事務作業環境やディスククラスタのための CD-ROM イメージ作成することも今後の課題である。

参考文献

- 1) 原 元司, 山本 喜一, 白石 啓一, 白濱 成希, 本間 啓道, 桐山和彦, 岡田 正: 教育用オープンプラットフォーム環境の構築 - その目的と課題について -, 情報処理学会第 66 回全国大会講演論文集, 4, 385-386 (2004)
- 2) 原 元司, 山本 喜一, 白石 啓一, 白濱 成希, 本間 啓道, 桐山和彦, 岡田 正: 教育用オープンプラットフォーム (OPE) 開発プロジェクト - プロジェクト発足の経緯と現状について -, 情報処理教育研究発表会論文集第 24 号, 121-123 (2004)
- 3) OPE プロジェクト:
OPE(5.3-RELEASE)CD-ROM イメージ,
<ftp://ftp.openedu.org/pub/OPE/releases/i386/5.3-RELEASE/images/5.3R-OPE-i386-disc1.iso>
- 4) 長岡 史郎, 福永 哲也, 白石 啓一: PC クラスタによる並列計算システムの構築と応用に関する研究, 詫間電波工業高等専門学校プロジェクト研究報告会 2002 講演論文集, 17-18 (2003)
- 5) 産業技術総合研究所:
KNOPPIX Japanese edition,
<http://unit.aist.go.jp/itri/knoppix/>
- 6) Gruppo Utenti FreeBSD Italia:
FreeSBIE - Free System Burned In Economy, <http://www.freesbie.org/>
- 7) OPE プロジェクト: OPE プロジェクトホームページ, <http://www.openedu.org/ja/OPE/>