

UserModeLinux を使った KNOPPIX

<http://unit.aist.go.jp/it/knoppix>

須崎有康, 飯島賢吾(産業技術総合研究所), 丹英之(アルファシステムズ)

概要 CD ブータブルな Linux ディストリビューション”KNOPPIX”を UserModeLinux を使って仮想計算機のように起動できる実装方法を紹介します。また、この実装を WAN 対応ファイルシステムと連携させて FTP ダウンロードなしに起動可能にすることや差分更新機能によるアプリケーションの更新可能にすることなどの利用方法を提案する。

1. はじめに

CD ブータブル Linux の一つである KNOPPIX を Linux のカーネルエミュレータである UserModeLinux(UML)で起動可能にした^[1,2]。デスクトップの GUI も利用できるため、KNOPPIX 専用の仮想計算機として利用可能となった。この UML があれば、KNOPPIX の更新があっても CD を焼かず、iso ファイルのみで KNOPPIX をブートできる。本論分ではこの実装方法を説明し、利用方法を提案する。

2. KNOPPIX とは

KNOPPIX とはドイツの Klaus Knopper 氏が開発を進めている CD ブータブル Linux である。ハードディスクにインストールが不要のため、Windows がインストール済みのマシンでも簡単に Linux 環境を試すことができる。

KNOPPIX では圧縮対応しているループバックデバイス cloop にファイルシステム内容のほとんどを格納している。ループバックデバイスとはファイルをファイルシステムとしてマウントできる仮想デバイスであり、cloop では zlib を使った読み出し専用圧縮機能が付加されている。KNOPPIX ではブートに関するもの以外は一つの cloop ファイルの格納され、ほぼ iso ファイルを占有している。

3. UserModeLinux とは

User Mode Linux (以下 UML と略記)は Jeff Dike 氏によって開発が進められている「ユーザプロセスとして実行可能な linux カーネル」である。ユーザプロセスとしてもう一つの Linux カーネルを利用できることにより、安全にカーネルのテストやデバッグを行なうことができる。実行効率もよく、エミュレータとしては使いやすいが、UML では VMware、VirtualPC、Bochs など仮想計算機のようにすべてのデバイスを用意していないため、通常の Linux ディストリビューションをそのままインストールすることはできない。

4. KNOPPIX 用 UserModeLinux

UML を介して GUI を含めて KNOPPIX を仮想計算機のように利用する方式を説明する。

4.1 cloop 対応 UML

UML では専用 kernel となるため、KNOPPIX CD が提供する kernel と置き換える必要がある。KNOPPIX では、cloop 以外は特殊な機能を利用しない。このため UML の kernel で cloop デバイスのみ対応可能にすればよい。cloop のドライバは標準 UML kernel に入っていないので、ドライバを含んだ UML kernel を作り直した。

4.2 ブートシーケンス

我々は UML カーネルから KNOPPIX の cloop ファイルを利用してブート可能にした。

CD 版の KNOPPIX でもブートシーケンスは CD 内のフロッピーイメージ boot.img から始まる。ここでは RAM Disk をルート(/)としてブートし、cloop ファイルループバックで/KNOPPIX にマウントにする。その後、必要なディレクトリ(/KNOPPIX/usr, /KNOPPIX/lib)をルート(/)に対してシンボリックリンクを張る。/etc 以下の書換えが必要な設定ファイルは/KNOPPIX/etc より RAM Disk の/etc にコピーを行なう。/home,/var など本質的に書換えが必要なディレクトリのためには tmpfs ファイルシステムをメモリに作成する。

上記のブートシーケンスの部分を UML 対応用に作成した(図1)。この UML 用ブートシーケンスを用いて既存の cloop ファイルをマウントし、利用可能となる。

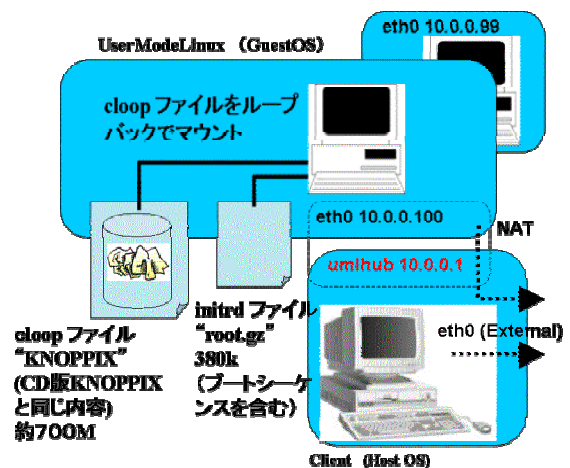


図1 UML による KNOPPIX 起動概要

“KNOPPIX with UserModeLinux”,
Kuniyasu Suzuki, Kengo Iijima, National Institute of
Advanced Industrial Science and Technology
Hdeyuki Tan, Alpha Systems Inc.

ちなみに CD 版では上記のブートシーケンスが終了後、制御を `init` に移し、`/etc/init.d` にある `knoppix-autoconfig` 等の走らせ、デバイス認識やドライバの組み込みを行なう。

4.3 ネットワーク環境

UML では幾つかのネットワーク環境が利用できる。代表的なのが TUP/TAP だが、TUP/TAP では UML とホスト OS 間のみでネットワークで、複数の UML KNOPPIX を立ち上げた場合に相互の通信ができない。このため `umlswitch` を利用した。`dhcp` の機能も入れたので、UML を立ち上げる度に IP アドレスは自動的に設定される。これにより複数の UML KNOPPIX を立ち上げて相互に通信が可能になった。

4.4 GUI 環境

UML では仮想ビデオカードを提供しないため、グラフィカルインターフェースがそのままでは利用できない。幸いにもネットワークが使える環境を設定可能なので、`Xnest` を利用してゲスト OS の GUI をホスト OS の X に写像する。`Xnest` は X client でありながら一方で X server として働くプログラムで、一つのウィンドウの中に X を立ち上げるような Window システムの入れ子ができる。これを利用して見た目は通常の仮想計算機と同じ機能を提供できる。複数の `cloop` ファイルを使った UML の起動を図 2 に示す。

5 利用方法とその性能

我々は `cloop` のイメージファイルを NFS に置き、UML によりネットワークブート可能にした。これにより KNOPPIX が更新されても CD 作成の必要がなく利用できるようになった。また、今までは CD 作成のために iso イメージを一括ダウンロードする必要があったが、UML 経由では必要な時に必要なデータを取り出せば良く、ネットワークトラフィックを減らすことができた。

NFS 経由の UML KNOPPIX ブート性能の予備的実験を行なったのでその成果を示す。ここでは



図 2 UML による KNOPPIX の複数起動

デスクトップマネージャ `XFce/xfwm` が UML で起動するまでの時間を測定した。クライアントマシンとして IBM ThinkPAD T23 (Pentium III 1Ghz, メモリ 1GB, Ether 100Mbps) と NFS マシン Sony StorStation FSV-E1 (Ether 100Mbps) を用いた。この条件で起動までに 35 秒、読み込みデータが 18MB であった。

また、VPN を使って WAN に LAN 環境を構築して同様の性能を測定した。WAN は BFlets (プロバイダ plala) と ADSL (プロバイダ yahoo) で測定したところ、BFlets では起動に 50 秒、読み込みデータが 21MB、ADSL では起動に 50 秒、読み込みデータが 19MB であった。これらの測定はラフなものであるが、WAN 環境において 50 秒程度で起動できると一般家庭からの利用も期待できる。

6 今後の開発予定

6.1 WAN 対応

現在、NFS から WAN 環境に適用を進めている。WAN 対応するためにはセキュアなファイルシステムが必要となる。セキュアな WAN 対応ファイルシステムとして幾つか開発されているが、利用実績のある SFS (Self-Certifying File System www.fs.net) の利用を検討している。SFS は `ssh2` プロトコル上に NFS プロトコルを乗せるファイルシステムである。SFS のアクセスは自己認証パスと呼ばれるホスト公開鍵をパス名に含むため、アクセスと同時に認証が行なわれて使い勝手がよい。SFS 上で `cloop` のイメージファイルを公開し、ファイルシステムの妥当性や性能の検証を行なう予定である。

6.2 差分更新ファイルシステム

CD 版 KNOPPIX ではソフトウェアのほとんどが読み出し専用の `cloop` に格納されていたため、`debian` パッケージによるアプリケーションの更新を行なうことが出来なかった。UML では COW (Copy On Write) の機能により差分更新が可能となるため、CD 版の欠点を克服できる。

7. おわりに

UserModeLinux を使った KNOPPIX 専用仮想計算機の実装を行なった。今後、WAN 環境での不特定多数の利用に向けた実験、改良を行なう。

謝辞

本研究の一部は情報処理振興事業協会 (IPA) の「未踏ソフトウェア創造事業」鶴飼 PM による「KNOPPIX ホスティング環境」の成果の一部である。

参考文献

- [1] 須崎, 飯島, 丹, "UserModeLinux を使った KNOPPIX マイグレーション", LinuxConference2003, (2003)
- [2] 須崎, 飯島, "KNOPPIX の ASP 対応", 情報処理学会研究報告, 2003-OS-94, (2003)