

CopyOnWrite を適用した UML-KNOPPIX

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

須崎有康, 飯島賢吾, 八木豊志樹(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の一つである KNOPPIX ではルートファイルシステムのほとんどが CD-ROM に格納されているため、アプリケーションの更新ができない。この欠点を Linux エミュレータ UserModeLinux の CopyOnWrite を適用することで解決した。CopyOnWrite による更新差分を配布し、カスタマイズを共用することも可能になった。

1. はじめに

KNOPPIX^[1]とはドイツの Klaus Knopper 氏が開発を進めている Debian ベースの 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 がプレインストールのマシンでも簡単に Linux 環境を試すことができる。KNOPPIX では統合デスクトップ環境 KDE、オフィスソフトウェア OpenOffice.org、Web ブラウザ Mozilla、メイラソフト sylpheedなどをまとめ、1枚の CD のみでどのパソコンでも簡単に Linux 環境を実行できる。また、収録したソフトウェアはすべてフリーであり、規定されたライセンス条件を守れば、コピー、改変、再配布も自由に行える。日本語版^[2]は筆者らによってメンテナンスされている。

KNOPPIX は既存の Linux ユーザばかりでなく、Linux に躊躇していたユーザにも利用されるようになった。この状況は Linux ユーザの裾野を広げることにも貢献できてうれしい反面、幾つかの問題が明らかになった。KNOPPIX では、CD を作成しなくてはならない、PC をリブートしなくてはならない、KNOPPIX 自体の更新できない、などの問題が存在した。CD 作成やリブートの問題は Linux エミュレータの UserModeLinux を KNOPPIX に適応した UML-KNOPPIX^[3]を作成することで解決できた。本論文では UserModeLinux の CopyOnWrite を適用することで更新問題も解決できることを述べる。

2. UML-KNOPPIX 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。誤解を恐れず表現すると VMware や VirtualPC のような仮想計算機と同様なソフトウェアである。但し UML は Linux エミュレータであるため、実行できる OS は Linux のみである。Linux の上に Linux を走らせても無意味に思えるかもしれないが、Debian, RedHat, TurboLinux など多くの Linux ディストリビューションをリブートせずに使い分けたり、複数同時利用が可能になる。また、新しいカーネルのテストやセキュリティ的に問題が起こりそうなソフトを既存の

Linux に影響なく行うことができる。

KNOPPIX 日本語版では、KNOPPIX 対応した UML-KNOPPIX を標準で採用し、KNOPPIX が更新しても CD を作成することやリブートなく利用できる。他の KNOPPIX の派生版も UML-KNOPPIX で動作することができる。

UML-KNOPPIX によって手軽に KNOPPIX を利用できるようになったが、まだ KNOPPIX 自体の更新・カスタマイズを行うことができない。この問題を UML の CopyOnWrite を適用することで解決する。

3. CopyOnWrite

UML の CopyOnWrite(以下 COW と略記)はファイルシステムの更新差分を別に保存する機能である。VMware の non-persistent モードと同様な機能である。

UML で COW が動作していると仮想ディスクに対する変更は別に保存され、元の仮想ディスクに影響を与えない。これを利用して、お試し版ソフトのインストールなどの危険を伴う作業を行うことができる。アン・インストールと違って、更新差分を破棄すれば確実に以前の環境に戻すことができる。

COW は図 1 に示す Layered Block Device (以下 LBD と略記)によって実現されている。元となる仮想ディスクに更新差分を取ることができる LBD を重ね、この二つを合成することにより新たな仮想ディスクを提供する。書き込みは、LBD に対して行われる。読み出しはブロックの更新がなければ元の仮想ディスクから行い、更新があれば LBD から行う。

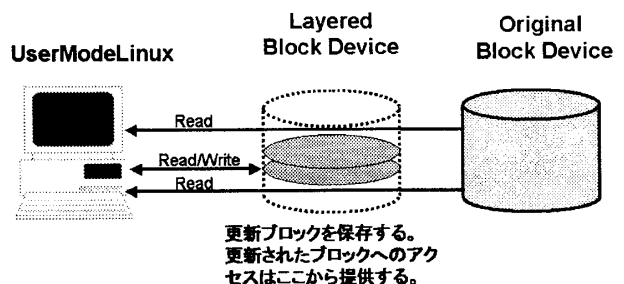


図 1 Layered Block Device による COW の実装

4. KNOPPIX への COW の適用

KNOPPIX に COW を適用するには 2つの問題

がある。KNOPPIX ではルートファイルシステムが圧縮ループバックデバイス `cloop` に格納されている。`cloop` では読み出しのみをサポートし、書き込みを行うことができない。また、`cloop` の中にあるファイルシステムは `iso9660` では更新機能がないため、COW が有効にならない。

4.1 `cloop` 内ファイルシステム

標準の KNOPPIX では `cloop` 内のファイルシステムに `iso9660` が採用されている。`iso9660` は CD-ROM 用のファイルシステムであり、書換えを考慮していない。つまり COW でブロック更新可能にしてもファイルシステムに更新の機能がなく、COW の対象とならない。COW を適用するためには `cloop` 内のファイルシステムを更新対応に変更する必要がある。

我々は COW が適用できるように `cloop` 内のファイルシステムを `iso9660` から `ext2` に変更した。図 2 にその概念図を示す。`ext2` に変更しても KNOPPIX のブートローダは通常に動作する。この状態でも `cloop` によるループバックマウントは読み出し専用のために COW の適用ができない。

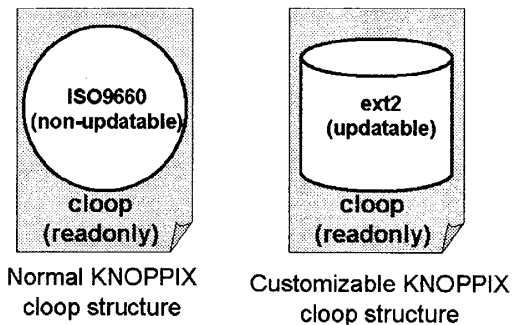


図2 `cloop` 内のファイルシステム構成

4.2 `cloop` 回避

今までの UML-KNOPPIX は `cloop` を直接マウントして利用していた(図3)。この方法では COW による更新対象にならない。この問題を回避するために `cloop` のマウントをホスト OS で行うよう

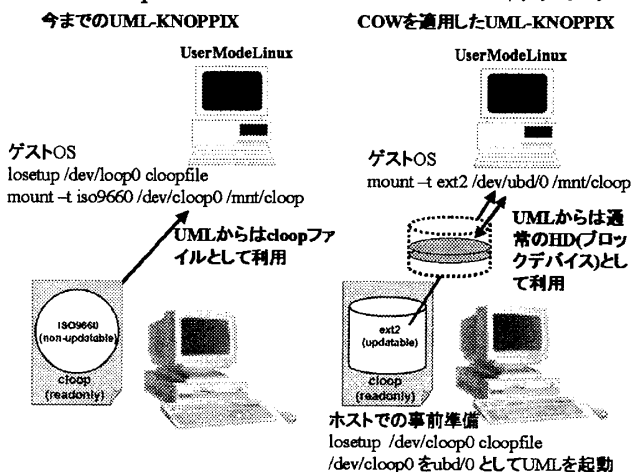


図3 COW 適用前後の UML-KNOPPIX の実装

にした。ホスト OS で `cloop` をループバックでセットアップ(`losetup`)し、UML の仮想デバイス(`ubd: Universal Block Device`)として渡す。UML からは通常のブロックデバイスと認識し、ファイルシステムが更新可能な `ext2` なので COW の対象となる。つまり UML の利用前に事前準備としてホスト OS が `cloop` の殻をむき、通常のブロックデバイスとして UML に渡す。この方法では、UML から読み出しが起こる毎にホスト OS で圧縮の解凍をしている。

5. 適用分野

5.1 更新差分配布

COW を使ってカスタマイズした KNOPPIX の更新差分は別途ファイルとして保存可能であり、その部分だけを他に譲ることができる。今までは KNOPPIX のカスタマイズはすべて作り直しを意味していたが、COW により簡単に他のユーザと共有できるようになった。

5.2 CD 版 KNOPPIX とホームの共用

通常の KNOPPIX ではホームディレクトリを RAM-DISK に割り当て、OS 停止と共に消してしまう。これを保存する `persistenthome` の機能があるが、ハードディスク、USB メモリ、フロッピーなど PC に接続した物理デバイスを対象にしている。UML では物理デバイスを直接扱えないため、この機能が使えない。

最近ではネットワーク接続したりリモートマシンに保存する `SHFS_persistenthome`^[4] も開発されている。`SHFS_persistenthome` は `ssh` で login できるマシンがあれば、そこにホームを作成する機能である。UML にはこの機能が有効である。さらに、`SHFS_persistenthome` で作成したホームディレクトリは CD 版 KNOPPIX でも UML-KNOPPIX でも使い回しが可能であり、ユーザのスムーズな移行を可能にする。

6. おわりに

ここで述べた COW 対応の UML を含んだ KNOPPIX は Customizable KNOPPIX on UserModeLinux^[5] として配布している。今後、実用を通して性能評価・改善を行う。

参考文献

- [1] knoppix, "http://www.knopper.net/knoppix"
- [2] KNOPPIX 日本語版 <http://unit.aist.go.jp/it/knoppix/>
- [3] 須崎, 飯島, 丹, "KNOPPIX UserModeLinux を使った KNOPPIX マイグレーション", Linux Conference 2003. <http://lc.linux.or.jp/paper/lc2003/CP-16.pdf>
- [4] SHFS persistenthome, "http://unit.aist.go.jp/it/knoppix/uml/shfs/"
- [5] Customizable KNOPPIX on UserModeLinux, "http://unit.aist.go.jp/it/knoppix/uml/"