SFS と KNOPPIX を用いた UML 起動に関する性能評価

後藤　和弘[†]　須崎　有康[‡]　飯島　賢吾[‡]　丹　英之[§]
大分県産業科学技術センター[†]　産業技術総合研究所[‡]　アルファシステムズ[§]

１．はじめに

CD ブータブルな Linux ディストリビューションの１つである KNOPPIX[1] は，ハードディスクへのインストールが不要で Linux 環境を利用できる手軽さとオープンソースであることが特長であり，日本語化[2] をはじめ様々な言語へ対応したものや，医療や教育分野など特定の用途向けにカスタマイズされたものなど 50 種類以上の派生版 KNOPPIX が開発されている．従来，そのような派生版 KNOPPIX を利用するには iso イメージを一旦ダウンロードして CD に焼く必要があったが，UML（UserModeLinux）[3] を利用することでローカルマシン上，または NFS マウントされたネットワークマシン上の cloop ファイルを読み出して利用することが可能となった[4]．これによって ADSL などのブロードバンド環境からでも派生版 KNOPPIX を利用できるものの，インターネット経由でデータを転送するにはセキュリティによる保護が不可欠である．また，NFS は UDP を用いるために通常のファイアウォールでは通過許可されることは少ない．このため，WAN 環境で UML を利用するにはセキュアなファイルシステムを採用する必要がある．

本研究では，WAN 環境において UML を利用して安全に KNOPPIX を実行することを目標とし，SFS（Self-certifying File System）[5] を採用する．そして，SFS サーバに置いた cloop ファイルを指定して派生版 KNOPPIX を UML 起動する際に必要とされる回線の帯域について評価する．

２．SFS について

SFS はセキュリティで保護されたネットワークファイルシステムである．SFS サーバとクライアント間の通信に SSH2 プロトコルを採用するため，既存のファイアウォールで通過許可設定をしている場合もあり，一般的なネットワーク環境でも比較的容易に導入できる．ユーザは SFS サーバの公開鍵の暗号化ハッシュを含んだパスを指定し，ローカルマシン上のファイルと同様にサーバ上のファイルにアクセスできる．

SFS を利用して UML で KNOPPIX を起動するにはコマンドラインオプションで SFS サーバ上の cloop ファイルを指定すればよく，あらかじめ一括ダウンロードや CD に焼く必要はない．しかし，SFS には NFS をベースとしていることによるオーバヘッドが存在するため，UML で起動する際の影響について検討する必要がある．

３．回線能力の評価実験

KNOPPIX を UML 起動するために必要な回線能力を評価するため，転送するパケットを tcpdump でキャプチャして解析する．Tcpdump を使うことにより，必要なパケットだけをフィルタリングで抽出できるだけでなく，パケット送出時刻をもとに KNOPPIX の起動に要する時間を正確に測定でき，さらに各種ツールを利用してスループット以外にも様々な解析が可能になるといったメリットがある．

3.1 実験方法

SFS サーバ，およびクライアントには Pentium4 2.4GHz，メモリ 1GB 搭載のコンピュータを使用し， Figure 1 に示すようにギガビット対応ハブへ接続する．SFS サーバには KNOPPIX（v3.3, 20031010 版）をハードディスクへインストールし，SFS 関連のパッケージを apt-get で追加する．クライアントは KNOPPIX（v3.3, 20031119 版）を CD から起動する．

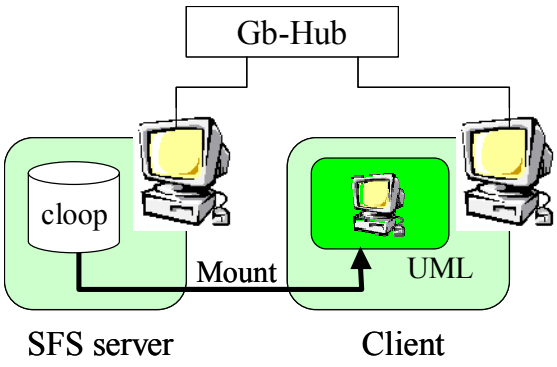

Figure 1: Knoppix on UserModeLinux read cloop file on a SFS server for boot sequence.

"A Study on Network Performance for booting KNOPPIX with UML in SFS Environment"
† Kazuhiro GOTO, Oita Industrial Research Institute
‡ Kuniyasu SUZAKI, Kengo IIJIMA, AIST
§ Hideyuki TAN, Alpha Systems Inc.

予備実験として netperf を用いて回線の伝送能力を確認する．転送するパケットを tcpdump でキャプチャし，netperf の出力結果と tcpdump による解析結果を比較する．UML 起動における伝送帯域の評価では，クライアントにて SFS サーバ上の KNOPPIX-Edu [6] の cloop ファイルを指定して起動し，転送パケットをキャプチャする．tcpdump では SSH2 だけをフィルタリングし，X の起動が完了した後にキャプチャを停止させてスループット等について解析する．

3.2 回線の伝送能力の評価

netperf は 2 点間の回線の伝送能力を測定するツールで，送信側から受信側への一方向のスループットが得られる．実験環境における測定結果は約 570Mbps であり，netperf の出力結果と tcpdump による解析結果はほぼ一致していた．実験において tcpdump によるパケットのドロップは 0.01%程度であり，本実験構成で 600Mbps 近い速度で通信を行なった場合でも tcpdump による解析が可能であることを確認した．

3.3 UML 起動における伝送帯域の評価

KNOPPIX-Edu を UML 起動したときに，SFS サーバからクライアントへ転送されたデータ量を Figure 2 に示す．X の起動完了までの時間は約 70 秒，データ転送量は約 49MB であった．図において起動開始後 10 秒程度から十数秒間データが転送されない区間は，KNOPPIX のハードウェア自動検出機能である hwsetup が実行されているためである．UML を利用する場合，ハードウェア環境はホストと同一であるため，ホストのハードウェア情報を読み出す仕組みを検討することで起動時間を短縮できると考えられる．

一方，スループットは Figure 3 に示すように約 5Mbps という結果となり，起動時には 600Mbps 近いギガビット環境の能力を完全には活かしていないことが明らかになった．これは起動処理などに起因すると考えられ，今後は起動時の処理やデータの転送ブロック単位を見直すなど，高速な伝送能力を活かすための対策が必要だと考えられる．LAN 環境での実験において，パケットのドロップは約 0.3%であった．

WAN 環境（B フレッツ）において同様の UML 起動実験を行ったところ，X の起動完了までは約 150 秒，スループットは約 2.5Mbps となった．この結果はインターネットの影響に加え，DMZ による遅延を含んでいるためと考えられる．また，回線速度は約 6Mbps であった．

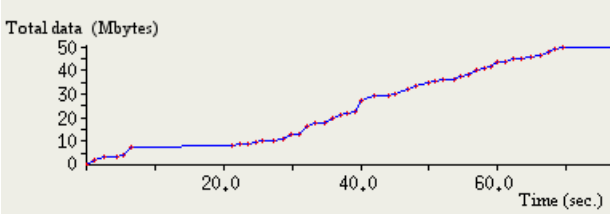

Figure 2: Sent data from SFS server to client for booting Knoppix with UserModeLinux.

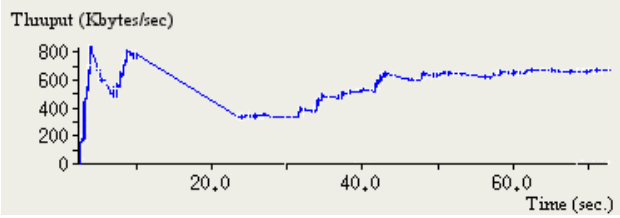

Figure 3: Throughput for booting Knoppix with UserModeLinux.

4．まとめ

SFS を用いて KNOPPIX を UML 起動するために必要となる回線の能力について，ギガビットによる LAN 環境，B フレッツによる WAN 環境に対して評価を行なった．実験により SFS サーバから UML 起動するには約 5Mbps の帯域が必要であることが分かり，ブロードバンド環境を有する一般ユーザであればネット経由で様々な派生版 KNOPPIX を利用できると考えられる．また，実験では SFS サーバ側でパケットをキャプチャしているのでクライアントの負荷軽減につながるとともに，サーバ側で収集した接続情報をもとに，クライアントへのアプリケーションの配布方法の選択，複数の SFS サーバの負荷分散などへも応用できる可能性がある．

今後は，自治体等で整備されている地域高速ネットワーク網による地域 IX において，目的に応じた派生版 KNOPPIX を利用することによる実用性の評価や地域 IX の新たな活用法としての KNOPPIX の利用，WEB サービスによるアプリケーションの配布等についても検討したい．

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] UML, “user-mode-linux.sourceforge.net/”
[4] 須崎，飯島，丹,“UserModeLinux を使った KNOPPIX マイグレーション”, Linux Conference 2003, 2003.
[5] SFS, “http://www.fs.net/sfswww”
[6] Knoppix-Edu, “http://www.eng.tohoku-gakuin.ac.jp/knoppix”