

# 仮想 Linux 環境を用いた ネットワーク構築演習システムの仮想ルータの機能拡張

藏内 将博<sup>†</sup> 井口 信和<sup>†</sup>

近畿大学理工学部情報学科<sup>†</sup>

## 1. 序論

ネットワークの技術を修得するためには、ネットワークの構築演習を繰り返すことで実践的な知識と技能を身に付けることが有効である。

そこで我々は、仮想 Linux 環境により 1 台の PC 上でネットワークの構築が可能で、ネットワーク構築演習システムを開発してきた<sup>1)</sup>。この演習システムは、仮想マシンにルーティングソフトウェアの Quagga<sup>2)</sup>を組み込んだ仮想ルータを実装している。この仮想ルータを用いることでルーティングの設定演習が可能である。しかし、この仮想ルータには次のような問題点がある。実機ルータと比較すると設定できる機能が少ない。また、仮想 Linux により実現した仮想ネットワーク機器間の通信には速度の制限が無い。さらに、実際のネットワークで起こりうる通信障害も発生しない。

そこで本研究では、仮想環境での利用を想定したソフトウェアルータを開発した。各種ルーティングに加えて、NAT やアクセス制御、DHCP サーバ、VLAN 間ルーティングの機能(以下、ルータ機能)を実装した。さらに、QoS 制御を実装することで帯域制御と通信障害の設定が可能になった。これにより、実機ルータを用いた場合と同等の演習環境を提供できる。

## 2. 研究内容

ネットワーク構築演習システムは、仮想化技術である User Mode Linux(UML)を用いて仮想的なネットワーク機器を実現し、相互に通信させることでネットワークの構築が可能である(図 1)。

本研究では、このネットワーク構築演習システムに対し、機能を拡張したソフトウェアルータと QoS 制御を実装する。図 2 に本研究のシステム構成図を示す。

### 2.1. ソフトウェアルータの実装

ソフトウェアルータは、ユーザからのコマン

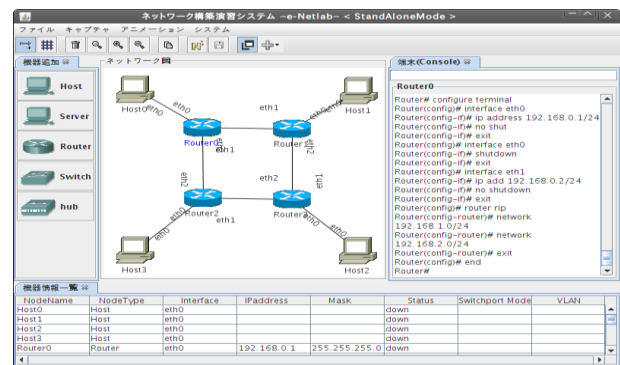


図 1: ネットワーク構築演習システム

ド入力を受け付けるコマンドラインインターフェース(以下、CLI)とルータ機能を組み合わせて実現する。

ルータ機能を実現するために、Linux で利用可能な Quagga や iptables, dhcpd, vconfig を利用した。このルータ機能を設定するためには、実機ルータと同様の CLI が必要になる。そこで、Cisco 社製のネットワーク機器に似た CLI のフレームワークである clish を利用し、ルータのコマンドを定義した。コマンド入力時には、Quagga や iptables などのツールを設定するシェルスクリプトが実行される。これにより、ルーティングや NAT、アクセス制御などのルータ機能の設定、さらに、設定した情報の表示が可能になる。

このソフトウェアルータを UML による仮想マシンに組み込むことで、ネットワーク構築演習上で動作する仮想ルータ(以下、本仮想ルータ)を実現した。

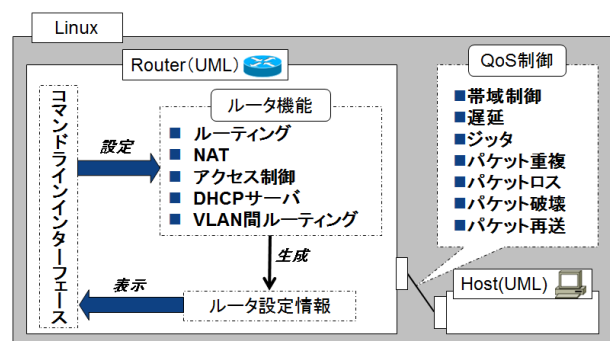


図 2: システム構成図

Development of an Expansion Function for Virtual Router with Network Construction Training System based on Virtual Linux Environment

Masahiro KURAUCHI<sup>†</sup>, Nobukazu IGUCHI<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Department of Informatics, School of Science and Engineering, Kinki University

## 2.2. QoS 制御の実装

仮想 Linux 環境を用いて構築した仮想ネットワークは、通信速度を制限する機能が無く、実際のネットワークで起こりうる通信障害は発生しない。そこで、Linux カーネルに実装されている Traffic Control の機能を用いて、QoS 制御を実装した。これにより、WAN 回線のエミュレーションやネットワークの遅延、パケットロス率などの通信障害の模擬が可能になる。図 3 と図 4 に帯域制御と通信障害の設定用 GUI を示す。



図 3：帯域制御設定 GUI

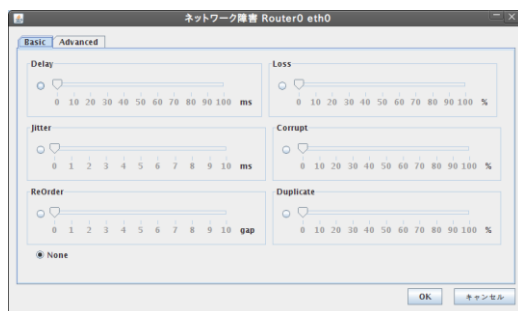


図 4：通信障害設定 GUI

## 3. 評価実験と結果

### 3.1. アンケート評価

シスコネットワーキングアカデミー<sup>3)</sup> (以下、CNA)の受講者 11 名を対象に、本システムの評価実験を実施した。実験では、本仮想ルータを使用して、CNA で出題される課題をもとにルータの設定演習を実施した。これと同時に、帯域制御と通信障害の設定も行った。

実験の結果、実機ルータを用いた場合と同様の設定演習が可能であると評価された。また、通信障害を引き起こすことは良い経験になるという意見が挙げられた。以上の結果から、以前の仮想ルータと比較して、より実機ルータに近い演習が可能であることが分かった。一方で、CNA の学習に帯域制御は使わないのではないかと指摘も受けた。

### 3.2. 性能評価

本仮想ルータの性能を評価するために、メモリ使用量と起動時間を計測した。これらの実験には、Core2Duo 1.4GHz の CPU、1GByte のメイン

メモリ、OS に Ubuntu10.04 を搭載した PC と、Cisco 社製のルータ (Cisco1721)を用いた。

本仮想ルータを複数起動した際のメインメモリと Swap メモリの使用量を計測した。また、本仮想ルータと Cisco ルータを用いて、起動してからコマンドの入力が可能になるまでの時間を、それぞれ 10 回ずつ計測した。これらの結果を表 1 と表 2 に示す。

表 1：メモリ使用量計測結果

| 起動台数 | メインメモリ | Swap メモリ |
|------|--------|----------|
| 0 台  | 414556 | 0        |
| 1 台  | 419872 | 0        |
| 10 台 | 428400 | 820      |
| 15 台 | 398936 | 36128    |

(単位: KByte)

表 2：起動時間計測結果

| 種類        | 平均    | 分散   | 標準偏差 |
|-----------|-------|------|------|
| 本仮想ルータ    | 27 秒  | 0.36 | 0.60 |
| Cisco ルータ | 112 秒 | 1.49 | 1.22 |

シスコネットワーキングアカデミーでは、最大 8 台のネットワーク機器を使用した演習課題が出題される。表 1 の結果から、演習を行うために十分な台数が起動可能であると分かる。また、表 2 の結果から、実機を用いた演習環境と比較して、演習を開始するまでにかかる時間が大幅に減少することが分かる。

## 4. 結論

本研究では、仮想環境での利用を想定したソフトウェアルータを開発し、ネットワーク構築演習システム上で動作する仮想ルータとして実装した。これにより、以前の仮想ルータではできなかった NAT やアクセス制御、DHCP サーバなどを利用した演習が可能になる。さらに、QoS 制御を実装することで仮想機器間の帯域制御や通信障害の設定が可能になるため、実機ルータを用いた場合と同等の演習環境を提供できる。

### 参考文献

- 1) 上田拓実, 井口信和: 仮想 Linux 環境を用いたネットワーク教育システムのための仮想ルータと GUI の実装, FIT2007.
- 2) Quagga Software Routing Suite,  
<http://www.quagga.net/> (accessed 2010-12).
- 3) シスコネットワーキングアカデミー,  
<http://www.cisco.com/web/JP/event/training/academy/> (accessed 2010-12).