

仮想 Linux 環境を用いたネットワーク教育システムにおける通信の可視化機能の実装

上田 拓実[†] 井口 信和^{††} 島村 博^{†††}

近畿大学 大学院 総合理工学研究科[†]

近畿大学 理工学部 情報学科^{††}

株式会社イーラボ・エクスペリエンス^{†††}

1. 序論

本研究は、ネットワーク学習の支援のために、仮想 Linux 環境を用いて 1 台の PC 上に仮想的なネットワークを構築することで、ネットワークの構築手順やトラブルシューティングについて学習するシステムの開発を目的とする。

本研究に関連するシステムとして、立岩らの開発したシステムがある[1]。このシステムは、サーバの構築とそのトラブルシューティングを学習の対象としている。それに対して本システムは、ルータやスイッチなど OSI 参照モデルの第 3 層・第 2 層の機器を対象としている。

本研究では、仮想 Linux 環境を用いて仮想的なネットワークを構築し、ネットワーク学習を支援するシステム e-Netlab を開発した。仮想 OS 環境を利用することで、より実機に近い操作性を実現している。

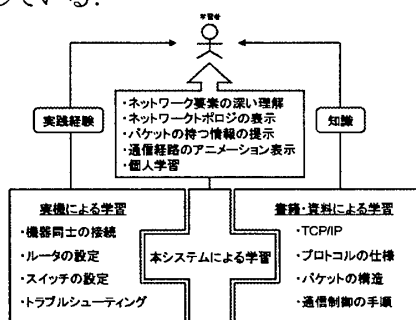


図 1: 学習モデル

本システムは、実機による実習と書籍・資料による学習との組み合わせによって、教育効果の相乗的な向上を目的としている。図 1 にその学習モデルを示す。

Implementation of Visualization Function of communication for the Network Education System using Virtual Linux Environment

Takumi Ueda[†], Nobukazu Iguchi^{††}, Hiroshi Shimamura^{†††}

[†] Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Kinki University

^{††} Department of Informatics, School of Science and Engineering, Kinki University

^{†††} elab experience

ネットワーク学習において、機器同士の通信に用いられるプロトコルに関する知識は、ネットワークの構築やトラブルシューティングの基盤となるものである。今回、ネットワークの構成要素に対する深い知識の習得を支援するため、本システムに通信の可視化機能を実装した。

この機能を利用することで、OSI 参照モデルや TCP/IP プロトコル群を基本とする通信プロトコルについて学習できる。

2. システムの概要

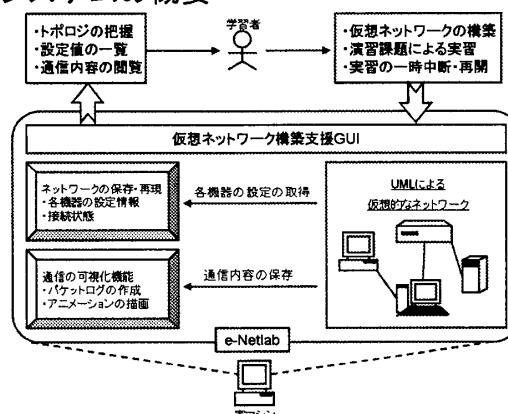


図 2: システムの構成

本システムの構成を図 2 に示す。本システムは、仮想 Linux 環境である User Mode Linux (以下、UML) を利用したネットワーク教育システムである。UML を仮想的なネットワーク機器として利用し、それらを相互に接続することで仮想ネットワークを構築する。

UML は、Linux 上でユーザプロセスとして別の Linux を実行できる仮想 OS 環境である。他の仮想化技術に Xen や VMware などがあるが、耐障害性と管理・改変の容易さから UML を採用した。

本システムには、マウスによる直感的な操作で機器の追加と接続が可能な GUI を実装している。この GUI では、ネットワークのトポロジを視覚的に把握できる。また、各機器の持つ設定値を機器情報一覧として確認できる。

3. 通信の可視化機能

3.1. アニメーション機能

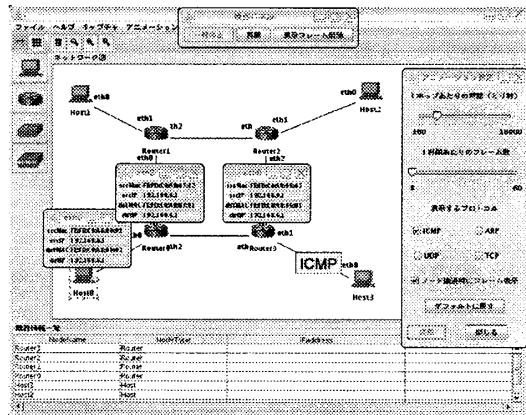


図 3：通信のアニメーション表示

アニメーション機能は、機器間の通信を視覚的に把握するための機能である。パケットを、プロトコル名が付記されたアイコン画像で表現し、GUI に表示されたネットワーク図上を移動させることで、通信経路を視覚的に提示する。

また、各ネットワーク機器を通過する際にパケットの持つ情報がどう変化したかを、ダイアログとして表示する機能も備えている。この機能により、パケットの持つ宛先情報がどのように変化するのかを把握できる。

アニメーション設定パネルを操作することで、パケットを表すアイコン画像をフィルタリングして表示する機能も備えている。学習者は任意のプロトコルの通信だけを表示したり、アニメーションの描画速度を変更したりできる。

3.2. 通信ログ表示機能

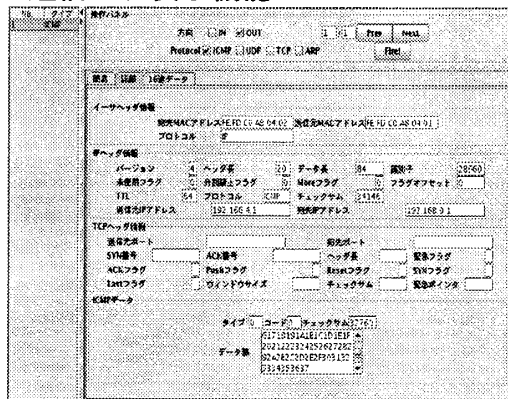


図 4：通信ログ詳細表示画面の一例

通信ログ表示機能は、任意の機器のインタフェースを通過したパケットを一覧表示し、選択されたパケットの持つ情報を、プロトコルの仕様と合わせて表示する機能である。パケット一覧は、プロトコルごとにフィルタリングして表示することも可能である。また、パケットのも

つ情報も、OSI 参照モデルのレイヤごとに分類して表示できる。

学習者は、通信の可視化機能によって、ping コマンドの実行やルータ同士の定期的な情報交換などで生成された、様々な情報を持つパケットの経路と内部構造を確認できる。

また、各機器の設定を学習者が変更した際に、その変更によって通信の内容がどのように変化するかを観察できる。そのため、ネットワークの構築という実践経験と、書籍などから得た知識を結びつけることができ、高い学習効果が得られる。

4. 実験

本学では、実機によるネットワーク学習の場として、シスコネットワークアカデミーを開講している。本システムは、実機によるネットワーク学習の支援を目的としていることから、シスコネットワークアカデミーの受講生 13 名を被験者とした。実際の講義で用いられる課題の学習に本システムを使用し、操作性や学習効果についてアンケートによるシステム評価を実施した。また、一般的な PC (CPU : Pentium M 1.0 GHz, メモリ : 512MB) を用いて、CPU 使用率の計測などシステムの性能評価も実施した。

その結果、アニメーション機能、通信ログ表示機能ともに、実機による学習では視覚的に確認できない機器の通信内容を見ることで、ネットワークの構成要素について深く理解できるといった結果が得られた。しかし、機器の台数の増加に伴ってアニメーションやログの表示が煩雑になるなど、GUI については多くの課題が見られた。

5. 結論

仮想 Linux 環境を用いたネットワーク教育システムに通信の可視化機能を実装した。これにより、実機を用いたネットワーク学習によって得られた経験と、書籍などから得たプロトコルの仕様に関する知識を結びつけるための組み合わせ学習が可能となった。

評価実験の結果、通信の可視化機能によって、機器の設定と通信内容の相関を視覚的に捉えることで、ネットワークの構成要素に対する深い理解につながることが分かった。

参考文献

[1] 立岩 佑一郎, 安田 孝美, 横井 茂樹: 仮想環境ソフトウェアに基づく LAN 構築技能と TCP/IP 理論の関連付けのためのネットワーク動作可視化システムの開発, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 4, pp. 1684-1694, 2007.