

仮想環境ソフトウェアに基づく
ネットワーク構築トラブルシューティング学習支援システムの開発
Development of a network construction troubleshooting learning support system
based on virtual environmental software

立岩佑一郎† 安田孝美† 横井茂樹†
Yuichiro Tateiwa Takami Yasuda Shigeki Yokoi

1. はじめに

情報系の大学や専門学校では、Linux サーバを中心とした LAN 構築実習が行われている。ネットワーク管理者の育成という観点からすれば、学生は LAN 構築の手順だけでなく、構築におけるトラブルを解決する技能を身につけることも重要である。構築時のトラブルは、ケーブルの断線などの機材の故障が原因となるものや、サーバソフトウェアの設定ミスなどのヒューマンエラーが原因となるものがある。

しかし、従来の実習機材やシステムは、トラブルシューティングの学習に向かない。実機による実習では、構築手順は学習できるが、故障している機材の提供が困難であるためや、ヒューマンエラーのすべての機材への適用が煩雑となるためである。LAN 構築技術の学習支援に関する研究 [1][2]では、Linux サーバの設定やルータの設定を行うことができないためである。サーバ設定の学習支援に関する研究 [3]では、ネットワーク通信のシミュレーションを行えないためである。ネットワーク通信のシミュレーションを目的としたシステム [4][5]では、Linux サーバや Linux クライアントのシミュレーションを行うことができないためである。

本研究では、仮想環境ソフトウェア User-mode Linux (以下 UmL) [6]の活用により、トラブルのある仮想的なネットワークを学習者に提供するシステムの開発を目的とする。我々はこれまでに、UmL による仮想的なネットワークを利用した研究 [7]を行ってきた。今回、トラブルのあるネットワークを実現するために、UmL へのソースコードの追加による故障したネットワーク機材の実現と、トラブルを定義したスクリプトの UmL への適用によりヒューマンエラーの実現をした。

トラブルシューティングの学習を本システムのように仮想的に行うことは、実機に比べ二つの利点を持つ。一つは、PC 一台で学習者一人が学習できるので費用面で優れていることである。もう一つは、学習者の作業ミスに強いことである。例えば、Linux に必要なシステムファイルを誤って消去してしまった場合、復旧のためには、実機では再インストールが必要となるが、本システムではイメージファイルをコピーするだけで解決することができる。

2. トラブルシューティング学習支援機能の要件

本システムの構成を図 1 に示す。本システムは、仮想環境ソフトウェア User-mode Linux により一台の Linux 端末上に、仮想的にネットワークを構築できる機能を持つ。構築に使用できるネットワーク機材は、Linux クライアント、

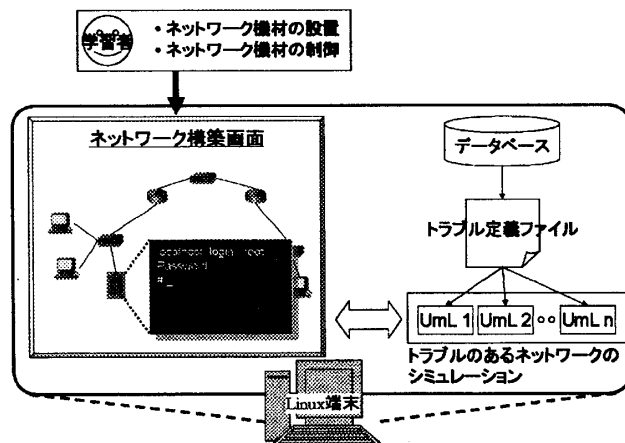


図1 システム構成

Linux サーバ、スイッチングハブ、ルータ、ネットワークケーブルである。このようなネットワークに対して、データベースに用意しておいたネットワークトラブルのパターンを適用することで、トラブルのあるネットワークを学習者に提供する。

トラブルシューティング学習支援機能は、仮想的なネットワークに隠れ潜むトラブルの原因を見つけ出し、それを解決することで正常なネットワークにするという作業を体験できるものである。例えば、IP アドレスの重複設定により、サーバとの HTTP 通信を確立できないというネットワークにおいて、IP アドレスの重複設定という原因を見つけ出し、IP を正しく設定し直すことで HTTP 通信を確立できるようにすることである。

学習手順は次の通りとする。まず、システムがトラブルのあるネットワークを学習者に提供する。ネットワークの外観は本システムで LAN 構築学習の際に使用するものと同じとし、トラブル箇所を明示しないようにする。次に、学習者はウェブ閲覧などのネットワーク通信によりトラブルの状態を把握し、ping や traceroute などのツールによりその原因を調査する。原因を突き止めることができれば、その原因を解決できるようにネットワークを変更する。最後に、学習者はネットワーク通信やツールにより正常に動作するか確認を行う。

本システムで想定するトラブルの原因は、LAN 構築の初学者が遭遇しうるものを対象とする。それらは機材の故障とヒューマンエラーの2つに分類される。

- 機材の故障：壊れたスイッチングハブ、壊れたイーサネットカード、断線したネットワークケーブル
- ヒューマンエラー：各種誤設定 (IP アドレス、サブネットマスク、経路、サーバソフトウェア、ファイアウォールなど)

†名古屋大学大学院情報科学研究科

3. トラブルシューティング学習支援機能の実装

データベースにトラブルを記述したトラブル定義ファイルを格納しておき、システムがそれを参考にトラブルのあるネットワークをシミュレートする。トラブル定義ファイルには、機材の種類や設置位置などのネットワークの構成情報や、IP アドレスやサーバ設定などのネットワーク機材の設定情報が記載されている。記載は提供者が設定しやすいように、XML により記述できるようにした。システムは、この定義ファイルを参考に2つの作業を行う。一つは、ネットワークの構成情報を抽出し、ネットワーク構築画面へ反映する。もう一つは、ネットワーク機材の設定情報をもとに Uml に設定を反映させるためのシェルスクリプトを作成し、それを Uml に渡す。

機材の故障は、Uml のソースコード追加により実現した。パケットを処理する手続き内に、ランダムにパケットを破棄する命令や、パケットを一定時間保持した後に送信する命令、パケットのデータを破壊する命令などを追加した。この機材を通ったパケットは、消滅したり遅延したり別の機材へ配送されたりすることになる。

ヒューマンエラーは、シェルスクリプトを Uml が実行できるようにすることで実現した。システムによって作成されたシェルスクリプトは、ホストファイルシステムを介して Uml に渡される。ホストファイルシステムは、Uml と Uml を実行する OS がファイルを共有する空間である。Uml の起動時に実行される起動スクリプトの末尾に、シェルスクリプトを実行する命令を追加することで、Uml へ設定を反映させている。

4. システム実行例

学習者は、学習するトラブルのパターンを選択した後に、システムにより提供されたネットワークに対して様々な調査を行い、原因を特定する。その原因に基づき、機材の交換や設定の変更を行い、トラブルを解消する。

トラブルを選択する画面を図2に示す。図中(1)がトラブルの選択肢で、(2)が選択したトラブルの詳細と課題の表示である。学習者によるトラブル調査中の画面を図3に示す。サーバ MARS からクライアント VENUS に対して、ping コマンドを使用し導通確認を行っている。ping の結果として、

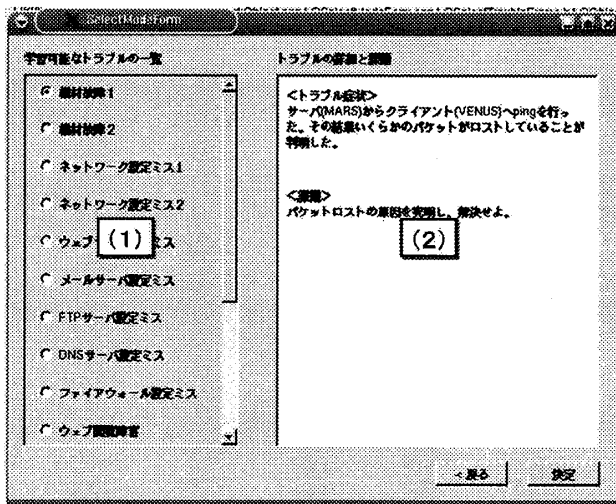


図2 トラブル選択画面

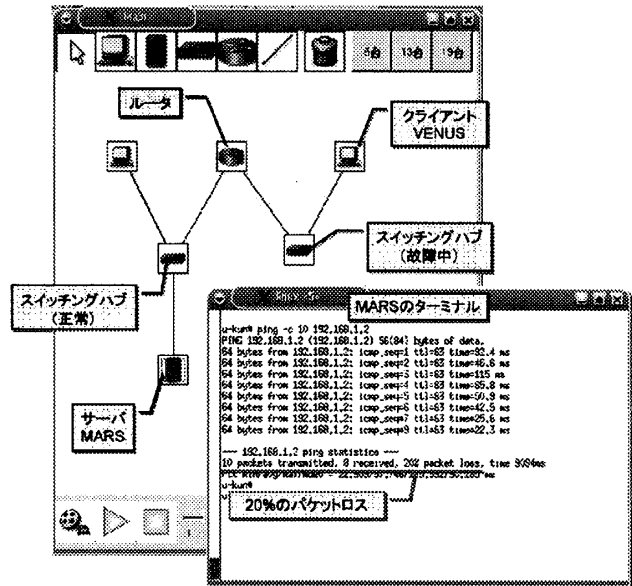


図3 学習者によるトラブル調査中の画面

パケットロスが発生していることが表示されている。以降このような調査を繰り返し、原因を特定し解決を図る。後に、このトラブルはスイッチングハブの故障が原因であると判明したため、スイッチングハブの交換を行うことにより解決した。

5. まとめ

本研究では、トラブルのある仮想的なネットワークを学習者に提供するシステムの開発を行った。今後の課題として、評価実験結果を参考に提供するトラブルの種類の検討、およびユーザインタフェースの改善を行いたい。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省 21 世紀 COE プログラム「社会情報基盤のための音声映像の知的統合(IMI)」、科研費の研究助成による。

参考文献

- [1] 早川正昭, 丹野克彦, 山本洋雄, 中山実, 清水康敬: LAN 構築シミュレータの開発と教育手法の改善, 教育システム情報学会 26 回全国大会, E5-4, pp367-368, 2001.
- [2] 精廬幹人, 木村昌史: 教育向けネットワークシミュレータの開発, 情報処理学会 65 回全国大会, 2D-2, pp273-274, 2003.
- [3] 佐々木喜一郎, 安達成洋, 田村孝, 安田孝美, 横井茂樹: HTTP-FUSE-KNOPPIX を基盤としたサーバ学習環境システムの開発, 情報処理学会第 68 回全国大会, 4A-3, pp.1-35-36, 2006
- [4] The Network Simulator-ns2: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
- [5] ネットワークシミュレータ OPNET Product.: http://www.johokobo.co.jp/opnet_products/top.html
- [6] The User-mode Linux Kernel Home Page: <http://user-mode-linux.sourceforge.net/>
- [7] 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ネットワーク処理可視化教育システムの開発, 情報処理学会コンピュータと教育研究会 第 81 回研究会, 情報処理学会研究報告 2005-CE-81 pp.7-14, 2005.