

LN-006

仮想環境ソフトウェアに基づくネットワークトラブルシューティング実習環境提供システムの評価

Evaluations of the system for providing a training environment for network troubleshooting based on virtual environment 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

インターネットや LAN の普及により、ネットワーク管理者の育成は必要不可欠である。ネットワーク管理者育成の場である大学や専門学校の多くでは、ネットワーク管理者育成の一環として Linux サーバ構築を中心とした LAN 構築の実習と、TCP/IP 理論の講義が行われている。

ところで、初歩的なネットワークトラブルシューティングの実習もその一環として大切であると、我々は考えている。なぜなら、トラブルの原因の絞り込み方法やネットワーク診断ツールの使い方を学習できるだけでなく、トラブルによっては、LAN 構築技能や TCP/IP 理論の「間違い探し」という角度からの復習にもなるためである。

しかし、大学や専門学校においてネットワークトラブルシューティングの実習を行うのは現実的に困難であるといえる。なぜなら、壊れた機器の用意や、設定ミスのあるネットワークを用意したりすることが、現実的ではないからである。例えば、パケットロスが適切に発生するような壊れた機器を用意したり、実習者毎に提示するネットワークの機器一つ一つに設定ミスを施したりすることは非常に困難である。

これらを背景とし、我々は大学や専門学校でのネットワークトラブルシューティングの実習を現実的に行うためのシステムを開発してきた[1][2]。今回、その評価実験を行ったので、これを報告する。本システムのような Linux サーバを取り扱えるネットワークでのトラブルシューティング実習の支援を目的としたものは、国内外を問わずほとんど存在しない。本研究により大学や専門学校でのネットワーク管理者育成の質の向上が期待される。

2. 本システムの概要

本システムは、一台の PC 上で動作するアプリケーションソフトウェアで、トラブルのある仮想的なネットワークを提示する機能を持つ。提示されるネットワークは、設定ミスのある Linux サーバや壊れたスイッチングハブなどの仮想機器から構成される。これらの設定や配置などを XML で記述することによって、簡単にトラブルのあるネットワークを作成できる。従って、教授者はネットワークトラブルシューティングの実習を手軽に行うことができ、実習者は安心して自由な発想でネットワークトラブルシューティングの作業を行えるという利点がある。このシステムを、我々は仮想環境ソフトウェア User-mode Linux (以下 UML) の活用により実現した。

システムの実行例を図 1 に示す。図中(1)がトラブルのあるネットワークを制御するウィンドウで、システムにより XML ファイルに基づき自動的に構築されたネットワーク

が表示され、実習者はそのネットワークに対して機器の設置や除去を行える。図中(2)はルータの制御ウィンドウで、TCP/IP パラメータや DHCP サーバの設定を行える。図中(3)はクライアントの制御ウィンドウで、ブラウザによるウェブページ閲覧やターミナルによる ping 実行を行える。図中(4)はサーバの制御ウィンドウで、ウェブサーバ Apache などの起動を行える。

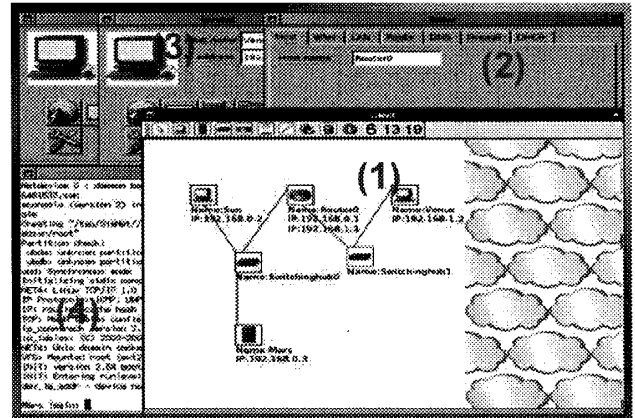


図 1 システム実行例

3. 実証実験

本実験は、教育現場での使用を考慮した性能の PC (CPU : PentiumM1.6GHz, メモリ : 512MB) を使用した。

3.1. システムの性能評価

トラブルのある 2 つのネットワークにおいて、システムのパフォーマンス評価を行った。一つは図 1 に示した 6 台の機器から構成されるもので (以下 Network A) , もう一つは 15 台の機器 (クライアント 4 台, スwitchングハブ 5 台, ルータ 4 台, サーバ 2 台) から構成されるものである (以下 Network B) . 前者は、本研究が想定している平均的な規模のネットワークで、後者は本研究が想定している最大の規模のネットワークである。両者においてトラブルシューティングを行った際の CPU 負荷とシステム反応を計測することによって、システムが実用に耐えるものであるのかについて推定を試みた。

図 2, 図 3 にネットワークトラブルシューティングの作業過程での CPU 使用率を示す。図中(1)が各機器を起動し設定を施している期間である。本システムが、実習者へのトラブルのあるネットワークの提示完了までに要した時間は、Network A は 33 秒、Network B は 98 秒であった。その後のトラブルシューティングの作業の期間は図中(2)である。Network A では ping による原因の特定や故障機器の交換などを行った。ping 実行のための端末の起動には約 1 秒であった。Network B ではウェブブラウザ (起動時間は約 3 秒、

ウェブページ取得時間は約1秒)やウェブサーバ Apache の再起動(再起動時間は約2秒)などを行った。

ネットワークの準備時間、各アプリケーションの起動時間・実行時間、および作業中の CPU 使用率から考えると、システム反応において実習者がストレスを感じることは少ないと思われる。15 台に機器の台数が増えるとシステム負荷も大きくなるが、実習者は作業を一つずつ個別に実行するので、大きな問題ではないと考えている。

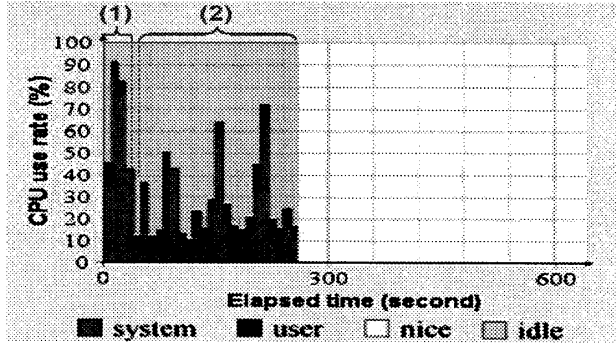


図 2 26 台のネットワークの CPU 使用率

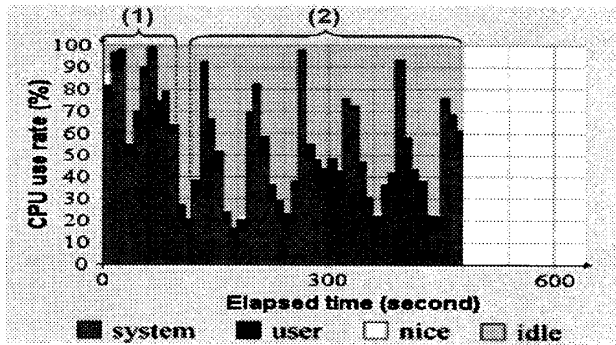


図 3 15 台のネットワークの CPU 使用率

3.2. アンケートと結果

表 1 に示すような質問項目、および自由記述欄から構成されるアンケートを行った。アンケート項目に対して{5 そう思う | 4 どちらかと言えばそう思う | 3 どちらとも言えない | 2 あまりそう思わない | 1 そうは思わない}の 5 段階評価と自由記述で評価を実施した。被験者は、情報系大学生・大学院生 13 名で、TCP/IP を学んだことがあり、10 台程度の小規模な LAN を構築できる者であり、本研究で想定している対象者像に非常に近い。このアンケートの狙いは、学習効果の見込みを推測することと、システムの操作感を明らかにすることで、システムの有効性の検証と、今後の課題を明らかにすることである。

表 1 質問項目、平均値および自由記述

質問	評価
Q1. ネットワークトラブルシューティングの実習に役立ちましたか?	4.5
Q2. 診断ツールの実習に役立ちましたか?	4.5
Q3. TCP/IP 理論の復習に役立ちましたか?	4.4
Q4. LAN 構築技能の復習に役立ちましたか?	4.5
Q5. システムのユーザインタフェースは使いやすかったですか?	3.6
Q6. トラブルのあるネットワークの準備時間(自動構築)は満足でしたか?	4.1
Q7. システムの反応は許容範囲内でしたか?	4.1

Q8. 操作ミスが致命傷にならないことは、実習に役立ちましたか?	4.9
----------------------------------	-----

自由記述	
A.	トラブルの可能性を示したりわからない場合に怪しいポイントを点滅したりといった拡張をされると良い
B.	システムの操作に慣れが必要だと思う
C.	ウィンドウの数が増えてくると扱いにくくなる
D.	仮想機器は壊してしまっても問題ないので良い

アンケート結果より、学習に関する評価は概ね良好であったが、操作感に関する評価は芳しくなかった。特に、ユーザインタフェースに課題が残っているといえる。

学習に関する評価は、Q1~4 および自由記述 A である。Q1,2 が本システムの主目的であるトラブルシューティングの実習に関する評価で、Q3,4 が副目的である LAN 構築技能と TCP/IP 理論の復習に関する評価である。これらの評価結果が概ね良好であることにより、本システムを講義に組み込んで使用した場合でも、高い学習効果を期待できると推定できる。自由記述 A のヘルプ機能に関しては、更に高い実習効果への課題と考えている。

システム操作に関する評価は、Q5~8 および自由記述 B,C,D である。ユーザインタフェースに関する評価(Q5, 自由記述 B,C)が良好ではないので、ユーザインタフェースの改良は今後の課題である。システム反応に関する評価(Q6,7)は、平均的な評価であった。前節で示した結果と併せて考察すると、本システムは実用に耐えうるものであると思われる。Q8 の評価が非常に高かったことと自由記述 D により、トラブルシューティングのような試行錯誤を伴う作業の実習において、本システムのような仮想機器を使用することの優位性が示された。

4. まとめ

本研究では、これまでに開発してきたシステムの性能を評価し、その学習効果の可能性について検討した。CPU 使用率、アプリケーションの処理速度および被験者の体感速度評価により、本システムは一般的な性能の PC での動作で使用者に大きなストレスを与えないことがわかった。また、評価アンケートの結果により、トラブルシューティングの実習、TCP/IP 理論および LAN 構築技能の復習に高い学習効果を期待できることがわかった。一方で、ユーザインタフェースに改善の余地があることもわかった。今後は、システムの実践導入と学習効果の計測を目標に、システムの使いやすさを念頭においた改善と、教育コースの構築を行うことを考えている。

謝辞：本研究の一部は、科研費および(財)電気通信普及財団の研究助成による。

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, 第 5 回情報科学技術フォーラム, 一般講演論文集第 4 分冊 pp.347--348, 2006.
 [2] 立岩佑一郎, 安田孝美, 横井茂樹: ネットワークトラブルシューティング実習環境提供システムにおけるトラブルの拡充とユーザインタフェースの拡張, 情報処理学会全国大会講演論文集 6G-8 pp.4-319--320, 2007.