

学習状況の可視化を可能とする ネットワークトラブルシューティング演習支援システムの開発

Development of a Hands-on Network Troubleshooting Exercise Support System that Enables Visualization of Learning Progress

東雲 美幸^{*1}, 吉原 和明^{*2}, 井口 信和^{*2}

Miyuki SHINONOME^{*1}, Kazuaki YOSHIHARA^{*2}, Nobukazu IGUCHI^{*2}

^{*1}近畿大学大学院総合理工学研究科

^{*1}Graduate School of Science and Engineering, Kindai University

^{*2}近畿大学情報学部

^{*2}Department of Informatics, Kindai University

^{*3}近畿大学情報学研究所

^{*3}Cyber Informatics Research Institute, Kindai University

Email: yoshiharak@info.kindai.ac.jp, iguchi@kindai.ac.jp

あらまし：本稿では、学習状況の可視化に対応した演習支援システムの開発について述べる。本システムは1台の標準的な仕様のPCのみでネットワークのトラブルシューティング演習が実施可能である。学習者が演習結果として復旧に要した時間や演習中に打ち込んだコマンドのログなどを収集し、一覧で表示する。これにより学習者は間違いの多かった障害内容や対応に時間を要したケースを把握し、自身の対応手順を客観的に振り返ることができる。

キーワード：ネットワーク、トラブルシューティング、演習支援システム、学習状況可視化

1. はじめに

ネットワーク障害に迅速に対応する能力を習得するには、ハンズオン形式のトラブルシューティング演習を反復実施することが有効である。しかしながら、ハンズオン演習の実施後に自身の対応手順が適切であったかや、どういった障害内容に時間を要したかを振り返ることは容易ではない。たとえば、演習中に入力したコマンドの履歴をひとつひとつ遡って確認し、自身の課題点を把握するのは難しい。

そこで本研究では、学習状況の可視化に対応したネットワークトラブルシューティング演習支援システム（以下、本システム）を開発した。本システムは仮想ネットワークを用いており、学習者がシステム上でトラブルシューティング演習を実施した結果として、復旧に要した時間や演習中に仮想機器に打ち込んだコマンドのログなどを収集し、表示する。学習者は本システムを使用することで、間違いの多かった障害内容や対応に時間を要したケースを把握し、自身の対応手順を客観的に振り返ることができる。これにより、躓きやすいポイントの把握が容易になり、効率的な自己学習が期待される。

本システムは、筆者らがこれまで開発してきた、ソフトウェアによるネットワーク障害の自動生成と仮想化技術によるネットワーク構築演習環境⁽¹⁾を組み合わせた演習支援システム⁽²⁾を基盤技術として使用している。学習者はルータやスイッチなどの実機を用意することなく1台の標準的な仕様のPCのみでレイヤ2、レイヤ3に対応したトラブルシューティング演習を即座に実施可能で、演習後には自動で

結果の採点が可能である。

本稿では、新たに開発し実装した学習状況の可視化機能について主に述べる。

2. 関連研究

学習者のコマンド履歴などを収集可能なネットワーク学習環境を提供するシステムの関連研究として、宮城らの研究⁽³⁾がある。宮城らは、ネットワーク構築演習時を対象とし、コマンドデータをもとにリアルタイムで学習者・指導者の両方に演習の進捗を可視化可能なシステムを開発している。これに対して本システムは、ネットワークのトラブルシューティング演習時における学習者一人のみでの自己学習を対象としている点が異なり、学習状況としてコマンド履歴を含む演習結果を収集することで学習者自身のトラブルシューティング能力の把握に利用する。

3. 研究内容

3.1 システム概要

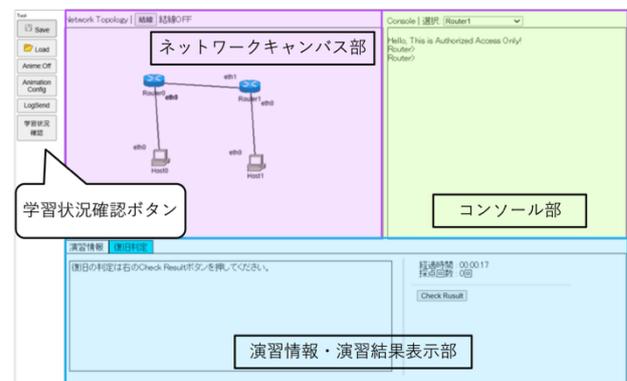


図1 システム GUI

本システムのシステム GUI を図 1 に示す。主に、ネットワークキャンパス部、コンソール部、演習情報・演習結果表示部に分かれており、ネットワークキャンパス部の機器のアイコンをダブルクリックすることで機器のコンソールを切り替え、コンソール部にコマンドを打ち込むことで仮想機器に対して設定ができる。また、ネットワーク要件や復旧結果については画面下部から確認できる。

本システムの機能として、障害自動生成機能、障害復旧判定機能、学習状況可視化機能がある。以下で各機能について詳しく述べる。

3.2 障害自動生成機能

本機能は、正しく設定され正常に動作しているネットワークに対して、ランダムに機器を選択し誤った設定を自動で上書きすることでネットワーク障害を生成する機能である。学習者はトラブルシューティング演習開始前に GUI 上にある障害自動生成ボタンを操作することで利用できる。

3.3 障害復旧判定機能

本機能は、ネットワークの復旧の状態を確認する機能である。課題の正解の設定コンフィグファイルと学習者が入力した設定コンフィグファイルとの比較により復旧を判定する。学習者は演習中に障害復旧判定ボタンを操作することで利用できる。

3.4 学習状況可視化機能

本機能は、学習者がトラブルシューティング演習を実施した結果を収集し、表示する機能である。本機能は、軽量なデータベースである SQLite3 を使用し、各学習者の学習者 ID や演習結果を紐付けて保持する。データベースに保持する演習結果の内容としては、発生した障害内容とその詳細・学習者が入力したコマンドの操作ログ・障害を復旧するまでに要した時間・障害復旧判定機能を使用して不正解だった回数・実施日である。

本機能使用の流れとしては、学習者はトラブルシューティング演習終了後、図 1 に示した演習画面の左側にある学習状況確認ボタンを操作する。これにより図 2 に示すような学習状況確認ページに遷移し、

トラブルシューティング演習履歴

番号	ユーザ名	障害内容	障害詳細	操作ログ	かかった時間	間違えた数	実施日
1	TEST_USER1	OSPF	ospf network	2024_1203_1347.osp	18分13秒	2	2024-12-03 13:47:34
2	TEST_USER1	OSPF	ospf network	2024_1209_1622.osp	15分16秒	1	2024-12-09 16:22:21
3	TEST_USER1	VLAN	access vlan	2024_1222_1038.osp	7分41秒	1	2024-12-22 10:38:59
4	TEST_USER1	STATIC	status	2025_0114_1249.osp	4分13秒	2	2025-01-14 12:49:12
5	TEST_USER1	HOST	default gateway	2025_0120_1447.osp	7分02秒	3	2025-01-20 14:47:36

ベストタイム 4分13秒 平均タイム 10分29秒

よく間違っている問題

- OSPFで有効化するネットワークアドレス
- ホストのデフォルトゲートウェイ

図 2 学習状況確認ページの一例

```

1 TEST_USER1,1
2 123449:COMMAND:Host0:ping 192.168.20.2
3 196744:COMMAND:Router0:enable
4 202340:COMMAND:Router0:show running-config
5 230383:COMMAND:Router0:configure terminal
6 238134:COMMAND:Router0:interface ethernet 0
7 242337:COMMAND:Router0:no shutdown
8 243959:COMMAND:Router0:end
9 249079:COMMAND:Router0:show running-config
    
```

図 3 操作ログの一例

演習履歴を一覧で確認することができる。また、本ページ上の操作ログファイルをクリックすると、演習中にどの機器にどのようなコマンドを打ち込んだかを表示でき、自身の対応手順を振り返ることができる。操作ログファイルの一例を図 3 に示す。さらに、ベストタイムや平均タイム、よく間違っている問題を表示する。よく間違っている問題とは、学習者が障害復旧判定機能を用いたが復旧していないと合計で 3 回以上判定された障害内容を指す。これにより、どういった障害内容が学習者にとって復旧時間を要するのか、また、何度も間違えてしまうのかなどといった学習者の苦手分野の把握や、次はより素早く正確に対応しようという動機作りに役立てることができる。

4. まとめ

本稿では、学習状況の可視化を可能とするネットワークトラブルシューティング演習支援システムについて述べた。学習者は本システムを使用することで、間違いの多かった障害内容や対応に時間を要したケースを把握し、自身の対応手順を客観的に振り返ることができる。これにより、躓きやすいポイントの把握が容易になり、効率的な自己学習が期待される。今後、実験を通して本システムの有用性を明らかにする予定である。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 24K15238 の助成により実施しました。

参考文献

- 菅家悠希, 井口信和: Docker コンテナを用いた Layer2 演習に対応可能な IP ネットワーク構築演習支援システムの開発, 情報処理学会 第 84 回全国大会講演論文集, Vol.2022, No.1, pp.773-774(2022).
- 東雲 美幸, 吉原 和明, 井口 信和: レイヤ 2 に対応したトラブルシューティング演習を可能とするネットワーク演習支援システムの実装, 2024 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集(2024).
- 宮城 勝, 吉原 和明, 越智 洋司, 井口 信和: Slack を用いたネットワーク構築演習における学習状況可視化機能の実装, 情報処理学会論文誌, Vol.65, No.1, pp.255-260(2024).