

仮想的な演習者との協調演習を可能とする ネットワーク障害対応演習システムの検討

A Study of Network Troubleshooting Practice System for Cooperative Practice with the Virtual Exerciser

平畑 聖也†
Seiya Hirahata

井口 信和‡
Nobukazu Iguchi

1. はじめに

社会にコンピュータネットワークが浸透し、我が国におけるインターネットの人口普及率は平成 28 年末で 83.5%である[1]。これに伴い、ネットワーク技術に精通した技術者の需要が増加している。そのため、ネットワーク技術者の早期育成が求められている。ネットワーク技術者にはネットワーク構築能力と障害対応能力が必要とされている[2]。このような能力を持つネットワーク技術者の育成を目的に、本学は Cisco Networking Academy[3](以下、CNA)を開講している。CNA では、複数人の学習者が協調しながらネットワーク構築の演習や障害対応の演習を実施している(以下、協調演習)。協調演習には、学習者同士が意見を交換したり補助し合うなど協調的な行動が必要となり、この行動の有効性や学習効果が稲葉氏らの研究[4]において示唆されている。しかし、協調演習において、学習者が初対面同士であると、相手に気を遣う場合がある。また、学習者が初学者同士であると、互いに内容を十分に理解していない状態で相談し合うことになり、誤った知識を得てしまう場合がある。

そこで、我々は、学習者とコミュニケーションロボットが協調しネットワーク機器を設定する協調演習システム(以下、既存システム)を開発してきた[5]。既存システムにより、学習者は相手に気を遣うことなく、また、互いに内容を十分に理解していない状態で相談し合うことなく、協調演習を実施できるようになった。既存システムは、学習者のネットワーク構築能力の習得に対応しており、障害対応能力の習得には対応していなかった。しかし、ネットワーク技術者にとって、障害対応能力は非常に重要である。ネットワーク機器の設定作業や変更作業においてヒューマンエラーが起こることがあり、ヒューマンエラーに起因する障害の発生を完全に防ぐことは容易ではない[6]。障害が発生した際に、ネットワーク障害への対応が遅れると企業の信頼を損なう一因となる。この事態を防ぐためには、発生した問題へ適切に対応し、ネットワークの可用性を高めることが重要となる[7]。

そこで、ネットワークの障害対応能力の習得を支援することを目的に、仮想的な演習者との協調演習を可能とするネットワーク障害対応演習システム(以下、検討システム)を検討する。仮想的な演習者として既存システムと同様にコミュニケーションロボットを用いる。

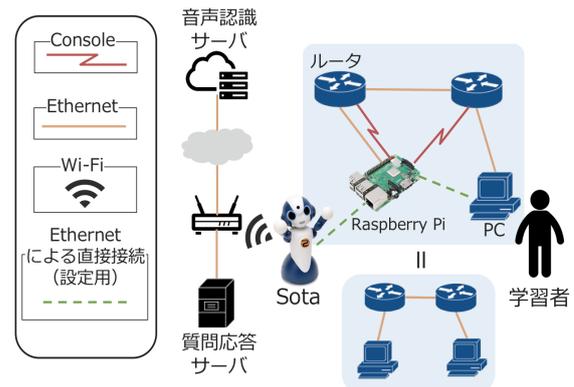


図1 システム構成



図2 コミュニケーションロボット Sota

本稿では、2章で関連研究について述べる。3章で既存システムについて述べる。4章で障害対応の手法について述べる。5章で障害対応演習のフローについて述べる。6章で実験について述べる。最後に、7章でまとめと今後の予定について述べる。

2. 関連研究

ネットワーク技術者の育成を目的とした学習環境の構築やツールの開発に関する研究が行われている。ネットワーク障害対応の演習として、立岩らは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を開発している[8]。このシステムでは、学習者は仮想ネットワークに発生した障害を特定し修正する。仮想環境ソフトウェアを用いることで実機を必要とせず、実機の挙動とは多少異なるが手軽に演習を実施できる環境を提供している。一方、検討システムでは、演習に実機を用いる。これにより、実際の障害対応と同様に演習を実施できる実践的な環境を提供する。また、本研究では学習者は1人ではなく、コミュニケーションロボットとともに協調

†近畿大学大学院 総合理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Kindai University

‡近畿大学 理工学部 情報学科
Department of Informatics, Faculty of Science and Engineering,
Kindai University

演習を行う。これにより、学習者とコミュニケーションロボットの協調的な行動による学習効果が期待できる。

3. 先行研究

これまで、我々は IP ネットワーク構築演習におけるコミュニケーションロボットを用いた協調演習システム（以下、既存システム）を開発してきた。既存システムを用いることで、協調演習者として動作するロボットと学習者が共同で 1 つのネットワークを構築する協調演習を実施できる。

既存システムの構成を図 1 に示す。コミュニケーションロボットとしてヴイストン株式会社の Sota[9]を用いている。Sota を図 2 に示す。Sota はマイク、カメラ、スピーカーを搭載している。また、胴体 1 軸、腕 2 軸、首 3 軸、合計 8 軸のモータを用いてジェスチャーを行う。音声認識サーバは学習者が発した音声を文字列に変換する。音声認識サーバとして、ヴイストン株式会社のクラウドサーバを使用する。質問応答サーバは Yahoo! のテキスト解析 API[10]を用いて応答文のキーワードを抽出し、学習者の質問を解析した結果をもとに応答文を検索し、その応答文を Sota に送信する。Raspberry Pi はコンソールケーブルを用いてルータとシリアル通信を行う。また、イーサネットケーブルを用いて Sota と学習者の PC に通信する。Sota は音声認識サーバを用いて学習者の発話内容を取得する。さらに、音声合成を用いて学習者に発話を行う。図 1 ではルータ 2 台、PC 2 台の演習を実現している。既存システムは、学習者が発行したコマンドの把握が可能であるため、Sota は学習者と同一のコマンドを発行することができる。また、Sota は学習者が発行したコマンドに関して質問を行い、学習者の応答文を判別することができる。さらに、学習者の質問を取得して応答文を発話することができる。

この既存システムをもとに検討システムを開発する。仮想的な演習者としてロボットを用いる手法の他に、画面上のエージェントを用いる手法が挙げられる。しかし、人は画面上のエージェントよりもロボットのアドバイスを受け入れる傾向にあるという研究報告[11]がある。検討システムでは、学習者と Sota が互いに相談して問題を解決することを想定している。そこで、検討システムにおいても、先行研究に引き続き、コミュニケーションロボットである Sota を用いる。

4. 障害対応の手法

代表的な障害対応の手法として、ボトムアップ方式、トップダウン方式、分割統治方式がある。以下に、それぞれの方式の特徴を述べる。

・ボトムアップ方式

障害の原因を特定するまで OSI 参照モデルのレイヤ 1 物理層からレイヤ 7 アプリケーション層まで順に障害対応を行う。

・トップダウン方式

障害の原因を特定するまで OSI 参照モデルのレイヤ 7 アプリケーション層からレイヤ 1 物理層まで順に障害対応を行う。

・分割統治方式

任意の層を選択し、障害対応を行う。正常ならば上位層、正常でなく原因が選択した層になれば下位層の障害対応を行う。

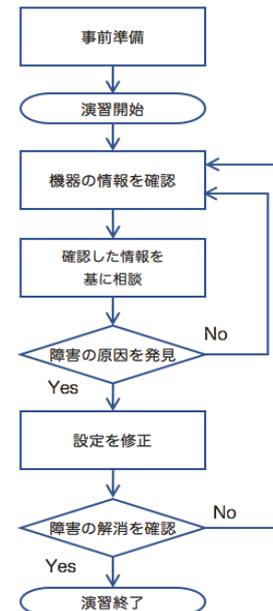


図 3 障害対応演習のフロー

CNA ではルーティングおよびスイッチングの演習、つまりレイヤ 1 からレイヤ 3 までの演習が主である。検討システムも CNA の演習と同様にレイヤ 1 からレイヤ 3 までの障害対応演習を対象とする。ボトムアップ方式は低レイヤの障害に対応する場合に有効であり、検討システムの演習と適合する。トップダウン方式は特定のアプリケーションなどで発生する障害に対応する場合で有効であるが、検討システムでは、アプリケーションなどで発生する障害を対象としないので、検討システムの演習には不適合である。分割統治方式は障害対応の経験が豊富である場合に有効であるが、検討システムの利用想定として、ネットワーク障害対応の経験が豊富でない初学者を対象としているため検討システムの演習には不適合である。よって、検討システムではボトムアップ方式を用いて障害対応演習を行う。

5. 障害対応演習のフロー

本学の CNA で実施されている障害対応演習のフローを図 3 に示す。検討システムにおいても、図 3 と同様のフローで障害対応演習を実施する。以降、検討システムを用いた障害対応演習のフローの各段階について述べる。

事前準備

この段階では、障害対応演習を実施する前に課題やネットワーク機器を準備する。障害対応演習では、学習者が障害の原因を知らない状態で課題に取り組めるようにする必要がある。そこで、障害対応演習の課題を作成し、ネットワーク機器に反映させるためのツール（以下、演習準備ツール）を開発する。指導者または学習者は演習準備ツールを用いて課題を作成し、ネットワーク機器に反映させる。課題は、手動で作成することも自動で作成することもできる。手動で作成することで、指導者は意図する通りに障害が発生するネットワーク作成し、課題を作成できる。自動で作成することで、学習者は検討システムを用いて指導者がいない環境で自学自習する場合でも障害の原因を知ることなく課題を作成できる。

指導者または学習者はまず、GUI を用いてネットワーク構成図を作成する。課題を手動で作成する場合、各ネットワーク機器のインタフェースやルーティングなどの設定をGUI 上の設定用の入力欄に入力する形式で設定する。課題を自動で作成する場合、表示されている障害の項目を1つ選択すると、選択された障害が発生する課題が自動で作成される。課題の作成が完了したら、学習者は課題のネットワークと同様の構成になるようにネットワーク機器を設置、結線する。その後、Raspberry Pi がそれぞれネットワーク機器にコマンドを発行することにより設定を施し、課題のネットワークと同様のネットワークを構築する。学習者とSotaは担当する機器を分け、障害対応演習を開始する。

機器の情報を確認

この段階では、学習者とSotaがネットワーク機器の情報を確認する。Sotaは学習者に対し、確認したい事柄がどのコマンドで確認できるか質問する。学習者はSotaが発話した事柄を確認できるコマンドを応答する。Sotaは学習者の応答内容を取得し、質問応答サーバへ送信する。

質問応答サーバは、応答文が質問内容に対して正しい応答であるか判別する。応答文が間違っている場合、学習者の応答を修正し、もう1度質問する。応答文が合っている場合、Sotaはその旨を学習者に伝え、Sotaと学習者はそれぞれネットワーク機器にコマンドを発行し、機器の情報を確認する。その後、確認した内容を基に相談する段階へ移行する。

確認した内容を基に相談

この段階では、学習者とSotaが機器の情報を確認する段階で確認した情報を基に相談する。Sotaは学習者が発行したコマンドの結果について質問する。学習者はSotaの質問に対し応答する。Sotaは学習者の応答内容を取得し、質問応答サーバへ送信する。質問応答サーバは、応答文が質問内容に対して正しい応答であるか判別する。応答文が間違っている場合、Sotaは返答を修正し、もう1度質問する。応答文が合っている場合、Sotaはその旨を学習者に伝える。

その後、SotaはSotaが発行したコマンドの結果について発話し、学習者からの質問を受け付ける。学習者から質問があれば、その質問に応答する。相談の結果、障害の原因が判明した場合、設定を修正する段階に移行する。障害の原因が判明しなかった場合、機器の情報を確認する段階へ移行する。

設定を修正

この段階では、学習者とSotaが相談した結果、判明した障害の原因を修正する。障害の原因が学習者の担当するネットワーク機器にあった場合、学習者は誤りを修正する。障害の原因がSotaの担当するネットワーク機器にあった場合、Sotaは学習者に誤りを修正するためにはどのコマンドを発行すべきか質問する。学習者はSotaの質問に対し応答する。Sotaは学習者の応答内容を取得し、質問応答サーバへ送信する。

質問応答サーバは、応答文が質問内容に対して正しい応答であるか判別する。応答文が間違っている場合、Sotaは学習者の応答を修正し、もう1度質問する。応答文が合っている場合、その旨を学習者に伝え、設定を修正する。修正後、障害が解消されていなければ、機器の情報を確認する段階へ移行し、障害対応演習を継続する。障害が解消されていれば演習を終了する。

6. 実験

性能評価実験と利用評価実験の実施を検討している。性能評価実験として、検討システムが実運用に耐えうるか確認するために、処理時間やSotaの質問応答の精度を検証する。また、利用評価実験として、学習者を2つの群に分け、それぞれの群にネットワーク障害対応についての事前テストを実施する。1つの群には通常通りの障害対応演習を、もう1つの群には検討システムを用いた障害対応演習を実施してもらう。その後、事前テストと同じ内容の事後テストを実施し、事後テストの結果から考察を行う。

7. おわりに

本稿では、仮想的な演習者との協調演習を可能とするネットワーク障害対応演習システムを検討した。検討システムでは、学習者がコミュニケーションロボットのSotaと相談するなど協調しながらネットワークの障害対応演習を行う。今後は、本稿で検討した内容を基に開発し、評価実験を実施する予定である。

参考文献

- [1] 総務省：平成29年版情報通信白書、<<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/nc262120.html>> (参照2019-7-15).
- [2] Cisco Systems: CCENT, <https://www.cisco.com/c/ja_jp/training-events/training-certifications/certifications/entry/ccent.html>(参照2019-7-22).
- [3] Cisco Systems: シスコネットワークエンジニアリングアカデミー, <https://www.cisco.com/c/ja_jp/training-events/networking-academy.html>(参照2019-7-22).
- [4] 稲葉晶子, 豊田順一:CSCLの背景と研究動向, 教育システム情報学会誌, Vol.16 (3), pp.111-120(1999).
- [5] 伊藤旭, 井口信和: IP ネットワーク構築演習における到達性の確認と自動採点を可能とする協調学習者ロボット, インターネットと運用技術シンポジウム論文集, Vol.2018, pp.32-39(2018).
- [6] 総務省: 平成29年8月に発生した大規模なインターネット接続障害に関する検証報告 <http://www.soumu.go.jp/main_content/000523153.pdf>(参照2019-07-15).
- [7] Cisco Systems: Troubleshooting Overview, <<https://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/troubleshooting/guide/tr1901.html>>(参照2019-7-15).
- [8] 立岩雄一郎, 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, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE), No.123, pp.37-44(2007).
- [9] ヴイストーン株式会社: 普及型社会的対話ロボット「Sota (ソータ)」 ヴイストーン株式会社, <<https://www.vstone.co.jp/products/sota>>(参照2019-7-16).
- [10] ヤフー株式会社: テキスト解析: キーフレーズ抽出 - Yahoo! デベロッパーネットワーク, <<https://developer.yahoo.co.jp/webapi/jlp/keyphrase/v1/extract.html>> (参照2019-7-18).
- [11] K.Shinozawa, F.Naya, J.Yamato and K.Kogure: Differences in effect of robot and screen agent recommendations on human decision-making, International Journal of Human-Computer Studies, Vol.62, No.2, pp.267-279(2005).