

# 複合現実を用いたネットワーク演習システムの検討

## A Study of a Network Exercise System using Mixed Reality

森本 健次郎† 谷口 義明‡§ 井口 信和‡§

Kenjiro Morimoto Yoshiaki Taniguchi Nobukazu Iguchi

### 1. はじめに

多くの人が日々利用している Web やメール、SNS などのサービスはネットワークで動作しており、インターネットに代表されるネットワークは、社会の重要なインフラになっている[1]。それに伴い、ネットワーク環境を構築・管理する技術者の育成の必要性も高まっている[2]。ネットワークを学習する方法として座学と実習がある。実習は、複数のルータやスイッチといったネットワーク機器を、実際に接続し設定コマンドを入力することでネットワークの構築手順を学ぶ。そのため、効果の高い学習が期待できる。実習を実施する環境は、実機を用いる環境のほか、仮想化技術を用いる場合がある。

しかし、いずれの環境において課題がある。実機を用いる場合、高価なネットワーク機器を複数台用意することや、設置場所・保管場所を用意することはコスト的・スペース的に難しい。仮想化技術を用いる場合、PC の画面上で仮想のネットワーク機器を操作し学習するため、実機と同様の操作ができない。システムによっては、複数人による協調演習ができない場合がある。

そこで本研究では、ネットワーク演習環境の提供を目的に、サーバから実習項目を取得後、複合現実空間に仮想のオブジェクト（以下、ホログラム）の機器を配置し、ネットワークの演習環境を構築するシステム（以下、本システム）を開発する。複合現実とは、物理空間とデジタル空間を融合する技術で、周囲の物理空間にホログラムを配置する。このホログラムは、多角的に視認でき、手で操作する。複合現実を用いることで、物理空間にネットワーク機器が存在するように見せることが可能となる。これにより、実機を操作する感覚でネットワーク機器を操作することができる。

### 2. 関連技術・関連研究

ネットワークの学習を目的とするツールとして Cisco Packet Tracer[3]がある。Cisco Packet Tracer は Cisco 社が作成したネットワークシミュレーションツールである。このツールは、Cisco 社のルータやスイッチなどのネットワーク機器をシミュレートすることが可能である。また、仮想化技術を用いてネットワークを学習する研究として、井口の研究[4]がある。この研究は、仮想 Linux 環境を用いて仮想的なネットワークを構築し、OSI モデルのネットワーク層と

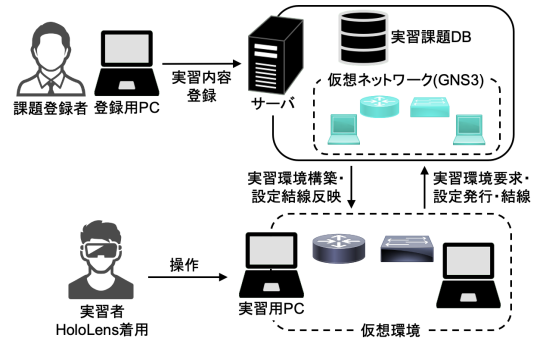


図1 システム構成

データリンク層のネットワーク機器を対象とし、設定を施す学習の支援をするシステムである。立岩らの研究[5]は、プロトコルの TCP/IP 通信と Linux サーバの構築の2つを関連付けて学習の対象としている。シーハクランクライナッタポンらの研究[2]は、Adobe Flash を用いた e-Learning 教材で、座学形式で Cisco 製ルータとスイッチのコマンド操作を説明し、実際の設定事例に照らし合わせた実習環境を提供している。山崎らの研究[6]は、VirtualBox と TeraTerm を利用し、他の実習者とルータ設定実習を可能とするシステムを提供している。これらの研究は、PC の画面上でルータの設定などの学習を実施するものであり、実機を触る操作感で学習することができない。また、複合現実を用いたネットワークに関する研究として、後安らの研究[7]がある。この研究は、物理空間に仮想のネットワーク環境を構築する。そして、位置や配線などの物理的な構成を確認しながら、設計したネットワークの検証や、ネットワーク構築学習を実施する。このネットワーク構築学習は、接続間違い、ケーブル断線といった障害対応の学習である。それに対し、本研究は、ネットワーク構築の学習を実施する。

### 3. 検討システム

本システムの構成を図1に示す。本システムはサーバと登録用 PC、実習用 PC、Microsoft HoloLens（以下、HoloLens）で構成される。サーバは、実習課題を保存する実習課題データベース（以下、実習課題 DB）と、仮想ネットワークとして Graphical Network Simulator-3 サーバ（以下、GNS3 サーバ）を動作させている。登録用 PC は、課題登録者が実習課題の内容を実習課題 DB へ登録する。実習用 PC と HoloLens は、実習者が操作する。実習用 PC で実習課題 DB から実習課題と仮想ネットワーク情報を取得し、仮想環境上にサーバ内の仮想ネットワークと同じ環境を展開する。その後、実習者は実習用 PC に表示される課題に沿って、仮想環境のネットワーク機器同士を結線させ、設定コマンドを入力し、実習を進める。本システムにおける実習課題の内容については、Cisco 社が IT エンジニアを育成するために、大学や専門学校で開講しているシスコネットワ

† 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.

§ 近畿大学情報学研究所,

Cyber Informatics Research Institute, Kindai University.

ーキングアカデミーに準拠する。以下に、本システムの機能について述べる。

### 3.1. 実習内容登録機能

実習内容登録機能は、実習で実施するネットワーク演習に必要な情報を課題登録者が登録する機能である。登録用 PC で実習に必要な課題内容や構築するネットワーク情報をサーバに送信し、サーバは実習課題 DB に登録する。登録内容の詳細は、実施する課題内容と必要デバイス数、ネットワークの構成を示すトポロジ図、各ネットワーク機器のインターフェースに対応するアドレスが書かれたアドレス表である。

### 3.2. 実習環境構築機能

実習環境構築機能は、サーバの実習課題 DB に登録している実習課題を仮想環境に展開する機能である。実習者は実習用 PC で実習する課題を選択しサーバに要求する。サーバは、選択された課題とその仮想ネットワーク情報を実習課題 DB から取得する。選択された課題は、実習用 PC へ送信し、仮想ネットワーク情報は、サーバ内の GNS3 サーバへ送信し、仮想ネットワークを構築する。選択した課題内容を取得した実習用 PC は、トポロジ図とアドレス表、実施する課題内容、設定コンソールを表示する。同時に、サーバ側の仮想ネットワークと同様のネットワークを仮想環境上に展開する。

### 3.3. 機器結線機能

機器結線機能は、仮想環境のネットワーク機器同士を結線する機能である。HoloLens 上に展開された仮想環境で、ホログラムの機器同士をホログラムのケーブルで結線する。結線が完了すると結線情報をサーバに送信し、サーバ内の仮想ネットワークに反映させる。

### 3.4. 機器設定機能

機器設定機能は、仮想環境のネットワーク機器に設定コマンドを入力する機能である。実習者は、設定したい仮想環境上のネットワーク機器に対応した、ホログラムの機器を選択することで、実習用 PC の設定コンソールで設定が可能となる。設定コンソールに、コマンドを入力することで選択したホログラムの機器が該当するサーバ内の仮想ネットワーク機器に対して設定が施される。

### 3.5. 実習者課題表示画面

本システムで、実習用 PC の画面に表示する予定のものを図 2 に示す。実習課題 DB から選択した課題の課題名とトポロジ図、アドレス表、課題内容、設定コンソールを表示する。実習者は必要な情報を確認しながら実習を進める。

## 4. 実験

実験では、動作検証と性能評価実験、利用評価実験を実施する予定である。動作検証は、本システムが正常に動作するか確認する。性能評価実験は、システム稼働時のメモリ使用量、CPU 使用率、実習で実施するネットワーク環境の読み込み時間を評価する。また、利用評価実験は、実際に本システムを利用してもらい評価することを予定している。評価内容は、実際に実機を操作する感覚と、本システムでホログラムの機器を操作する感覚を比較してもらい、その差異を評価する。それに加え、本システムは HoloLens を着用して演習するため、演習時の快適さ、操作性など 5 段階のアンケートで評価する。

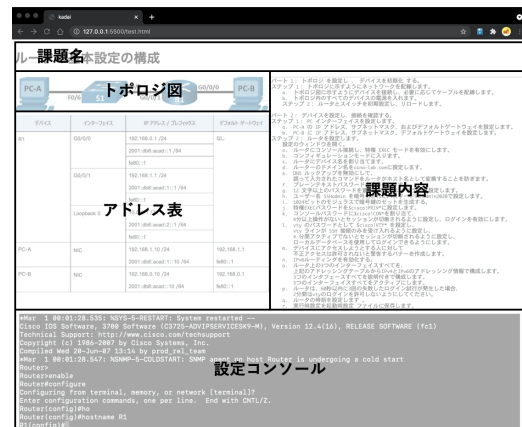


図 2 実習者側に表示する予定の画面構成

## 5. まとめと今後の予定

本研究では、ネットワーク演習環境の提供を目的に、サーバから実習項目を取得後、複合現実空間にホログラムの機器を配置し、ネットワークの演習環境を構築するシステムを検討した。これにより、実機を用意することなく実機を操作する感覚でネットワーク演習を実施することが可能である。

今後の予定として、実習課題で構築したネットワークを採点する採点機能の追加を検討している。さらに、複数人のグループワークによる構築演習に対応するために仮想環境を共有する機能の追加も検討している。

### 謝辞

本研究の遂行にあたり、Microsoft HoloLens のご提供をいただいた (株) サイバーリンクス様に深く感謝する。

### 参考文献

- [1] シスコシステムズ合同会社テクニカルアシスタンスセンター, ネットワークエンジニアの教科書, C&R 研究所 (2019) .
- [2] シーハクランライナツタポン, シーハクランライナツタポーン, 月江伸弘, 村上博, 西部俊孝: 仮想教室による Cisco CCNA 資格取得支援システムの方式の提案, 情報処理学会第 73 回全国大会講演論文集, Vol.2011, No.1, pp.461-462 (2011) .
- [3] Cisco : Cisco Packet Tracer-Networking Simulation Tool, 入手先 <<https://www.netacad.com/ja/courses/packet-tracer>> (参照 : 2021-07-04) .
- [4] Nobukazu Iguchi : Development of a self-study and testing function for NetPowerLab, an IP networking practice system, International Journal of Space-Based and Situated Computing, Vol.4, pp.175-183 (2014) .
- [5] Y. Tateiwa,, K. Kurachi, J. Zhang, T. Yasuda, S. Yokoi : LiNeS: Virtual Network Environment for Network Administrator Education, 2008 3rd International Conference on Innovative Computing Information and Control (2008) .
- [6] 山崎俊彦, 神屋郁子, 下川俊彦 : 大規模環境に対応したルータ設定実習環境自動構築システムの開発, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2016 論文集, Vol.2016, pp.1341-1343 (2016) .
- [7] 後安謙吾, 谷口義明, 井口信和 : MR 技術を用いた仮想ネットワーク環境構築システム, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J104-D, No.2, pp159-163 (2021) .