

複合現実空間での協調演習を可能とする ネットワーク構築演習システムの実装

Implementation of a Network Construction Exercise System for Cooperative Exercises in Mixed Reality Space

森本 健次郎^{*1}, 谷口 義明^{*2*3}, 井口 信和^{*2*3}

Kenjiro MORIMOTO^{*1}, Yoshiaki TANIGUCHI^{*2}, Nobukazu IGUCHI^{*3}

^{*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}近畿大学情報学部情報学科

^{*2}Faculty of Informatics, Kindai University

^{*3}近畿大学情報学研究所

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

Email: 2133340421d@kindai.ac.jp

あらまし: ネットワーク構築を学習する方法として実習があり、実習では実機を用いる環境と仮想化環境を用いる環境がある。本研究では、実機を用いずに実機と同様の操作感で、複数人の学習者で演習を実施する協調演習が実施可能なネットワーク演習環境の提供を目的としている。本研究では、複合現実技術を用いて機器の仮想オブジェクトを配置した現実空間を共有し、ネットワークの協調構築演習が実施できるシステムを開発する。

キーワード: ネットワーク構築演習, 協調演習, Mixed Reality, 複合現実

1. はじめに

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。それに伴い、ネットワーク環境を構築・管理する技術者養成の必要性も高まっている。複数人の学習者でネットワークの構築演習を実施する協調演習は、他の学習者と設定内容の確認や原因の相談といったコミュニケーションを取りながら、実際に手を動かし演習を実施する。知識を単なる暗記としてではなく経験として定着させるため、効果の高い学習が期待できる。協調演習を実施する環境は、実機を用いる環境のほか、学習者同士が仮想機器を共有し PC 上で操作する場合がある。しかし、実機を用いる場合は、実機を人数分用意し設置・保管する場所を確保する必要があり、スペース的に難しい場合がある。一方、仮想機器を用いる場合、PC の画面上で学習するため、実機と同様の操作ができない。

そこで、本研究では、実機を用いずに実機と同様の操作感で、協調演習が実施可能なネットワーク演習環境の提供を目的に、現実空間に仮想オブジェクトの機器を配置し、学習者同士が仮想空間を共有しながら協調演習が実施できるシステム(以下、本システム)を開発する。

現実空間に仮想オブジェクトを配置する技術として、複合現実技術(Mixed Reality: 以下、MR)を使用する。MR は、周囲の物理空間に、多角的に視認でき、手で操作可能な仮想のオブジェクト(以下、ホログラム)を配置できる。本システムは MR 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になる。これにより、実機を操

作する感覚でホログラムのネットワーク機器を操作することができる。また、現実空間にホログラムを重畳表示しているため、学習者は学習するうえで、ホログラムの機器を着目しながら他の学習者や PC の画面、手元の資料やノートを直感的に認識することができる。

2. 関連研究

複合現実を用いたネットワークに関する研究として、金子らは、DDoS 攻撃を実施する IoT デバイスを検出することを目的としたネットワークパケットの可視化システムを開発している⁽¹⁾。一方、後安らは、仮想のラックに搭載したホログラムの機器の物理的な位置関係を確認しながら、設計したネットワークの検証や、LAN ケーブルに起因する障害対応に関する学習を実施可能なシステムを開発している⁽²⁾。このシステムの障害対応演習は 1 人で実施することを想定しているが、本システムは、複数人が対面の状態で仮想空間を共有してネットワーク構築の協調演習を実施することを想定している。

3. 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、演習用 PC、Microsoft HoloLens(以下、HoloLens)で構成される。サーバは、演習課題を保存する演習課題データベース(以下、DB)と、仮想ネットワークとして Graphical Network Simulator-3 (GNS3)サーバを稼働させている。課題登録者は登録用 PC を使って演習課題の内容を DB へ登録する。学習者は演習用 PC と HoloLens を操作し、仮想演習

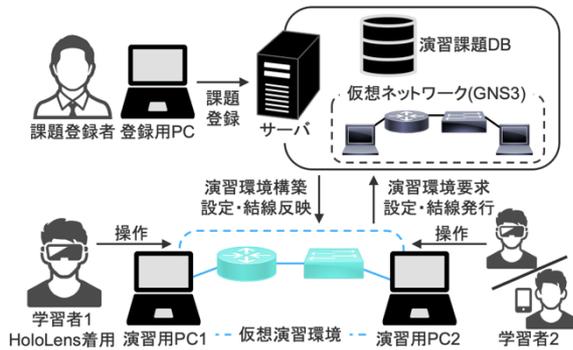


図1 システム構成図

環境を展開後、演習用 PC に表示される課題に沿ってネットワーク構築の演習を実施する。

4. 実験

実験では、本システムが一人で演習実施が可能な仮想演習環境の規模を確認する性能評価実験を実施した。本実験では、登録用PCと演習用PCに MacBook Air(CPU: Intel Core i5@1.6GHz, Memory: 8GB, OS: macOS Monterey 12.3.1), サーバに PC(CPU: Intel Core i7-8700@3.20GHz, Memory: 16GB, OS: Windows 10 Education), HoloLens は 2017 年モデルの第 1 世代 (CPU: Intel 32bit architecture, Memory: 2GB, OS: Windows 10)を用いた。

4.1 実験内容

性能評価実験は、一人でネットワーク構築演習を実施するうえで、今回用いたサーバ上で本システムが対応できる仮想演習環境に表示可能なホログラムの数を確認する。表示可能なホログラムの数を確認する方法として、演習に必要なデバイスが仮想演習環境に展開されたタイミングにおいて、HoloLens の CPU 使用率とフレームレートを測定する。測定時に展開するホログラムは、PC を示すアダプタのオブジェクトとルータのオブジェクトとし、PC のアダプタは 2 台、ルータのホログラムは 0 台から 30 台まで表示する。10 台までは順に増やし、10 台以降は 5 台ずつ増加させた。CPU 使用率は各 10 回ずつ測定し、各台数の平均値で評価する。図 2 にそれぞれのホログラムを示す。

4.2 実験結果・考察

仮想演習環境に展開されたタイミングでの、HoloLens の CPU 使用率の測定結果を図 3 に示す。測定の結果、描画する際のホログラムの数に関係なく CPU の変化が一定であった。また、測定したフレームレートの平均が 59.6FPS であった。このフレームレートの値は、Microsoft⁽³⁾ が定めている HoloLens におけるアプリケーションの目標フレームレートの値を 60FPS としているため、本システムはこの条件を満たしていると考えられる。よって、一人で実施する演習においてホログラムの表示や操作性が安定した状態で演習が実施できることを確認した。



図2 ルータオブジェクト(左)と PC アダプタ(右)

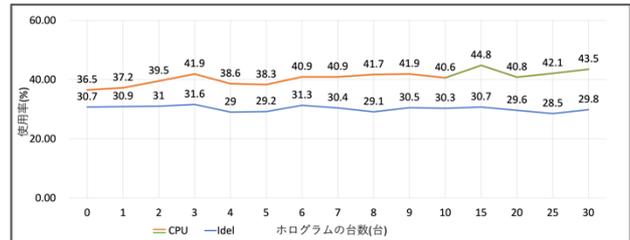


図3 CPU の使用率

5. おわりに

本システムでは、実機を用いずに実機と同様の操作感で、協調演習が可能なネットワーク演習環境の提供を目的に、現実空間に仮想オブジェクトの機器を配置し、学習者同士が仮想空間を共有しながら協調演習が実施できるシステムを開発した。実験より、一人で実施する環境では、ホログラムが 30 台以下の場合、ホログラムの表示や操作性が安定した状態で演習が実施できることを確認した。

今後、仮想空間共有機能の開発を予定している。仮想空間共有機能は、複数の学習者がスマートフォンや HoloLens で仮想演習環境を共有し、機器同士の結線と設定を施し、協調演習を実施する機能である。この機能を発展させ、遠隔地で学習者同士が協調演習できる機能の開発を検討している。また、追加実験として利用評価実験を予定している。利用評価実験は、実際に本システムを利用してもらい、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、その感覚の差異をアンケートで評価する。

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式会社サイバーリンクス様に深く感謝する。

参考文献

- (1) K. Kaneko, Y. Tsutsumi, S. Sharma, Y. Okada: "PACKUARIUM: Network Packet Visualization Using Mixed Reality for Detecting Bot IoT Device of DDoS Attack", Springer Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol.47, pp.361-372 (2020)
- (2) 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, pp.159-163 (2021)
- (3) Microsoft: "Mixed Reality のパフォーマンスを理解する - Mixed Reality Microsoft Docs", 入手先 <<https://docs.microsoft.com/ja-jp/windows/mixed-reality/develop/advanced-concepts/understanding-performance-for-mixed-reality>> (参照 2022-05-22)