

IP ネットワーク構築演習支援システムにおける

擬似学習者機能の開発

Development of Companion Agent Function for Hands-on IP Network Practice System

舩賀 計彦† 早川 諒† 井口 信和‡

Kazuhiko MASUGA Ryo HAYAKAWA Nobukazu IGUCHI

1. はじめに

コンピュータネットワークの普及により、大学等の教育機関においてネットワーク技術者の育成を目的とした教育が実施されている。ネットワークの学習には、知識の習得を目的とした机上学習に加えて、実践的スキルの習得を目的としたネットワークの構築演習が必要不可欠である。しかし、ネットワークの構築演習を実施するには、課題に応じて複数台のネットワーク機器が必要となる。そのため、機材の管理やメンテナンス、故障時の対応などにコストがかかる。また、限られた時間の中では学習できる内容も制限される。

ネットワークの構築演習では、演習形式の一つとして協調演習を実施している。協調演習は、複数の学習者が共同で一つの課題に取り組む演習形式である。協調演習では、学習者同士が相互に協力しあい、観察学習を通して知識を共有することによりスキルの向上を図る[1]。

これらの背景から、当研究室ではクラウド環境を利用した協調演習を可能とする IP ネットワーク構築演習支援システム[2]を開発してきた。これにより、コストや時間、学習する場所に制限されることなく協調演習を実施できる環境の提供が可能となった。しかし、本システムが提供する協調演習は実機を用いた協調演習とは異なり、指導者がいない環境でも協調演習を実施する。そのため、初学者同士の協調演習で誤った構築手順を模倣してしまうと、誤りに気がつかない場合がある。さらに、実機を用いた協調演習においても発生する問題として、同一の共同学習者と何度も構築演習を繰り返すことによって学習者のモチベーションが低下するといった問題がある。

そこで、本研究ではこれまでに開発したシステムを基に、IP ネットワーク構築演習支援システムにおける擬似学習者機能を開発した。学習者が初学者の場合は、擬似学習者が指導者となり正しい構築手順を学習者に教授する。また、学習者が正しい構築手順を習得した後は、共同学習者として学習者と協力しながらネットワークを構築する。擬似学習者に複数の役割を持たせ、学習者の習熟度に合わせて能動的に切り替えることにより、学習者のモチベーションの維持を助ける。擬似学習者と協調演習を実施することで、学習者の習熟度に合わせた協調演習が可能となる。

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

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

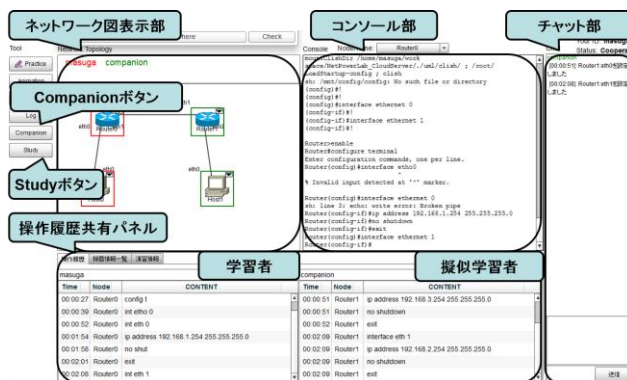


図 1：ネットワーク構築 GUI

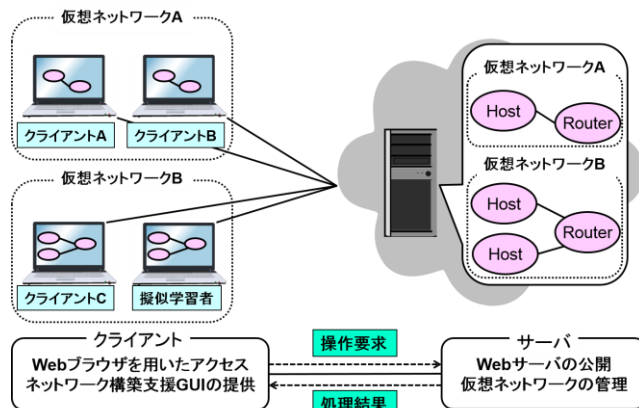


図 2：システム構成図

2. システム概要

本システムは、クライアントサーバモデルである。サーバは、User Mode Linux を用いて作成した仮想マシンを Host や Router などのネットワーク機器として動作させる。クライアントは Flash Player を導入した Web ブラウザ上で動作する。そして、図 1 に示すネットワーク構築 GUI を用いて仮想ネットワーク機器同士を相互に接続する。

2.1 システムの構成

本システムの構成を図 2 に示す。クライアントはネットワーク構築 GUI を学習者に提供する。サーバは、仮想マシンの起動や設定を管理する。クライアントは学習者が操作した内容を操作要求としてサーバへ送信する。サーバはクライアントから送信された操作要求に応じた処理を実施し、その処理結果をクライアントへ送信する。また、サーバではクライアントをグループ単位で管理して、個別の仮想ネットワークを生成する。これにより、複数の学習者が同時に協調演習を実施できる。

2.2 操作履歴共有機能

学習者は、操作履歴共有機能を用いて、自身と擬似学習者の操作履歴を参照できる。コマンドを入力した時間、操作の種類、操作対象機器の名前、操作内容がリアルタイムに表示され、構築演習中に自身と擬似学習者の入力したコマンドを比較できる。また、学習者ごとに表示の ON/OFF を切り替えることができる。

2.3 自動採点機能

本システムでは、予め用意された課題を基にネットワークを構築する演習(以下、課題演習)を実施できる。XML形式で記述された課題ファイルを読み込むことで、課題演習を開始する。複数の学習者が共同で一つの課題に取り組む場合は、各学習者が担当する機器を分担して設定を施すことで一つのネットワークを構築する。採点結果は、(正解項目/採点項目数)×100 で算出した演習正解率で表す。これにより、習熟度を定量的に把握できる。さらに、設定が間違っている項目や不要な設定が施されている項目も表示するため、間違った部分の特定が容易となる。

3. 擬似学習者

擬似学習者は、擬似的な共同学習者の役割や指導的な役割(以下、モード)を切り替えることで、学習者の習熟度に合わせた協調演習を提供する。本システムでは、対象とする学習者を初級者、中級者、上級者の3つの習熟度レベル(以下、レベル)に分類した。そして、レベルに応じた擬似学習者の振る舞いを実装することで、学習者の習熟度に合わせた協調演習を実現した。以下に、レベルの基準と各モードの振る舞いについて述べる。

3.1 レベルの基準

レベルの基準には、自動採点機能を用いて算出した演習正解率を使用する。表1にレベルの基準となる演習正解率とレベルに応じたモードを示す。学習者は、自身の習熟度を判断し、手動で擬似学習者のモードを切り替えることができる。さらに、演習正答率はデータベースを用いてサーバで管理されているため、システムが自動的に擬似学習者のモードを切り替えることもできる。これにより、システム側からより難易度の高い構築演習を提案することで、学習者のモチベーションの維持を助ける。レベルは課題ごとに設定されており、課題を進める度に更新される。また、初めて本システム使用する学習者は、表2に示す事前アンケートに回答する。そして、アンケート結果を基に各課題における学習者のデフォルトレベルを設定する。

表1：レベルの基準

	初級者	中級者	上級者
演習正解率	0~79%	80~99%	100%
モード	チュートリアル	演習	トラブルシューティング

表2：事前アンケート

アンケート項目	理解度
静的ルーティングについて十分に理解していますか	2
動的ルーティング(RIP)について十分に理解していますか	1
動的ルーティング(OSPF)について十分に理解していますか	1
アクセスリストについて十分に理解していますか	1

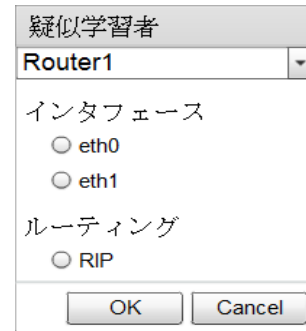


図3：ステップ選択 GUI

3.2 チュートリアルモード

チュートリアルモードは、ネットワークコマンドの使用方法に不慣れた初級者やネットワークコマンドを覚えていない初級者を対象とする。

擬似学習者は、学習者がどのようなコマンドを入力するかによって振る舞いを変化させる。例えば、学習者がインターフェースの設定を開始するコマンドを入力すると、擬似学習者はインターフェースの設定を施す一連のコマンドを学習者より先に入力する。そして、学習者は操作履歴共有機能を用いて擬似学習者が入力したコマンドを確認しながら自身の機器に設定を施すことで、正しい構築手順を学習する。しかし、次に自身が設定すべき項目がわからない場合やネットワークコマンドを忘れてしまった場合など、初級者が一人で構築を進めることができない場合がある。以下に、これを回避するために実装した2つ構築補助機能について述べる。

(1) ステップ機能

本機能は、擬似学習者の構築手順のステップをひとつ進める機能である。学習者は、次に自身が設定すべき項目がわからない場合に使用する。図1に示す Companion ボタンを押下すると図3に示すステップ選択 GUI が表示される。そして、任意の項目を選択することで、擬似学習者の構築手順をひとつ進めることができる。これにより、学習者は正しい構築手順を学習する。

(2) ヒント機能

本機能は、各項目のネットワークコマンドを学習できる機能である。学習者は、ネットワークコマンドを忘れてしまった場合に使用する。図1に示す study ボタンを押下することでコマンド学習 GUI が表示される。そして、ネットワークコマンドを確認した後、実際に機器にコマンドを入力する。これにより学習者は正しいネットワークコマンドを学習する。

3.3 演習モード

演習モードは、ネットワークコマンドの使用方法に慣れた中級者を対象とする。擬似学習者は、学習者の入力したコマンドの内容に関わらず、一定間隔で設定を施す。チュートリアルモードでは、学習者の入力したコマンドを判断し、構築をサポートする指導的な役割を担っていたが、ここでは共同学習者の役割を担う。

本モードでは、操作履歴共有機能の表示はデフォルト設定で OFF の状態とする。学習者は、擬似学習者の操作は一切見ることはできないため、擬似学習者の設定が完了しているのかどうか判断することができない。そこで、擬似学習者から構築状況を報告する構築状況報告機能を図1に示すチャット部の実装した。

```
companion
[00:05:28] Router1:eth0を設定
しました
[00:05:39] Router1:eth1を設定
しました
[00:05:48] Router1:RIPを設定し
ました
```

図 4：構築状況報告機能

(1) 構築状況報告機能

本機能は、チャットを通じて擬似学習者の構築状況を報告する機能である。演習モード、後述するトラブルシューティングモードでは、操作履歴共有機能の表示をデフォルト設定で OFF とする。これは、中級者以上の階級ではネットワークコマンドの使用法に慣れたことにより、擬似学習者のサポートを必要としないと判断したからである。そのため、図 4 に示すように擬似学習者は最低限の構築状況のみ通知するように実装した。

3.4 トラブルシューティングモード

トラブルシューティングモードは、ネットワークコマンドに使用方法に慣れ、ネットワークの構築を十分に理解した上級者を対象とする。擬似学習者は、学習者の入力したコマンドの内容に関わらず、ランダムで誤った設定を施す。例えば、IP アドレスの設定ミスやインターフェースの有効化忘れなど、ネットワークの構築演習における典型的なミスを意図的に起こす。

学習者は擬似学習者が起こしたミスを発見するために、図 1 に示すコンソール部を用いて擬似学習者のコンソール権限を取得する。そして、設定を確認するコマンドを用いてミスを発見した後に、擬似学習者側のネットワークを正しく修正する。このように、トラブルシューティングモードは、これまで習得した知識とスキルを応用してネットワークの障害を解決する能力を訓練するモードである。

4. 動作実験

実装した機能と擬似学習者の振る舞いの動作確認を目的とする実験を実施した。実験環境は、同一の LAN 内にサーバとクライアントが動作している環境を用意した。実験内容は、学習者一人と擬似学習者一人の場合に、各機能とモードが正しく動作するかを検証するものである。

検証の結果、各機能は正常に動作し、各モードにおける擬似学習者の振る舞いも想定した動作となった。今後、システムの有用性を検証するために、利用評価実験を予定している。

5. おわりに

本研究では、これまでに開発したシステムを基に、IP ネットワーク構築演習支援システムにおける擬似学習者機能を開発した。学習者が初学者の場合は、擬似学習者が指導者となり正しい構築手順を学習者に教授する。また、学習者が正しい構築手順を習得した後は、共同学習者として学習者と協力しながらネットワークを構築する。擬似学習者に複数の役割を持たせ、学習者の習熟度に合わせて能動的に切り替えることにより、学習者のモチベ

ーションの維持を助ける。擬似学習者と協調演習を実施することで、学習者の習熟度に合わせた協調演習が可能となる。

しかし、現状のシステムでは、学習者一人と擬似学習者一人の限られた演習環境である。そこで今後の予定として、学習者二人と擬似学習者二人といったいくつかの演習環境を提供できるよう拡張を行う必要があると考える。また、今回の実験は、想定通りに動作しているかを検証するものである。そのため、実際に本システムがネットワークの学習に役立つかの検証が必要であると考え

参考文献

- [1] 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.
- [2] 北澤友基, 井口信和, 溝渕昭二, 越智洋司, “クラウド環境を利用した協調演習を可能とする IP ネットワーク構築演習支援システムの検討,” 電子情報通信学会技術研究報告.ET, 教育工学 112(66), 19-24, 2012.
- [3] 稲葉晶子, “CSCL: ネットワークを用いた協調学習支援システム,” 電子情報通信学会誌, Vol.82, No.10, pp.1069-1071, 1999.
- [4] 井口信和, “仮想ルータを活用したネットワーク構築演習支援システムの開発,” 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.3, pp.1412-1423, Mar.2011.
- [5] 舛賀計彦, 井口信和, “観察学習を可能とする IP ネットワーク構築演習システム,” “情報処理学会第 76 回全国大会講演論文集, pp.783-784, Mar.2014.
- [6] 早川諒, 舛賀計彦, “IP ネットワーク構築演習支援システムにおける観察学習を可能とする擬似学習者機能の開発,” 情報処理学会第 77 回全国大会講演論文集, pp.915-916, Mar.2015.
- [7] 金子大輔, “相互評価屋グループ学習を支援するシステムの開発と基礎的情報教育での利用,” 日本教育工学会論文集, Vol.31, pp.33-36, 2007.