

動的ルーティング学習支援システムにおける コンバージェンスまでの過程再現機能の開発

Development of Process Reproduction Function to Routing Convergence in Dynamic Routing Learning Support System

宮本 拓^{*1}, 井口 信和^{*2}

Taku MIYAMOTO^{*1}, 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 Technology, Kindai University

^{*2}近畿大学工学部情報学科

^{*2}School of Science and Engineering, Kindai University

Email: iguchi@info.kindai.ac.jp

あらまし：本研究は、ネットワーク初学者に対してネットワーク上で動作するルーティングプロトコルについての学習支援を目的としている。本システムはルーティングプロトコルを用いてネットワークを構築する際の、コンバージェンスまでの過程を確認できるものである。本システムを用いることで、学習者は自身が構築したネットワーク上で動作する動的ルーティングがどのようにルーティング情報を交換し、収束していくかを確認できる。

キーワード：ネットワーク構築、動的ルーティング、ルーティングコンバージェンス

1. はじめに

近年、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養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おいて、実際にネットワーク機器を操作・設定する演習が有用である。ネットワーク機器に設定を施すことで、知識の定着や実践的なスキルの修得が期待できる。しかし、実機を用いた演習だけでは、書籍を用いた講義とは異なり、ルータの内部処理について学習できない。

ルータの内部処理には、ルーティング、パケット転送処理、キューイングなどがある。我々はこのうちルーティングの処理に注目する。ルーティングの学習支援に関する研究として、川西らのパケット経路制御アプリ⁽¹⁾がある。これは、Web ブラウザを用いてネットワークトポロジを作成し、送信元と宛先のホストを選択することでパケットが通る経路を視覚化するシミュレータである。これに対し、我々は動的ルーティング学習支援システム(以下、本システム)を開発してきた⁽²⁾。本システムは、ルーティングプロトコルのルーティングアップデートを確認できるシステムである。本稿のルーティングアップデートとは、ルーティングプロトコルの更新メッセージ(以下、更新メッセージ)によるルーティングテーブルの更新とする。これまでに開発したシステムでは更新メッセージとルーティングアップデートの確認が可能であった。しかし、受信した更新メッセージをどのように処理し、ルーティングテーブルを更新するのか確認できない。また、RIP のタイムアウトなどの要因でのテーブルの変化にも対応していない。そこで、本研究ではルータが受信した更新メッセージだけでなく、ルータの設定や動的ルーティング

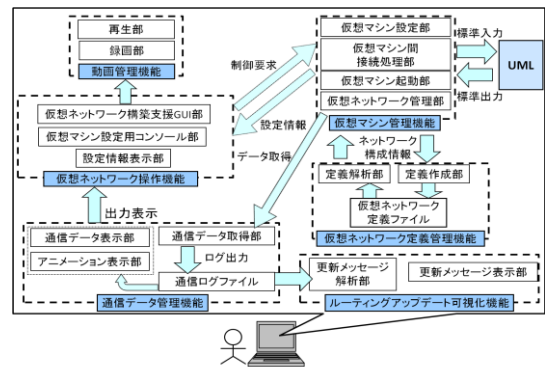


図1 システム構成図

のタイムアウトなどの情報を基にネットワークのコンバージェンスまでの過程を再現する機能(以下、本機能)を開発した。本機能を用いることで、学習者は自身が構築したネットワークの収束過程をステップごとに確認できる。また、収束過程において任意のタイミングでのルーティングの動作を確認できる。

2. 動的ルーティング学習支援システム

本章では、これまでに開発してきた動的ルーティング学習支援システムについて述べる。

2.1 概要

本システムの構成を図1に示す。本システムは、仮想マシンを利用することで、1台のコンピュータのみを用いてネットワークの構築演習を実施できる。また、学習者自身が構築したネットワーク上でやりとりされる更新メッセージとルーティングアップデートについてリアルタイムに確認できる。さらに、本システムは録画・再生機能を備えている。これにより、学習者はネットワークの構築手順とルーティングアップデートの動作を関連付けて後に閲覧できる。

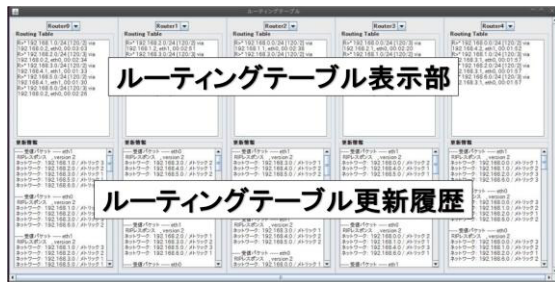


図 2 ルーティングアップデート確認用 GUI

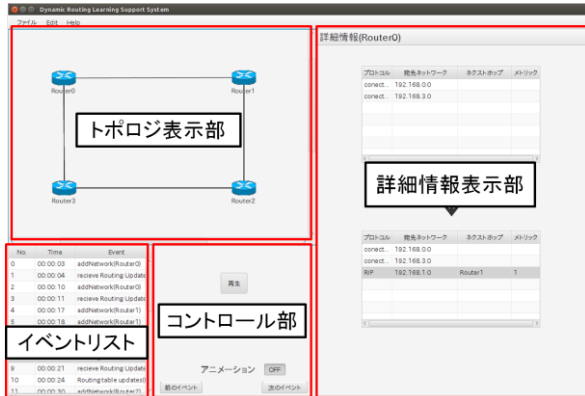


図 3 コンバージェンスまでの過程再現用 GUI

2.2 ルーティングアップデート可視化機能

ルーティングアップデート可視化機能は、ネットワーク上を流れる全てのパケットをキャプチャする。キャプチャしたパケットのうち、ルーティングアップデートに関係するものだけを解析し、図 2 に示す GUI を用いて学習者に情報を提示する。この GUI は、ネットワーク上のルータが持つルーティングテーブルと各ルータが受信した更新メッセージを表示する。この GUI を参照することで、ネットワーク上の全てのルータが受信した更新メッセージと、ルーティングアップデートを関連付けて確認できる。

3. コンバージェンスまでの過程再現機能

本章では、今回開発したコンバージェンスまでの過程再現機能について述べる。

本機能は、仮想マシンを用いてネットワークを構築した際の、ルーティングプロトコルの設定や更新メッセージの受信などのイベントを各仮想マシンから取得する。この情報を基に、学習者がネットワークを構築した手順を再現する。再現する際には、動画のように再現するのではなく、取得したイベントを 1 つのステップとして、ステップごとに再現する。再現時に使用する GUI を図 3 に示す。トポロジ表示部では再現するネットワークのトポロジが表示される。また、パケットの経路をアニメーションで確認できる。イベントリストでは各ルータから取得したイベントを時系列に並べて表示する。このリストから一つの行を選択することで各機器の設定を選択した時点での設定に書き換えることができる。また、コントロール部により 1 つずつステップを進めることも可能である。詳細情報表示部では、各ステップで起こったイベントの詳細な情報が表示される。図

3 ではルーティングテーブルが書き変わった様子が示されている。

このように提示することで、実際のネットワーク機器を用いた演習では確認できない収束までの過程を順を追って確認できる。また、ネットワーク構築過程の任意のタイミングのルーティングテーブルを再現できる。これにより、収束前のネットワークにおけるルーティング処理の動作を確認できる。

4. 動作検証

本機能についての動作検証を実施した。以下に検証方法とその結果について述べる。

今回の動作検証では、ルータ 3 台を直列に接続し両端にホストを接続したネットワークを用いて、ルーティングプロトコルとして RIP を動作させたネットワークを再現した。検証の手順を次に示す。

1. 全ての機器のインタフェースの設定
2. ルータに対して RIP の設定
3. ネットワークの保存
4. 本機能によるネットワークの再現

5. 任意のタイミングでホスト間での経路を確認
検証の結果、本機能は目的通りの動作をしていることを確認した。また、手順 5 よりネットワークが収束する前のルーティングテーブルにおけるルーティングの動作を確認できることがわかった。

5. おわりに

本研究では、動的ルーティング学習支援システムにおけるコンバージェンスまでの過程再現機能を開発した。本機能では、動的ルーティング学習支援システムを用いて構築したネットワークが収束するまでの過程を順を追って再現する。本機能を用いることで、ルータが受信した更新メッセージをどのように処理しルーティングテーブルを更新しているかを確認できる。また、任意のタイミングでのネットワークを再現することで、実機を用いた演習では確認できない収束過程でのルーティング処理について確認できる。

しかし、本機能は現在 RIP にしか対応しておらず、OSPF など他のルーティングプロトコルの再現ができない。また、RIP の経路集約や、スプリットホライズンなど対応していない設定がある。

そこで今後の予定として、本機能を拡張し、OSPF など他のルーティングプロトコルに対応させる必要がある。また、経路集約など対応していない設定項目に対応させる必要がある。今回は動作の検証のみを実施した。今後は、本機能を備えた動的ルーティング学習支援システムの有用性を評価する実験を行う予定である。

参考文献

- (1) 川西千晶, 堀幸雄, 今井慈郎, "パケット経路制御学習アプリの開発とアンケート解析", 信学技報, ET2012-116, pp195-200, Mar.2013
- (2) 宮本拓, 北澤友基, 井口信和, "仮想マシンを活用したルーティングアップデートの学習システム", 信学技報, ET2013-4, pp17-22, May.2013