

経路収束を可視化する動的ルーティング学習支援システムの開発

Development of Learning Support System for Dynamic Routing Enabling to Visualize Convergence

烏野 貴也^{*1}, 谷口 義明^{*1}, 井口 信和^{*1}

Takaya KARASUNO^{*1}, Yoshiaki TANIGUCHI^{*1}, Nobukazu IGUCHI^{*1}

^{*1}近畿大学理工学部情報学科

^{*1} School of Science and Engineering, Kinki University

Email: karasuno0139@gmail.com

あらまし：本研究は、視覚的に確認が困難なルータの内部処理の一つであるルーティングに関する学習の支援を目的とする。目的を達成するために、OSPFによるネットワークの経路収束の過程をGUI上で再現するシステムを開発した。また本システムは、OSPF特有の代表ルータの選出やエリアの分割といった機能もGUI上で表現が可能である。これにより、本システムを使用することで、既存のルーティングの学習を支援できる。

キーワード：ネットワーク学習、動的ルーティング、OSPF

1. 序論

平成26年度における調査では、企業のネットワーク構築率は8割を超え、企業の規模が大きくなるにつれて10割に近づいている⁽¹⁾。それに伴い、確かな知識とスキルを持ったネットワーク技術者は、常に必要とされている。ネットワークの学習では、講義や書籍を用いた座学と実機を用いた演習が行われている。しかし、これらの学習方法だけでは、ルーティングやキューイングといった、視覚的に確認できないルータの内部処理について学習が困難である。

本研究では、内部処理のうちパケット通信の基礎となるルーティングに注目した。ルーティングでは、一般的にルーティングプロトコルを使用した動的ルーティングが設定される。代表的なルーティングプロトコルとして、RIPとOSPFが挙げられる。このうちOSPFは比較的規模の大きなネットワークでも使用できる。そのためOSPFは経路の収束過程が複雑になり、学習した知識を実感することが困難である。

そこで本研究では、ルーティングの学習支援を目的として、経路収束を可視化する動的ルーティング学習支援システム(以下、本システム)を開発した。本システムはOSPFによる経路の収束過程を、GUI上に再現することで視覚的な確認を可能とする。これにより、OSPFの学習を支援できる。

2. システムの概要

本システムは大きく仮想ネットワーク構築部とネットワーク再現部に分かれる。学習者はまず、仮想ネットワーク構築部を使用し、仮想ネットワークを構築する。次に構築した仮想ネットワーク上でOSPFを動作させる。仮想ネットワーク構築部は、OSPFに関連する情報をイベントファイル作成機能により保存する。その後、学習者はネットワーク再現部を使用し、OSPFによる経路の収束過程を視覚的に確認する。仮想ネットワーク構築部には、当研究室で開発してきたIPネットワーク構築演習支援システ

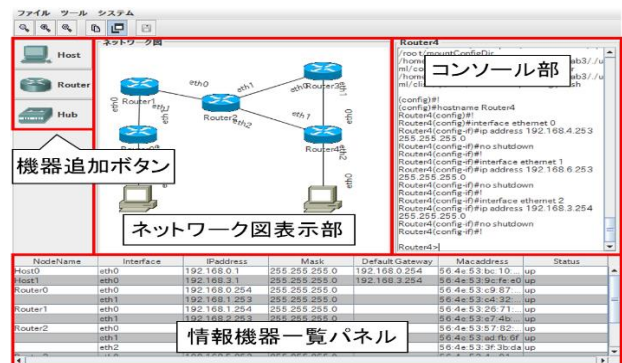


図1 ネットワーク構築用 GUI

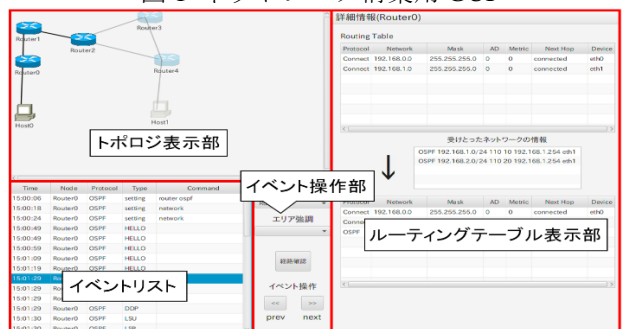


図2 ネットワーク構築用 GUI

ム⁽²⁾を利用する。ネットワーク構築用GUIを図1に示す。このシステムは仮想マシンとしてUser Mode Linux(以下、UML)を利用し1台のコンピュータ上で複数の仮想マシンを起動する。このUMLを仮想的にネットワーク機器として動作させ、各機器に対して設定を施し、それぞれの機器を相互に接続することで仮想的なネットワークの構築を可能とする。以下に、本システムの機能の詳細について述べる。

2.1 イベントファイル作成機能

本機能では、構築済みのネットワークからOSPFによる経路の収束過程を再現するためのXMLファイルを作成する。仮想ルータに施したOSPFに関連するコマンド、並びにルータが受信したルーティン

グアップデートの内容を、発生タイミングごとに1つずつイベントとして記録する。構築したネットワークの構成情報と、全てのイベントをXMLファイルに出力する。本システムでは、このXMLファイルをイベントファイルとして扱う。

2.2 ネットワーク再現機能

本機能では、イベントファイルの情報を基に、OSPFによる経路の収束過程を再現する。再現する際は、動画のように連続的に再現するのではなく、取得したイベントごとの再現が可能である。再現時に使用するGUIを図2に示す。トポロジ表示部にはネットワークのトポロジが再現される。トポロジ表示部からルータを選択すると、そのルータに関連するイベントをイベントリストに表示する。イベントを選択すると、そのイベントの時点で、選択中のルータからパケットが到達不可能な範囲のトポロジを半透明で表示する。これにより、イベントごとにルータの経路学習状況を可視化できる。ルーティングテーブル表示部には、イベントごとのルーティングテーブルが表示される。イベントでルーティングアップデートが行われた場合は、現在のルーティングテーブルと受け取った経路情報、ルーティングアップデート後のルーティングテーブルが表示される。

また、経路の収束過程を再現する際、トポロジ表示部の代表ルータを可視化する。イベントリストから、代表ルータを通知するイベントを選択することで、代表ルータを赤色で表示する。これにより、トポロジ上の代表ルータを視覚的に確認できる。さらにマルチエリアのOSPFネットワークの収束過程を再現する際は、エリアごとに属するルータを可視化できる。イベント操作部から可視化したいエリアを選択することで、他のエリアに属するルータを灰色で表示する。これにより、選択したエリアに属するルータを視覚的に確認できる。

3. 結果・考察

本システムの有用性を評価するため、本学で開講しているシスコネットワークングアカデミーの修了生9名を対象に利用評価実験を実施した。実験ではルータ5台とホスト2台で構成されたマルチエリアのOSPFネットワークを再現し、今回実装した機能を用いてOSPFによる経路の収束過程を確認してもらった。

実験後、従来の学習方法に加えて本システムを利用する場合を想定して、5を最高とする5段階評価と、自由記述形式によるアンケートを実施した。評価項目と各項目に対する評点結果を表1に示す。全ての項目で良好な評価が得られた。

また自由記述では、

- トポロジがリアルタイムに更新されてわかりやすい
- 代表ルータやエリアの確認が容易で良い
- 収束過程を見られることは実機にない利点などの意見が得られた。以上より、本システムで

表1 評価項目と評点(単位: 点)

評価項目	平均	標準偏差
(1) OSPFによる経路学習の理解に役立つか	3.86	0.93
(2) 代表ルータの可視化は学習に役立つか	4.13	0.59
(3) エリアの可視化は学習に役立つか	4.13	0.59
(4) OSPFの学習に利用したいか	3.63	0.69

OSPFによる経路の収束過程を観察でき、また代表ルータやエリアの可視化機能も実装したことで、OSPFの学習支援に繋げることができた。

しかし、メッセージの役割がわかりづらいという指摘があった。本システムでは、イベントリストにメッセージの内容について詳細が記載されていない。そのため、使用者が本システムで確認できる情報は、メッセージの種類やルーティングアップデートの経路情報などに限られている。5段階評価の項目(2)と(3)が特に良好な評価を得たことを併せると、本システムは経路収束だけではなく、OSPFの基本的な知識も同時に学べるシステムであることが期待されていることがわかった。そこで、本システムではイベントリストからイベントを選択すると、そのイベントで受信したメッセージの詳細を閲覧できる機能が必要である。

また、トポロジ表示部の経路にメトリックを表示してほしいという意見もあった。これはGUIの表示項目に関する指摘であり、他にも表示に関しては、イベントリストのイベントの種類ごとに表示したいという意見があり、これらを実装することで5段階評価の項目(4)にあたる学習への利用意欲を高めることができると考える。

4. 結論

本研究では、OSPFによる経路の収束過程を可視化するシステムを開発した。評価の結果、本システムはOSPFの学習支援に役立てられることを確認した。しかし、より効率的な学習を行う上で課題が残されていることがわかった。

今後の課題として、イベントの詳細な情報を閲覧できる機能の実装や、ルータごとに経路収束が完了したタイミングが判別できる機能の実装を予定している。さらに、当研究室で昨年度開発した、RIPによる経路の収束過程を可視化するシステム⁽³⁾を本システムに統合することにより、本システムのGUI上でRIP環境およびRIPとOSPFの混在環境の経路の収束過程を再現できるよう、本システムを拡張する予定である。

参考文献

- (1) 総務省.情報通信データベース 通信利用動向調査, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/index.html>, (参照 2016-2-10)
- (2) 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, Vol152, No3, pp.1412-13 (2011)
- (3) 宮本拓,井口信和: “動的ルーティング学習支援システムの開発”, 情報処理学会第77回全国大会講演論文集, pp.4.777-8 (2015)