

OSPF ネットワークの再現を可能とする動的ルーティング学習支援システム

鳥野貴也† 谷口義明† 井口信和†

近畿大学理工学部情報学科†

1. 序論

大学などの教育機関では、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では、座学による知識の習得と、実機を用いた演習による実践的なスキルの習得を目的としている。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ついて注目した。複雑なルーティングの設定には、一般的にルーティングプロトコルが使用される。代表的であり、内部処理の学習が困難なルーティングプロトコルとして、OSPF が挙げられる。OSPF は大規模なネットワークに使用され、通信経路を効率よく収束させるため、メッセージの種類が多い。それに伴い、OSPF は経路の収束過程が複雑である。

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、OSPF ネットワークの再現を可能と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. 研究内容

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ム [1] を利用する。

Learning Support System for Dynamic Routing Enabling to Reproduce OSPF Network

†Takaya KARASUNO, Yoshiaki TANIGUCHI, Nobukazu IGUCHI, School of Science and Engineering, Kinki University

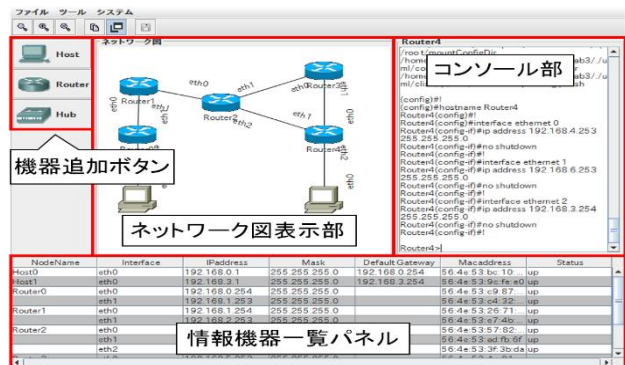


図1: ネットワーク構築用 GUI

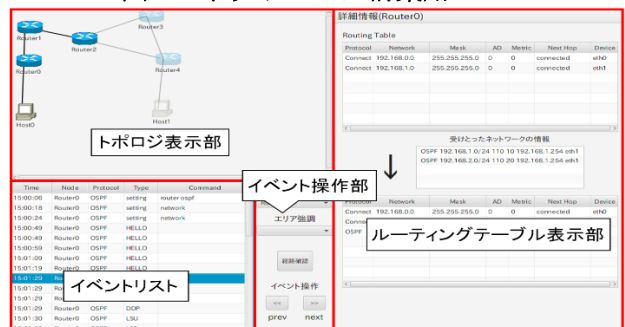


図2: ネットワーク再現用 GUI

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

表 1: 評価項目と評点 (単位: 点)

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

などの意見が得られた。以上より、本システムで 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。そこで、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、ルータごとの経路収束が完了したタイミングがわかりづらいという指摘があった。これはルータが経路を学習すると、後のイベントでルーティングテーブルの更新があったとしても、トポロジ表示部の経路が実線で表示されるためである。そのため、本当に経路が収束したのか確かめるためには、イベントリストを最後まで確認しなくてはならない。そこで、最後にルーティングテーブルの更新が発生するイベントを、イベントリストで明示的にする必要がある。

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²⁾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) 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, Vol52, No3, pp. 1412-1413, 2011.
- 2) 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. 777-4. 778, 2015