

OpenStack を利用した ネットワーク管理の学習支援システムの開発

原田和明*1 越智徹*2 中西通雄*3

Email: m1m15a23@st.oit.ac.jp, ochi@center.oit.ac.jp, naka@is.oit.ac.jp

*1 大阪工業大学大学院情報科学研究科 *2 大阪工業大学情報センター

*3 大阪工業大学情報科学部

◎Key Words OpenStack, 仮想ルータ, ネットワーク設定演習, 仮想化技術

1. はじめに

1.1 研究背景

インターネット技術の要としてルーティングがある。ルータ装置の設定演習はルーティング技術を学ぶうえで大切である。しかしこの演習を実施するためには、ルータ装置を複数台準備する必要があり、予算や手間がかかる。この問題を解決すべく、2014年度に筆者が OpenStack を利用した仮想ルータ設定演習システムの開発を行った^①。この演習システムでは OpenStack を用いて仮想的なインスタンスや仮想的なネットワーク環境を構築可能である。

ここで仮想インスタンスとは、ソフトウェアで再現された仮想的なコンピュータや機器のことである。また、OpenStack とは、仮想インスタンスや仮想的なネットワーク環境を構築できるソフトウェア群である。OpenStack を用いることで、演習者はルータの設置から設定までを一貫してブラウザ上で操作できる。当時の学部 4 回生に演習者として協力を依頼し、RIP によるルーティング設定演習を行った。

本研究では、2014年度の演習システムを改良し RIP ルーティング設定以外のルーティング設定を学習できる教材の作成や、演習者が設定演習を行うまでに必要な初期設定の手間を軽減できるようにした。

1.2 類似研究

類似研究として SDN (Software Designed Network) によるネットワーク構築を学ぶ演習システムがある^{②③}。仮想的なネットワークを構築できる点は本研究と同じ点である。また、この類似研究は SDN を学ぶ演習者の学習履歴がとれる利点を持つ。しかし、TCP/IP や C 言語などのプログラミングの知識、SDN の理解が前提となり、大学院生を対象にしている。加えて、ルータ装置のルーティングを学習することはできない。

これに対して、本研究では TCP/IP と Unix の基本的なコマンドを理解している演習者を対象としている。プログラミング経験や SDN の知識が無い学部生でも学習でき、ルーティング設定を通してルーティングプロトコルを学習することが可能である。

2. 本システムについて

演習者は図 1 の画面から仮想ルータの作成・設定・削除を行う。



図 1 ルータ設定ページ



図 2 ルータ作成ウィンドウ

本研究では、仮想ルータや仮想インスタンスの IP アドレスがこの画面上に表示されるようにルータ設定ページの変更を行った。図 1 の「ルータの作成」をクリックすると図 2 のウィンドウが開き、ルータの初期設定を行うことができる。

また、図 2 の中の「イメージ:」直下のセレクトボックスにてルータの雛形を変更できる。雛形を変えることにより、各種設定がされたルータを簡単に切り替えることができる。雛形は仮想インスタンスの HDD イメージを複製したものである。ルータとして扱えるようにルーティングソフトがインストールされた雛形。PC として扱えるように CentOS や CirrOS がインストールされた雛形を用意している。CirrOS は仮想インスタンスのテストに使用される OS で、CentOS と比べると機能は少ないが CPU やメモリ資源の消費が小さい。そのため、大量にインスタンスを作成する必要がある

場合にこの雛形を用いる。一方で、CentOSはCirROSに比べると使用できる機能が多く、Webサーバやデータベースサーバとして動作させることができる。これらの雛形を準備することにより、仮想的なネットワークポロジを演習システム内で構築することができる。

2014年度の演習システムでは、ルータやインスタンス作成時に、OpenStackが自動的に仮想IPアドレスを割り当てていた。そのため仮想IPアドレスを指定してルータを作成することができず、ルータ作成後に演習者が手動で仮想IPアドレスを設定する必要があった。本研究では、仮想IPアドレスをルータ作成時に設定されるように改良したのでルータ作成後に、仮想IPアドレスを設定する必要がなくなった。

本システムの構築に使用したサーバマシンの仕様を表1に示す。表1のサーバでは仮想インスタンス4台、仮想ルータ4台を作成でき、問題なく設定演習が行えることを確認した。

表1 OpenStack サーバの仕様

CPU	Intel Core i7-4790K CPU 4.40GHz x1
メモリ	32GB (DDR3 8GB x4)
ストレージ	SSD 160GB x1
NIC	1000BASE-T/100BASE-TX x1

また、OpenStackの構成を図3に示す。OpenStackサーバは研究室ゲートウェイに接続しており、ブラウザからOpenStackサーバにアクセスすることで本システムが利用できる。使用できるブラウザは、Chrome、Firefox、IE10以降であり、演習者は学内からであれば演習システムにアクセスできる。

なお、本システムで作成できる仮想ネットワークはインターネットから隔離されている。そのため、インターネット上に実在するIPアドレスや、ルーティングを誤って設定した場合でもOpenStackサーバ外部への影響がない。

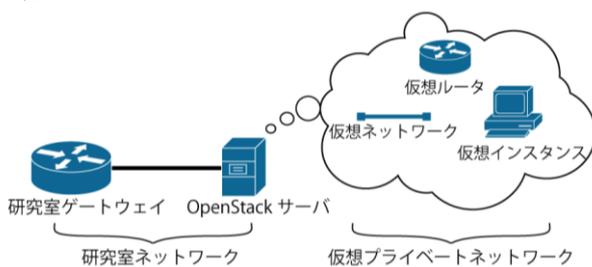


図3 ネットワーク構成

3. 教材について

2014年度に演習に用いた教材はA4用紙に印刷していたが、本研究ではPDFやHTMLファイルに変更した。図4にHTMLで作成された教材を示す。PDFなどのドキュメントファイルは演習者がブラウザで開くことができ、参考資料へのURLリンクにすぐアクセスできる。また、「RIPルーティングの設定」以外の教材「pingの使い方」、「OSPFルーティングの設定」、「静的ルーティングの設定」を新たに用意した。

各教材の末尾には知識の定着を図るための復習問題を追加した。復習問題の一部を図5に示す。復習問題

ではルータの操作や設定に使用したコマンドや、ルーティングプロトコルの特徴を選択または記述する問題を用意している。なお、復習問題はgoogleフォームを用いて作成されており自動採点はしない。



図4 HTMLファイルで作成された教材

問題1

pingでICMPエコーパケットを10回、192.168.0.1に送りたい場合、どのようなコマンドを実行すればよいか？

*
ping 192.168.0.1 -c 10

問題2

router3がネットワーク20.0.0.0/24にデータを正しく中継するために設定すべき静的ルーティングのコマンドとして正しいものはどれか？

router3にここへの経路を設定したい

*
 router3(config)# ip route 20.0.0.0 255.255.255.0 30.0.0.1
 router3(config)# ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 30.0.0.1
 router3(config)# ip route 20.0.0.0 255.255.255.0 20.0.0.1
 router2(config)# ip route 30.0.0.0 255.255.255.0 20.0.0.1

図5 復習問題の一部

4. 評価

基本的なTCP/IPの知識を持ちかつUnixターミナルを扱った経験のある4回生6人に、演習と評価を依頼した。演習者は表2の手順どおりに学習を進めていく。実施手順1では、仮想ネットワークや仮想ルータを作成し、図6のようなネットワークポロジを構築する。実施手順2ではPC1からRouter1へのping、PC1からPC2へのpingを実行し、pingの使い方を学習する。しかし、図6に示すようにPC1とPC2は異なるネットワークに属しており、そのままではpingは疎通できない。実施手順3でルータの基本操作を体験させた後、

実施手順 4 から 6 にかけて演習者は、各ルーティング設定に基づいて Router1, Router2 を設定する。また、設定後 ping が疎通することを確認する。各演習後には復習問題があり、全ての演習を終えた演習者に対して紙ベースで小テストとアンケートを実施した。

表 2 演習内容と実施手順

実施手順	内容
1	演習システムの使い方と演習環境の構築
2	ping の使い方
3	ルータのモードについて
4	静的ルーティングの設定
5	OSPF による動的ルーティングの設定
6	RIP による動的ルーティングの設定



図 6 本演習に使用したネットワークトポロジ

小テストは 10 点満点で記述問題が 6 問、選択問題が 4 問の全 10 問から成る。記述問題では、ルータ設定に使用するためのコマンドを出題した。また、選択問題では図 7 のような ping 結果からネットワークの状態を答える問題を出題した。

図 8 は表 2 の演習内容について小テストを行った結果である。平均正答率の計算方法を「Ping の使い方」を例に挙げて説明する。3 問ある ping の問題に正解した人数を合計し、ping の出題数×演習者の人数で割ることで平均正答率を算出した。

一方で、「静的ルーティングの設定」は正答率が一番低く、復習問題でも誤答が高かった。演習者の意見として「必要なコマンドと図を全て載せてほしかった」、「所々出てくる専門用語やコンソールの表示内容が分からなかった部分があったので、もう少し解説が欲しいと感じた」という声があり、演習教材の改善が必須であると感じた。

図 9 に演習内容の満足度を 5 段階評価した結果を示す。1 が最も悪く、5 が最も良い。



図 9 演習内容の満足度平均

図 9 よりすべての項目で 3.5 以上あり、「前提知識があまりなくても理解できるように作られていた」、「実際にコンソール等に触って設定できるのは楽しかったし、分かりやすかったと思う」といった感想を頂いた。以上より、演習者が各ルーティング方法の仕組み・設定に関して満足したと考えられる。しかしながら、「OSPF と RIP の違いがよくわからなかった」という意見も存在し、RIP・OSPF 両者を比較しながら学習できる演習内容に改良すべきであると感じた。

```

PING 30.0.0.3 (30.0.0.3) 56(84) bytes of data:
From 10.0.0.1 icmp_seq=1 Destination Host unreachable.
From 10.0.0.1 icmp_seq=2 Destination Host unreachable.
From 10.0.0.1 icmp_seq=3 Destination Host unreachable.

--- 30.0.0.3 ping statistics ---
3 packets transmitted, 0 received, +3 errors, 100% packet loss, time 3001ms
    
```

図 7 選択問題に出題した ping 結果の例

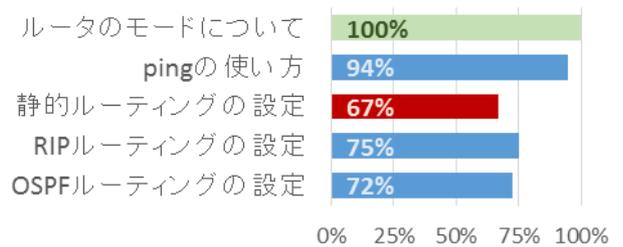


図 8 各演習内容の平均正答率

5. おわりに

(1)教材の改善について

RIP と OSPF を比較して仕組みの違いを理解できるような演習内容に変更する予定である。また、演習者によって誤った設定がされた機器を特定しトラブルシューティングする教材も追加することを考えている。

(2)システムの改善について

本システムは現在 CGI (Common Gateway Interface) を利用している。そのため、既に別の用途で使用されているサーバに本システムを導入する場合、実行環境に応じた設定が必要になる。

今後は、OpenStack の管理画面 Horizon のフレームワークに従い、Horizon の拡張機能として本システムを実装することで導入の簡易化を図っていきたい。図 10 は Horizon に拡張機能 Dummy dashboard (赤枠)を追加したものである。拡張機能の導入は、プラグインを Horizon のフォルダに移すだけで簡単にインストールできる。

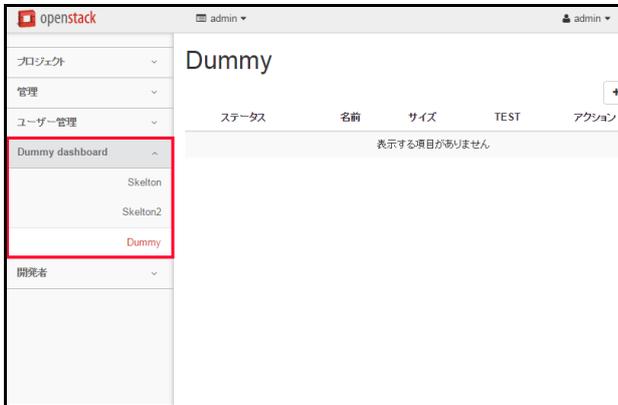


図 10 OpenStack Horizon に追加した拡張機能の例

参考文献

- (1) 原田和明, 中西通雄: “OpenStack を利用した仮想ルータ設定演習システムの開発” 教育システム情報学会 2014 年度学生研究発表会 (2015.3)
- (2) 横山貫志, 百瀬拓也, 新村正明, 國宗永佳: “SDN によるネットワーク構築演習における学習者の行動履歴収集” 情処研報 Vol.2016-CLE-19 No.1, pp1-5 (2016.5)
- (3) 横山貫志, 百瀬拓也, 新村正明, 國宗永佳: “SDN を用いたネットワーク構築における実習法の提案と評価” 情処研報 Vol.2013-CE-122 No.3, pp19-22 (2013.12)