

OpenStack を活用したサーバ学習環境構築システムの開発

浮田博揮[†] 井口信和[†]
 近畿大学理工学部情報学科[†]

1. 序論

サーバの構築経験が浅い学習者は、書籍などを用いた座学による知識の修得に加えて、実機による実習を通して経験を積むことが重要である。実習により座学で得た知識の定着を図れる。特に、トラブルシューティングの実習を行うことで、学習者はトラブルを解決するまでの過程を深く学習する。

しかし、実機による学習環境の準備にはコストと時間がかかる。また、トラブルシューティングの実習を行うには管理者権限が必要である。そのため、実運用環境に影響を及ぼさない演習専用の学習環境が必要となる。これらの理由から、トラブルシューティングのための学習環境の準備には手間と時間がかかる。

そこで、本研究では、サーバソフトウェアの学習環境の提供を目的として、クラウド上でサーバソフトウェアの実習を可能とするサーバ学習環境構築システム（以下、本システム）を開発した。本システムは、OpenStack¹⁾によるクラウド環境上にサーバ関連のソフトウェアを導入することで、実機と同様に動作する学習環境の提供が可能であることを活用した学習支援システムである。本システムは、学習者がサーバソフトウェアのインストールから始める演習に加えて、指導者が事前に用意した意図的なミスを含む設定を施した環境を自動的に構築し、学習者にトラブルシューティングの演習環境を提供することも可能である。本システムの利用者は、サーバソフトウェアの知識と基本的な Linux コマンドを理解している学習者を対象としている。本システムを用いることで学習者は、クラウド環境上で、実機と同様に動作する環境でサーバソフトウェアに関する課題に取り組める。

2. 関連研究

OpenStack を活用したサーバ学習には鎌田らの研究²⁾や中崎らの研究³⁾がある。これらの研究では、コマンドの操作や設定ファイルの履歴を画面に表示することで、指導者が学習者の演習状態を把握することができる。また、原田らの研究⁴⁾では、OpenStack を活用してルータの設定を学習できる。これらの研究では、指導者が学習者に対して課題ネットワークを作成・削除する必要がある。一方、本システムでは、自動的に課題ネットワークを作成・削除することができ、採点も自動的に行うことで指導者の負担を軽減する。さらに学習者はトラブルシューティング演習も実施可能である。

3. システム概要

ここでは、開発したシステムの概要と機能について述べる。

3.1 システム構成

Development of a Practice Supporting System for Network Server Software Configuration Using OpenStack
[†]Hiroki UKITA, Nobukazu IGUCHI, School of Science and Engineering, Kindai University

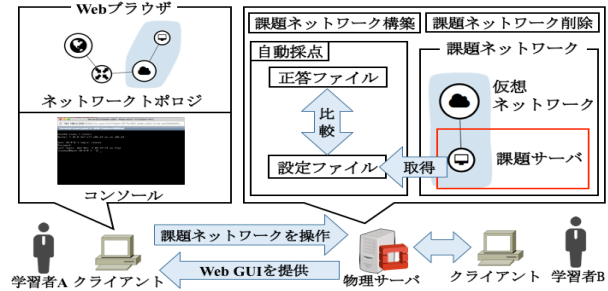


図1：システム構成

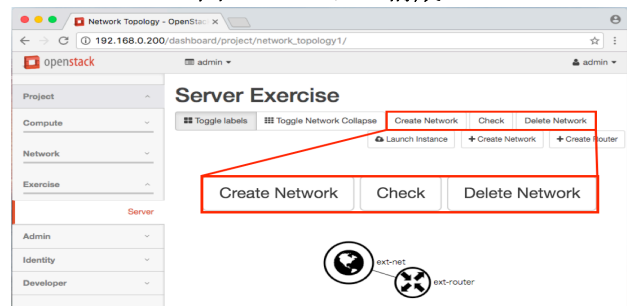


図2：ネットワークトポロジ画面

本システムの構成を図1に示す。物理サーバにはクラウド環境を構築・運用するOpenStackがインストールされている。OpenStackは、仮想化されたサーバなどの機器を構築するため、多人数に対して全く同じ環境を提供できる。また、実機によるコストと時間を削減できる。学習者がWebブラウザを用いて本システムにアクセスすると、図2のようにネットワークトポロジ画面が表示される。そして、学習者が課題を選択すると課題の対象となるサーバ（以下、課題サーバ）を含むネットワーク（以下、課題ネットワーク）を自動的に構築する。学習者は、課題サーバに対してトラブルの原因を探し、指定された課題の状態に修正する。課題サーバの必要な設定ファイルを誤って消しても、課題サーバを一度削除し、再度起動することで課題開始時の状態に戻せる。課題の種類は、Apache HTTPサーバ・メールサーバ・データベースサーバの3つである。与えられた課題以外にも、サーバを初期状態から構築することもできる。学習者が課題に取り組む場合には、Webブラウザ上から課題サーバの画面を遠隔操作するnoVNC⁵⁾コンソールを用いるか課題サーバに対してSSH接続を行う。課題を終えた際、本システムでは課題サーバから取得したファイルと事前に指導者が用意した正答ファイルを比較することで自動採点を可能とする。これにより、指導者の手を借りることなく学習者が自身で設定の正誤を判定できる。採点結果が正しければ、構築した課題ネットワークを削除し次の課題に取り組む。そうでない場合には、採点結果が正しくなるまで課題に取り組む。本システムでは、1つの課題に対して最大5人までの学習者が取り組むことを想定している。

3.2 課題ネットワーク構築機能

トラブルシューティング用の課題は指導者が事前に作成する。課題サーバは Linux 系 OS を使用する。課題サーバに対して課題に適したサーバソフトウェアをインストールし、意図的にミスを含んだ設定を施す。次に、課題サーバのイメージを OpenStack のスナップショット機能を用いることで、本システムは課題ネットワークを学習者に提供する。課題の内容は、例として、Apache HTTP サーバの自動起動の設定ミスや設定ファイルの記述ミスを解決するものなどがある。

学習者は、図 2 の「Create Network」ボタンを押下することで、課題を選択する。課題を選択すると、構築用 CGI スクリプトが実行される。この構築用 CGI スクリプトは、課題と紐付けされた構築用シェルスクリプトを呼び出す。構築用シェルスクリプトでは、選択された課題のネットワークを構築するために必要な OpenStack のコマンドを記述している。そして、一連の処理が終わると図 3 のように課題ネットワークがネットワークトポロジ画面に表示される。図 3 は Apache HTTP サーバの課題を構築している。これにより、学習者は課題ネットワークを自身で構築することなく課題に取り組める。

また、学習者は図 2 の「Delete Network」ボタンを押下することで、取り組んだ課題ネットワークを自動で削除する。「Delete Network」ボタンが押下されると削除用 CGI スクリプトが呼び出される。この削除用 CGI スクリプトは、課題と紐付けされた削除用シェルスクリプトを呼び出す。削除用シェルスクリプトには、Linux コマンドと OpenStack のコマンドを記述している。課題ネットワークが削除され、学習者がブラウザをリロードすると図 2 のネットワークトポロジ画面が表示される。これにより、学習者は課題ネットワークを構成する機器を自動で削除でき、次の課題に取り組める。

3.3 自動採点機能

学習者は、図 2 の「Check」ボタンを押下することにより、自身の施した設定が正しいかを確認する。「Check」ボタンが押下されると採点用 CGI スクリプトが呼び出される。この採点用 CGI スクリプトは、課題と紐付けされた採点用シェルスクリプトを呼び出す。採点用シェルスクリプトには、課題に関する設定ファイルを課題サーバから取得するコマンドを記述している。一方、Apache HTTP サーバの自動起動などの、設定ファイル以外の誤った設定は、課題サーバの方で定期的に情報を取得し、ファイルとして出力する。取得したファイルと事前に指導者が用意した正答ファイルを比較し採点する。採点結果は百分率で学習者にポップアップを用いて通知する。これにより、学習者は課題に取り組んだ結果が正しいかを確認できる。

4. 実験・考察

本システムの性能を確かめるため、課題サーバを構築した際の CPU とメインメモリの使用率を計測した。実験で使用した物理サーバのスペックは、OS : CentOS 7(64bit), CPU : Intel Core i7-6700K, メインメモリ : 32GB である。計測内容は、Apache を構築した Web サーバ 1 台を 10 秒ごとに起動していき、物理サーバの CPU とメインメモリの使用率を計測した。Web サーバには、仮想 CPU : 1 コア, 仮想マシンメモリ : 1GB を割り当てた。また、Web サーバの最大起動台数と課題ネットワークの構築が完了するまでの時間を計測した。実験の結果、

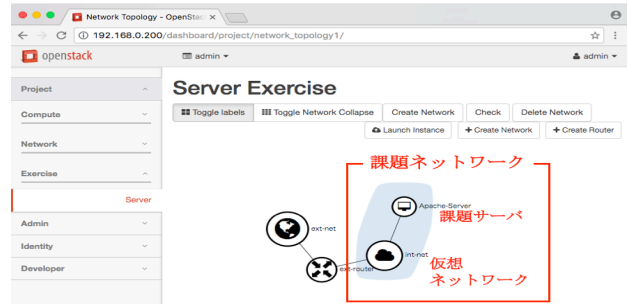


図 3 : 課題ネットワーク構築後

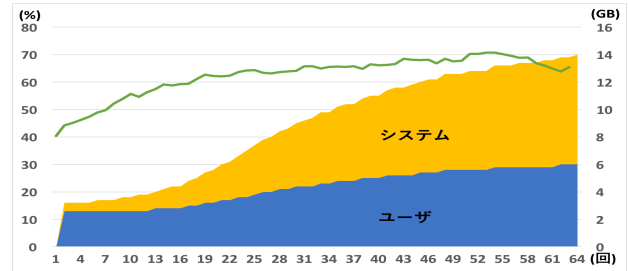


図 4 : CPU とメインメモリの使用率

物理サーバの CPU とメインメモリの使用率は図 4 のようになった。CPU とメインメモリ使用率は、Web サーバを構築するごとに増加していった。CPU の平均使用率は 44.5%、メインメモリの平均使用率は 12.5% になった。また、Web サーバの最大起動台数は 46 台で、課題ネットワーク構築が完了するまでの平均時間は 31.5 秒であった。本システムを利用した演習で想定している 1 つの課題での最大起動台数は、メールサーバの課題ネットワークを構成するメール受信・送信 PC, POP・SMTP サーバの最大 4 台までである。そのため、学習者が課題に取り組むのに十分な課題サーバを確保でき、課題ネットワークを短時間で構築できることを確認した。

5. 結論

本研究では、クラウド環境上にサーバ関連のソフトウェアを導入して実機と同様に動作する学習環境を用意することで、クラウド上でサーバソフトウェアの実習を可能とするサーバ学習環境構築システムを開発した。本システムを用いることで学習者は、クラウド環境上で、実機と同様に動作する環境でサーバソフトウェアに関する課題に取り組める。

今後は、より複雑なトラブルシューティングを行える課題を用意する予定である。

参考文献

- 1) 日本 OpenStack ユーザ会 : OpenStack クラウドインテグレーション オープンソースクラウドによるサービス構築入門, 翔泳社(2015).
- 2) 鎌田元樹, 梶田秀夫 : OpenStack を利用したサーバ設定演習システムの提案, 情報処理学会研究報告 (IOT), Vol.23, No. 3, pp.1-6 (2013).
- 3) 中崎満晶, 越智徹, 中西通雄 : OpenStack を用いた Web サーバ設定演習環境の構築, 情報処理学会研究報告 (IOT), Vol. 32, No. 8, pp.1-6 (2016).
- 4) 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, (2015).
- 5) Kanaka : noVNC, 入手先 <<https://kanaka.github.io/noVNC/>> (参照 2016-12-29).