

Raspberry Pi を用いた SDI 技術演習プラットフォームの提案

丸山 陸朗^{*1}, 新村 正明^{*2}

^{*1} 信州大学 工学部電子情報システム工学科

^{*2} 信州大学 大学院工学系研究科情報工学専攻

Proposal of Exercise Platform for SDI Technology using Raspberry Pi

Rikuro Maruyama^{*1}, Masaaki Niimura^{*2}

^{*1} Faculty of Engineering, Department of Electrical and Computer Engineering,
Shinshu University

^{*2} Shinshu University Graduate School of Engineering Department of Information Engineering

あらまし：SDI はサーバやネットワーク機器等の IT インフラを計算機上に仮想化し、ソフトウェアにより構成の変更や管理を可能にする技術である。SDI 技術の活用は急速に進んでおり、技術者の育成が求められているが、この演習には多くの計算機資源を必要とする。本研究では、Raspberry Pi を用いて、教育機関、または自宅など任意の場所においても SDI 技術演習が可能なプラットフォームを提案する。

キーワード：SDI, 仮想化技術, Raspberry Pi, Docker, 演習プラットフォーム,

1. はじめに

SDI(Software Defined Infrastructure) とはサーバやネットワークのようなインフラをソフトウェアによって管理する概念である。構成の変更が容易であり、動的な運用・管理が可能であることから、近年ではデータセンタ等に活用されている。

SDI の普及に伴って技術者の需要が高まることが予想され、SDI 技術の修得のための演習を提供する必要がある。しかし、実際の機器を用いた演習には、多くの機材が必要となり、教育機関や個人の学習者を対象とした演習には適さない。また、仮想化技術を用いた Docker や OpenvSwitch のようなソフトウェアによる演習環境もあるが、これらの実現には豊富な計算資源が前提となる。本研究では、個人でも継続的に演習を行うことが出来るよう、学習者が任意の場所で使用でき、実践的かつ効率的な演習を行うことが可能なる、Raspberry Pi を用いた演習プラットフォームの開発を行った。

2. 研究背景

2.1 SDI 技術の普及と教育

SDI(Software Defined Infrastructure) とはサーバやネットワークのようなインフラをソフトウェアによって管理する概念である。構成の変更が容易であり、動的な運用・管理が可能であることから、近年ではデータセンタ等に活用されている。

SDI の普及に伴って技術者の需要が高まることが予想され、企業やデータセンタの構成を想定した実践的な演習が必要となる。演習においては、Docker や OpenvSwitch のようなソフトウェアを用いて多数の仮想スイッチや仮想マシンを動作させる。例として信州大学で行われている演習課題を図 1, 図 2 に示す。図中の vswitch は OpenvSwitch による仮想スイッチであり、vhost, vfunc, vserv は Docker による仮想マシンである。学習者は vhost 間で通信ができるよう、Trema を用いて vswitch を制御するコントローラを作

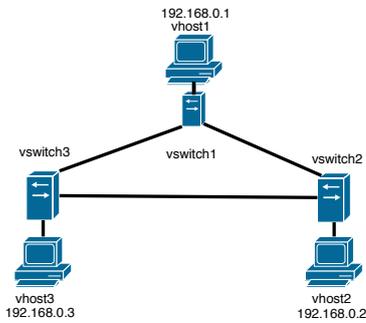


図 1 演習課題 1

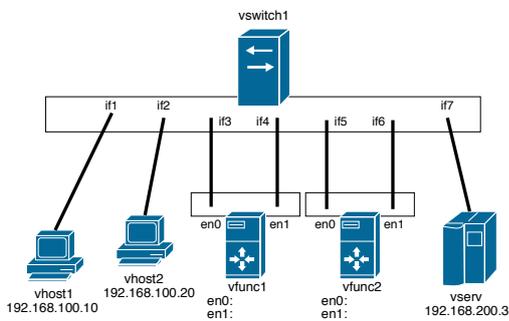


図 2 演習課題 2

成する。

企業等における技術者育成のための演習は豊富な計算資源を前提としており、教育機関や個人の学習者を対象とした演習には適さない。また、教育機関における情報技術演習では、学習者の学習状況を把握し、さらなる学習支援に活用する取り組みが行われている。我々の先行研究⁽⁴⁾では、類似分野である SDN によるネットワーク構築演習において、学習履歴の記録による学習状況把握が有用であると述べている。SDI 技術演習においても、同様に学習状況記録機能のほか、特有の機能が求められると考えられる。

2.2 教育機関における PC 必携化

高等教育機関では、PC 必携(BYOD:Bring Your Own Device)化が進んでおり、学生は各自で購入した PC を持ち込み、演習を行う。学生は端末室以外の場所で自習でき、教育機関側も端末室の管理コストを削減できることから、金沢大学⁽²⁾や東京農工大学⁽³⁾など、他の教育機関でも同様の取り組みが行われている。

授業には推奨の PC のほか、あらゆる仕様の PC が持ち込まれる場合がある。SDI を含むあらゆる情報技術演習において、各 PC の OS や処理性能といった差異は演習環境構築の障害となる場合がある。また、授業ごとに使用するソフトウェアが競合する場合もあり、

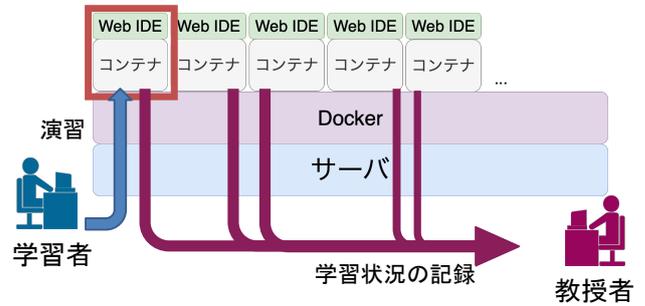


図 3 Docker による演習プラットフォーム

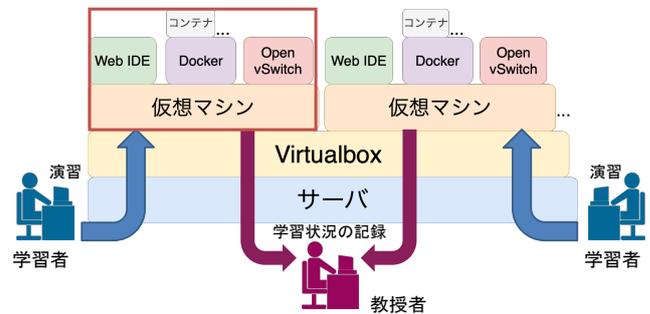


図 4 VirtualBox による演習プラットフォーム

こちらも学習の妨げとなってしまふ。

2.3 仮想化技術を用いた演習プラットフォーム

我々は先行研究⁽⁴⁾において Docker を用いて、学内のサーバ上に学習者ごとの仮想マシンを用意し、仮想マシンの中に演習環境を構築する手法を提案した。この手法では Web ブラウザを通して仮想マシン上で演習を行うため、BYOD によって生じる差異を吸収することができる。ソフトウェア間の競合についても、仮想マシンを分けることで回避される。また、サーバ上に集中して展開されていることから、学習状況の取得も容易になる。この手法による演習システムの構成を図 3 に示す。

2.4 問題点

SDI 技術演習では、Docker のような仮想化ソフトそのものを演習に使用することから、上記の手法をそのまま用いることはできない。従って、VirtualBox といった別の仮想化ソフトによって仮想マシンを用意する必要がある。構成例を図 4 に示す。

こちらの構成では、図 3 の構成に比べて、1 人あたりの演習環境により多くの計算資源を必要とする。計算資源の限られた教育機関等では、多数の学習者に対して、演習環境を常時提供することが難しいと考えられる。

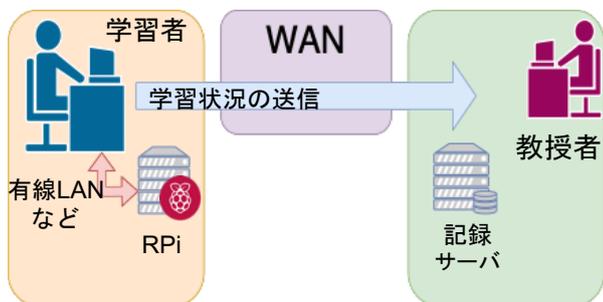


図 5 RPI を用いた演習プラットフォーム

3. 提案

以上を踏まえ、本研究では PC 必携化による問題、および仮想化技術を用いた演習プラットフォームの問題を解決する手法として、学習者毎に Raspberry Pi (以下 RPi) を用意し、RPi 上で演習を行うプラットフォームを提案する。

3.1 提案の概要

本提案は、演習システムを学習者ごとの RPi に分散するものである。RPi は小型で可搬性に優れるため、学習者の手元に置き、自宅など任意の場所で使用することができる。提案するプラットフォームの構成を図 5 に示す。

我々は、先行研究⁽⁴⁾において、演習システムに求められる機能として次の 3 つを挙げた。

- ・演習支援機能
- ・学習状況記録機能
- ・学習者の認証機能

以下、これらの機能を本提案でどのように実現するか説明する。

3.2 演習支援機能

演習支援機能は IDE のほか、演習時に使用するソフトウェアが動作することで実現される。教授者はあらかじめ、演習に使用するソフトウェアや、後述する学習状況記録機能をインストールした演習環境を構築し、起動イメージとして配布する。学習者はこれを SD カード等に適用することで、簡単に演習環境を構築できる。また、授業毎に SD カードを使い分けることで、複数の独立した演習環境の構築が可能となる。

利用にあたって、学習者は PC と RPi を LAN ケーブルによって接続することで、WAN を経由せずに演習を行うことができる。

3.3 学習者の認証機能

我々の先行研究⁽⁴⁾においては、本機能は主に演習プラットフォーム利用時に、学習者を正しく個別の仮想マシンに接続させるために用いた。本提案では演習システムが個別の RPi に分散されるため、利用時の認証は不要となる。

一方、学習状況の記録にあたっては、後述のように各 RPi から送信する形となるため、本機能としてはデータがどの学習者のものであるかを識別する仕組みが必要となる。従って学習者の識別のため、ID 等の入力必須であり、起動イメージの適用後に入力されるものとする。

3.4 学習状況記録機能

本機能は、我々の先行研究⁽⁴⁾と同じく、プログラムの変更やコマンドの実行結果といった学習状況を記録するものとする。また、学習状況記録は学習分析に活用することを想定し、教授者が用意するサーバに蓄積することとする。

以上を踏まえ、本機能では転送されたファイルの変更履歴の蓄積、および RPi より外部のネットワークに対して、作業ディレクトリ内のファイルの転送が可能であることが求められる。

4. 試作

本提案が実現可能であることを確認するため、各機能を実装し、動作確認を行った。

4.1 演習支援機能

演習のための IDE として Cloud9 をインストールし、systemd によって RPi の電源投入と同時の起動を実現した。また SDI 技術演習を対象としているため、Docker, OpenvSwitch, Trema をインストールし、動作を確認した。

4.2 学習状況記録機能

4.2.1 実装方法の検討

本機能で必要となるファイルの変更履歴の蓄積、および記録用サーバへの送信を可能とするため、バージョン管理ソフトウェアである git を用いた。

git は、指定したファイル、およびその変更点を検出

し、履歴として蓄積する機能を持つ。また、外部のサーバに対して公開鍵認証を用い、ファイルと蓄積した履歴を転送することができる。具体的には、`git commit` コマンドにより、RPI 上のローカルリポジトリへ記録、`git push` コマンドにより記録用サーバへの送信となる。

記録の送信には WAN 接続が必要となる。そこで、演習時には使用する PC のネットワーク接続をブリッジすることで、RPI の WAN 接続を確保することとした。

4.2.2 記録の自動化

演習の際はソースコードの変更等を検出し、学習者にこれらの操作をさせることなく記録・送信が行われることが好ましい。そこで、Linux に備わる機能の 1 つである `inotify` を用いて演習時の作業ディレクトリを常時監視することで、ソースコードの変更時の自動的な記録・送信機能を実装した。

4.3 学習者の認証機能

`git` は公開鍵認証に対応しており、鍵の交換を行うことで学習者の認証が可能となる。

そこでシェルスクリプトを用いて、学習者が初めて演習システムを起動した際、ユーザ名登録や鍵の生成等を行うこととした。学習者は生成された公開鍵を記録用サーバに登録することで、以後特別な操作なく学習状況の記録が行われる。

4.4 評価

各機能を実装した起動イメージを作成し、信州大学にて SDI 技術演習を経験した 4 人の学生に配布して動作確認を行った。授業での演習のように、図 1 および図 2 のネットワークを構成し、Trema によって制御できることを確認した。また、ソースコードの変更を検知し、学習状況を自動的に記録用サーバへ送信できることを確認した。従って演習は可能であり、本プラットフォームは実現可能であると言える。

5. おわりに

本論では SDI の普及を背景に、SDI 技術演習をターゲットに演習プラットフォームを提案した。本提案は RPI に限らず、他のシングルボードコンピュータ等でも実現可能である。また、本提案と同様のプラットフ

ォームは任意の場所で利用できるほか、プログラミングや IoT 演習など、あらゆる情報技術演習に活用することができる。個人でも比較的手軽に SDI 等の技術に触れられるようになることで、技術者育成や生涯学習における活用を期待できる。

一方で、シングルボードコンピュータは計算資源が潤沢でないため、実際の演習前に試験と調整が必要となる。また、起動イメージはファイルサイズが大きく、配布方法に工夫が必要である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18K02897 の助成を受けた。

参 考 文 献

- (1) 横山貴志, 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”, 情報処理学会研究報告 (CLE) , No.1(2016-CLE-19), pp.1-5 (2016)
- (2) 祥寛, 佐藤正英, 大野浩之, 笠原禎也, 井町智彦, 高田良宏, 東 昭孝, 二木 恵, NAKASAN CHAWANAT: “金沢大学における携帯型パソコン必携化に関する 12 年間の取組”, 学術情報処理研究, 第 23 巻, 第 1 号, pp.29-42 (2019)
- (3) 三島 和宏, 櫻田 武嗣, 萩原 洋一: “東京農工大学の BYOD 化と端末の差違を吸収する仮想端末室”, 研究報告セキュリティ心理学とトラスト (SPT) , No.14(2016-SPT-20), pp.1-6 (2016)
- (4) 新村正明, 田中篤志, 國宗永佳: “LTI とリバースプロキシの連携による演習サーバ接続システム”, 情報処理学会研究報告 (CLE) , No.8(2018-CLE-25), pp.1-3 (2018)