

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02897

研究課題名(和文) SDI技術演習システム構築のための仮想化技術に関する研究

研究課題名(英文) Research on virtualization technology for building SDI technology training systems

研究代表者

新村 正明(Niimura, Masaaki)

信州大学・総合人間科学系・教授

研究者番号：20345755

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：SDIは、コンピュータやネットワーク等のITインフラを、仮想化された機器として生成し、ソフトウェアによる動的な構成変更を可能にする技術である。本研究では、教育機関において、限られた資源のなかで効果的にSDI技術の演習を行うことが可能な演習システムの開発を行った。

研究成果として、安価なサーバを用いるアプローチでは、演習環境セットアップ手法の確立、演習システムとの遠隔接続など、演習において必要となる様々なシステムの構築を行った。また、仮想化によるサーバ提供のアプローチでは、仮想化技術の多段化に関する技術開発を行い、1つの物理サーバで複数のSDI演習環境の提供する演習システムの構築を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

SDI技術は、データセンタ構築など適用分野が急速に広まり、SDI技術を有する技術者の育成が急務となっている。この育成においては、データセンタ構築の再現といった実践的な演習が有効であるが、これには多数のITインフラ機器が必要となる。このような演習環境の構築においても、物理的な機器の上で多数の仮想化された機器を生成することができる仮想化技術は、非常に有用である。本研究は、教育機関において実践的な演習を実施するために、限られた資源のなかで、効果的にSDI技術の演習を行うことを可能とするもので、技術者育成において重要が意味を持つ。

研究成果の概要(英文)：SDI is a technology that creates IT infrastructure such as computers and networks as virtualized devices and enables dynamic configuration changes using software. In this study, we developed a training system that enables educational institutions to effectively practice SDI technology with limited resources.

As a result of our research, we established a method for setting up a training environment using an inexpensive server, and constructed various systems necessary for training, such as remote connection to the training system. In the approach of providing servers through virtualization, we developed a multi-tier virtualization technology and constructed a training system that provides multiple SDI training environments on a single physical server.

研究分野：教育工学 ネットワーク

キーワード：仮想化技術 SDI 学習支援

1. 研究開始当初の背景

SDI(Software Defined Infrastructure) は、仮想化技術を用いることで、コンピュータの演算・記憶機能、ストレージ、ネットワーク等の IT インフラを、物理的な機器の上で仮想化された機器を生成し、かつ、ソフトウェアによる動的な構成変更を可能にする技術である。データセンタ構築など、この技術の適用分野は急速に広まり、SDI 技術を有する技術者の育成が急務となっている。

SDI 技術者育成においては、データセンタ構築の再現といった実践的な演習が有効であるが、これには多数の IT インフラ機器が必要となる。このような演習環境の構築においても、物理的な機器の上で多数の仮想化された機器を生成することができる仮想化技術は、非常に有用である。本研究は、教育機関において実践的な演習を実施するために、限られた資源のなかで、効果的に SDI 技術の演習を行うことが可能な演習システムの開発を行う。

2. 研究の目的

SDI 技術の演習には、仮想化された計算資源・ストレージ・ネットワークの生成・接続が必要であり、授業で実施するためには、多数のサーバが必要となる。

これを限られた資源で実現するには、「安価なサーバによるサーバ数の確保」「仮想化技術による多数のサーバの生成」の 2 つのアプローチがある。しかし、【安価なサーバ】については、演算速度、記憶領域容量等の計算資源に制限があり、通常の仮想化技術の適用が困難である。従って、SDI 技術の演習を行うに十分で、かつ、計算資源の乏しい上でも動作可能な仮想化技術の開発が必要となる。また、【仮想化による多数のサーバ】については、受講者に演習用のサーバを提供するために仮想化技術を用い、さらに、受講者自身が SDI 技術演習のために仮想化技術を用いることから、仮想化技術を多段に使う必要がある。サーバの仮想化技術については、既に多段の仮想化技術を用いている実績があるが、ネットワーク仮想化技術の多段化など新たな技術開発も必要となる。

3. 研究の方法

そこで本研究では、上記の 2 つアプローチから、SDI 技術演習を仮想化技術を用いて実現する上での制約事項の調査や、前述の制約を取り除く新たな仮想化技術の開発を行い、限られた資源のなかで、効果的に SDI 技術演習を行うことが可能な演習システムの開発を行う。

【安価なサーバ】については、サーバアーキテクチャ、演算速度、記憶領域容量等、安価なサーバが持つ固有の制限に、仮想化技術を適用させることが主たる研究開発要素となる。そこで、サーバの仮想化技術の部分に関して、現行の仮想化技術と安価なサーバにおける制限とのマッチングを行い、新規に技術開発が必要となる部分の洗い出しを行う。これは、安価なサーバを購入し、このサーバ上で演習システムを構築することにより実施する。

【仮想化による多数のサーバ】については、SDI 技術演習に必要な仮想化技術の選定と組み合わせを検証する。また、現行のネットワーク仮想化技術と、SDI 技術演習のために必要なネットワーク仮想化技術の多重化要件とのマッチングを行い、新規に技術開発が必要となる部分の洗い出しを行う。

以上の要素技術開発の後、SDI 演習システムの構築が行い、さらに実際の演習で使用することで評価・改善等を実施する。

4. 研究成果

【安価なサーバ】によるアプローチでは、仮想化技術演習用にセットアップする手法の確立、受講者への安価なサーバの配布方法、受講者の PC 環境と演習システムの接続の簡便化、演習のためのテンプレートファイルの配布など、実際の授業運営において必要となる様々なシステムの構築を行った。また、これらの技術を統合した演習システムの構築¹⁾を行った。

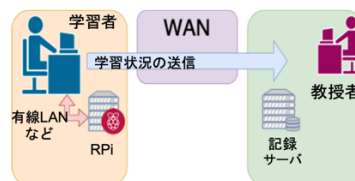


図1 システム構成図

【仮想化による多数のサーバ】のアプローチでは、仮想化技術の多段化に関する技術開発を行った。具体的には、仮想化技術のうち、コンテナ技術は、多数のサーバを提供することは可能であるが、ネットワーク仮想化が困難である点と、仮想マシン (VM) 技術は、仮想化技術の多段化は容易であるが、多くのリソースを消費し多数のサーバを提供することが困難であることのトレードオフを勘案し、コンテナ技術の 1 つである lxc/lxd を用いることで、ネットワーク仮想化と多数のサーバ提供を可能とする技術開発を行った。またこの技術を用いた演習システムの構築と、授業実践の検討を行い、実際の授業で本演習システムを使用した。この結果、図 2 に示すような複雑なネットワーク構成を対象とした演習においても、特に問題も発生せず多人数の演習利用にも対応することができた²⁾。

以上から、受講者の状態や演習対象から、適切なアプローチを選択して演習環境を構築することが可能となった。

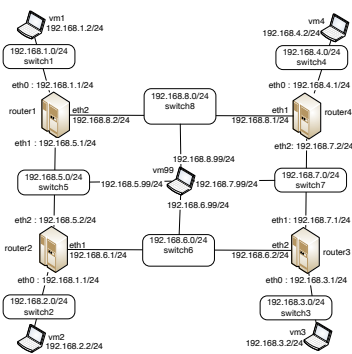


図 2 演習対象

<引用文献>

1. 丸山 陸朗, 新村 正明: Raspberry Pi を用いた SDI 技術演習プラットフォームの提案, 教育システム情報学会研究報告, 2020.
2. 新村 正 : 大規模ネットワーク経路制御技術演習のためのオンライン演習システムの提案, 教育システム情報学会誌, 2022, DOI : 10.14926/jsise.39.303.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 新村 正明	4. 巻 39
2. 論文標題 大規模ネットワーク経路制御技術演習のためのオンライン演習システムの提案	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 303 ~ 308
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14926/jsise.39.303	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 丸山 陸朗, 新村 正明
2. 発表標題 Raspberry Pi を用いた SDI 技術演習プラットフォームの提案
3. 学会等名 教育システム情報学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅野晶文, 立岩佑一郎, 金鎔煥, 片山喜章, 新村正明
2. 発表標題 Tremaを用いたSDN構築演習における誤り絞り込みのための通信動作の依存関係分析システムの開発
3. 学会等名 情報処理学会（教育学習支援情報システム）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新村正明, 野瀬裕昭, 國宗永佳
2. 発表標題 SDN技術理解のためのアンプラグドな演習の設計
3. 学会等名 第43回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新村正明, 田中篤志, 國宗永佳
2. 発表標題 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
3. 学会等名 情報処理学会(教育学習支援情報システム)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	野瀬 裕昭 (Nose Hiroaki) (60774940)	長野県工科短期大学校・情報技術科・教授 (83602)	
研究 分担者	國宗 永佳 (Kunimune Hisayoshi) (90377648)	千葉工業大学・情報科学部・教授 (32503)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------