

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

新村 正明^{1,a)} 田中 篤志¹ 國宗 永佳^{2,b)}

概要: プログラミング等の情報技術系の演習のために、学習者に演習用サーバを提供する方法が広く用いられている。対象となる授業科目等により、提供される演習内容は様々に異なるが、いずれの場合も、利用者の認証機能等が必要となる。本研究は、演習部分について学習者毎に1台の仮想マシンを割り当て、LTIとリバースプロキシの連携により、LMSから学習者各々の仮想マシンに接続するサービスの開発を行った。これにより、認証部分はLMSに委ねることが可能となり、演習サーバから認証機能を省略することが可能となる。

NIIMURA MASA AKI^{1,a)} TANAKA ATSUSHI¹ KUNIMUNE HISAYOSHI^{2,b)}

1. 研究背景

PC必携化、あるいは高等教育機関へのBYODの導入などにより、学習者が、自身が所有するパソコンあるいはタブレットにより学習を行うことが増えてきている。

必携化において、教育機関側でPCあるいはタブレットを提供する場合、または、PCの購入において機種指定をする場合には、学習者のPC・タブレットが統一され、運用手順等の一元化が可能である。

しかし、学部学科により学習者のPCに対する要求項目が異なることや、BYODにより学習者自身の端末が持ち込まれる場合には、学習者により環境が異なり、運用手順を一元化することは困難である。さらに、演習を実施する場合には、学習者の保持する端末のOS、スペック、外部接続端子等に違いにより、全員が同じ演習を行うことが困難な場合もある。

学習者によって保持する端末が異なる状況において全員が同じ演習を行う方法として、演習システムをWebアプリケーションとして提供する方法がある。演習システムのWeb化により、学習者が保持する端末にはWebブラウザ

のみが導入されていればよく、ほぼ全ての端末において演習が可能となる。このような演習システムのWeb化については、Webサイト構築演習 [1] やプログラミング言語の演習 [2]、さらにはネットワーク構築演習 [3] において実施されている例がある。また、Webサーバであるapacheのログから学習行動履歴を蓄積する研究 [4] もあり、今後、さらに広がることが予想される。

しかし、演習システムをWebアプリケーションとして開発する場合には、本体の演習を支援する機能に加えて、利用者の認証や管理等の機能を追加する必要がある。本研究は、演習システムのWeb化を容易にするプラットフォームの開発を行うものである。

2. 演習システムに求められる機能

演習システムにおいては、本来の目的である演習を実施する機能（演習支援機能）に加えて、学習者個別に演習を進行させる機能や、各学習者の演習の進捗状況の把握等を行う機能が必要である。

また、従来は、演習の進捗状況は、その演習内における状況確認にとどまるだけで十分であったが、今後は、学習分析の観点から、学習履歴について外部システムと連携する機能が求められることが想定される。

そこで、演習システムの機能を以下のように分類した。

- 認証・認可機能（学習者の識別）
- 演習支援機能
- 進捗状況記録機能

¹ 信州大学
Shinshu University, 4-17-1 Wakasato, Nagano, 380-8553, Japan

² 千葉工業大学
Chiba Institute of Technology

a) niimura@cs.shinshu-u.ac.jp

b) kunimune@net.it-chiba.ac.jp

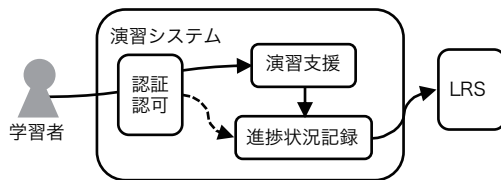


図 1 演習システムの機能構成

Fig. 1 Functions of exercise system

このうち、演習支援機能については、演習システムの本来の目的を果たすための機能であり、システム毎に必要なとされる機能は異なる。これ以外の機能について、以下に、必要とされる機能を外部システムとの連携を中心にまとめる。また、図 1 に構成図を示す。

2.1 認証・認可機能

演習の進捗状況の把握のためには、学習者の識別を行う機能が必要である。一般的なシステムにおいては、利用者本人であることを識別する「認証」と、その利用者が演習の対象者であることを識別する「認可」の機能がこれにあたる。例えば、ID とパスワードを演習システムに登録し、演習対象の学習者にこれを通知することで、認証及び認可を行うことが可能となる。

学習分析等の目的で外部システムとの連携を行う場合には、学習者の ID をシステム間で連携できるように考慮する必要がある。

2.2 進捗状況記録機能

各学習者の進捗状況を把握するためには、認証・認可で識別した学習者と、演習機能で行われた学習者の行動とペアにして記録する必要がある。

また従来は、演習システム自身が進捗状況を提示する機能をもつものもあるが、学習分析等の目的で外部システムとの連携を行う場合には、進捗データを外部の送信する機能が必要となる。図 1 では、外部に学習行動履歴を保持するシステム LRS(Learning Record Store) があり、ここにデータを送信することを想定している。

2.3 問題点

以上のように、演習システムを構築する場合、本来の機能である演習支援機能以外に、認証・認可を実装する必要がある。これは、パスワード認証のように認証機能自体を実装する必要があるほか、ユーザ管理等、演習を行う際には、ユーザ管理等の運用も行う必要がある。演習システムを Web アプリケーションとして実装する場合には、ユーザ認証機能等をもつプラットフォームを選択することで開発の負荷軽減にはなるが、進捗状況記録機能と連携する必要があるなど、ある程度の開発工数が必要となる。

また、進捗状況記録機能においても、学習行動の可視化

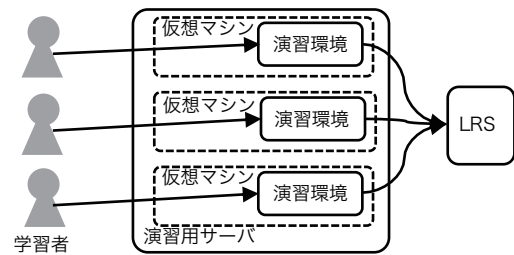


図 2 学習者への専用仮想マシンの割り当て

Fig. 2 Virtua Machine for all students

など記録・閲覧までをサポートする必要がある。最近では学習分析の研究が進み、分析ツール等も開発されているが、それらでデータを活用するためには、認証・認可機能と連携して、データ生成・送信を行う機能が必要となる。

我々は、これらの問題点を解決するために、演習支援機能以外の機能の代行を行う演習システム開発用のプラットフォームの開発を行っている。

本研究では、認証・認可の部分の代行する仕組みについて提案する。

3. 提案

3.1 前提

研究背景でも述べたとおり、対象とする演習システムは Web アプリケーションとして実装されるものとする。

また、進捗状況記録機能については、進捗状況の把握等については外部の学習分析ツールを用いることとし、演習システムは学習行動履歴を外部のツール、たとえば LRS に送信する機能のみを実装することとする。

さらに、この演習システムが利用される教育機関において LMS(Learning Management System) が導入されているものとする。

3.2 学習者毎の仮想マシン割り当て

認証・認可機能と進捗状況記録機能の連携が必要なのは、ある学習行動がどの学習者のよって行われたものであるかを識別する必要があるためである。従って、学習者が演習システムを占有することができれば、連携を行う必要はなくなる。

仮想化技術の進展により、学習者一人一人にサーバを割り当てるが容易となってきている。そこで、図 2 に示すように、演習システムが導入された仮想マシンを学習者の数だけ用意し、学習者に占有させることとする。

これにより、進捗状況記録を行うツールは、どのサーバから学習行動履歴が送信されたにより、学習者の特定を行うことが可能となる。

3.3 LTI による LMS への認証・認可の委譲

多くの高等教育機関において LMS の導入が進んでいる。

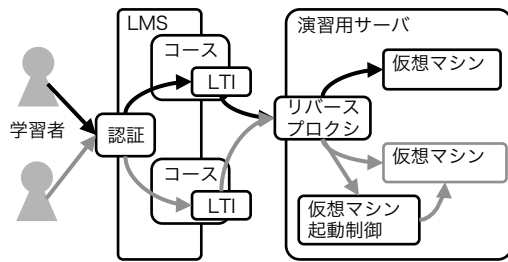


図 3 提案システム

Fig. 3 Proposal system

LMS には、ユーザ認証を行う機能や、コースへのユーザ登録による利用制限という認可の機能を有している。

また、多くの LMS には、外部ツールとの連携を行う機能である LTI(Learning Tools Interoperability) が実装されている。これには、LMS のコース内に外部ツールを起動するためのリンクを設置するという方法が用いられている。

これにより、LMS にアクセスでき、かつ、コース内のリンクを参照することができる利用者のみがこのリンクから外部ツールにアクセスすることができることから、LMS による認証・認可が行われた状態で外部ツールが起動されたことを保証することができる。また、外部ツール側では、リンクが設置されたコース、利用者の情報を受け取ることができるため、認証・認可が完了した状態から処理を開始することが可能となる。

3.4 LTI とリバースプロキシの連携

図 2 に示すように、学習者への仮想マシンの割り当てにおいては、誰がどの仮想マシンを利用しているかが重要な情報となる。しかし、多数の学習者に対して接続する仮想マシンを指示し、全員が正しくアクセスすることを保証するのは困難である。そこで、学習者から仮想マシンへのアクセス制御をリバースプロキシにより行うこととする。この構成を図 3 に示す。

リバースプロキシは、通常は、複数ある Web サーバの前段に設置し、利用者からのアクセスを分散させる目的に利用される。この機能を利用することで、学習者と仮想マシンの対応をリバースプロキシに指定することで、全員が同じサーバにアクセスしても、それぞれ専用に仮想マシンと接続できるような構成をとることが可能となる。

このリバースプロキシと LTI を連携させることにより、LTI から得られた学習者の情報から、接続先仮想マシンを特定し、接続を行うことが可能となる。これにより、学習者は、LMS のコース内にある LTI リンクから、自分専用の演習システムを利用開始することができるようになる。

3.5 リバースプロキシと仮想マシンの連携

前述の方法では、リバースプロキシにより学習者と仮想マシンの対応付けは可能であるが、学習者と進捗状況記録

の対応をとることができない。

そこで、リバースプロキシと仮想マシン制御ソフトウェアを連携させ、新規の学習者のアクセスがあった場合、仮想マシン制御ソフトウェアが、LTI から得られたコース名と学習者 ID を合成したホスト名で、新しい仮想マシンを生成することとした。図 3 の灰色の経路がこれにあたる。

これにより、進捗状況記録を受信する側は、送信元のホスト名を解析することで、コース名と学習者 ID を取得することが可能となる。

3.6 試作

本提案が実現可能であることを確認するために、本提案の仕組みを実装したリバースプロキシシステムの試作を行った。

リバースプロキシについては nginx の機能拡張により実現し、仮想マシン制御については Kubernetes を用いた。また、LTI 連携と、リバースプロキシ・仮想マシンの制御については Go 言語により専用のプログラムを作成した。

教授者は、演習システムを Docker のコンテナとして作成し、これをテンプレートとして登録する。これ以降は、Kubernetes により学習者専用の演習システムの生成が行われる。

また、動作確認のため、LMS として Moodle を、演習システムとしてデータベース操作 Web アプリケーションである phpMyAdmin を用意し、学習者毎に、別の phpMyAdmin に接続できることを確認した。

3.7 まとめ

本提案により、Web アプリケーションによる演習システムの開発において、認証・認可機能を代行することで、教授者を演習支援機能の開発に専念させることができるプラットフォームが可能となった。しかし、今回は、認証・認可のみであり、演習の運用に必要な仮想マシン管理等の機能が実現されていない。今後は、プラットフォームの完成を目指すものである。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 18K02897 の助成を受けた。

参考文献

- [1] 安留誠吾: Web プログラミング演習における学習進捗把握, 教育システム情報学会全国大会講演論文集, vol.39, pp.257258, 2014.
- [2] 加藤利康, 石川孝: プログラミング演習のための授業支援システムにおける学習状況把握機能の実現, 情報処理学会論文誌, 55(8), pp.1918-1930, 2014-08.
- [3] 大岡義旺, 立岩佑一郎, 高橋直久: 仮想マシンを用いたネットワーク協働構築演習システムの開発, 電子情報通信学会技術研究報告, 116(484), pp.223-228, 2017-03-02.
- [4] 槇原竜之輔, WANNOUS Muhammad, 永井孝幸, 中野裕司: Apache ログと OpenLRS を利用した Mahara の活動履歴蓄積システムの IMS Caliper への適応, 情報処理学会研究報告, Vol.2016-CLE-20, No.7, pp.1-4, 2016.