

クラウドコンピューティング基盤を活用した eラーニングシステムの高可用性実現に向けて Future Perspectives on Achieving High Availability with Cloud Computing Platform for e-Learning System

石井嘉明[†] 矢野恭平[†] 廣岡誠之[†] 杉木章義[‡] 加藤和彦[‡]
Yoshiaki Ishii[†] Kyouhei Yano[†] Nobuyuki Hirooka[†] Akiyoshi Sugiki[‡] Kazuhiko Kato[‡]

[†]富士ソフト株式会社

[‡]筑波大学 システム情報工学研究科

[†]FUJISOFT INCORPORATED.

[‡] Department of Computer Science, University of Tsukuba.

要旨

eラーニングシステムは多くの高等教育機関において導入・利用されている。これによって、時間や場所が制限されることなく、学習できる環境が提供されている。eラーニングが授業に活用される機会が増えたことで、システムへの依存度が高まり、システム障害が授業の運用に大きな影響を及ぼす可能性がある。このような中、近年、クラウドコンピューティングを利用した高可用性の実現が注目されている。本研究では、クラウドコンピューティング基盤ソフトウェア Kumoi を用い、障害時の動的な仮想リソース変更およびそれに応じた自動アプリケーション制御により、eラーニングシステムの高可用性を実現する方法および展望について述べる。

1. はじめに

近年、eラーニングの普及は進み、教育機関におけるeラーニング等のICTを活用した教育の導入状況は、2008年には大学で81.6%、短期大学で53.3%、高等専門学校で88.5%という高い割合となっている[1]。このうち、国立大学における導入率は95.9%となっており、ほぼすべての国立大学では導入済みであることがわかる[1]。また、eラーニングを提供する基盤ともなりうるLMS (Learning Management System) の利用状況は大学(学部研究科)においては40.2%、短期大学においては24.5%、高等専門学校においては73.2%となっている[2]。このことから、多くの教育機関でeラーニングを導入していることがわかる。また、eラーニングによる学習のみで単位取得が可能なインターネット大学も複数存在しており、大学設置基準に基づく文部科学省告示には、大学がeラーニングによる遠隔授業によって履修させる場合に関わる内容も規定されている[3]。

eラーニングは教育機関の主要事業である教育を提供する場としても普及し、そのシステムは主要事業の継続性に関わる重要な基盤となっている。これによって、教育機関では、eラーニングシステムへの依存度が高まるほどに、システムに起因する障害は、事業停止へとつながる大きな問題となりうる。そこで求められるのが、事業継続性の確保である。eラーニングを提供している教育機関においては、eラーニングシステムが継続して稼働し続けることが求められる。そのためには、システムに対して、可用性を高めることが必要となる。

そこで本研究では、クラウドコンピューティング基盤ソフトウェアに対して機能拡張を行い、eラーニングシステム全体を包括した高可用性を実現する方法について提案する。

2. クラウドコンピューティング基盤による高可用性

クラウドコンピューティングはネットワークを介したコンピュータの利用形態である。ユーザはサーバ上のコンピュータリソースを用い、ネットワークを通じてサービスとして利用することができる。

クラウドコンピューティングを提供する多くの物理計算機は仮想化されている。これは、一台の物理計算機に複数の仮想計算機を動作させることで、物理計算機の稼働率を上げることにより、運用効率を高めるためである。また、物理計算機がVMM (Virtual Machine Monitor) によって仮想化されることで、

物理的なサーバ管理からソフトウェアによるサーバ管理へと変わり、システム構築・運用・管理の手間を軽減することができる。これにより、それらにかかる時間や費用も削減することができる。

VMM によって仮想計算機を制御できるといった特徴を活用したものが、一部のクラウドコンピューティング基盤によって提供されている HA (High-Availability) 機能や Scalability 機能である。HA 機能は、仮想計算機を監視し、障害を検出すると、マスターイメージから新しい仮想計算機を作成、起動させ、復旧させることで高可用性を実現する機能である。Scalability 機能は、同一仮想計算機を増やすことで高可用性を実現させる(スケールアウト)機能であり、これを発展させることで、CPU などの負荷によって自動的に増減させるオートスケールが可能となる。これらの機能を持った高可用性を実現するクラウドコンピューティング基盤には VMware vSphere[4]や CloudStack[5], そして筑波大学が中心となり富士ソフト株式会社が協力して開発中である Kumoi[6,7,8]などがある。

Kumoi は、高水準なシェル環境を提供し、物理・仮想リソースの言語オブジェクト化による統一的な操作を可能としたソフトウェアである。このシェル環境は対話環境およびスクリプティング環境を提供しており、クラウドコンピューティング基盤の機能を拡張することを可能としている。これにより、Kumoi 上では、新たな高可用性を実現する機能も追加開発することができる。

3. e ラーニングシステム全体を包括した高可用性の実現に向けて

本章では、クラウドコンピューティング基盤 Kumoi を用いて、e ラーニングシステム全体を包括した高可用性を実現する方法を提案する。e ラーニングシステムは、日本の高等教育機関において最も高い割合で導入・利用されている LMS[2]である Moodle[9]を参考にする。e ラーニングシステムを運用した際に想定される障害とそれに対する高可用性の実現方法を示す。

3.1. 仮想計算機に対する高可用性の検討

クラウドコンピューティング基盤は一般的に仮想計算機の制御を行う。このため、HA 機能や Scalability 機能によって、仮想計算機の復旧やスケールアウトが自動的に行われても、それに伴うアプリケーションの設定は手動、もしくは仮想化に対応した高価な統合運用管理ツールを導入することで対応しなければならなかった。そこで、本研究では、Kumoi のシェルスクリプティング環境を用い、仮想計算機の動作に連動して、e ラーニングシステムを構成する Moodle や Web サーバ、DB、ロードバランサなどのアプリケーション設定を行う機能の拡張を検討した。図1に構成および動作を示す。

仮想計算機障害において、仮想計算機自体の復旧は、Kumoi の提供する HA 機能を使用する。また、CPU 負荷に関しても Kumoi による Scalability 機能を使用する。これらの機能の動作イベントを受け取り、アプリケーション設定を行う機能拡張を開発することで、仮想計算機の障害時および CPU 負荷増加時における自律的な復旧やスケールアウトを可能となる。

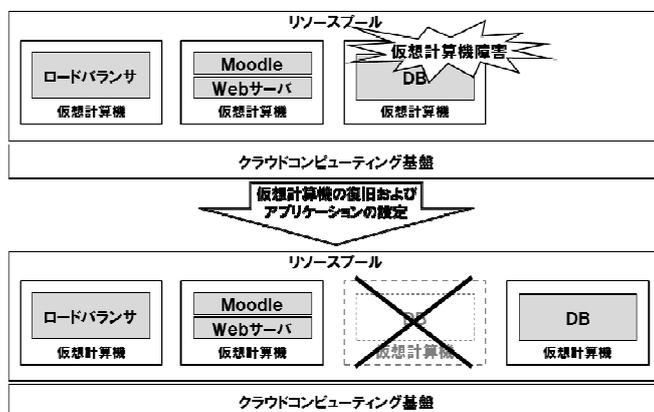


図1 仮想計算機障害時における HA

3.2. 物理計算機に対する高可用性の検討

Kumoi は物理計算機間を互いに通信し、動的なメンバシップ管理を行うソフトウェアである。これにより、正常に起動している物理計算機のみによりシステムを構築するため、物理計算機の障害にも耐えうるクラウドコンピューティング基盤となっている。本研究では、Kumoi のシェルスクリプティング環境を用い、物理計算機障害にも対応した HA 機能、Scalability 機能およびこれらと連動するアプリケーション設定機能の拡張を検討した。図2に構成と動作を示す。

物理計算機障害においては、まず、障害の発生した物理計算機に同一仮想計算機が複数存在する場合、同一物理計算機に作成しないようにするバランススケジューラを機能拡張として開発することで、耐障害性を高めることができる。また、物理計算機の障害時には、その物理計算機が保持していた仮想計算機をマスターイメージから他の物理計算機にて復旧し、それに合わせたアプリケーション設定をする機能も拡張することで、物理計算機障害にも対応した高可用性が実現できる。

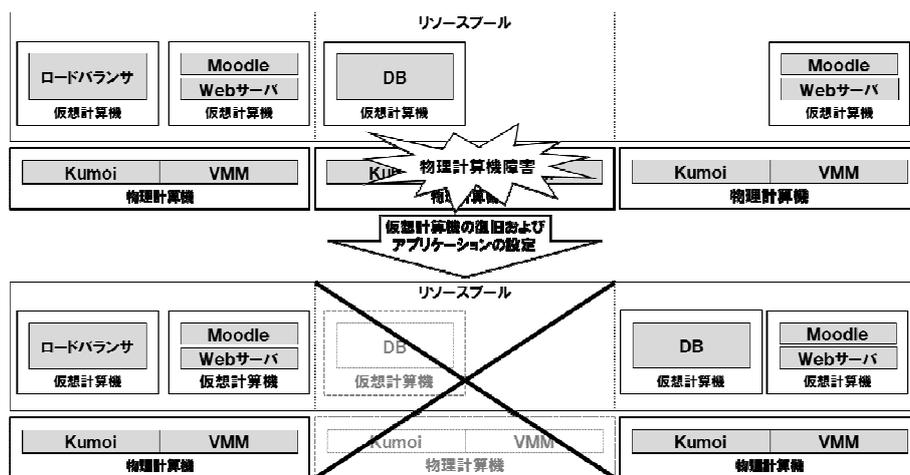


図2 物理計算機障害時における HA

4. まとめと今後の展望

e ラーニングシステムは、教育機関などにおける e ラーニングの導入に伴い事業継続性に関わる重要なシステムとなってきた。このため、e ラーニングシステムには高可用性が求められてきている。しかし、e ラーニングシステムの保守・運用には費用がかかる。このような中、物理計算機の仮想化によってソフトウェアによるリソース管理が可能となった。機能拡張可能なクラウドコンピューティング基盤 Kumoi を用いて、仮想計算機障害や物理計算機障害に対して自律的に復旧するシステムを開発することが可能である。

本研究では、仮想計算機障害に対応する機能の開発を行っており、今後、物理計算機や障害に対応した基盤の開発やアプリケーション障害における対応検討により、e ラーニングシステム全体の高可用性実現を目指す。

謝辞

本研究は、総務省 SCOPE「ディペンダブルな自律連合型クラウドコンピューティング基盤の研究開発」の支援を受けている。

参考文献

- [1] 独立行政法人メディア教育開発センター, 2008 年度 e ラーニング等の ICT を活用した教育に関する調査報告書, 2009.
- [2] 放送大学, 平成 21 年度・22 年度先導的の大学改革推進委託事業「ICT 活用教育の推進に関する調査」

委託業務成果報告書, 2011.

- [3] 文部科学省, 大学設置基準等の一部を改正する省令等の施行について, http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/07091103.htm, 2007
- [4] VMware vSphere, <http://www.vmware.com/jp/products/datacenter-virtualization/vsphere>
- [5] CloudStack, <http://www.cloud.com/>
- [6] Kumoi, <http://code.google.com/p/kumoi/>
- [7] Akiyoshi Sugiki, Kazuhiko Kato, Yoshiaki Ishii, Hiroki Taniguchi, Nobuyuki Hirooka, “Kumoi: A High-Level Scripting Environment for Collective Virtual Machines“, IEEE 16th International Conference on Parallel and Distributed Systems, Shanghai, China, 2010, pp.322-329.
- [8] 相川拓也, 杉木章義, 石井嘉明, 谷口寛季, 廣岡誠之, 加藤和彦, “高水準な記述によるクラウド研究開発環境の構築“, 情報処理学会 第21回コンピュータシステム・シンポジウムポスター発表, 2009.
- [9] Moodle, <http://moodle.org/>