

予見化によるシームレスなスケーラビリティと 統合的システム復旧を実現するクラウドシステム

石井 嘉明[†] 矢野 恭平[†] 廣岡 誠之[†] 杉木 章義[‡] 加藤 和彦[‡]

[†]富士ソフト株式会社 技術開発部 [‡]筑波大学 システム情報工学研究科

1. はじめに

近年、クラウドコンピューティングの普及が進んでいる[1]. クラウドコンピューティングを提供する物理計算機の多くは、運用効率を高めるために仮想化されているが、この仮想化された計算機を制御することで、近年のクラウドコンピューティング基盤では、High-Availability や Scalability を実現している. これらの技術を用いることで、計算機の障害時において仮想計算機を復旧したり、リソースの高負荷時においてはスケールアウトによって負荷分散したりすることが可能となり、高可用性を実現することができる.

しかしながら、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、我々はクラウドコンピューティング基盤を拡張し、仮想計算機の復旧やスケールアウトの際、アプリケーション設定も連動して行うクラウドシステムを開発してきた[2].

文献[3]で報告したシステムでは、CPU 負荷によるスケールアウトの際、仮想計算機のマスターイメージを複製・起動した後、アプリケーションを設定していたため、閾値を超えてから、負荷分散が完了するまでには、タイムラグが存在していた[3]. 本稿では、CPU 負荷を予見化し、シームレスなスケーラビリティを実現する拡張について述べる. また、これまでは仮想計算機の障害のみに対応していたが、物理計算機の障害においても仮想計算機の復旧からアプリケーション設定まで、統合的なシステム復旧を自律的に行う手法についても述べる.

2. 統合的システム復旧

本システムでは、シェルスクリプトによる機能拡張が可能なクラウドコンピューティング基盤ソフトウェア Kumoi[4]を用い、開発を行った.

Kumoi は、Gossip プロトコルを使用して動的に物理計算機のメンバシップ管理を行っている[5]. このため、物理計算機の障害時には、動的に障害の発生した物理計算機はメンバシップから除外される. 本研究では、この機能を応用し、どの物理計算機において障害が発生したのか判断し、その物理計算機が保持していた仮想計算機をリソースプール内に復旧するスクリプトを開発し、機能拡張を行った.

また、物理計算機障害に対応するため、分散ファイルシステムである GlusterFS[6]を導入した. これにより、物理計算機間でマスターイメージをファイル共有することで、物理計算機障害時には、正常な物理計算機上でマスターイメージを複製、起動することができる.

これらの機能を開発したことで、物理計算機障害時においては、Kumoi および Kumoi 拡張機能により障害を自動検知し、他の物理計算機上にてファイル共有されたマスターイメージから仮想計算機を複製、起動し、システム環境に合わせたアプリケーション設定までを行うことができる. (図 1)

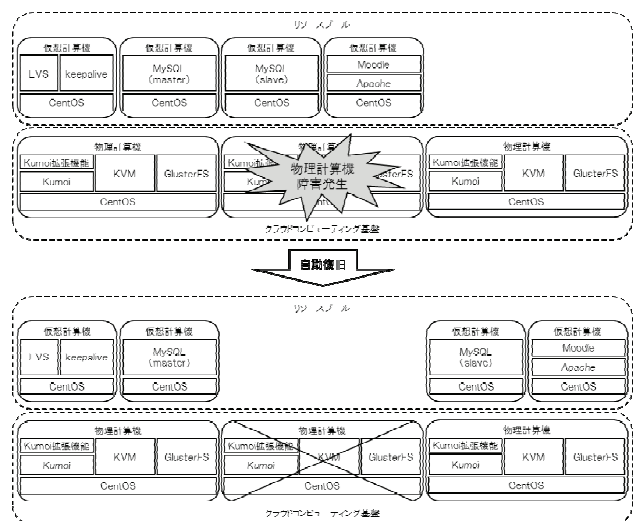


図 1 物理計算機障害時の動作

Cloud System with Predictive Seamless Scalability and Integrative Recovery

Yoshiaki Ishii[†], Kyohei Yano[†], Nobuyuki Hirooka[†],
Akiyoshi Sugiki[‡] and Kazuhiko Kato[‡]

[†] Technology Development Group,
FUJISOFT INCORPORATED

[‡] Graduate School of Systems and Information Engineering,
University of Tsukuba

3. 予見化によるシームレスなスケラビリティ

多くのクラウドコンピューティング基盤では、仮想計算機のリソース負荷に応じて、仮想計算機をスケールアウトすることができる。また、オートスケール機能として、閾値を用いた自動的なスケールアウトを実現している。一般的に仮想計算機によるスケールアウトは、設定された CPU 使用率の閾値を超えてからスケールアウトが動作し始める。このため、スケールアウトが完了する頃には、CPU 使用率は閾値を超えた値となり、サービスの遅延が発生する可能性がある。本研究では、この問題に対応するため、CPU 使用率を可視化し、そのデータを時系列分析による予測によって、閾値を超える可能性を予見できる状態にした。予測手法には、一定の上昇傾向があるデータの予測に適しているブラウン法（ブラウンの 2 重指数平滑法）を用いている[7]。

また、我々が開発してきたクラウドシステムでは、スケールアウトする際、仮想計算機のマスターイメージを複製・起動させた後、ネットワーク設定およびアプリケーション設定を行っていたため、スケールアウトが完了し、負荷分散が開始されるまでには、3 分程の時間を要していた。このため、本研究では、仮想計算機を 1 台余分にサスペンド状態にて待機させておき、ネットワーク設定をスクリプトから DHCP サーバの割り当て IP を制御する対応を行った。これにより、CPU 使用率が閾値を超えると予見した時点から、サスペンド状態の仮想計算機の復帰およびアプリケーション設定が完了し、実際に負荷分散されるまで、10 秒以内に短縮することが実現できた。このため、本システムでは、閾値になる 10 秒前までに予見することが可能な場合、実際に閾値を超える際にはすでにスケールアウトが完了しているといったタイムラグのないシームレスなスケラビリティを実現した。

4. 評価

本研究によって実現させたクラウドシステムの予見化機能の評価を実施した。システムの構成は、図 1 と同様である。実施方法としては、LMS（Learning Management System）である Moodle が導入された Web サーバに対して段階的に CPU 負荷を加え、シームレスなスケラビリティが実現可能であるかを測定した。

今回は、CPU 負荷の閾値を CPU 使用率 80%、CPU 使用率確認周期を 10 秒とし、ブラウン法で用いる係数は 0.8 とした。この結果、CPU 使用率の上昇傾向にもよるが、ある一定の上昇傾向で

は、閾値を超える 10 秒前に予見できることを確認した。（図 2）

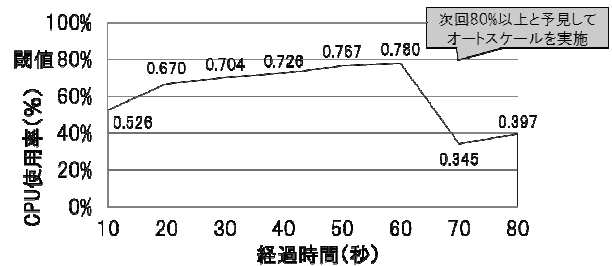


図 2 CPU 使用率の測定結果

5. まとめと今後の課題

クラウドコンピューティングの普及が進み、高可用性が求められる中、本研究では、物理計算機障害において仮想計算機およびアプリケーション設定の復旧までを自動で行う統合的システム復旧を実現した。また、CPU 負荷を予見化し、CPU 使用率がスケールアウトの閾値に達するか事前に判断することでシームレスなスケラビリティを実現した。

本システムでは、物理計算機障害ならびに仮想計算機障害に対応しており、今後は、アプリケーション障害も含めた対応を検討することにより、システム全体の更なる可用性向上を目指すことが可能であると考えられる。

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] 総務省 情報通信国際戦略, "スマート・クラウド戦略の最新動向", http://www.soumu.go.jp/main_content/000104807.pdf (2011).
- [2] 石井 嘉明, 矢野 恭平, 廣岡 誠之, 杉木 章義, 加藤 和彦, "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", 第 7 回全国大会, 情報システム学会(2011).
- [3] 石井 嘉明, 矢野 恭平, 廣岡 誠之, 杉木 章義, 加藤 和彦, "Kumoi を用いたスケラブルな Moodle 環境の構築", 研究会情報処理学会研究報告, 第 2011-CLE-6 巻, 第 4 号, 情報処理学会(2011).
- [4] Kumoi, <http://code.google.com/p/kumoi/>
- [5] 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, pp.322-329 (2010).
- [6] GlusterFS, <http://www.gluster.org/>
- [7] 高橋 玲子 他著, 上田 太一郎 監修, "Excel で学ぶ時系列分析と予測", オーム社 (2006).