

国産クラウド基盤ソフトウェア Kumoi 開発の現状と今後について

杉木章義^{†1} 加藤和彦^{†1}

1. はじめに

近年、クラウドコンピューティングが非常に注目されている。特に、Amazon EC2 をはじめとする仮想化技術に基づく IaaS (Infrastructure-as-a-Service) 型のクラウド提供形態は其中でも注目されている方式の一つである。

初期のクラウドでは、それを支えるミドルウェアは多くの場合、提供企業の秘密とされており、外部の開発者や研究者がそれらを利用することができなかった。最近になって、商用およびオープンソースソフトウェアのミドルウェアが多数登場してきているが、本研究室で開発しているクラウド基盤ミドルウェア Kumoi¹⁾ は、他とは異なるいくつかの特徴を備えたシステムであると考えられる。

本発表では、国産クラウド基盤ソフトウェア Kumoi 開発の現状について説明し、次期版の設計を含めた今後の予定について議論する。

2. 解決目標

Kumoi は下記の問題の解決を目指して、ミドルウェアの設計を行っている。

- 異種混在性 (Heterogeneity): クラウドを支えるデータセンター環境やクラスター計算機では、物理計算機や仮想計算機 (VM)、ネットワークをはじめさまざまな計算資源で構成されており、また、それぞれの操作に必要な API も異なっている。
- 透過性 (Transparency): 遠隔資源へのアクセスには多くの場合、困難をとまなう。非常に多数の計算機を管理しなければいけないクラウド環境においては、特に、操作が容易でスケーラブルな解決策が求められている。
- 俊敏性 (Agility): 米国 NIST が提唱しているクラウドコンピューティングの定義の中に含まれ

ているように、俊敏性はクラウド環境における非常に重要な要素となっている。

- 堅牢性 (Robustness): 俊敏性ととも、ある水準以上の堅牢性も備えていることが望まれる。本システムでは、研究者、企業開発者、管理者の三者が同じミドルウェアを活用し、融合的に相互にノウハウを交換しながら、優れたクラウドコンピューティング環境を創出していくことを目指している。研究者にとっては、研究開発上のアイデアを数日から一週間程度の短期間で実装し、評価できるというメリットがあり、企業開発者には、従来と同じ堅牢性を保ちながら、新しい機能を追加し、利用者に提供していくことができるという理点がある。管理者にとっては、従来の UNIX などのシェル環境よりも優れた計算機管理環境を提供する。

3. 提案手法

本研究室で開発しているクラウド基盤ソフトウェア Kumoi は、プログラミング言語技術と分散システム構築技術を融合したミドルウェアである、本システムは、VM 技術に基づく IaaS 型のクラウド環境を提供する。プログラミング言語技術とシステムソフトウェア技術の融合は古くからあるアプローチであるが、本研究はクラウドの文脈で行っている点で新しいと考えられる。

本システムの具体的な実現方法のアプローチは次の通りである。

- 計算資源の言語オブジェクト化: 物理計算機、VM、ネットワークなどのクラウド環境におけるさまざまな計算資源を言語オブジェクト (first-class) 化し、異なる資源であっても同じようなインターフェースを提供する。具体的には、実資源と言語オブジェクトの間で両者のマッピング機構を実装し、利用者が言語オブジェクトを操作すると実資源に反映される、あるいはその逆を行えるようにする。

計算資源の言語オブジェクト化にはさまざまな理点があり、例えば、Java RMI などの分散オブジェ

^{†1} 筑波大学 システム情報工学研究科
Graduate School of SIE, University of Tsukuba

クト技術を利用して、透過的に遠隔の資源にも容易にアクセスできるようになる。

- 並列分散フレームワーク：クラウド環境においては非常に多数の計算機を効率的に管理できることが必要である。上記の言語オブジェクトを操作するための並列スケルトンを提供する。

また、物理計算機は Gossip プロトコルを使用して動的に管理され、正常に起動している計算機のみが自動的にシステムに追加される。

- 高水準なスクリプティング環境：クラウド環境を効率的に管理するためには、従来のシェル環境より優れた、スクリプティング環境や対話環境が必要である。本システムのシェル環境は、プログラミング言語 Scala の追加ライブラリの形式で実装されており、Scala が備える型推論つきの静的型付けやリスト操作をはじめとする高水準な記述を利用することができるように設計されている。

本システムの設計は、恐れずに言えば、OS 研究におけるマイクロカーネル的なアプローチであると言える。計算資源の言語オブジェクト化やイベント処理などの最低限必要な機能のみをミドルウェアのコアに残し、その他の多くの機能を高水準なスクリプティングにより実現する。

4. 関連研究

最近になって、さまざまな VM 技術に基づく IaaS 型のクラウド基盤ソフトウェアが登場している。商用では VMware vSphere¹⁰⁾、オープンソースでは Eucalyptus³⁾、Xen Cloud Platform²⁾、Open Nebula⁶⁾、Nimbus⁴⁾、OpenStack⁷⁾ などが登場している。本システムは、多くの機能をスクリプティングにより実現しようとしている点、言語技術を活用している点で他のシステムと異なる。

またシェル環境については、最近になった新しく設計された Windows 用の PowerShell⁵⁾ や並列分散 GXP⁹⁾ などがある。本システムは、クラウド環境に特化し、データセンターに存在する非常に多数の計算資源を効率的に管理し、高水準なサービスを実現するためにデザインされている点で他と異なっている。

5. 現状と今後の予定

現状、開発が完了している部分については、オープンソースソフトウェアとして、Apache License 2.0 で公開している⁸⁾。本システムは Scala を利用して実装されており、2009 年 4 月の開発開始から、すでに 2 万行に到達している。今後については下記のような開

発を進める。

- リソースプールなどの上位層 API の導入
- Failure-oblivious Computing の導入による障害対策
- ネットワーク、ストレージなどの他の計算資源のサポート
- イベント処理機構、モニタリング機構などの追加さらには、OpenNebula などの他のシステムとの性能比較も進める予定である。

謝 辞

本研究の一部は総務省 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) A. Sugiki *et al.* Kumoi: A High-Level Scripting Environment for Collective Virtual Machines. In *IEEE ICPADS 2010 (To appear)*, 2010.
- 2) Citrix. Xen Cloud Platform – Advanced Virtualization Infrastructure for the Clouds, 2009. <http://www.xen.org/products/cloudxen.html>.
- 3) D. Nurmi *et al.* The Eucalyptus Open-Source Cloud-Computing System. In *IEEE/ACM CC-Grid'09*, pages 18–21, 2009.
- 4) P. Marshall, K. Keahey, and T. Freeman. Elastic Site: Using Clouds to Elastically Extend Site Resources. In *IEEE/ACM CCGrid 2010*, pages 43–52, 2010.
- 5) Microsoft. Windows PowerShell, 2003. <http://www.microsoft.com/windowsserver2003/technologies/management/powershell/>.
- 6) OpenNebula Project Leads. OpenNebula: The Open Source Toolkit for Cloud Computing, 2008. <http://www.opennebula.org/>.
- 7) Rackspace Cloud Computing. OpenStack: The Open Source, Open Standards Cloud, 2010. <http://openstack.org/>.
- 8) A. Sugiki. Kumoi – An Extensible Middleware for Cloud Computing, 2010. <http://code.google.com/p/kumoi/>.
- 9) K. Taura. GXP : An Interactive Shell for the Grid Environment. In *IEEE IWIA'04*, pages 59–67, 2004.
- 10) VMware Inc. VMware vsphere 4, 2009. <http://www.vmware.com/products/vsphere/>.