

# インタークラウド上でアプリケーション環境の構築を行うミドルウェア技術について

丹生 智也<sup>†</sup> 合田 憲人<sup>†</sup> 竹房 あつ子<sup>†</sup>  
政谷 好伸<sup>†</sup> 横山 重俊<sup>††</sup>

## 1. はじめに

近年, Amazon EC2<sup>1)</sup>を始めとするクラウド計算機基盤の高性能化に伴い, 複数のクラウド環境を連携して活用する**インタークラウド**への関心が高まっている.

インタークラウド上での効率的なアプリケーション環境の構築や実行には, 異なるクラウド環境間のネットワーク設定やソフトウェアのデプロイ, アプリケーションの実行状況に合わせた計算資源の変更などが必要であるが, これらをユーザーが手作業で行うことは容易ではない. 本論文ではこれらの問題を解決するため, インタークラウド上のアプリケーション環境構築を行う Virtual Cloud Provider (VCP) について述べる. また VCP 上で計算資源の動的再構成を行うフレームワークの提案を行う.

## 2. Virtual Cloud Provider

インタークラウド上にアプリケーション環境を構築するには, 以下の課題がある.

- 複数のクラウドサービス上の計算資源を接続して利用するためのネットワーク設定が困難である.
- 各クラウド基盤で提供される計算資源は異なるため, それぞれの基盤上でアプリケーションのデプロイを行うことは容易ではない.

Virtual Cloud Provider (VCP) では各クラウド基盤を SINET5<sup>2)</sup> L2VPLS で接続し, オンデマンドに仮想ネットワークの構築を行うことで, ネットワーク設定の自動化を実現する. また Linux コンテナである Docker<sup>3)</sup>を用いることで, 異なる計算機環境下で高速かつ簡単なソフトウェアのデプロイを実現する.

提案システムの有効性を検証するため VCP のプロトタイプを実装し, いくつかの評価実験を行った<sup>4)</sup>. まずコンテナ上でのアプリケーションの性能比較評価

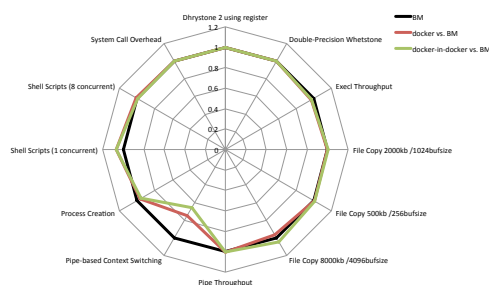


図 1 ネイティブ環境およびコンテナ環境における実行速度の比較  
Fig. 1 Overhead due to container execution

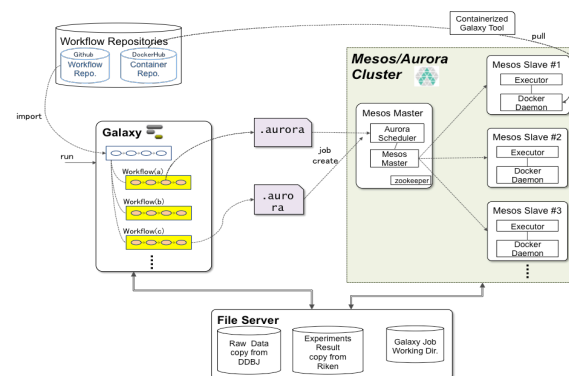


図 2 ゲノム解析アプリケーション環境  
Fig. 2 Computing environment for DNA sequencing application

において, 多くの場合にコンテナ化における性能劣化がほとんどないことを確認した (図 1 参照). 次に図 2 に示すゲノム解析アプリケーション環境を VCP を用いて構築する評価実験を行なった. 評価実験の結果, VCP は異なるクラウド設定に対して自動的にアプリケーション環境を構築でき, また構築した環境上で再現可能な実験結果が得られることを示した.

<sup>†</sup> 国立情報学研究所

National Institute of Informatics

<sup>††</sup> 群馬大学

Gunma University

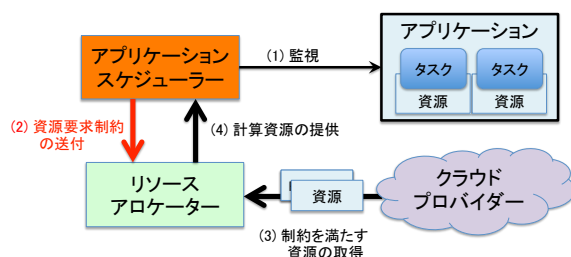


図3 動的再構成フレームワークの概要

Fig. 3 Overview of the dynamic reconfiguration framework of computing resources

### 3. 動的再構成フレームワーク

計算資源の動的再構成フレームワークの実現には、以下の課題がある。

- アプリケーションごとに再構成の目的や再構成に有効な指標は異なる。例えば、ウェブ三層アプリケーションではデータベースへのアクセス数などが再構成の指標として考えられる。その一方で、ゲノム解析ワークフローではアクセス数は指標としては使えず、ワークフローの各ツールの出力ファイルのサイズなどが有効な指標として考えられる。
- 計算資源に関する制約が多様である。主な制約として、CPU やメモリ搭載量に関する制約や要保護情報が保持されたストレージの配置条件、スーパーコンピュータの利用可能時間などが挙げられる。

本論文では、計算資源に関する制約がアプリケーションとは独立に定義できることに着目し、アプリケーションの最適化戦略を実行するアプリケーションスケジューラー (AS) および計算資源に関する制約 (資源要求制約) から必要な資源を求めるリソースアロケーター (RA) の連携により再構成を行うシステムを提案する (図3)。

本フレームワークでは、計算資源の再構成は以下の流れで行われる。

- (1) AS は実行中のアプリケーションおよび、アプリケーションを動かしている計算資源の状況を監視する。
- (2) AS は監視中に得られる指標から再構成の必要性を判断し、資源要求制約を求め、RA に制約を満たす資源を要求する。
- (3) RA は AS から資源要求制約を受け取り、制約を満たす資源を求め、必要な資源を持つクラウドプロバイダーから計算資源を取得する。

(4) RA は取得した資源を AS に提供する。

(5) 最後に、AS は受け取った資源を用いて、アプリケーションの計算環境の再構築を行う。

再構成システムを AS と RA に分割することにより、各サブシステムのアルゴリズムを独立に最適化できると期待できる。

### 4. 結 論

本論文ではインタークラウド環境上で効率的にアプリケーション環境を構築・実行するミドルウェアである Virtual Cloud Provider および、計算資源の動的再構成システムについて述べた。

今後はゲノム解析ワークフローを対象にした AS を実装し、提案した動的再構成フレームワークの有効性を検証する予定である。

**謝辞** 本研究は、JST, CREST の支援を受けたものである。

### 参 考 文 献

- 1) Amazon Web Services, Inc: Amazon EC2. <http://aws.amazon.com/ec2/>.
- 2) Urushidani, S., Abe, S., Yamanaka, K., Aida, K., Yokoyama, S., Yamada, H., Nakamura, M., Fukuda, K., Koibuchi, M. and Yamada, S.: New Directions for a Japanese Academic Backbone Network, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E98.D, No. 3, pp. 546–556 (2015).
- 3) Docker Inc: Docker. <https://www.docker.com/>.
- 4) Yokoyama, S., Masatani, Y., Ohta, T., Ogasawara, O., Yoshioka, N., Liu, K. and Aida, K.: Reproducible Scientific Computing Environment with Overlay Cloud Architecture, *Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Cloud Computing (IEEE Cloud 2016)* (2016).