

平成28年度北海道大学情報基盤センター共同研究成果報告書

1. 研究領域番号 A2 インタークラウド, システムデザイン
2. 研究課題名 述語論理で定義された仕様記述に基づくインタークラウドブロケージ手法の確立
3. 研究期間 平成28年4月1日 ~ 平成29年3月31日

4. 研究代表者

氏 名	所属機関・部局名	職 名	備 考
三浦克宜	北見工業大学 情報処理センター	講師	

5. 研究分担者

氏 名	所属機関・部局名	職 名	備 考
棟朝 雅晴	北海道大学 情報基盤センター	教授	
横山 重俊	国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系	特任教授	
合田 憲人	国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系	教授	
阿部 俊二	国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系	准教授	
吉岡 信和	国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系	准教授	
政谷 好伸	国立情報学研究所 先端 ICT センター	特任研究員	
丹生 智也	国立情報学研究所 クラウド基盤研究開発センター	特任助教	

6. 共同研究の成果

下欄には、当該研究期間内に実施した共同研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、共同研究申請書に記載した「研究目的」と「研究計画・方法」に照らし、800字～1,000字で、できるだけ分かりやすく記載願います。文章の他に、研究成果を端的に表す図表を貼り付けても構いません。なお、研究成果の論文・学会発表等を行った実績（発表等の予定を含む。）があれば、あわせて記載して下さい。

【目的と成果】本研究の目的は、インタークラウド環境を基礎とするビッグデータ処理の計算基盤開発において、要求仕様に適したクラウド資源を見つけ出すために、述語論理仕様記述（Predicate Logic-based Specification: PLS）と呼ばれる独自に定義した論理式に基づいて多様な計算基盤を見つけ出すクラウドブロケージ手法を提案することである。本研究では、計算基盤が要求仕様に満たすことを保証するために、節集合の宣言的意味の等価性に基づく問題解決手法を採用している。本研究の主な成果は、

- ① PLS の記述範囲を拡張し、実際のゲノム解析で使用している計算基盤の要求仕様に適用した
 - ② 任意の仮想マシン台数およびネットワーク構成から成る様々な計算基盤の発見を可能にした
- である。本研究では、ゲノム解析コミュニティの研究者が実利用可能な手法を目指している。要求仕様に適したクラウド資源を見つけ出すには、実践的なデータを基に推論することが重要である。国立情報学研究所チームは、実践を想定した膨大なゲノム解析実行履歴をデータベース化しており、北大・北見工大チームは、そのデータベースを参照しながら推論を実行する枠組みを提案している。

公表[1]では、形式的に要求仕様を記述するために PLS を新たに定義し、PLS を入力とするクラウドブロケージ手法の基礎的枠組みを与えた。公表[2]では、提案手法で扱える問題範囲の拡張を行

い、ゲノム解析ワークフローの計算基盤の発見を可能にした。また、提案手法に汎用性を与えるために、CloudWeek2016@Hokkaido University（平成 28 年 8 月開催）で本研究について発表し、招聘した研究者や SI ベンダのエンジニアとディスカッションを実施した。

（研究成果のつづき）

【研究内容】提案方法では、Amazon EC2 に代表される IaaS 型のクラウド資源を主な探索対象としている。また、クラウド資源選択の計算において節集合の等価性を保証するために、我々は等価変換理論に基づきブロケージシステムを開発した。本研究で提案するクラウドブロケージ手法は次の 4 ステップから成る。

〔Step 1：PLS により要求仕様を記述する〕

PLS は原子論理式（アトム） E の全称束縛付きの連言 $\forall \{v\} \{E_1 \wedge E_2 \wedge \dots E_n\}$ である。束縛変数 v に対する基礎項は計算基盤構成を表すリスト構造である。ゲノム解析ワークフローに適用するために、4 種類のアトムを定義している：Environment($t_{struct}, t_{workflow}$)、Location($t_{struct}, t_{location}$)、Cost(t_{struct}, t_{cost})、Policy($t_{struct}, t_{type}, t_{style}$)。公表[2]に 4 種類のアトムが定義されている。

〔Step 2：PLS から確定節 C を作成する〕

提案手法におけるクラウド資源選択の計算は節集合の置き換えである。ここでは、その置き換えの初期状態となる集合の要素（確定節）を作成する。確定節 C は、PLS 中の全てのアトムと、ans アトムと呼ばれる特殊なアトムで構成されており、その形式は $(ans(v) \leftarrow E_1, E_2, \dots E_n)$ である。この確定節から成る集合 $\{C\} (=D)$ が初期状態である。

〔Step 3：集合 D を置き換える〕

集合 D の置き換えは、等価変換理論に基づく置き換え規則に従い実行される。置き換えの終了条件は、集合 D が単位節の集合 U となるか、空集合となるかである。集合 U が要求仕様に対する答えである。公表[2]に単位節集合 U が定義されている。

〔Step 4：集合 U の中から単位節を選択する〕

計算基盤上の仮想マシン台数やランニング費用などの運用コストを基に適した単位節（計算基盤構成）を選択する。

本研究により、これまで多くの部分で人手により実施されてきたクラウドブロケージ処理を部分的に自動化できたと考えている。

【研究成果の公表】

1. Katsunori Miura and Masaharu Munetomo: “A Predicate Logic-defined Specification Method for Systems Deployed by Intercloud Brokerages”, Proc. of 5th IEEE International Workshop on Cloud Computing Interclouds, Multiclouds, Federations, and Interoperability (Intercloud 2016), pp.172--177, Berlin Germany, April 4--8 2016.
2. Katsunori Miura, Tazro Ohata, Courtney Powell and Masaharu Munetomo: “Intercloud Brokerages based on PLS Method for deploying Infrastructure for Big Data Analytics”, Proc. of 2016 IEEE International Conference on Big Data, pp.2097--2102, Washington DC USA, December 5--8 2016.