

# 博士學位論文

内容の要旨及び審査結果の要旨

第48号

2021年3月

京都産業大学

は し が き

本号は、学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第8条の規定による公表を目的とし、令和3年3月21日に本学において博士の学位を授与した者の論文内容の要旨及び論文審査結果の要旨を収録したものである。

学位番号に付した甲は学位規則第4条第1項によるもの（いわゆる課程博士）であり、乙は同条第2項によるもの（いわゆる論文博士）である。

---

---

# 目 次

---

---

## 課程博士

1. イシハラ シンタロウ 石原 真太郎 [博士 (先端情報学)] …… 1

## 論文博士

1. イナバ タカアキ 稲葉 隆明 [博士 (生命科学)] …… 4

氏名（本籍）	石原 真太郎（岐阜県）
学位の種類	博士（先端情報学）
学位記番号	甲先 第2号
学位授与年月日	令和3年3月21日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
論文題目	複数ドメインにまたがる階層化ネットワークを考慮した Dataflow プラットフォームに関する研究
論文審査委員	主 査 秋山 豊和 教授 副 査 大本 英徹 教授 " 林原 尚浩 准教授

## 論文内容の要旨

Internet of Things (IoT) デバイスから時々刻々と生成される大量の Dataflow を処理する Dataflow アプリケーションの研究開発が進められている。その中で、Dataflow アプリケーションの運用フェーズにおいては、デバイス・クラウド間での通信遅延、トラフィック量に対するクラウドでの課金やモバイル通信費用による運用コストの増大が問題となっている。一方で、デバイスの近傍にコンピューティングリソースを配置し、そこで一部の処理を実行することで低遅延応答を実現可能なエッジコンピューティング技術の研究開発が進められている。しかし、エッジ環境では使用可能なコンピューティングリソースが限られており、全ての処理をエッジに展開することは難しい。主要なエッジコンピューティングプロジェクトでは、2 から 3 層のネットワーク階層を想定したアーキテクチャとなっており、Dataflow アプリケーションにおいては、遅延、トラフィック量、リソース量を考慮して、適切な階層に Dataflow アプリケーションを構成するソフトウェアコンポーネントを展開することが求められる。

Dataflow アプリケーション開発者にとっては、その開発をサポートする Dataflow プラットフォームもまた重要な役割を持つ。Dataflow プラットフォームでは、既存のコンポーネントを組み合わせるだけなど、比較的簡単に Dataflow アプリケーションを開発できる。アプ

リケーション開発者の負担を減らすため、**Dataflow** プラットフォームにおいても、遅延、トラフィック量、リソースを考慮したアプリケーションの展開機能が提供されることが求められる。

これまでに、さまざまな遅延、トラフィック量、リソースなどを考慮したコンポーネント配置手法が提案されている。しかし、多くの場合、計算量を低減するため、ターゲットとする範囲の限定や遅延の除外などいくつかの条件が想定されており、そのままでは実環境では活用できない。本研究では、コンポーネント配置とコンポーネント間通信を分離することで、現実的に適用可能な手法を提案する。具体的には、コンポーネント配置先を地理的位置に基づいてクラスタ化し、クラスタ内における比較的短い通信遅延を省略することで、計算量を抑えながら、遅延、トラフィック量、リソースのすべてを考慮したコンポーネント配置を実現する。さらに、P2P オーバレイによる柔軟なコンポーネントのリソース情報の収集およびそれを活用した動的ルーティングを活用して、クラスタ付近におけるリソース状況や遅延を考慮したコンポーネント接続を実現する。結果として、**Dataflow** アプリケーションの運用時の課題となっている遅延やトラフィック量の削減が実現され、さらなる **Dataflow** アプリケーションの普及に貢献できる。

## 論文審査結果の要旨

本論文では、センサ等から絶え間なく生成されるデータ (Dataflow) を処理する Dataflow アプリケーションを展開する際に、よりデータを生成するデバイスに近い場所で処理するエッジコンピューティング環境を考慮して、アプリケーションを構成するコンポーネントを配置し、それらのコンポーネントを相互接続する方法を提案している。

これまでにエッジコンピューティング環境を考慮した様々なコンポーネント配置手法が提案されているが、遅延やトラフィック量の条件を同時に考慮すると、計算量が膨大になるため、現実的な運用に適用できなかつた。これに対し本論文では、デバイス、エッジ、クラウドの 3 階層に階層化されたネットワークを前提とし、コンポーネント配置箇所をクラスタ単位の抽象化することで、計算量を抑えながら、遅延とトラフィック量の両方を考慮したコンポーネント配置を実現している。また、コンポーネント配置機能とコンポーネント間通信機能を分離し、コンポーネント間通信にて、モバイルデバイスの状態やその付近のクラスタのリソース状況をモニタリングすることで、それに基づいた動的なコンポーネント間でのルーティングを実現している。コンポーネントの配置手法については、バス会社との共同研究プロジェクトにおける乗降車数カウントや危険運転検知等のアプリケーションを想定して評価されている。また、コンポーネント間通信については、予約ベースのコンポーネント利用方式を中心に、どのような環境で提案したどの手法を用いるのがより低遅延で低トラフィック量の相互接続が実現可能かについて評価を行っている。提案手法の一部は論文誌や国際会議等で採択されており、一定の国際的な評価がなされていることから、本論文は産学両面に大きく貢献するものと認められ、学位の授与に値するものであると考えられる。