

# エッジコンピューティングにおけるアプリケーションの特徴と負荷を考慮した 処理配分手法

志野 嘉紀† 笹井 一人‡

† 東北大学大学院 情報科学研究科

北形 元‡ 木下 哲男‡

‡ 東北大学 電気通信研究所

## 1 はじめに

IoT(Internet of Things)における情報処理基盤として遠隔地に設置されたコンピュータによって情報処理を行うクラウドコンピューティングが使用されている。世界各地に分散配置され、豊富な計算資源やストレージを持つクラウドサーバ上でIoT機器の情報処理を行う。この処理基盤の今後の課題は、急速に増加するデバイスへの対応と低遅延を必要とするアプリケーションへの対応である。2020年までにインターネットに接続するデバイスは500億を超えと言われており、クラウドサーバでの集中処理はサーバへの負荷の増大や通信帯域の圧迫が問題となる[1]。また、国外クラウドに接続する場合、往復で数100ミリ秒の通信遅延が発生する。それ故、自動運転における車の制御などの低遅延が求められるアプリケーションの実現は困難である。

このような問題を解決する処理基盤として、エッジコンピューティングが注目されている[2]。この処理基盤は、クラウドとデバイスの間で、かつデバイスに近い場所にエッジサーバを設置する。従来、クラウドサーバで行っていた処理をエッジサーバで行うことにより、急増するデバイスへの対応が可能になる。エッジサーバとの通信遅延は条件が良いときには数ミリ秒に抑えられ、低遅延アプリケーションの実現も可能である。

エッジサーバの計算資源はクラウドサーバのものとは比べて小さく、従来クラウドサーバで行っていたすべての処理をエッジサーバに移行すると、負荷が増大し処理に遅延が生じる可能性がある。そのため、エッジサーバを効率的に利用するには、どのアプリケーションをエッジサーバ上で実行するか決定する手法が必要である。システムの応答時間は通信状態やサーバの使用状況の変化に伴って変化する。また、送信されるデータの量や頻度はアプリケーションの特徴により変化する。そこで、本研究では、IoTにおけるエッジコンピューティングの効率的な利用のため、アプリケーションの特徴とシステムの使用状況を考慮した処理配分手法を提案する。

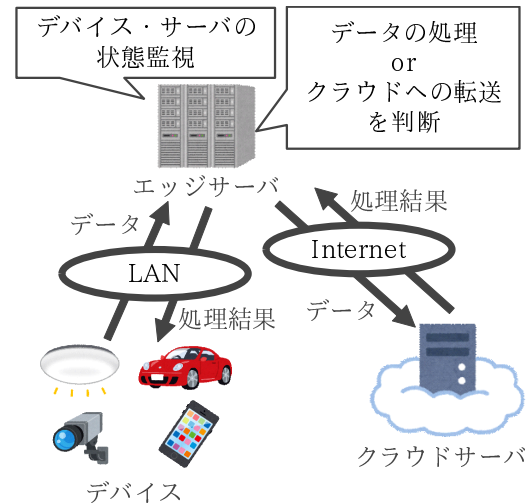


図1: エッジサーバによる処理配分手法

## 2 提案手法

IoT向けのアプリケーションの応答時間の大部分は、サーバとの通信時間とサーバでの処理時間に分けられる。通信時間はネットワークの状況やサーバの設置場所によって変化する。処理時間はサーバの性能やCPU使用率によって変化する。そこで、本提案ではデバイスからエッジサーバにデータが送られてきた際に、エッジサーバでの処理とクラウドサーバでの処理のどちらが適切か判断する方法を提案する。図1に提案する手法の概要を示す。処理配分の判断の基準として各アプリケーションの特性と通信経路やサーバの状態に関する情報を用いることで、より多くのアプリケーションの要求を満たすことができる。本稿では、処理配分手法を検討するために、クラウドサーバとエッジサーバのパフォーマンス計測用のアプリケーションを用いて検証した。

## 3 計測実験

### 3.1 実験環境

計測用のアプリケーションとして、カメラからの画像をサーバで解析することで顔の数を検知し、結果をデバイスに送信するアプリケーションを作成した。この

”A Task Allocation Method Based on Application Features and Network Conditions in Edge Computing”

Yoshiki Shino†, Kazuto Sasai‡, Gen Kitagata‡, and Tetsuo Kinoshita‡

†Graduate School of Information Sciences Tohoku University

‡Research Institute of Electrical Communication Tohoku University

表 1: 実験環境

エッジサーバ	
製品名	Raspberry Pi 3 Model B
OS	Raspbian GNU/Linux 8 (jessie)
CPU	ARM Cortex-A53 @1.2 GHz
メモリ	1GB
クラウドサーバ	
製品名	AmazonEC2
OS	Ubuntu 16.04 LTS
CPU	Intel Xeon E5-2670 v2 @2.50GHz
メモリ	1 GB

アプリケーションを使用して、エッジサーバとクラウドサーバの応答時間を計測する。表 1 に実験環境を示す。クラウドサーバは Amazon Elastic Compute Cloud(EC2) のオレゴンサーバを使用した。エッジサーバは大量に分散配置されることを想定し、低価格のシングルボードコンピュータを使用した。

### 3.2 実験 1: 画像サイズと応答時間の関係

本節では、カメラから送信する画像のサイズを変更する際の応答時間の変化をエッジサーバ、クラウドサーバそれぞれに対して行った。図 2 に計測結果を示す。この結果より、画像サイズが小さいときはエッジサーバのほうが応答時間は短く、画像サイズが大きくなるとクラウドサーバのほうが応答時間は短くなる。これは画像サイズが小さいときは応答時間の大半を伝送時間が占めるが、画像サイズが大きくなるとサーバでの処理時間がその大半を占めるようになるため、画像サイズが大きくなるほど処理能力の高いクラウドサーバが有利になるからである。

### 3.3 実験 2: デバイス数と応答時間の関係

本節では 100\*100 ピクセルの画像を送信するデバイス数を 1 台から 15 台まで変化させ、すべてのデバイスが結果を受信するまでの応答時間を計測した。なお、画像はすべてのデバイスが同時に送信することとした。図 3 にその計測結果を示す。この結果より、デバイスが 1 台の場合と 2 台の場合はエッジサーバのほうが応答時間は短く、デバイスが 3 台を超えるとクラウドサーバのほうが応答時間は短くなった。これは、デバイス数が増加すると実験 1 と同様に応答時間の大半が処理時間となり、処理能力の高いクラウドサーバのほうが有利になるからである。

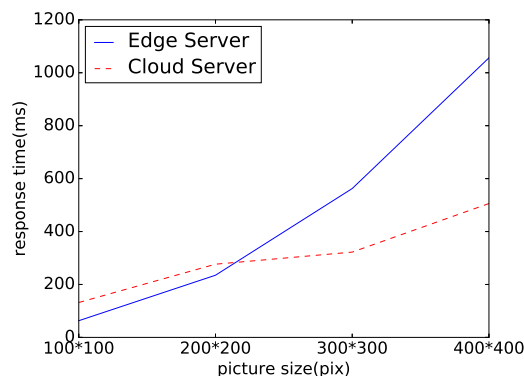


図 2: 画像サイズと応答時間の関係

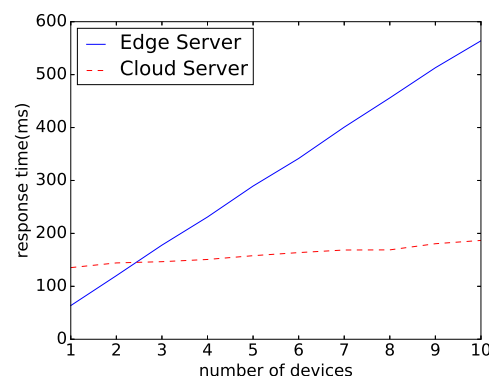


図 3: デバイス数と応答時間の関係

## 4 おわりに

アプリケーションの要求やデバイス数に応じて、適するサーバが変わることを実験により示した。今後は、エッジサーバがアプリケーションから要求を受けた際に、使用すべきサーバを知的に決定し、効率的な処理配分を行う方法を検討する。

## 謝辞

本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「レジリエントな防災・減災機能の強化」によって実施されました。

## 参考文献

- [1] Cisco, "The Internet of Things," [Online] Available: [http://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/about/ac79/docs/innov/IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf)
- [2] Weisong Shi, Jie Cao, Quan Zhang, Youhuizi Li, and Lanyu Xu "Edge Computing: Vision and Challenges." IEEE Internet of Things Journal, vol. 3, no. 5, 2016