



Title	[招待講演]エッジコンピューティングを用いた低遅延ネットワークの研究
Author(s)	飯田, 勝吉; インタラウィジット, クリッティン
Citation	電子情報通信学会技術研究報告, 118(169), 7-8
Issue Date	2018-07-25
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/86954">http://hdl.handle.net/2115/86954</a>
Type	article
File Information	IN2018-13.pdf



[Instructions for use](#)

## [招待講演] エッジコンピューティングを用いた低遅延ネットワークの研究

飯田 勝吉<sup>†</sup> クリッティンインタラウィジット<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 北海道大学 情報基盤センター

〒060-0811 札幌市北区北11条西5丁目

<sup>††</sup> 東京工業大学 工学院情報通信系

E-mail: [†iida@iic.hokudai.ac.jp](mailto:†iida@iic.hokudai.ac.jp), [††intharawijitr@net.ict.e.titech.ac.jp](mailto:††intharawijitr@net.ict.e.titech.ac.jp)

あらまし 現在、ネットワークのエッジ部に計算機能を設けたエッジコンピューティングに関する研究開発が盛んにおこなわれている。本稿では、著者らが実施しているエッジコンピューティングを用いた低遅延ネットワークに関する研究を紹介する。

キーワード エッジコンピューティング, 低遅延ネットワーク.

## [Invited talk] Investigate of Low-latency Network based on Edge Computing

Katsuyoshi IIDA<sup>†</sup> and Krittin INTHARAWIJITR<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Information Initiative Center, Hokkaido University,

Kita 11, Nishi 5, Kita-ku, Sapporo-shi, 060-0811, Japan.

<sup>††</sup> Dept. Information and Communications Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.

E-mail: [†iida@iic.hokudai.ac.jp](mailto:†iida@iic.hokudai.ac.jp), [††intharawijitr@net.ict.e.titech.ac.jp](mailto:††intharawijitr@net.ict.e.titech.ac.jp)

**Abstract** There currently are many R&D efforts about edge computing, which introduces computing facilities at edge of the network. In this paper, we will introduce our research efforts about low latency service based on edge computing.

**Key words** Edge computing, and low latency network.

### 1. はじめに

近年、ネットワークのエッジ部にコンピューティング機能を配置するエッジコンピューティング技術が盛んに研究開発されている (図1参照)。

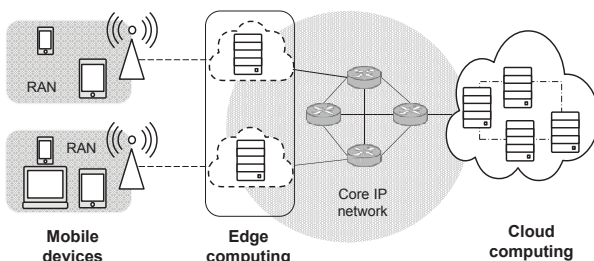


図1 エッジとクラウドコンピューティング環境

エッジコンピューティングは一種の分散コンピューティング技術であり、低遅延サービスや多数のセンサなどのデバイスを収容するIoT技術などでの応用が期待されている。そのため、複数の技術団体 (Open Edge Computing Initiative, OpenFog

Consortium, ETSI MEC) が設立される [1-3] など、産業界において盛んに研究開発がされている。学界においても、多くの研究がなされていて、結果として多数のサーベイ論文 [4-7] が発表されている。

本稿では、著者らの研究グループで行っているエッジコンピューティングを用いた低遅延サービス研究の概要を紹介する。

### 2. 低遅延ネットワークの基本モデル

著者らは [8,9] においてエッジコンピューティングの基本モデルを提案した。その基本的な考え方は、エッジコンピューティング環境で低遅延サービスを実現するためには、エッジノードで必要な計算遅延と、パケットを伝送するための通信遅延の双方を考慮に入れることである。

図2に、当該論文で提案した解析モデルを示す。図の左側にあるソースノードは、ある基地局の周辺にあるユーザ端末群を示し、それらの端末から計算要求 (ワークロード) が発生し、右側にあるモバイルエッジノードのいずれかで計算処理を行う。その際、各エッジサーバの負荷とノード間の伝搬遅延を考慮に

いて、適切なエッジノードに割り当てる。

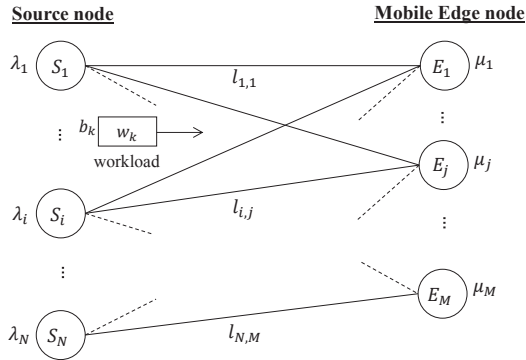


図2 超低遅延ネットワークの基本モデル

そのための、割り当て機構（厳格割り当て機構 = Strict Underestimation System、誤差許容割り当て機構 = Permissive Underestimation System）、割り当て方針（ランダム = Random, 最低遅延 = Lowest latency, 最小残余時間 = Minimum remaining time policies）等を提案し、シミュレーション評価により、その性能を明らかにした。結果として、割り当て方針としては最低遅延ポリシーが最良で、割り当て機構は、厳格割り当て機構の方がよいことが明らかになった。

### 3. 低遅延ネットワークの拡張モデル

著者らはその後、モデルをより現実的なものに拡張した。基本モデルでは、どのエッジノードに計算させるべきかの判断に、ネットワーク内の全情報を遅延なく把握でき、遅延なくその判断の伝達ができる全能な集権ノードがあるという前提をおいていた。しかし、現実には、遅延が生じるため、現実的なモデル拡張が必要となった。

そこで著者らは [10] において、定期的にエッジノードの負荷状況の情報収集を行うコントローラノードを設け、エッジノードに処理が必要なモバイルノードからの依頼に基づき、コントローラで判断する方式を提案し、シミュレーションで評価した。

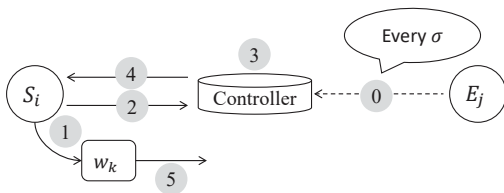


図3 超低遅延ネットワークの拡張モデル

図3は当該モデルの処理の過程を示す。ワークロードを生成するソースノード  $S_i$  はコントローラにどのエッジノードに計算させるべきかを問い合わせ、コントローラの判断に基づきワークロードを適切なエッジノードに送信するモデルとした。

その後、シミュレーション評価の正当性を確認するために、プロトタイプ実装を構築した [11]。現在、プロトタイプ実装を用いてテストベット環境を構築し、[10] の評価と詳細な比較検討と行った論文を投稿している [12]。

### 4. 今後の展開

今後の展開として、低遅延ネットワークの理論モデルの構築 [13] や、[12] で生じた誤差を少なくするため、計算時間の事

前推定技術の改良などを行う予定である。また、関連する研究として、データセンタでの帯域割り当て機構 [14] をエッジコンピューティング環境に発展させる研究 [15] の実施も予定している。

### 文 献

- [1] Open Edge Computing Initiative (OEC), “Open Edge Computing,” <http://openedgecomputing.org/>, Last Accessed at July 5, 2018.
- [2] OpenFog Consortium, “OpenFog Consortium,” <https://www.openfogconsortium.org/>, Last Accessed at July 5, 2018.
- [3] European Telecommunications Standards Institute (ETSI), “Multi-access Edge Computing,” <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/multi-access-edge-computing>, Last accessed at July 5, 2018.
- [4] P. Mach, and Z. Becvar, “Mobile Edge Computing: A Survey on Architecture and Computation Offloading,” *IEEE Commun. Surveys & Tutorials*, vol. 19, no. 3, pp. 1628–1656, Thirdquarter 2017.
- [5] T. Taleb, et al., “On Multi-Access Edge Computing: A Survey of the Emerging 5G Network Edge Architecture & Orchestration,” *IEEE Commun. Surveys & Tutorials*, vol. 19, no. 3, pp. 1657–1681, Thirdquarter 2017.
- [6] C. Mouradian, et al., “A Comprehensive Survey on Fog Computing: State-of-the-Art and Research Challenges,” *IEEE Commun. Surveys & Tutorials*, vol. 20, no. 1, pp. 416–464, Firstquarter 2018.
- [7] 飯田勝吉, “エッジコンピューティング研究開発の現状と今後の課題,” 信学技報, vol. 117, no. 187, IA2017-16, pp. 25–30, 2017年8月.
- [8] K. Intharawijitr, K. Iida, and H. Koga, “Analysis of Fog Model Considering Computing and Communication Latency in 5G Cellular Networks,” *Proc. IEEE Int’l Conf. Pervasive Computing and Communication Workshops (PerCom Workshops 2016)*, Sydney, Australia, 4 pages, Mar. 2016.
- [9] K. Intharawijitr, K. Iida, and H. Koga, “Simulation Study of Low Latency Network Architecture using Mobile Edge Computing,” *IEICE Trans. Inf. & Syst.*, vol. E100-D, no. 5, pp. 963–972, May 2017.
- [10] K. Intharawijitr, K. Iida, H. Koga, and K. Yamaoka, “Practical Enhancement and Evaluation of a Low-latency Network Model using Mobile Edge Computing,” *Proc. IEEE Annual Computer Software and Applications Conf. (COMPSAC2017)*, Turin, Italy, pp. 567–574, July 2017.
- [11] K. Intharawijitr, K. Iida, H. Koga, and K. Yamaoka, “Implementation and Preliminary Evaluation of Low-latency Network Architecture,” *IEICE Tech. Rep.*, vol. 117, no. 299, IA2017-51, pp. 99–104, Nov. 2017.
- [12] K. Intharawijitr, K. Iida, H. Koga, and K. Yamaoka, “Simulation and Experimental Analysis of Low-latency Network Model with Orchestrator in MEC,” Submitted for publication, 40 pages, Feb. 2018.
- [13] 木村武志, クリッティン インタラウィジット, 飯田勝吉, 高井昌彰, “低遅延ネットワークアーキテクチャの近似解析の初期検討,” 信学技報, vol. 117, no. 262, NS2017-104, pp. 69–71, 2017年10月.
- [14] Y. Ito, H. Koga, and K. Iida, “A Bandwidth Allocation Scheme to Improve Fairness and Link Utilization in Data Center Networks,” *IEICE Trans. Commun.*, vol. E101-B, no. 3, pp. 679–687, Mar. 2018.
- [15] Y. Ito, H. Koga, and K. Iida, “A Bandwidth Allocation Scheme to Meet Flow Requirements in Mobile Edge Computing,” *Proc. IEEE Int’l Conf. Cloud Networking (Cloudnet’17)*, Pragua, Czech Republic, pp. 114–118, Sept. 2017,