

カメラ付IoTデバイスを用いた 室内での人流解析システムのネットワーク利用量評価

坂口 僚¹ 藤田 茂² 今野 将³

概要：現行のIoTプラットフォームは、遠隔地のクラウドサーバにデータが集中する構成である。しかし、ネットワーク接続されるIoTデバイス台数は年々増加傾向にある。将来は、数千億から数兆のIoTデバイス台数の規模となり、集中するトラフィックをクラウド側で処理しきれない恐れがある。この問題の解決の為にデータを一箇所に蓄積せず流通させ、ユーザにより近い場でのデータの即時的な利活用が挙げられている。その1つに、IFoT(Information Flow of Things)が提言されている。IFoTでは各IoTデバイスを計算資源として活用し、クラウドに依存しない構成が示され、さらに、IFoTミドルウェアとして実装研究が進められている。本稿では人流解析システムを通じて、IFoTの考え方による、IoTデバイスを計算資源として活用することでネットワーク利用量を削減できるかを実験する。人流解析システムは、環境を室内に限定した上で、現行型IoTプラットフォームに基づく構成と、ローカルのIoTデバイス群の分散処理に基づく構成の2種類を構築する。現行型IoTプラットフォームとローカルのIoTデバイス群の分散処理のデータ使用量やデータ処理効率を調べ、ネットワーク利用量削減率を検証する。

1. 概要

現行のIoTプラットフォームは、遠隔地のクラウドサーバにデータが集中する構成である。しかし、ネットワーク接続されるIoTデバイス台数は年々増加傾向にある [1]。将来は、数千億から数兆のIoTデバイス台数の規模となり、集中するトラフィックをクラウド側で処理しきれない恐れがある。この問題の解決の為にデータを一箇所に蓄積せず流通させ、ユーザにより近い場でのデータの即時的な利活用が挙げられている。その1つに、IFoT(Information Flow of Things)というIoTプラットフォームがある [2][3]。IFoTでは各IoTデバイスを計算資源として、クラウドに依存しない構成が示され、さらに、IFoTミドルウェアとして実装研究が進められている [4]。

本稿では人流解析システムを通じて、IFoTの考え方による、IoTデバイスを計算資源として活用することでネットワーク利用量を削減できるかを実験する。人流解析システムは、環境を室内に限定した上で、現行型IoTプラットフォームに基づく構成と、ローカルのIoTデバイス群の分散処理に基づく構成の2種類を構築する。人の流れに関す

る情報は、IoTデバイスに接続されたカメラから得られる動画データを用いて人物検出、顔解析の処理を行い取得する。現行型IoTプラットフォームとローカルのIoTデバイス群の分散処理のデータ使用量やデータ処理効率を調べ、ネットワーク利用量削減率を検証する。以下、2章で関連研究について述べ、3章では提案手法を示す。4章では実験の内容を示し、5章ではまとめとして今後の展望を述べる。

2. 関連研究

本章ではパラダイムの紹介と、各種IoTプラットフォームの紹介、具体的な社会シナリオとしての大規模避難行動のシステムの紹介を踏まえた、本稿での研究の位置付けを述べる。

2.1 クラウドサーバ負荷軽減の為にパラダイム

クラウドへのデータ送信の遅延を防ぐ為にクラウドそのものを拡張し、フォグノードと呼ばれるデバイスを設置するというフォグ・コンピューティングが提案されている [5]。一方、利用者付近でクラウドサービスとITサービスを提供し、各基地局にもクラウドサーバを導入するようにして、モバイルエッジコンピューティングとして提案されている [6]。このようななか、よりデータの発生地点に近い場での処理を実現する為に、計算資源としてのIoTデバ

¹ 千葉工業大学情報科学研究科情報科学専攻, Graduate School of Computer Science, Chiba Institute of Technology

² 千葉工業大学情報科学部情報工学科, Department of Computer Science, Chiba Institute of Technology

³ 千葉工業大学先進工学部知能メディア工学科, Department of Advanced Media, Chiba Institute of Technology

イス群を活用した IFOF が提案されている [2]。本稿では、データの利用者により近い場での IoT データ流処理を実現する為に IFOF の概念を基にして IoT デバイスの計算資源を活用して、システムを構築する。

2.2 IoT プラットフォーム

今日では様々な IoT プラットフォームやフレームワークが提案され、実装研究が進められている。P2P 構造のオーバーレイに基づいたトランスポートフレームワークとモバイルエージェントを備えた分散コンピューティングフレームワークの 2 つの特徴を備えたプラットフォームとして、PIAX(P2P Interactive Agent eXtensions)[7] が提案されている。PIAX では、ネットワーク上に処理機能を持ち、P2P 構造のオーバーレイネットワークで、ネットワークの拡張性や保守性や持続可能性を持つ。このような構造でユビキタスコンピューティングでの開発が進められてきたプラットフォームで、IoT の分野でも効率的な情報の利活用がされうる。

他方、iKaaS(intelligent Knowledge-as-a-Service)[8] の研究開発が進められている。IoT デバイスから収集したデータのプライバシーに配慮したデータの利用に注目している。このようななか、情報流 [9][10]、IFOF の提言より、IFOF ミドルウェアの実装研究が進められている [4][11][12]。本稿では、特に IFOF ミドルウェアを参考に、IoT デバイスを計算資源として活用して実験を進めていく。

2.3 カメラ映像を用いた監視システム

映像解析による大規模避難誘導システムが提案されている [13]。避難誘導に必要な人の流れに関する情報としては、以下の 3 点を取得可能にしている。

- 領域内の歩行者数
- 移動経路と移動時間
- 歩行者の属性 (年齢, 性別等)

提案されているシステムでは、ネットワークに接続された複数カメラの映像の解析によって人の流れに関する情報を取得している。システム内では、多数の計算サーバ、ゲートウェイを用いることで施設全体の歩行者を解析している。映像解析方法については、既存技術の利用を前提としてシステムが構築されている。課題には、定常的に人の流れを観測する必要がある用途に向けてのシステムの構成法の提案が挙げられている。

本稿では上記のシナリオと監視システム上の動作を考慮した上で、小規模な室内環境に関してカメラ映像と計算資源としての IoT デバイスを用いて実験を行う。

3. 提案手法

本稿では、現行型 IoT プラットフォームに基づく構成と、ローカルの IoT デバイス群の分散処理に基づく構成の

2 種類のシステムを構築する。本章では、構築した 2 種類のシステム構成のネットワークのモデル化を図り、実機によるシステム構成がどのようなものであるかを示す。

3.1 システムのモデル化

本稿での現行型 IoT プラットフォームに基づく構成のモデル化と、ローカルの IoT デバイス群の分散処理に基づく構成のモデル化を図 1 と図 2 に示す。図 1 の構成では、枠内に囲まれて示される実環境に置かれたセンサと、センサに接続されたデバイスとしてのノードから、センサデータがノードを介してクラウドに集約される。図 2 の構成では、枠内に囲まれて示される実環境に置かれたセンサとノードからセンサデータが、エッジ側のデバイスに送出され、エッジ側の加工処理によってデータ量を削減して集約の役割を担うデバイスに送出される。

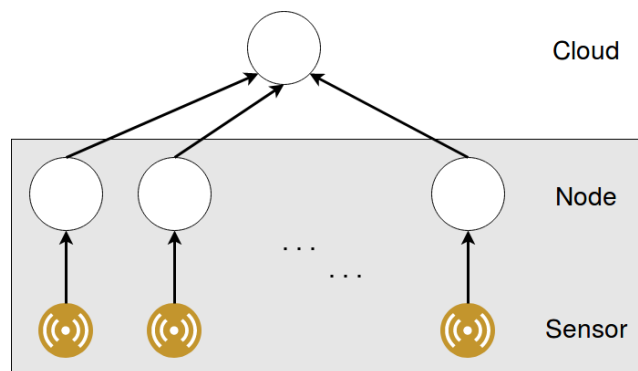


図 1 現行型 IoT プラットフォームに基づく構成のモデル化

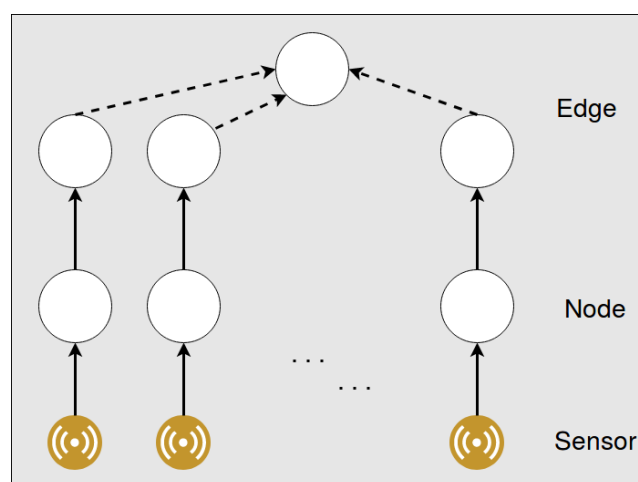


図 2 ローカルの IoT デバイス群の分散処理に基づく構成のモデル化

3.2 人流解析システム

人流解析システムとして、現行型 IoT プラットフォームに基づく構成としての設計図 (図 3) と、ローカルの IoT デバイス群の分散処理に基づく構成としての設計図 (図 4) の

2種類を示す。カメラからの映像データは本システムにおいて収集されるセンサデータであるとして、エッジ側での加工処理には、顔解析や人物検出を行って、目的のデータとしての人の流れに関する情報が得られるものとする。

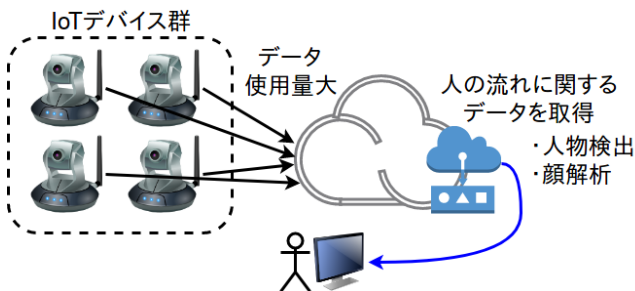


図 3 1 台のクラウドサーバに蓄積して処理した場合を想定した人流解析システムの設計

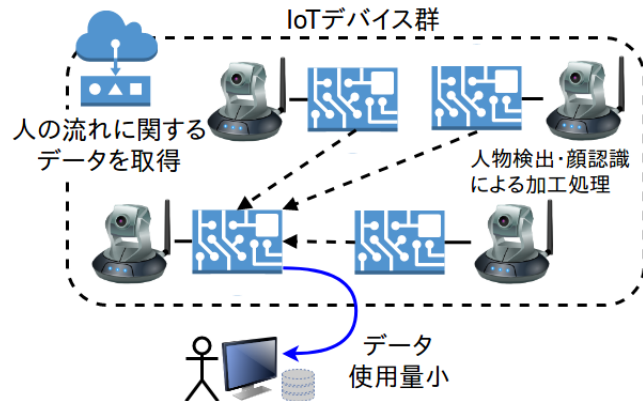


図 4 IoT デバイス群がローカルで分散処理した場合を想定した人流解析システムの設計

4. 評価実験

本章では、具体的にどのような機器で実験を行うかを示し、システムの設計内容について述べる。

4.1 実験機器の仕様

計算資源として用いる IoT デバイスには、Raspberry Pi3 を最大 32 台用いる予定である。また、カメラには Picamera を用いる。各デバイスと管理機器の仕様は表 1 に示す。

4.2 設計内容

一つの室内空間という限定された領域において、エッジ部分である IoT デバイスの分散処理により人流解析を実行する。IoT デバイスには Raspberry Pi とカメラを用いて、人流解析の際には機器同士のネットワーク内で分散処理する。今回は、室内の人の流れに関するデータを、各 Raspberry Pi に接続されたカメラの映像を解析することで取得する。この時、一台のクラウドサーバに蓄積して処理した場合と、IoT デバイス群がローカルで分散処理した場

表 1 各デバイスと管理機器の仕様

カメラ	
使用機器	Picamera
IoT デバイス	
使用機器	Raspberry Pi3
OS	Raspbian
CPU	ARM Cortex-A53 1.2GHz
メモリ	1GB
管理機器	
使用機器	ThinkPad X260
OS	Ubuntu 16.04
CPU	Intel(R) Core(TM) i3-6100U 2.30GHz
メモリ	16GB

合とで、下記 3 点について比較、評価する。このようななかで一室内での人流解析システムの設計を行う。

- データ使用量
- データ処理効率
- ネットワーク利用量削減率

5. おわりに

本稿では、IoT デバイス間での、カメラ映像から人の流れに関する情報を得られるようにして、システムのモデルと実験内容を示した。今後は、計算資源としての IoT デバイスである Raspberry Pi3 を 32 台規模で運用した環境下で実験を進めていく。

参考文献

- [1] 総務省 平成 29 年度情報通信白書, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/nc133100.html>. (accessed 2018/5/14).
- [2] Yasumoto, K., Yamaguchi, H. and Shigeno, H. Survey of Real-time Processing Technologies of IoT Data Streams, *Journal of Information Processing*, Vol. 24, No. 2, pp. 195–202 (2016).
- [3] Higashino, T., Yamaguchi, H., Hiromori, A., Uchiyama, A. and Yasumoto, K. Edge Computing and IoT Based Research for Building Safe Smart Cities Resistant to Disasters, *2017 IEEE 37th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS)*, pp. 1729–1737 (2017).
- [4] 中村優吾, 水本旭洋, 諏訪博彦, 荒川豊, 山口弘純, 安本慶一: IoT データ流を実時間で分散処理するための IoT デバイス向け共通ミドルウェアの設計と評価, 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI), Vol. 53, No. 40, pp. 1–8 (2017).
- [5] Fog Computing and the Internet of Things: Extend the Cloud to Where the Things Are, https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/docs/computing-overview.pdf. (accessed 2018/5/14).
- [6] Ahmed, A. and Ahmed, E. A survey on mobile edge computing, *2016 10th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO)*, pp. 1–8 (2016).
- [7] Teranishi, Y. PIAX: Toward a Framework for Sensor Overlay Network, *2009 6th IEEE Consumer Communications and Networking Conference*, pp. 1–5 (2009).

- [8] 内林俊洋, 門間陽樹, 新城龍成, 久保孝嘉, 橋祐一, 加藤尚徳, 披田野清良, 菅沼拓夫, 樋地正浩, 橋本和夫, 清本晋作: iKaaS—プライバシーに配慮した IoT プラットホーム—, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. 101, No. 1, pp. 3–15 (2018).
- [9] 安本慶一, 山口弘純: モバイル時代のサービスを支える技術: 5. 多数のデータストリームを実時間で融合・編纂し活用するための次世代「情報流」技術-情報流キュレーション基盤実現に向けた課題抽出と取り組み-, 情報処理, Vol. 55, No. 11, pp. 1281–1287 (2014).
- [10] InfoFlow 情報流プロジェクト, <http://www.inflow.org>. (accessed 2018/5/14).
- [11] Nakamura, Y., Suwa, H., Arakawa, Y., Yamaguchi, H. and Yasumoto, K. Design and Implementation of Middleware for IoT Devices toward Real-Time Flow Processing, *2016 IEEE 36th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW)*, pp. 162–167 (2016).
- [12] Nakamura, Y., Suwa, H., Arakawa, Y., Yamaguchi, H. and Yasumoto, K. Middleware for Proximity Distributed Real-Time Processing of IoT Data Flows, *2016 IEEE 36th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS)*, pp. 771–772 (2016).
- [13] 寺西裕一, 地引昌弘, 西永望: 映像解析による大規模避難誘導システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 2, pp. 557–567 (2017).