



An Edge-side communication traffic reduction method using SSN Ontology

Yunkang Xu and Tomoji Kishi

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

July 7, 2018

SSN オントロジを用いたエッジ側での通信トラフィック削減手法

徐 運康†

岸 知二†

xuyunkang@asagi.waseda.jp kishi@waseda.jp

IoT システムにおいて様々なデバイスから時々刻々生成されるデータをクラウド側に送信する場合、通信コスト削減や通信遅延緩和のためにエッジ側でデータの圧縮などの処理をすることが求められている。本 Work-in-Progress 論文では、エッジ側とクラウド側とが共通の SSN オントロジインスタンスを保持し、その構造に従ってタグ付けされたデータを送信する状況を想定し、そこでの通信データ量削減の一手法について基本的な考えを示す。具体的には、エッジ側では送信が不要なデータを含むデータ構造の一部を刈り取るプルーン処理を行い、クラウド側ではオントロジの構造と照らし合わせて刈り取られたデータ構造を復元することでデータ量の削減を狙う。

An Edge-side communication traffic reduction method using SSN Ontology

Yunkang Xu

Tomoji Kishi

xuyunkang@asagi.waseda.jp kishi@waseda.jp

Abstract: In the IoT system, when data generated every moment from various devices is transmitted to the cloud side, it is required to perform processing such as data compression on the edge side in order to reduce communication cost and easing communication delay. In this Work-in-Progress paper, we assume a situation where the edge side and the cloud side hold a common SSN ontology instance and transmit tagged data according to its structure, and a method of reducing the amount of communication data there. The basic idea is shown below. Specifically, on the edge side, a pruning process is performed to harvest a part of the data structure including data that does not require transmission, and on the cloud side, by reconstructing the data structure reconstructed against the structure of the ontology, aim for the amount of data reduction.

1. はじめに

近年の IT 技術の進展の中、センサが小型で安価に提供されるようになり、それを IoT デバイスに活用した IoT(Internet of things)[1]システムの研究や実務への応用が活発している。それらの中には、例えば介護アプリケーション[2]のように、エッジ側でリアルタイムなデータを組み合わせて利用される需要もでてきている。技術面からは、IoT デバイスの発展により、デバイス自体の処理性能やメモリ容量が向上し、エッジ側で高度な処理ができるようになってきている。例えば、エッジ側とクラウド側との相互接続性を高めるために、エッジ側でタグ付けされた標準的なデータフォーマットを形成し、クラウド側に送信するといったことが実現可能となっている。

一方、複数のデバイスから時々刻々生成されるデータをクラウド側に送信する状況では、膨大なデータが発生しうる。したがって通信コスト削減や通信遅延緩和のために、エッジ側からクラウド側へのデータ量の削減することがひとつの課題である。それに対して、エッジ側に膨大なデータを圧縮する研究などがある。例えば Ahmed ら[3]は、クラウド側から与えられたルールに基づき、ゲートウェイ側(エッジ側)で送信データをフィルタリングする方法を提案している。

一方、クラウド側とエッジ側との意味レベルの相互接続性を高めるために、オントロジを活用することも検討されている。例えば W3C の提案する SSN(Semantic Sensor Network)は、そうしたオントロジのひとつである。ここでは、Web 上の「リソース」を記述する RDF (Resource Description Framework) [4]などのトリプルという構造で、デバイス情報を表現している。また、これに基づいて、RDF を用いてデータ通信を行う研究もあ

† 早稲田大学 理工学術院 創造理工学部

Graduate School of Creative Science and Engineering,
Faculty of Science and Engineering, Waseda University

る[5].

本 Work-in Progress 論文では、扱うデータに応じてインスタンス化したオントロジをクラウド側とエッジ側のゲートウェイで共有し、その構造に基づいた形式でデータを送信する状況を想定し、そこでの通信データ量削減の一手法について、基本的な考え方を述べる。

本稿では、2章で研究前提を述べ、3章で課題を述べ、4章で基本的な考えを示す。そして、最後に5章でまとめとする。

2. 前提

本章では、本研究の前提とする IoT システムアーキテクチャやデータフォーマットについて説明する。

2.1. 全体アーキテクチャ

想定する全体のアーキテクチャを図 1 に示す。エッジ側でセンサが環境を測定し、そのセンサデータをゲートウェイで収集、加工する。その後、ゲートウェイから送られたデータ群をクラウド側でデータ蓄積あるいは分析し、様々な IoT アプリケーションで利用する。

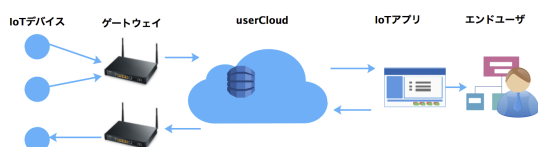


図 1. 想定する IoT システムのアーキテクチャ[1]

2.2. IoT デバイス、ゲートウェイやクラウドの特徴

アーキテクチャを構成するコンポーネントについて以下に説明する。

IoT デバイス: 定期的にセンサデータを取得し、ゲートウェイに送信する。

ゲートウェイ: IoT デバイスからのデータを収集し、クラウド側に送信する。その際、ゲートウェイでタイムスタンプや管理用IDの付与、データの構造化、送信のためのフィルタリングといった様々な処理をすることができる。

クラウド: ゲートウェイから送られるデータを蓄積あるいは分析し、IoT アプリケーションを介してユーザにサービスを提供する。

2.3. SSN オントロジのインスタンス

意味的な相互運用性を確保するために SSN オントロジを使うという先行研究[9]の立場を前提とする。つまり、クラウド側とエッジ側では、インスタンス化されたオントロジを共有する。SSN オントロジは RDF で記述される。RDF は、新規なトリプルを追加するなど、トリプルの変

更によって構造の変化に柔軟に対応可能である。

2.4. データフォーマット

ゲートウェイからクラウドへデータを送信する際には、SSN オントロジに基づき、RDF の構造に沿ってデータを記述する[6][7]。実際の送信データフォーマットはオントロジの構造を踏まえた RDF/XML 形式である[8]。SSN オントロジの構造に基づき、タグ付けしてデータの値を表現する。

3. 課題

本研究の目的はエッジからクラウドへのデータ量を削減することである。一般に IoT システムにおいては、様々なデバイスから時々刻々生成されるデータが膨大になる。膨大なデータは通信速度やコストに影響を与えるので、なるべく通信データを軽量化し、通信トラフィックを削減するべきである。さらに、想定する IoT システムでは、データ値を意味構造に沿ってタグ付けして送信するため、データ値以外に余分なデータ量が必要となり、さらに通信トラフィックを増加させる恐れがある。例えば、前回送信時から変化のあったデータ値だけを送りたくても、データ構造を表現するためにそうした余分なデータを送る必要あるなどして非効率である。

4. 提案

本研究では、図1のアーキテクチャを踏まえ、通信データを軽量化するための、エッジ側では送信が不要なデータを含むデータ構造の一部を刈り取るブルーニング処理を行う手法を提案する。

4.1. 着眼点

想定する IoT システムでは、インスタンス化されたオントロジを、クラウドとゲートウェイで共有している。従って、データ値にゲートウェイ側で送信するデータ構造の一部を欠落させて送信しても、それを受信しクラウド側でインスタンス化されたオントロジと付き合わせることで、欠落したデータの構造を復元させることができる。課題で指摘したように、送る必要のないデータ値がある場合に、そのデータ値に関わるタグ情報などを削減することが可能となる。

4.2. 全体像

以下に提案する方式の基本的な考えを示す。

図 2 は、2章で説明した IoT アーキテクチャを踏まえて提案手法を示したものである。以下、説明を行う。

Step1.ゲートウェイに接続されたセンサに関わるオントロジ部分をクラウドから取り出す。ここに定義されるメタデータをロケーションメタデータと呼ぶ。これに基づきイ

インスタンスメタデータとブルーニングルールを得る。この処理は例えばゲートウェイ起動時などのタイミングで行われる。

Step2. センサから得られたデータをインスタンスメタ

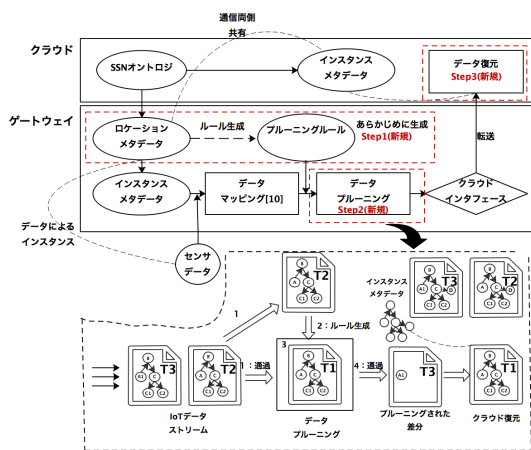


図 2. データ処理アプローチ

データにマッピングする。ゲートウェイがクラウドに転送する際に、ブルーニングルールによってブルーニングする。

Step3. クラウド側は、前データやインスタンスメタデータに基づいてブルーニングされたデータを復元する。

4.3. ブルーニングと復元方法

図 2 の下部はブルーニングによるデータ送信の例を示したものである。時間に応じて、T1, T2, T3 という順番でセンサデータが得られ、それをクラウドに送信する状況を表している。木構造の葉の部分(A1, C1, C2)がセンサ値で、他のノードは構造をあらわすために必要なノードを表している。ここで前のデータ T1 と比較して、T2 はデータが変化していないが、T3 は A1 のみ変化していたとする。この場合、T2 の全部分は送らなくていい構造であることを判断し、T3 を送る際には送らなくていい構造部分 C1, C2 を発見し、ブルーニングルールに従ってブルーニング処理を行い、A1 のサブ木のみを送信する。受け取ったクラウド側では、オントロジーインスタンスの構造と比較して、欠落しているスキーマ部分を判断して、元の T2, T3 の構造を再現する。なお、ブルーニングルールは送信不要なデータがあった場合、構造のどの部分を削ることができ、どの部分を削ることができないかを判断するためのルールである。

5. おわりに

本稿では、クラウド側とエッジ側がインスタンス化されたオントロジーを共有する状況を想定し、送信不要なデータを含むデータ構造の一部を刈り取るブルーニング処理を行い、クラウド側ではオントロジーの構造と照らし合わせて刈り取られたデータ構造を復元することで、データ量を削減する方法について、基本的な考えを述べた。今後、ブルーニングルールなどについて詳細な検討を行うとともに、実験等でその効果を確認したい。

参考文献

- [1] 松下享平, “IoT エンジニア養成読本 (Software Design plus),” 技術評論社, part2, pp.27-42, 2017.
- [2] 中村優吾, 中村優吾, 荒川豊, 山口弘純, 安本慶一, “多様な IoT データストリームをクラウドレスで分散処理するミドルウェアの設計” Vol.2015-MBL-77 No.22, 2015/12/3.
- [3] Ahmed BaliEmail, Mahmud Al-Osta, Gherbi Abdelouahed., “An Ontology-Based Approach for IoT Data Processing Using Semantic Rules,” SDL 2017: SDL 2017: Model-Driven Engineering for Future Internet pp 61-79, 2017.
- [4] O. Lassila and R. R. Swick, “Resource description framework (rdf) model and syntax specification,” available at <http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222>.
- [5] 野口博史, 森武俊, 佐藤知正, “住居内異種センサの統一的処理のための RDF センサ記述,” 電子情報通信学会, ネットワークロボット研究会, 2006.
- [6] Mirella M. Moro, “Early Profile Pruning on XML-aware Publish-Subscribe Systems,” Proceeding VLDB '07 Proceedings of the 33rd international conference on Very large data bases, pp. 866-877, 2007.
- [7] StéphaneBressan, “Accelerating queries by pruning XML documents,” Data & Knowledge EngineeringVolume 54, Issue 2, August 2005, Pages 211-240, 2005.
- [8] Joonho Kwon, Praveen R. Rao, Bongki Moon and Sukho Lee, “Value-based predicate filtering of XML documents,” Multimedia and Ubiquitous Engineering, 2007.
- [9] Dillon, T., Chang, E., Singh, J. and Hussain, O., “Semantics of cyber-physical systems,” In: Shi, Z.,

Leake, D., Vadera, S. (eds.) IIP 2012. IAICT, vol. 385, pp. 3–12. Springer, Heidelberg, 2012.

- [10] Buchmayr M., Kurschl W. and K ung J., “A rule based approach for mapping sensor data to ontological models in AAL environments, ” In: Castano S., Vassiliadia P., Lakshmanan L.V., Lee M.L. (eds.) ER 2012. LNCS, vol. 7518, pp. 3–12. Springer, Heidelberg, 2012.