

エッジ指向エンタープライズ IoT アーキテクチャの概念と課題

青山 幹雄*

IoT システムを実現するためのエッジ指向アーキテクチャの概念とその課題について議論する。

Challenges of Edge-Oriented Enterprise IoT Architecture

Mikio Aoyama*

This article discusses the concept and challenges of edge-oriented enterprise IoT architecture.

1. はじめに

IoT の発展と共に、その研究開発と実社会への応用が活発になっている[7, 11]. しかし、IoT は従来の情報システムに対して様々な新たな課題を提起している. 本稿ではエンタープライズシステムを実現する IoT アーキテクチャに焦点を当て、その現状と課題を議論する.

2. IoT のもたらすアーキテクチャの課題

IoT アーキテクチャは、研究者個人からグローバルな標準化団体に至る様々な組織により多くの提案がある. さらに、IoT のアプリケーションとしてエンタープライズシステムとしての利用の重要性が認識され、本稿では、これをエンタープライズ IoT と呼ぶこととする[10]. Industrie 4.0 [13]や Industry Internet [5]を実現するプラットフォームは、いずれも、エンタープライズ IoT の具体化である.

このようなエンタープライズ IoT のアーキテクチャは、REST の利用やクラウドコンピューティングとの連携を想定したリソース指向アーキテクチャが進化した形態と考えられる. しかし、デバイスとクラウド間通信などによる処理遅延が問題となるドメインでは、エッジにサービスを配置する新たなアーキテクチャも提案されている[1, 8].

このように、現在提案されている IoT アーキテクチャは共通点もあるが、多様性も内包しており、

アーキテクチャの統一的モデルや設計方法が確立しているとは言えない.

3. IoT アーキテクチャ研究開発の現状

表 1 に示す主要な IoT アーキテクチャを概観する.

3.1. IoT アーキテクチャ

いわゆる IoT アーキテクチャは多数提案されている[7]. その中で、IoT ARM (Architecture Reference Model) は IoT A プロジェクトにより 2013 年に提案された[2]. サービス指向を基礎とし、ドメインの多様性に対応するためドメイン参照モデルも定義している. また、各国標準化団体が連携した oneM2M もゲートウェアを介して協調する 3 層アーキテクチャを提案している[9].

3.2. エンタープライズ IoT と AIA (Asset Integration Architecture)

エンタープライズ IoT (E IoT と略記)は Bosch を中心とするグループにより提案された、IoT とエンタープライズを統合するモデルとそれを実現する技術である[10]. EIoT を実現するアーキテクチャとして 4 層の AIA を提

表 1 主要 IoT アーキテクチャ

提案組織	Cisco	ETSI	IoT A	oneM2M	E IoT	I 4.0	IIC
アーキテクチャ	Fog C.	MEC	IoT ARM	(機能)	AIA	RAMI4.0	IIRA
提案年[文献]	2012[3]	2016(予定)[4]	2013[2]	2014[9]	2015[10]	2015[13]	2015[5]
分散性	Y	Y	—	Y	Y	Y	Y
非均質性	Y	Y	Y	Y	Y	部品化	Y
スケーラビリティ	Y(Local)	—	—	—	Y	Y	Y
相互運用性	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
低遅延性	Y	—	N	—	Y	Y	Y
セキュリティ	Y	—	Y	Y	Y	Y	Y
メッセージ	REST	(SDN)	REST	REST	REST/ MQTT	(通信層)	REST/ MQTT
エッジ/GW	エッジ	Y(基地局)	N	GW	GW	N	エッジ
階層構造	—	Y(3)	Y(3/6)	Y(3)	Y(4/5)	Y(5)	Y(4)

* 南山大学理工学部ソフトウェア工学科, Nanzan University

案している。

3.3. RAMI (Reference Architectural Model Industrie) 4.0

RAMI4.0 は Industrie 4.0 を実現するプラットフォームのアーキテクチャ参照モデルとしてドイツの業界団体により提案された[13]。製造業を主たるドメインとすることから、IEC62264 などをもその基礎としている。

3.4. IIRA (Industry Internet Reference Architecture)

IIRA は Industry Internet Consortium が提唱するエンタープライズシステムのアーキテクチャ参照モデルである[5]。

3.5. エッジ/フォグコンピューティング

エッジコンピューティングとフォグコンピューティングは、いずれも、従来のクラウドコンピューティングに対して、IoT を制御する上での遅延などの問題を解決するためにクラウドを補完するアーキテクチャとしてエッジにサービスを分散するアーキテクチャ群である。

フォグコンピューティングは Cisco が提案した[3]。

MEC (Mobile Edge Computing) はモバイルサービスを提供するエッジコンピューティングの参照アーキテクチャとして ETSI が 2014 年から開発している[4]。

岡野原らは、ビッグデータの生成と消費がエッジ側で行われると考え、これをエッジヘビーコンピューティングと呼び、その概念に基づくプラットフォームのアーキテクチャを開発している[8]。

4. エッジ指向エンタープライズ IoT アーキテクチャのモデル

E IoT などではエッジや GW の重要性が認識されている。このようなアーキテクチャの共通モデルとしてエッジでのサービス提供とエンタープライズ利用を目的とする IoT アーキテクチャをエッジ指向エンタープライズ IoT アーキテクチャ(E2IoT)と呼ぶこととする。E2IoT のモデルと 3 つのアーキテクチャ例を図 1 に示す。

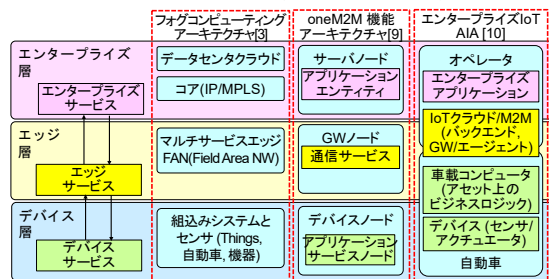


図 1 E2IoT のモデル

E2IoT は、クラウドと連携する IoT アーキテクチャの、次のような課題の解決を目的とする。

- (1) スケーラビリティ: 大量のセンサなどからのデータ

処理や管理などのスケーラビリティの実現

- (2) リアルタイム性などの、QoS/SLA の保証
- (3) エッジにおける大量データのフィルタリングやアグリゲーションによるデータ処理効率化や価値発見、セキュリティ/プライバシー保護
- (4) エッジ内の端末などの間のサービス連携の実現

5. エッジ指向エンタープライズ IoT アーキテクチャの課題

エッジ指向エンタープライズアーキテクチャの実現には、上記のような解決を期待される課題に加え、次のような、新たな課題も提起されている。

- (1) エッジの定義とアーキテクチャモデル
エッジそのものが多様であり、その定義とアーキテクチャのモデル化、設計方法。
- (2) システムとその管理の複雑度の増大
- (3) 自動車などの移動体へのコンテキストウェアサービス提供などの動的コンテキストへの対応[1]

6. まとめ

本稿で議論したエッジ指向エンタープライズ IoT アーキテクチャは、エンタープライズシステムに留まらず、社会全体の変革の基礎となると考えられる[6, 12]。本稿で提起した課題の研究開発が求められている。

参考文献

- [1] M. Aoyama, Software Engineering for the Connected Automobiles: Opportunities and Challenges, *Proc. of COMPSAC 2015*, IEEE Computer Society, Jul. 2015, p. 1.
- [2] A. Bassi, et al. (eds.), *Enabling Things to Talk*, Springer, 2013.
- [3] F. Bonomi, et al., Fog Computing and Its Role in the Internet of Things, *Proc. MCC '12*, ACM, Aug. 2012, pp. 13-16.
- [4] ETSI, Mobile-Edge Computing, White Paper, Sep. 2014.
- [5] Industry Internet Consortium, *Industry Internet Reference Architecture*, Ver. 1.7, Jun. 2015, <http://www.iiconsortium.org/IIRA.htm>.
- [6] JST, 情報科学技術がもたらす社会変革への展望-*REALITY 2.0* の世界がもたらす革新-, CRDS-FY2015-XR-05, Dec. 2015.
- [7] R. Minerva, et al., *Toward a Definition of the Internet of the Things (IoT)*, Rev. 1, IEEE, May 2015
- [8] 岡野原 大輔, 今後 10 年の情報処理アーキテクチャーを語る, *日経エレクトロニクス*, 2015 年 5 月号, pp. 95-105.
- [9] oneM2M, *Functional Architecture*, TS-001-V1.6.1, Jan. 2015.
- [10] D. Slama, et al. (eds.), *Enterprise IoT*, O'Reilly, 2015.
- [11] J. A. Stankovic, Research Directions for the Internet of Things, *IEEE IoT J.*, Vol. 1, No. 1, Feb. 2014, pp. 3-9.
- [12] O. Vermesan, et al. (eds.), *Building the Hyperconnected Society*, River Pub. 2015.
- [13] ZVEI, *Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0)*, Jul. 2015, [http://www.zvei.org/en/ subjects/Industry-40/](http://www.zvei.org/en/subjects/Industry-40/).