JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	Internet of Thingsを対象とした大規模実証実験環境構築に関する研究
Author(s)	岩橋，紘司
Citation	
Issue Date	2015-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/12664
Rights	
Description	Supervisor:篠田陽一，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

Internet of Thingsを対象とした
大規模実証実験環境構築に関する研究

岩橋 紘司 (1210011)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2015 年 2 月 12 日

キーワード: Internet of Things, テストベッド, 大規模実証実験.

x86、SPARC、Power などのサーバ用途またはデスクトップ用途のアーキテクチャで構成された、一般的な計算機以外の「モノ」をインターネットに接続し、情報収集や機器制御を行う、Internet of Things(モノのインターネット、IoT) が実現可能となりつつある。IoT を実現可能にしつつある要素技術は様々あるが、小型プロセッサや低消費電力の無線通信方式の発展が主な背景である。IoT で用いられるセンサやアクチュエータなど、限定的な機能を提供するための限定的な計算リソースを有する計算機を、一般的な計算機と区別して IoT デバイスと呼ぶ。IoT のネットワークシステムは、ワイヤレスセンサネットワークをはじめ、IoT デバイスを大規模に分散配置するネットワークシステムである。このようなネットワークシステムは、システムの展開後に、IoT デバイスの回収を伴うシステムの更改が難しい。そのため、他のネットワークシステムと同様かそれ以上に、システム展開前の段階における十分な検証が重要である。IoT の実証実験の要件は、自由なネットワーク構成、異なる計算機アーキテクチャの混在、通信メディアの混在、物理的な諸要素の制御を行う機構である。さらに、大規模実証実験においては、これらに併せてスケーラビリティも要件である。IoT のネットワークシステムの検証を行うための既存手法は 2 つに大別出来る。一つは、実際に用いる IoT デバイスを拠点に集約したテストベッドを用いる手法である。この手法の場合、拠点の空間的制約があり、集約出来る IoT デバイス数や無線通信を実験する空間の大きさに限界がある。もう一つは、IoT デバイスを模倣し、シミュレータ上のネットワークに配置することで、IoT デバイスによるネットワークをシミュレーションする手法である。シミュレータの実装にもよるが、シミュレーションを行う計算機の性能に制約を受ける。また、シミュレータ外部のネットワークとの通信も限定される。どちらの既存手法においても、前掲の要件を十分に満足することは難しい。特に、大規模実証実験を行う場合、実験の規模の拡大が困難である。

ネットワークシステムの実証実験を行うための施設としてテストベッドが存在する。テストベッドには、インターネットを利用したテストベッドと、インターネットから独立し

Copyright © 2015 by Iwahashi Kouji

たテストベッドの 2 種類が存在する。IoT のネットワークシステムにおいては、無線通信の品質が重要なパラメタとなる。パラメタの制御を行うためには、外乱の排除が必要である。したがって、刻々と変化するインターネットの通信品質の影響を受けないインターネットから独立したテストベッドが望ましい。StarBED 型テストベッドはインターネットから独立した実験ネットワークを有するテストベッドである。インターネットや他の実験者のネットワークから独立した実験ネットワークを利用することで、通信品質に対する外乱を排除することができる。しかし、StarBED 型テストベッドは一般的な計算機による実験ノードと有線のネットワークで構築された計算機クラスタである。そのため、一般的な計算機と異なるアーキテクチャで実装された IoT デバイスのアプリケーションをそのまま実行することが出来ない。また、有線のネットワークにおいて無線ネットワークの技術をそのまま利用することはできない。

本研究は、StarBED 型テストベッドを用いて IoT を対象とした大規模実証実験環境を構築するためのフレームワーク Generic Utilization of Assorted Networking (GUAN) を提案した。GUAN の設計において、2 つの構成要素を取り入れる必要があった。一つは、StarBED 型テストベッドにおいて IoT デバイスのアプリケーションを対象にした実験を可能にするための構成要素である。そのため、IoT デバイスで動作するアプリケーションを一般的な計算機上で実行可能にする IoT デバイスの模倣手法を仮想 IoT デバイスを定義し、フレームワークの中心に据えた。仮想 IoT デバイスを用いることで、StarBED 型テストベッドにおいて IoT デバイスで動作するアプリケーションの実証実験が可能となった。もう一つは、有線のネットワーク環境において、無線通信プロトコルによる通信を扱う構成要素である。GUAN は、仮想 IoT デバイスのインタフェース調整と通信の中継を行うフレームワークであり、仮想 IoT デバイスが出力するフレームを中継する。このため、無線通信プロトコルによるフレームも有線のネットワーク環境で扱うことができる。さらに、通信を中継する際に無線通信の品質変化を模倣することによって、擬似的に作り出した無線ネットワークにおいて仮想 IoT デバイスを通信させることができる。StarBED 型テストベッドにおいては、無線通信の品質変化を模倣する手法が研究開発されている。無線ネットワークエミュレータの Meteor はデータリンク層で動作するため、通信メディアの混在を要件とする IoT の実証実験においても有用である。したがって、これらの構成要素を取り入れた設計をすることで、通信品質の模倣も含めたネットワーク実験が可能となるフレームワークを実現した。

GUAN に基いて実験を行うために、仮想 IoT デバイスとアプリケーション、一意な識別子を有する仮想 IoT デバイスを大量に生成する機構、仮想 IoT デバイスの統一的な制御を行う機構、仮想 IoT デバイスの通信を中継する機構を実装した。これらを用いて StarBED において実験を行った。実験の結果から、複数の計算機を用いて実験規模を自由に拡大するという、本研究における提案の基本概念を実証した。その結果、GUAN は IoT の大規模実証実験において有用なフレームワークであると結論づけた。

既存の IoT の実証実験手法では、大規模実証実験を行うための規模の拡大が困難であっ

た。本研究は、複数の計算機と仮想 IoT デバイスを用いて、より大規模な IoT の実証実験を行うフレームワークを提案し、実験を行い実証した。また、IoT の大規模実証実験における自由なネットワーク構成、計算機アーキテクチャの混在、通信メディアの混在、スケーラビリティの各要件に関して、GUAN は満たしていると結論づけた。この成果は、既存の IoT デバイスを集約するテストベッドや 1 台の計算機の上で実行するシミュレータでは困難であった実証実験の規模の拡大を容易にする。これによって、複数のネットワークシステムが協調動作するような多数の IoT デバイスによるネットワークシステムの実証実験が可能となり、IoT の研究開発に寄与する。