

IoT サービス用シームレスプラットフォームシステムの基礎研究

[研究代表者] 内藤克浩 (情報科学部情報科学科)

[共同研究者] 鈴木秀和 ((株)モビリン)

研究成果の概要

モノのインターネットである IoT(Internet of Things)では、一般的なインターネット接続技術を使うことを想定していることが多いが、既存のインターネットには IoT 機器に対する接続性に大きな課題が残されており、IoT 機器を遠方から操作する際に大きな支障が発生する。また、IoT 機器が連携動作するためには、IoT 機器が直接通信を行うことが効率がよい。しかし、接続される場所が未知の IoT 機器を一般的な利用者が管理することは困難であり、IoT 機器をネットワーク上で探し出すための枠組みが必要である。さらに、新たなプロトコルである IPv6 を併用する場合には、プロトコル間の接続性の課題が発生する。

本研究では、IoT 機器間の通信接続性を実現するための要素技術として、特に多数の IoT 機器を包括的に管理可能な規模拡張性を持つプラットフォームシステムの研究を実施した。具体的には、IoT 機器を管理するとともに、IoT 機器間の通信を成立させるための通信プロトコルを設計し、提案通信プロトコルを前提としたクラウドサービスについて新たに設計を行い、プロトタイプ実装を行った。プロトタイプ実装では、多数の IoT 機器を効率的に管理する必要がある。IoT 機器の管理及び通信制御のメッセージサイズは小さいことから、一般的な Web サーバーなどで利用されるような通信機器ごとにクラウド側プログラムが通信処理を実施するのではなく、メッセージが届くごとに、リソースに余裕があるワーカープログラムが通信処理を行う設計とすることにより、包括する IoT 機器数の増加に対して、ワーカープログラムの増加により対処可能な実装を実現した。基礎評価により、一般的なクラウドにおいて、10 万端末を超える IoT 機器を管理可能であることを確認した。

研究分野： モバイルネットワーク

キーワード： IoT, イターネット, 通信プロトコル, NAT 越え, シームレスモビリティ

1. 研究開始当初の背景

IoT(Internet of Things)はモノのインターネットと呼ばれており、マイコンデバイスとネットワークの普及により近年着目されている。IoT を利用したサービスとしては、車のリモートメンテナンス、ホームオートメーションなどのサービスが始まりつつある。

IoT が想定する通信手段の多くは一般的なインターネット接続であるが、インターネットには利用している通信プロトコルの都合から、いくつかの課題が残されている。大きな課題の一つが、多くの家庭・企業において導入されている NAT(Network

Address Port Translation)と呼ばれる技術である。NAPT を導入しているネットワークでは、インターネット側から NAT 配下のネットワーク機器にアクセスが不可能となり、IoT 機器を遠方から操作するなど大きな支障が発生する。つぎに、IoT 機器が互いに通信を行うことにより連携したサービスを提供する場合には、互いの IoT 機器のネットワークを通して通信するための位置情報を把握する必要がある。しかしながら、既存のインターネットでは、接続される場所が未知の IoT 機器を一般的な利用者が管理することは困難であり、IoT 機器をネットワーク上で探し出すための枠組みが必要である。さらに、近年のインターネットでは、新しいプロトコルである IP(Internet Protocol) Ver. 6 が普及を始めている。

しかし、現在主流である IPv4 との互換性がないため、IPv4 と IPv6 間の相互接続を行うための通信技術も将来的には必要不可欠である。

2. 研究の目的

本研究では、IoT 機器間の通信接続性を実現するための要素技術として、特に多数の IoT 機器を包括的に管理可能な規模拡張性を持つプラットフォームシステムの研究を実施した。本年度は、昨年度に検討した通信プロトコルを前提としたクラウドサービスについて新たに設計を行い、プロトタイプ実装を行った。

3. 研究の方法

(1) 通信プロトコルの設計

IoT 機器のセキュリティに関する注目は、近年の不正アクセスなどの増加に伴い、ますます強くなっている。一般に IoT 機器などの場合、ユーザーID とパスワードなどの認証方法は実用的な課題があるため、本研究ではデジタル証明書を用いる認証方法を採用する。

提案システムを実現するためには、IoT 機器の認証機構、IoT 機器のネットワーク接続状態監視機構、IoT 機器間の通信を成立させる通信制御機構、IoT 機器間の実データの転送を行う通信機構が必要不可欠である。本研究では、図1に示す通信シグナリングを設計することにより、上記の必要要素を実現する。図1はIoT機器の双方がグローバルIPアドレスを利用している場合の通信シグナリングである。まず、双方のIoT機器はデジタル証明書を利用することにより、認証サーバーであるASにアクセスし、ログイン処理を行う。ログイン処理により、IoT機器は提案プラットフォームへの参加処理を行う。この処理を通して、IoT機器とクラウド間で利用する通信用暗号鍵などの設定が終えられる。次に、IoT機器は自身のネットワーク接続情報をネットワーク接続状態監視機構であるNMSに送信することにより、ネットワークの接続情報の登録を行う。この処理により、NMSは各IoT機器がどのようなネットワークに接続されているのかを把握することが可

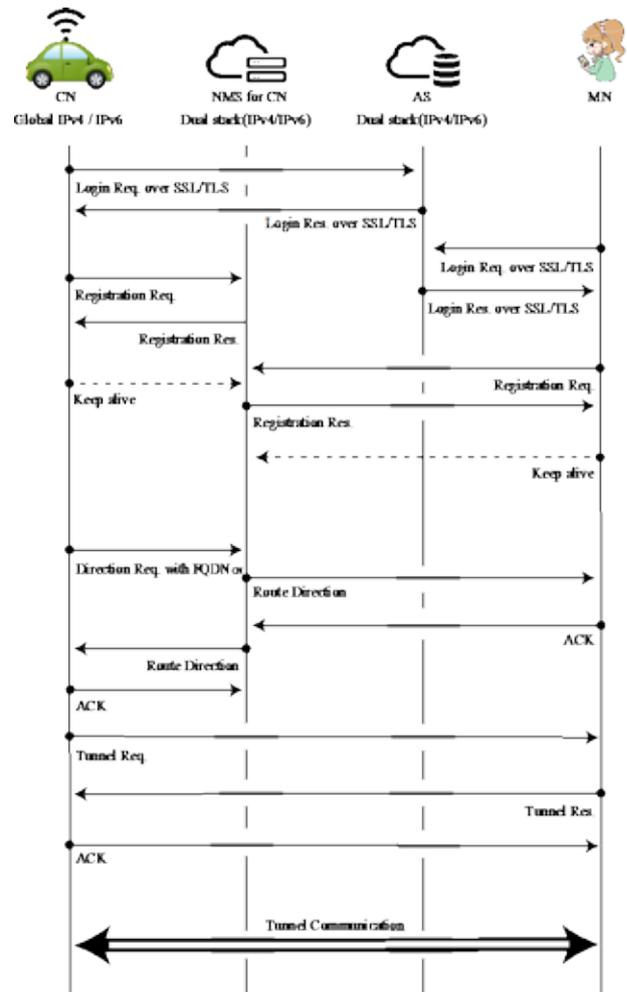


図1 通信シグナリング

能となる。次に、IoT機器が相互通信する場合、NMSが双方のIoT機器のネットワーク接続情報に応じた通信手順を双方のIoT機器に指示することにより、IoT機器が互いにメッセージを交換し、直接通信を開始する。なお、直接通信には、個別の通信用暗号鍵が準備されるため、クラウドが相互通信に関与はしているが、IoT機器間の相互通信安全性は保証されている。

(2) プロトタイプ実装

本研究で想定するIoT機器は、一般に通信頻度は高くはないが、PCなどと比較すると膨大な数の機器がネットワークに接続されることが予想される。そのため、クラウドサービスは特定の端末は散発的な通信しか行わないが、端末全体では多数の通信が発生する状況を想定した処理手法を考える必要がある。クラウドサービスによくある実装形態では、

リクエストをうけるメインスレッドが稼働した上で、リクエストが到着するたびに、そのリクエストを処理する専用のサブスレッドを随時起動することが多い。このような実装では、リクエストの到着時に新たなスレッド生成処理が実行されるため、スレッド生成のオーバーヘッドが多くなる。一方、起動されたスレッドは到着リクエストの処理が終了するまで一連の処理を行うことから、柔軟なサービス実装が容易に実現可能である。

本研究では、各スレッドが各端末を専属で処理を行う場合、シグナリング処理中に待機処理が多数発生し、過剰な計算資源の確保に繋がる可能性を考え、図2に示すシステム構成に基づいたクラウドのプロトタイプ開発を行った。開発システムでは、リクエストを受信するメインスレッドが起動した後は、到着リクエストのみを処理するワーカースレッドを準備する。このワーカースレッドは到着リクエストに対する処理を行ったのち、スレッド処理を停止するか別の到着リクエストの処理を行う。このような処理を行うことにより、通信待機に伴い、計算資源を長期間確保することを防ぐことが可能となる。

4. 研究成果

プロトタイプ実装の性能評価を行うため、表1に示すLinux環境上にクラウドサービス環境を構築し、端末からのリクエスト数を変化させた場合の処理遅延を測定した。ASは認証サービスであり、NMSは通信制御サービスである。図3より、毎秒の到着リクエスト数を増加させることにより、処理遅延はなだらかに増加していくことが確認されるが、処理遅延は30ms以下と小さく、サービスを実現する上では、大きな支障にはならないことが確認された。なお、IoT機器が30分に1回通信を行う条件を想定した場合、毎秒100トランザクションは、18万台のIoT機器が接続されている状況を想定していることになる。つまり、プロトタイプ実装は10万台を超えるIoT機器を1台のクラウドサーバーで管理可能であることを示しており、提案する設計手法は有効であると考えられる。

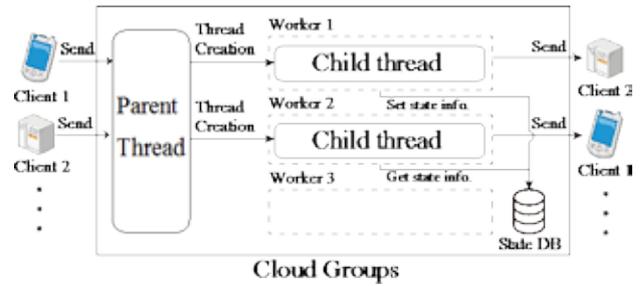


図2 クラウドのリクエスト処理モデル

表1 実験諸元

Host OS/ Guest OS	Ubuntu 18.04.4 LTS
Host CPU	Intel(R) Core(TM) i7-9700K CPU @ 3.60GHz 8cores
Host Memory	64GB
Host Software	Kernel-based Virtual Machine (KVM)
Guest CPU	Intel(R) Core(TM) i7-9700K CPU @ 3.60GHz 2cores
Guest Memory	4GB

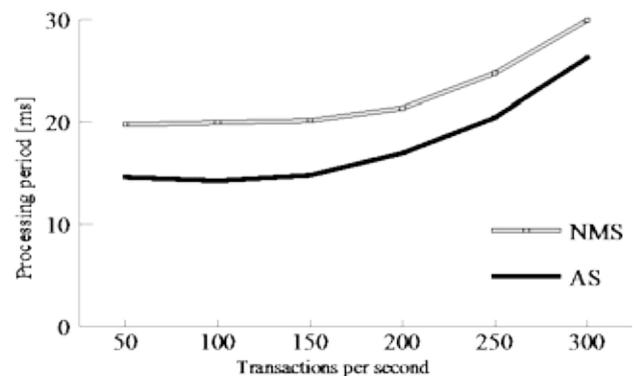


図3 クラウドの処理遅延

5. 本研究に関する発表

- (1) Katsuhiro Naito, Kohei Tanaka, Kensuke Tanaka, "CYPHONIC: Overlay Network Technology for Cyber Physical Communication," IMCIC 2019, March 2019.
- (2) Shuhei Isomura, Yuki Yamada, Taiki Yoshikawa, Kohei Tanaka, Katsuhiro Naito, "Proposal of management cloud software supporting multi-thread processing for overlay network protocol," RISP NCSP 2020, March 2020.