

IoTシステムでの機器とサーバの間の通信制御方式に関する研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学 公開日: 2020-11-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松田, 哲史 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/00027784

(課程博士・様式7) (Doctoral qualification by coursework, Form 7)

学位論文要旨

Abstract of Doctoral Thesis

専攻：情報科学

氏名：松田 哲史

論文題目：IoT システムでの機器とサーバの間の通信制御方式に関する研究

論文要旨：

近年、Internet of Things (IoT) と呼ばれる、サイバー空間と物理空間を融合するコンピューティングパラダイムが広がりつつある。IoT は、物理空間の機器から情報をサイバー空間に集積し、集積したデータの解析結果を物理空間にフィードバックするシステムである。

IoT を実現するシステム構成の一つに、非常に多くの機器をサーバにつなげるものがある。そうしたシステムでは、機器とサーバをつなぐネットワークに専用線ではなく公衆通信サービスを使うことが多くなる。本論文では、機器を公衆通信サービスに接続する二方式(ゲートウェイ装置[GW]を介して機器を接続、機器が直接接続)について、公衆通信サービス関連標準化団体が策定した IoT の標準規格 oneM2M が定義する通信に関わる 4 つの要件を満たす上での課題を検討し、以下の 2 つの課題に着目し対応する通信制御方式を開発した。

- (1) GW を介して複数機器を公衆通信サービスに接続する場合の通信品質確保
- (2) 各機器が直接公衆通信サービスに接続する場合の一例である、Mobile Crowdsensing (MCS)システムにおける公衆セルラ通信量削減

以下に、この 2 つについて説明する。

- (1) GW を介して複数機器を公衆通信サービスに接続する場合の通信品質確保

IoT におけるアプリケーション (App) の正常動作を担保する目的で、App の通信フローに対して、App が必要とする通信帯域 (必要帯域) を確保することが有用と考えられる。公衆通信サービスは多くの場合ベストエフォートサービスネットワークなので、GW を介してベストエフォートサービスネットワークで接続される 2 拠点間で複数の App が通信するシステムで、高優先フローに優先的に必要帯域を確保する通信制御手法が有用と考えた。GW が帯域確保のための帯域制御を行う既存方式では、GW 間通信に利用可能な帯域 (以下、利用可能帯域) の推定値 (以下、利用可能帯域推定値) に基づいて、GW がパケットスケジューラを用いて高優先フローの送信帯域を必要帯域にするように制御する。しかし、こうした制御では高優先フローの受信レートが必要帯域未滿となる可能性がある。本研究では、この問題を高優先通信帯域不足問題と名付け、高優先通信帯域不足問題の影響を軽減するために、集約トラフィックに対して GW が行う帯域制御方式を開発した。

- (2) MCS システムでの公衆セルラ通信量削減

多くの公衆セルラ通信サービスでは通信量が増えると通信費が増えるため、通信量が増えるとシステム運用費用が増える。この問題を解決するため、公衆セルラ通信サービスで

の通信量削減の課題に取り組むことは有用と考えられる。通信量削減方式はシステム毎に設計する必要があるため、今後普及が期待されるサービスの1つであるセンシングデータ提供サービスを、運用コストを抑えながら実現する方法であるリバースオークションを用いるMCSシステムを対象にした。

MCSにおけるセルラ通信量削減のための既存研究は、リバースオークションを用いるMCSでのサーバと移動端末間のセルラ通信量を削減する方法を示していない。そこで、本研究では、リバースオークションを用いるMCSを対象に、取得するセンシングデータの品質を下げることなくセルラ通信量を削減する通信制御方式を開発した。

開発した通信制御方式の概要は以下である。

(1) GWを介する通信で高優先通信帯域不足問題の影響を軽減する集約トラフィックの帯域制御方式

GWを介してベストエフォートサービスネットワークで接続される2拠点間で複数のアプリケーションが同時に通信を行う場合を対象に、高優先通信帯域不足問題の影響を軽減する集約トラフィックの帯域制御方式を開発した。この手法では、GWが2拠点間通信の利用可能帯域を推定し、得られた利用可能帯域推定値に基づきパケットスケジューラを用いて通信フロー毎の送信帯域制御を行う。そして、GWが利用可能帯域推定処理から得られる情報を用いて各通信フローの受信レートを推定し、優先度が高いフローに優先的にその必要帯域に対する不足量を補うようにフロー毎の割当送信帯域を制御することで高優先通信帯域不足問題の影響を軽減する。加えて、提案する帯域制御手法の評価で使用する利用可能帯域推定方式のために、利用可能帯域推定に必要な追加トラフィック量を従来手法より少なくできる利用可能帯域推定方式を開発した。

(2) リバースオークションを用いるMCSのセルラ通信量を削減する通信制御方式

移動端末がサーバに入札募集を問い合わせるPull型リバースオークションMCS（以下、Pull型RevAuc）を対象に、端末間直接通信(D2D通信)を用いてサーバと移動端末の間のセルラ通信量を削減する方式を開発した。この手法では、D2D通信で通信可能な1hop隣接端末の中から代表端末が自律的に立候補し、代表端末がサーバと1hop隣接端末間の通信をD2D通信で中継・集約することで、サーバと移動端末間のセルラ通信量を削減する。また、D2D通信を用いない既存のPull型RevAucとほぼ同じ場所と報酬でセンシングデータを収集可能とするうえで、D2D通信を利用することで生じる設計上の課題を明らかにし解決策を設計した。

本研究成果には以下の効果があると考えられる。高優先通信帯域不足問題の影響を軽減する帯域制御方式により、IoTシステムで広く用いられるGWで拠点間を接続するシステム構成において、高優先アプリケーションが正常に動作する可能性を高められる。Pull型RevAucのセルラ通信量を削減する通信制御方式により、今後需要が増加すると期待される、特定の場所の現状に関するセンシングデータを提供するサービスを実現するシステムにおいてシステムの運用コスト低減が可能となり、センシングデータ提供サービスの普及に役立つ。