

残バッテリー量を意識した無線LAN優先データ転送方式の提案

春日 博宇^{*1}, 栗林 伸一^{*2}

Battery-aware wireless LAN priority data transmission method

Hiroataka KASUGA^{*1} and Shin-ichi KURIBAYASHI^{*2}

(Received July. 25, 2011)

1. はじめに

ユビキタスネットワーク社会の進展に伴い移動端末の利用が従来よりも大幅に増加している。移動端末はバッテリーからの電力供給により駆動するものが多く、たまたま残バッテリー量がわずかになった場合には必要な通信が完結できない状況が起こり得る。この対策として、筆者らはバッテリー残量が一定値以下になった無線端末のデータ転送を“一時的に優先する”ことにより、同じ残バッテリー量でもより多くのデータを転送することが可能となる方式を提案した。⁽¹⁾ なお、バッテリー残量の少ない端末を一時的に優先することにより非優先端末の通信は一時的に遅くなるが、残バッテリー量に余裕があるため影響は一時的でかつ大きくないものと考えられる。

本論文は、IEEE 802.11ベース⁽²⁾の無線LANを前提に、残バッテリー量が少なくなった無線端末のデータ転送を一時的に優先する無線LAN優先転送方式案を提案し、各方式案の定性評価を行う。さらに、その中で有力な優先転送方式(アダプタ方式)の優先転送実現法とその有効性を明らかにする。なお、本速報は2010年度成蹊大学理工学部卒業研究論文⁽⁶⁾の一部をとりまとめたものである。

2. 残バッテリー量を考慮した無線LAN優先転送方式

2.1 無線LANの優先転送方式案

IEEE 802.11ベースの無線LANを前提に、端末バッテリー残量が一定値以下になった無線端末のデータ転送を一時的に優先する方式案を以下に示す。

案1: IEEE 802.11eのEDCA方式⁽³⁾を

拡張し、残バッテリー量が少なくなった端末の通信をクラス1または新設クラス(例えば、クラス1とクラス2の間)に含める。これは文献(1)で提案した方式と同じものである。図1にそのイメージを示す。

案2: 図2に示すように無線LANアクセスポイント(AP)に外付した「アダプタ」において、残バッテリー量が少なくなった端末のデータ転送を優先、それ以外を非優先とする。この方式は、TCPウィンドウ制御などの上位レイヤフロー制御の使用を前提とし、優先端末の packets 転送が速くなるとその分ウィンドウの回転も速くなり、その結果優先端末の通信速度も速くなることが期待できる。

案3: 図3に示すように無線LANのAPを通常用と優先用の2つ準備し、優先用APの通信を優先する。通常端末は通常APにアクセスするが、残バッテリー量が一定値以下になった時点で優先用APに通信を切り替える。そして、案2と同様に、外付したアダプタにおいて優先用APからの packets を優先転送する。

案4: 案2の類似案として、外付したアダプタがバッテリー量の少なくなった端末以外のTCPのふくそうウィンドウサイズや広告ウィンドウサイズを小さくするなど制御を実施する(文献(5)など参照のこと)。

2.2 無線LAN優先転送方式案の定性評価

上記2.1節で提案した優先転送方式の比較評価を以下に示す。

1) 既存システムへの影響

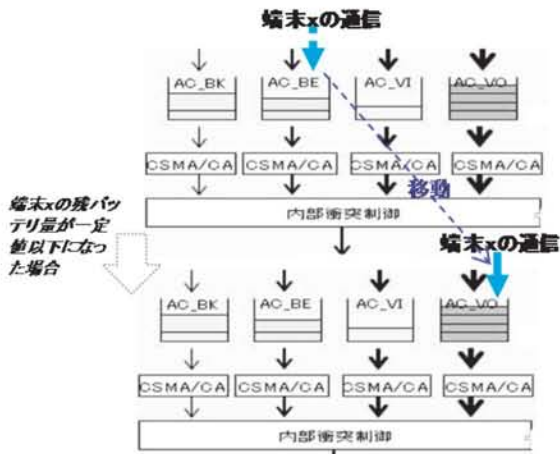
案1はEDCA方式を拡張するため、既存システムの置き換えを必要とし影響が大きい。案2、案3および案4は既存無線LANシステムをそのまま流用し、外付けのアダプタだけで対応できる。

2) 優先効果

案1、案3は無線区間での優先も実現できるためUD

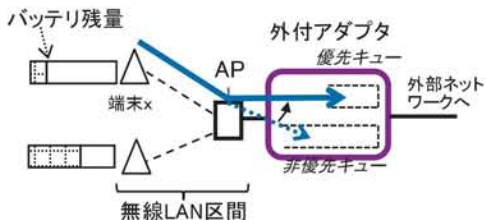
*1: 株式会社 日本システムワープ

*2: 情報科学科教授 (kuribayashi@st.seikei.ac.jp)



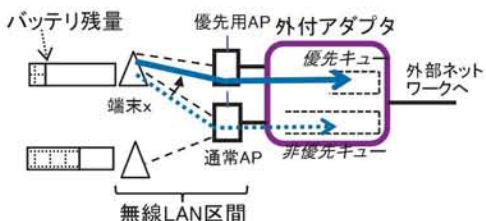
注) 端末xは通常ではBE (ベストエフォート) クラスであるが、残バッテリー量が一定値以下になった時点で、例えばVO (音声) と同じクラスで処理。新たなクラスをVOとVIの間に作り、そこで処理する案も考えられる。

図1. 案1 (EDCA拡張) のイメージ



注) 端末xは通常では非優先キューで処理されるが、残バッテリー量が一定値以下になった時点で優先キューで処理

図2. 案2 (アダプタ方式) のイメージ



注) 端末xは通常では通常AP経由で転送されるが、残バッテリー量が一定値以下になった時点で優先AP経由で転送

図3. 案3 (AP分離方式) のイメージ

Pトラフィックも含め、優先を確実に制御しやすい。一方、案2と案4は無線区間での優先は実施せず、上位レイヤのフロー制御による転送速度調整に依存するため、優先を確実に制御しにくい。

3) 設備効率

案3はAPを必ず2つ以上準備する必要があるため、案1、案2、案4などに比べ設備効率が悪化する。最悪1つのAPは使用されない状況となる。

想定している状況では正確な優先処理は求められないため、上記1) を無視してまで実現する必要はないと考える。また、経済性の観点から設備効率も重視する必要

がある。そのため、案2か案4が望ましいと考えられる。

3章では案2 (以後、アダプタ方式) の優先転送実現法と有効性を評価する。

3. アダプタ方式の評価

3.1 優先転送の実現法

アダプタ方式を実現するシステム構成例を図4に示す。

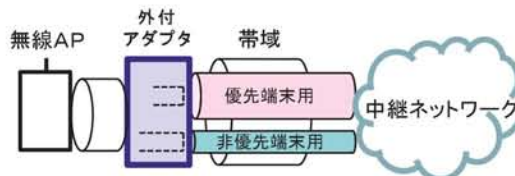


図4. 案2のアダプタにおける帯域割り当てイメージ

無線端末は自バッテリーの残量が一定値以下になった時点で、アダプタに通知を送る。アダプタ内では、通知を受けた端末 (複数の場合もある) からの送信データとそれ以外の端末からの受信データをそれぞれ優先キューと非優先キューに接続する。そして、非優先キューに対する割り当て帯域を制限し、その分優先キューに対する割り当て帯域を増やす。

優先端末の通信速度をどこまで上げることができるのかは電波状況や他の端末との兼ね合いなどにより決まる。そのため、今回は非優先端末向け帯域の制限はだんだんと増やしていき (その分優先端末用の帯域はだんだんと増加)、優先端末の通信速度がそれ以上増加しなくなった時点でストップするものとする。また、優先する端末の通信が終わると共に帯域制限も解除する。

3.2 評価

3.1節で提案したシステム構成を内製し、通信速度を評価した。なお、この評価は以下を前提に実施した。

- 無線端末はA, Bの2台とし、端末Aの残バッテリー量が一定量以下になった状態、つまり、端末Aを優先することを想定。
- 端末Aと端末Bはそれぞれ10Mバイトのデータを同時に送信し、通信速度を計5回測定した平均値を求める。

表1に示す評価結果例では、優先する端末Aの通信速度が優先しない端末の2.7倍になっており、優先効果 (つまり、通信速度が速くなり転送できるデータ量が増加) が期待できることがわかる。

表 1 案 2 を用いた通信速度評価結果

端末	平均通信速度（正規化した値）
A（優先）	2.7
B（帯域制限）	1

4. むすび

バッテリー残量が一定値以下になった無線端末のデータ転送を“一時的に優先する”ことにより、同じ残バッテリー量でもより多くのデータを転送することが可能となる方式とその有効性を明らかにした。今回の評価は基本的なものであり、帯域制限を増やす最適タイミングを含む提案方式の詳細評価を今後行う必要がある。また、無線区間だけでなくサーバや中継ネットワークを含めたトータルの優先方式、ならびにストリーミング配信への適用⁽⁴⁾を検討する必要がある。

参考文献

- [1] 栗林, 長名, “エンドシステム、ネットワークおよび電力網の連携による I C T 総体の電力使用量ならびに発電量の削減法”, 電子情報通信学会 ICM 研究会 ICM2009-47 (2010.3)
- [2] IEEE802.11 Wireless Local Area Networks
<http://grouper.ieee.org/groups/802/11/>
- [3] IEEE Std.802.11e-2005, Nov. 2005.
- [4] 栗林, 森下, 柳本, 田邊, “無線 LAN におけるストリーミング配信向け優先制御方式の提案”, 2005 年電子情報通信学会総合大会 B-7-83(2005.3)
- [5] 井尻他, “TCP ウィンドウのクロスレイヤ制御による無線 LAN の通信品質改善”, 電子情報通信学会 CQ 研究会 CQ2010-31 (2010.7)
- [6] 春日, “端末の残バッテリー量を意識した無線 LAN 通信アクセス方式”, 2010 年度 成蹊大学・理工学部卒業研究論文.