

# VoIPのための再送回数を用いたハンドオーバ管理手法の性能評価

Performance Evaluation of Handover Management based upon the Number of Retries for VoIP in WLANs

榎原 茂<sup>1</sup>  
Shigeru Kashihara

塚本 和也<sup>2</sup>  
Kazuya Tsukamoto

尾家 祐二<sup>1</sup>  
Yuji Oie

九州工業大学 情報工学部 電子情報工学科<sup>1</sup>

Department of Computer Science and Electronics, Kyushu Institute of Technology

九州工業大学 情報工学研究科 情報システム専攻<sup>2</sup>

Graduate School of Computer Science and System Engineering, Kyushu Institute of Technology

## 1 はじめに

今後、WLANを使用したホットスポットが更に急速に増加し、互いにオーバーラップしていくことで、ユーザがいつでもインターネットに接続できるユビキタス環境が実現すると考えられる。ユビキタス環境では、VoIPのようなリアルタイム通信が最も顕著な利用形態となる。しかし、このようなリアルタイム通信はホットスポット間をハンドオーバするときにパケットロスの影響を受けやすく、通信品質を維持することが非常に困難である。

この問題を解決するために、我々は[1]においてWLANの再送回数を用いたハンドオーバ管理手法の提案を行った。しかし、[1]では実環境のようにモバイルノード(MN)が複数存在するときにおける性能評価は行われておらず、提案方式の詳細な評価が行われていない。そこで、本論文では実環境と同様にMNが複数存在する場合における、ハンドオーバ管理手法の性能評価を行う。

## 2 ハンドオーバ管理手法の概要

ハンドオーバ管理手法について簡単に説明する。MNは2つのWLANインタフェース(IF1, IF2)を搭載していると仮定する。提案方式では、WLANにおけるデータフレームの再送回数をトランスポート層のHandover Manager(HM)に通知し、通知された再送回数によってHMがハンドオーバを制御する。HMは各WLANインタフェースの再送回数を記録するためのパラメタとしてRet\_IF1とRet\_IF2を保持する。もし、IF1での通信中にRet\_IF1の値がマルチパス転送に切り替えるための閾値であるMulti-Path Threshold(MPT)を超えた場合、パケットロスによる通信品質の劣化を防ぐためにIF1とIF2に同じパケットを送信する(マルチパス転送)。しかし、マルチパス転送中は2つのWLANに対して同じデータを送信することになるため、ネットワークに通常の2倍の負荷を与えることになる。そこで、HMはシングルパス転送に戻すために、各WLANの安定度を測定するための指標として、各WLANインタフェースに対するStability Counter(SC\_IF1, SC\_IF2)を作動させる。SCはマルチパス転送中に再送無しでパケットを連続して送信する度に1増加される(途中、再送が発生した場合は0にリセットされる)。このSC\_IF2の値がシングルパスに戻すための閾値であるSingle-Path Threshold(SPT)を超えた場合、HMはIF2のWLANは安定していると判断し、IF2を用いたシングルパス転送に戻す。つまり、提案方式ではシングルパス転送とマルチパス転送を使い

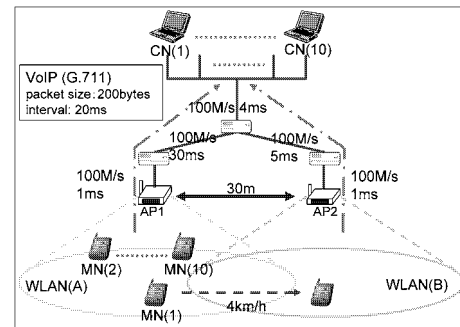


図1 シミュレーションモデル

分けながらハンドオーバを行う。

## 3 シミュレーション実験

2で説明したハンドオーバ管理手法を複数のMNが存在する環境に用いた際の性能評価を行う。

### 3.1 シミュレーションモデル

図1に示すように、WLAN(A)にのみ10台のVoIP通信を行っているMNが接続している環境においてシミュレーションを行う。また、MN(1)はWLANのインタフェースを2つ保持し、WLAN(A)からWLAN(B)へ移動する。シミュレーションでは異なるドメインのWLAN間の移動を想定しているため、WLAN(A)からCNとWLAN(B)からCNの遅延は異なる。

### 3.2 シミュレーション結果

MN(1)のハンドオーバ時のパケットロス率、及びマルチパス転送によるネットワーク負荷について考察する。また、提案方式ではMPTとSPTの2つの閾値を使用するため、VoIPが要求するパケットロス率(3%以下)を満たすようにパラメタ調整も行う。

#### 3.2.1 パケットロス

図2にMN(1)がWLAN(A)からWLAN(B)へ移動した際のパケットロス率を示す。MPTが3,4のときVoIPが要求するパケットロス率を満たし、かつ2%以下である。これら以外の値ではパケットロス率が増加し、VoIPが要求するパケットロス率を満たせなくなる。

MPTによるパケットロス率の増加の原因について説明する。図3にハンドオーバ時の平均パケットロス発生回数を示す。MPTが1に設定された場合、MNは再送が発生するとすぐにマルチパス転送を行う。WLAN(B)では、CNまでの遅延がWLAN(A)より小さく、かつ複数のMNによる送信権獲得に要する時間が必要ないため、マルチパス転送直後にWLAN(B)から送信したパケット

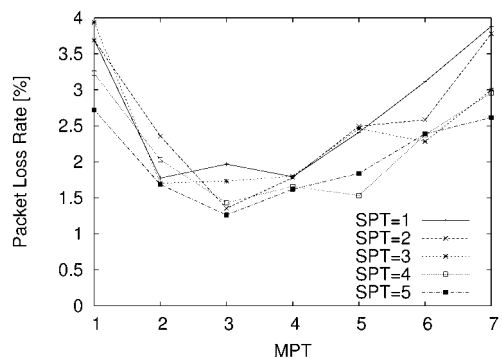


図2 ハンドオーバー時におけるパケットロス率

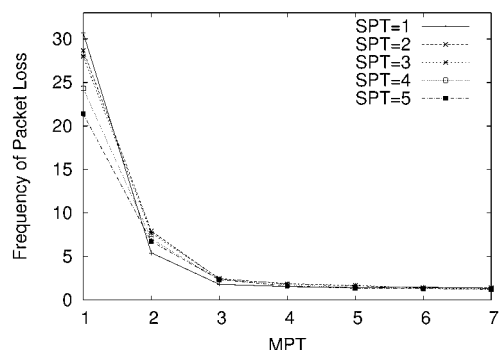


図3 ハンドオーバー時の平均パケットロス発生回数

はWLAN(A)からマルチパス転送の直前に送信したパケットよりも早くCNへ到着する。その結果、WLAN(A)からマルチパス転送の直前に送信したパケットはロスしてしまう。一方、MPTを7に設定した場合、無線リンクを11(MN\*10+AP)台で共有し、かつ再送が7回に達するまでマルチパス転送を行わないため、1パケットの転送時間がアプリケーションからのパケット到着間隔よりも長くなり、インタフェースキューにパケットが溜まりやすくなる。これに加え、マルチパス転送を行った際に、WLAN(B)から送信したパケットがWLAN(A)のインタフェースキューに溜まったパケットよりも早くCNに到着し、バースト的にパケットロスが発生する。したがって、MPTが小さいときは連続パケットロス数は少ないがパケットロスの発生回数が増加する。一方、MPTが大きいときには発生回数は少ないが連続パケットロス数が増加するためパケットロス率が増加する。

WLANではバースト的なパケットロスが発生しやすい上、VoIPはランダムなパケットロスよりも通信品質が劣化しやすい[2]ため、ハンドオーバー時に発生する連続パケットロス数も考慮する必要がある。図4にMPTが3,4のときの連続パケットロス数の分布を示す。図4より、MPT=3はMPT=4に比べて、連続パケットロス数が小さいことがわかる。ゆえにMPTは3が適切であるといえる。また、SPTが1の時に比べ2以上のときは連続パケットロス数が減少している。以上より、MPTは3, SPTは2以上に設定することが適切である。

### 3.2.2 ネットワーク負荷

提案方式ではマルチパス転送を行うため、ネットワークに与える負荷が大きくなる。したがって、可能な限り

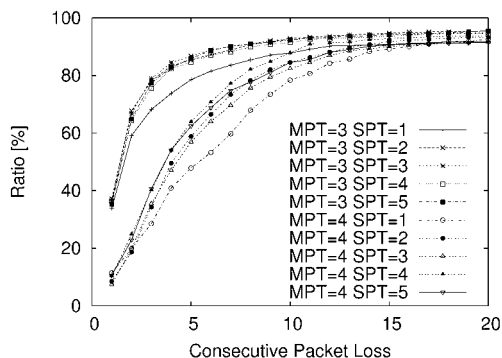


図4 ハンドオーバー時の連続パケットロス数の分布

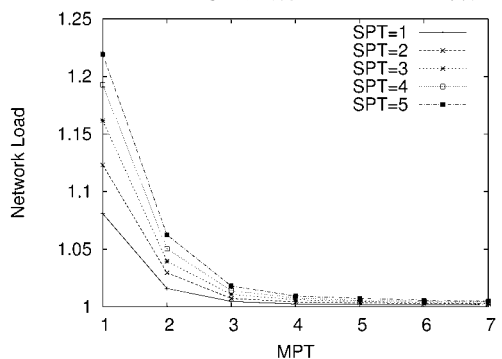


図5 ハンドオーバー時におけるネットワーク負荷

ネットワークへの負荷を減らす必要がある。図5にMNのハンドオーバー時におけるネットワーク負荷を示す。

図5から、MPTが小さく、SPTが大きいほどネットワークへの負荷が大きくなるのが分かる。したがって、3.2.1で示した値において、MPT=3, SPT=2のとき、ネットワークへの負荷は最も小さく(1.004倍(80\*1.004=80.32kb/s))なり、移動中のVoIP通信のパケットロスを防ぐためのネットワーク負荷としては十分受け入れられる値となる。

### 4 おわりに

本論文では、再送回数を用いたハンドオーバー管理手法の性能評価を行った。シミュレーション実験から、MPT, SPTの設定により、パケットロス率とネットワークへの負荷が変化するだけでなく、パケットロスの発生回数、及び連続パケットロス数も変化することを明らかにした。また、MPT=3, SPT=2と設定することで、提案方式がハンドオーバー時のVoIPの通信品質を維持するための手法として十分効果があることを明らかにした。

### 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会による科学研究費補助金(課題番号15200005)及び総務省の支援を受けている。ここに記して謝意を表す。

### 参考文献

- [1] 榎原 茂, 尾家 祐二, “無線LANにおける実時間通信のためのハンドオーバー管理手法,” 信学技報, IN2004-109, pp. 7-12, 2004年11月.
- [2] A. D. Clark, “Modeling the Effects of Burst Packet Loss and Recency on Subjective Voice Quality,” Proc. of IP-tel 2001 Workshop, pp. 123-127, April 2001.