

無線 LAN におけるセル制御システムに関する研究[Ⓞ]

3H-6

古坂 大地

慶應義塾大学 環境情報学部

徳田 英幸

慶應義塾大学 環境情報学部

1 はじめに

無線通信は、その設備構築の容易さや移動通信可能などの利点があり、近年、無線 Local Area Network(LAN) の標準規格が定められ、ISM (Industrial, Scientific and Medical) バンドにおいて無許可での運用が可能になったことからさらに普及してきた。しかし、マルチパスフェージング問題、CSMA/CA 通信方式などの無線媒体特有の性質により、無線 LAN による高品質な通信の実現には依然として多くの問題がある。

これらの技術的問題に対応するために、通信品質、通信効率等を改善するトラフィック制御技術の研究が盛んに行われている。[3] [4] [5]

無線通信では、セルと呼ばれる小さなエリアの集合によって広いサービスエリアが構成される。ひとつのセルをひとつの基地局が管理し、移動体は基地局を介して有線バックボーンに接続された通信サービスを利用する。移動体はセル間を移動しながら継続的にサービスを受けるためにローミングと呼ばれる技術を利用する。しかし、現在のローミングでは帯域利用が非効率的である。

本研究では、無線帯域の効率的な利用を実現するために基地局がセルの状態を管理制御することを目的とし、移動体と基地局が保持している情報について検討し、通信効率を改善するためのシステムを設計、提案する。本システムを利用することによって、図1のように一局に通信が集中することがなくなる。

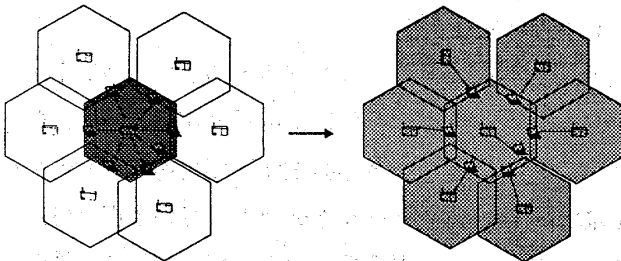


図 1: システムの改善点

2 既存のシステムの問題点

IEEE 802.11 の標準規格 [1] によって無線 LAN の帯域は 2Mbps もしくは 1Mbps と規定されている。この狭い帯域を多くの無線通信端末で共有すると、物理層の問題により著しく伝送速度が低下する。従って、移動体の分布がひとつの基地局のセルに偏ることをできるだけ避ける必要がある。

現在の無線 LAN におけるセル制御システムは、基地局が保持している情報が有効利用されていない。既存の無線 LAN のローミングの判断は信号強度 (Signal) と雑音 (Noise) の比率 (S/N 比) の閾値のみで行っているため、S/N 比の値が非常に低下するまでローミングを行わない。そのため、ひとつの基地局に移動体の通信が集中してしまうような非効率的な通信を行っている。

Cell Control System for Wireless Local Area Network

Daichi FURUSAKA[†], and Hideyuki TOKUDA[‡]

[†]Department of the Environmental Information, Keio University
5322, Endo, Fujisawa, Kanagawa 252-8520, Japan
E-Mail: <furu@ht.sfc.keio.ac.jp>

[‡]Faculty of Environmental Information, Keio University

[Ⓞ]この研究は、COE (RAVIO) プロジェクトのもとに行われた。

3 セル制御システムの設計

3.1 セル制御システムの目的

基地局が保持している情報を利用することによって、以下のような効率的な無線帯域の利用を提供することができる。

- S/N 比の判断だけでないローミング
- 複数の基地局が通信状態の悪い移動体に対して支援をする。

ローミングの判断基準

S/N 比が閾値を越えるという条件判断だけではひとつのセルに負荷が偏る可能性がある。この時にセル情報を条件判断に組み込むことができれば、移動体は通信条件の良いセルへと迅速に移動することができる。

たとえば、図2のような状況に移動体がいる場合について説明する。基地局 A のセルには 5 台の移動体がいる、基地局 B のセルには 2 台の移動体がいる。移動体 X はすでにセル B との通信が行える程度の距離にいるのですぐにローミングを行いたい。本システムを用いれば基地局 A と基地局 B のセルに何台の移動体がいるのかを移動体 X は把握できる。

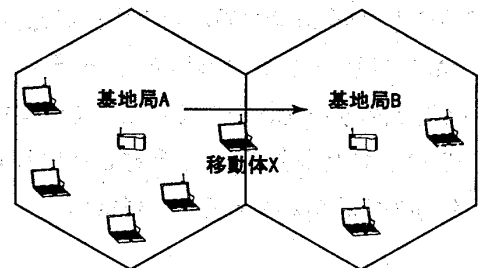


図 2: ローミング時の判断状況

複数の基地局による無線通信の支援

複数の基地局に対して無線 LAN フレームを送信できるような状態に移動体がいる時、そのペイロードの内容に合わせて送信し分ける。この状態になる時は、移動体 X は非常にトラフィックの悪い状況にいるとする。従って、常に複数の基地局を利用できる状況下にいればそれらと無線通信することができるわけではない。

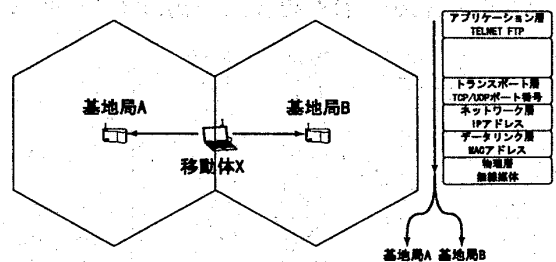


図 3: 複数の基地局による支援

3.2 セル制御システムの構成

本研究で設計するセル制御システムは、基地局と移動体の情報保持と、それらの情報を交換するためのプロトコルから構成される。基地局は無線LANと有線LANをブリッジする役割があり、セルの管理制御に必要な情報を保持し、移動体は無線通信を移動しながら継続的に行うために必要な情報を保持する。

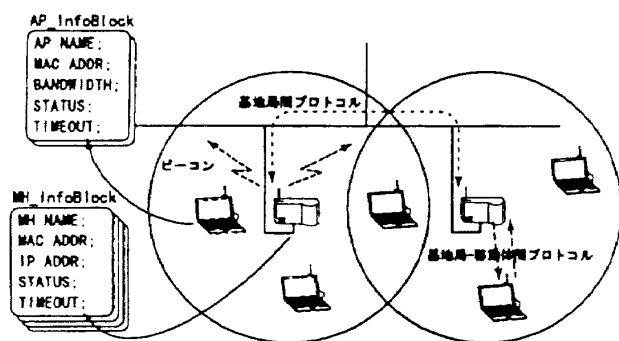


図4: セル制御システムの構成

3.3 セルを管理するための情報の設計

基地局と移動体はそれぞれセルの状態や通信状況を把握するための情報をInfoBlockと呼ばれる構造体の中に保持する。これらの情報は基地局と移動体、基地局と基地局の間で無線LANの上位プロトコルを利用して交換される。

基地局が保持する情報

基地局は移動体のリストと基地局自体のシステムの情報を保持する。ひとつの移動体の情報はMH_InfoBlockと呼ばれるブロックに格納され、MH_InfoBlockのリストは定期的に更新される。MH_InfoBlockの中には各移動体のホスト名、ハードウェアアドレス、通信状態、そのブロックがいつまで基地局によって保持されるかのタイムアウトなどが格納される。基地局自身の情報としては基地局のホスト名、ハードウェアアドレス、セルの移動体の台数、セルの帯域などが保持される。

移動体が保持する情報

移動体は現在通信している基地局と信号を受信できる範囲にいる基地局のリストを保持する。基地局の情報はAP_InfoBlockと呼ばれるブロックに格納され、AP_InfoBlockは定期的に更新される。AP_InfoBlockの中には基地局から送信されるビーコンから取得した情報と移動体が基地局へ要求して取得した情報が格納される。

3.4 セルを管理するためのプロトコルの設計

管理制御プロトコルは大別して3種類あり、基地局から定期的に送信されるビーコンと、移動体-基地局間で情報を交換するプロトコルと、基地局間で情報を交換するプロトコルがある。それぞれのプロトコルが、どのような状況で利用されるかについて述べる。

ビーコン

基地局は定期的にビーコンと呼ばれる信号を送信している。ビーコンが提供するセル情報としては、基地局のID(ハードウェアアドレス、etc)、通信品質(信号強度、雑音レベル、信号品質)、最小限のセル情報などが挙げられる。

ビーコンは高い頻度(200ms 間隔)で定期的を送信される。従って、セル情報をすべて載せて、ビーコンのフレームサイズが大きくなると他の通信の妨げになるおそれがある。本システムではビーコンのフレームサイズを小さくして、ビーコンに載せて送信されないセル情報はその他のプロトコルを利用して取得する。

移動局はローミングの判断基準としてビーコンの情報を利用する。S/N比のみの比較ではなく、セルに存在する移動体の台数とセルの帯域によって通信状況を比較してローミングを行う。

基地局-移動体間プロトコル

セル情報を構成するためには移動体から情報を提供する必要がある。また基地局から情報を得る必要がある。移動体が基地局へ通信要求の手続きをする時、基地局は移動体の情報を取得し、新しく作ったMH_InfoBlockに格納する。

基地局は定期的に移動体のリストを更新する。基地局側のMH_InfoBlockに設定されたタイムアウトの値を見て、移動体に存在確認の信号を送信する。一定時間内に確認応答が返信されなかった場合は、移動体が存在しないと認識しそのMH_InfoBlockを破棄する。

移動体が複数の基地局と通信可能な状況にいる時、移動体はどの基地局のセルを利用して通信をすれば良いのかを判断するために定期的に各基地局に対してセル情報の取得要求信号を送信する。基地局はその信号を受信すると、要求先の移動体に情報を送信する。

基地局間プロトコル

基地局間では移動体のセル移動の通知、セル情報の交換を行う。たとえば、ある移動体がセルAからセルBへ移動する時、セルAの基地局は移動体とその管理下から外れたことを検知することはできない。そこで、セルBの基地局から移動通知をバックボーンを利用して送信する。セルAの基地局は通知を受けるとその移動体のMH_InfoBlockを破棄する。

4 今後の課題

今後の課題としては、実装した新システムと既存のシステムとの性能を比較、評価する。ビーコンの無線帯域占有率を測定し、ビーコンのフレームサイズを変更した場合に生じるオーバーヘッドを測定、評価する。

複数の基地局に移動体が同時に通信をする際にどのような問題が生じるかを研究し、上位層への影響が起こる場合の機構を設計する。

5 まとめ

本研究では、無線LANにおけるセルの管理と制御に関する通信方式の設計、実装を行った。複数のセルの重複領域に存在する移動体の通信効率を向上させるために、基地局が管理しているセルの情報を提案し、それらの情報交換手段として無線LANの上位プロトコルを設計した。

謝辞

本研究を進めるにあたり、慶應義塾大学 徳田 村井 研究会 MCngのグループの皆様にも多大な御助言、御協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- [1] IEEE 802.11 Working Group for Wireless Local Area Networks, "IEEE Std 802.11-1997"
- [2] AT&T Corporation, "Data Manual WaveLAN Air Interface"
- [3] COMET Group, Columbia University, "Open Programmable Mobile Networks", 8th intl Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV), 1998
<http://www.comet.columbia.edu/wireless>
- [4] S. K. Das, S. K. Sen, "A New Location Update Strategy for Cellular Networks and its Implementation using a Generic Algorithm", *MobiCom '97*
- [5] R. Caceres, V. N. Padmanabhan, "Fast and Scalable Handoffs fore Wireless Internetworks", *MobiCom '96*