

複数無線通信方式使用時の制御手法に関する一検討

松本 真紀子[†]宮崎 悦子[†]小口 正人[†][†]お茶の水女子大学 理学部情報科学科

1 はじめに

近年、ワイヤレスブロードバンドと呼ばれる新たな電波利用システムが次々に開発され、導入が推進されている。しかし無線通信のブロードバンド化に伴い周波数帯域が不足し、それによる通信性能の低下問題が懸念されている。このため今後周波数帯を有効に利用する技術が求められており、その手段として周囲の電波環境の状況に応じて使用する周波数帯や無線方式を適宜変更し、通信に必要な帯域を確保するコグニティブ無線技術が提案されている。コグニティブ無線技術には周波数共有型とヘテロジニアス型の2つの方式がある。本研究ではヘテロジニアス型を考慮に入れ、複数コネクション集約技術を用いて複数無線通信システムを同時に利用した際の評価を行う。

2 コグニティブ無線技術

コグニティブ無線技術とは無線機が周囲の通信環境に応じて最適な周波数帯や通信システムを選択することにより、限られた周波数帯域内で極力多くの無線通信システムを共存させ、可能な限り多くの人にブロードバンド通信環境を提供することを目指す新しい無線技術である。具体的には2つのタイプがあり、それぞれ特性が異なる。1つ目は、特定のサービスに割り当てられた周波数であっても、地域や時間帯によって使われていない周波数を無線端末が探し出して必要な通信帯域を確保する「周波数共有型」である。もう1つは、無線 LAN や WiMAX, LTE, PHS といった既存の無線通信方式が利用する通信周波数の混雑度などを無線端末が認識して、利用する方式を動的に変える「ヘテロジニアス型」である。ヘテロジニアス型は既存の無線通信システムを利用した技術であるため、周波数共有型に比べ実用化に近い段階にある。

3 ヘテロジニアス型コグニティブ無線

ヘテロジニアス型では状況に応じて使用する無線システムを動的に切り替えて行う通信と、複数無線システムを同時に使用して行う通信が考えられている。複数無線通信システムを同時に組み合わせて行う通信に関しては、電波環境の認識、利用可能な周波数の検出、決定などのコグニティブ無線技術のベースとなる技術と、複数コネクションを集約する技術を共に考える必要があり、両技術とも複雑な実装が要求されるため別々

に議論されている。また複数の異なる無線通信システムを組み合わせた場合、単一のシステムでは得られない高い信頼性と周波数資源の有効利用が期待されるが、トランスポート層での制御や上位層での議論が複雑になるため、現在は単一システムを動的に切り替えて行う通信が実用化に向け主に議論されている。現在検討されているヘテロジニアス型ネットワークの概要を図1に示す。複数の無線通信システムを同列に収容し、

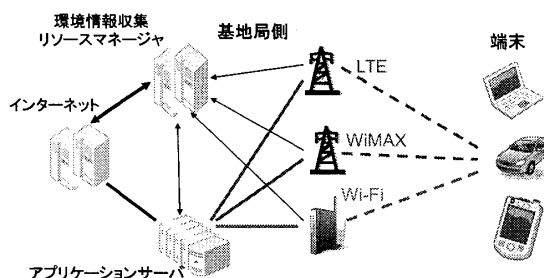


図1: ヘテロジニアス型ネットワーク概要

それぞれの無線通信システムの基地局からリソースマネージャに電波状況が通知され、それを基に適切な無線通信システムを選択し通信を行う。

4 複数コネクション集約手法

複数のコネクションを集約する手法としてBAG(Bandwidth Aggregation)が提案されている。BAGではネットワーク層で複数のコネクションを集約し、トランスポート層より上位層へはコネクションが一つであるかのように見せることで、アプリケーションがコネクション集約を意識することなく通信可能となっている。しかし同時に複数のコネクションを用いて無線通信を行った場合、複数の性質が異なる無線インタフェースの packets が混ざった状態で到着するとTCPからはパケットが抜けてしまったように見え、不必要な輻輳ウィンドウ制御をおこなってしまう。これによりBAGで期待される性能が発揮できない事がわかっている[1][2]。

そこで経路ごとに独立したTCPのコネクションを持つ図2に示されるプロトコルモデルが提案されている[3]。アプリケーション層とトランスポート層の間にミドルウェアを設け、TCPレベルにおける複数のコネクションをミドルウェアで統合している。そうすることでコネクションの集約をアプリケーションが意識することなく通信可能であるというBAGのメリットを維持しつつ、性能低下の原因となっている輻輳ウィンドウを経路ごとに持たせることが可能になる。またミ

A study of control technique of multiple wireless communication

[†] Makiko Matsumoto, Etsuko Miyazaki, Masato Oguchi
Ochanomizu University (†)

ドルウェアにおいてコネクションを集約することにより、既存の TCP をそのまま利用することができる。

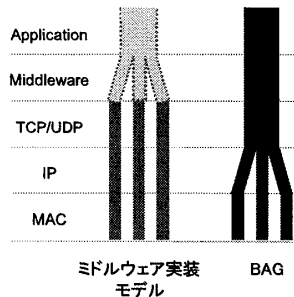


図 2: ミドルウェア実装プロトコルモデル

5 研究方針

本研究では、これまで提案されてきたコネクションを集約するミドルウェアを持つプロトコルモデルを構築し、複数コネクションにそれぞれ周波数帯の異なる無線システムを用いて通信を行った際のスループットをシミュレーションを用いて測定する。比較対象として単一无線システムを使用した場合と、単一无線システムを複数使用した場合のスループットを測定し、複数無線システムを組み合わせ使用した際の通信性能の評価を行う。

6 実験

6.1 シミュレーションソフトウェア

実験環境として、無線ネットワークのシミュレーションソフトウェアである QualNet を使用する。QualNet は米国 Scalable Network Technologies 社 [4] が販売しており、物理層からアプリケーション層までの通信プロトコルモデルがソースコードで提供されているため、カスタマイズにより独自プロトコルを実装しシミュレーションを実行することができる。

6.2 基礎実験

本実験では図 3 で示されるシナリオを実行した。node1 と node2 は各無線通信規格 (IEEE802.11a, IEEE802.11b, IEEE802.16) を用いて、node2 と node3 は最大通信速度 1Gbps の 802.3 の有線 LAN を用いて接続されている。各無線規格の単一経路におけるスループットを距離を変化させて測定した。

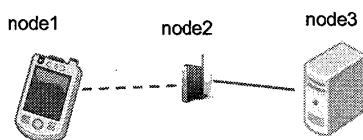


図 3: 評価シナリオ

6.3 基礎実験結果

IEEE802.11a の最大通信速度である 54Mbps におけるノード間距離ごとのスループットを計測した (図 4)。通信速度 54Mbps で通信した場合、実質約 19Mbps で通信を行うことが確認できた。また、ノード間の距離

が 100m を超えると著しくスループットが低下するため、通信距離は 100m 以下が適切であることが確認できた。

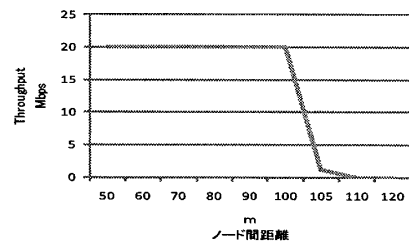


図 4: 単数経路 IEEE802.11a

次に IEEE802.11b の最大通信速度である 11Mbps におけるノード間距離ごとのスループットを計測した (図 5)。通信速度 11Mbps で通信した場合、実質約 4.1Mbps で通信を行うことが確認できた。ノード間の距離が約 275m あたりから著しくスループットが低下するため、通信距離は 275m 以下が適切であることが確認できた。

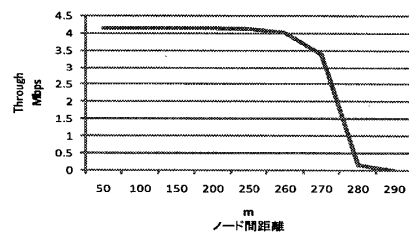


図 5: 単数経路 IEEE802.11 b

7 まとめ

本研究では性質の異なる複数の無線インタフェースを同時に用いた通信に関する評価を行うため、シミュレーションによる実験を行った。まず基礎実験として各無線通信規格に関し単一経路におけるスループットを距離を変更して測定した。その結果、無線通規格によって通信可能な距離と、距離とスループットの相関性を確認した。

参考文献

- [1] K. Chebrolu and B. Raman: "Bandwidth Aggregation for Real-Time Applications in Heterogeneous Wireless Networks" IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol. 5, No. 4, pp.388-403, April 2006.
- [2] K. Chebrolu, B. Raman, and R.R. Rao: "A Network Layer Approach to Enable TCP over Multiple Interfaces", J. Wireless Networks (WINET), Vol.2, No.5, pp.637-650, Sept. 2005.
- [3] 宮崎悦子, 小口正人: "複数インタフェースを用いた無線通信のコネクション集約ミドルウェア", SWoPP, July. 2008.
- [4] Scalable Network Technologies: <http://www.scalable-networks.com/>