

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 23 日現在

機関番号：32407

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22860054

研究課題名（和文） 無線多重アクセス制御方法に関する研究

研究課題名（英文） A study of multiple access control on wireless systems

研究代表者

平栗 健史 (HIRAGURI TAKEFUMI)

日本工業大学・工学部・准教授

研究者番号：90582817

研究成果の概要（和文）：

MU-MIMO 技術を用いたアクセス制御の特性評価を行うために計算機シミュレーションツールの作成を行った。また MU-MIMO 技術を用いたアクセス制御の特性評価を行うために前記計算機シミュレーションツールを用いて、考案したアクセス制御方式と従来方式の比較の評価を遂行した。当該シミュレーションツールを用いた評価結果として、提案方式は従来の約 1.5 倍の効果が得られることを確認した。

研究成果の概要（英文）：

The computer simulation tool was coded to evaluate the characteristics of the access control that used the MU-MIMO technology. Moreover, the proposed access control scheme compared with the conventional scheme, using a computer simulation tool. As the evaluation results, the proposed scheme achieved about 1.5 times the effect of the conventional scheme.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,260,000	378,000	1,638,000
2011 年度	1,160,000	348,000	1,508,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,420,000	726,000	3,146,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：通信・ネットワーク工学

キーワード：情報通信

1. 研究開始当初の背景

近年、無線 LAN の急速な普及により端末数の著しい増大とともに通信の高速化を図るため、複数のアンテナを用いた MIMO 伝送技術を導入している。この技術は 100Mbit/s 超のスループットが実現する標準規格 IEEE802.11n で策定された。また、帯域を 20MHz から 80MHz へ拡大することや、

MU-MIMO 技術と呼ばれる多重ユーザ同時アクセス技術が IEEE802.11ac で検討を進められている。

しかし従来のアクセス制御、すなわち MAC プロトコルは各無線局が自律分散的に送受信を行う CSMA/CA であったため、多重ユーザ同時通信である MU-MIMO のための新しい制御技術が必要となるが、現在、最適

なプロトコルは確立していない。また同一周波数を利用するセルが互いにオーバーラップする環境 (OBSS) が生じやすくなるため、十分な効果を得られない課題がある。

本研究では、(1)無線 LAN システムにおける MU-MIMO 技術を用いた多重ユーザアクセス制御の MAC プロトコルを考案し、そのプロトコルの有効性を示す。さらに、(2) OBSS 環境においても空間リソースを周辺セルと共有可能なアクセス制御方法を考案し、システムスループットが改善することを示す。

2. 研究の目的

無線通信システムにおいては、1Gbit/s 以上の伝送速度を目指した帯域拡大技術や MU-MIMO (Multi User- Multiple Input Multiple Output) と呼ばれる多重ユーザ同時アクセス技術が提案されている。しかし、MU-MIMO のアンテナなど物理的な技術は実現しつつあるが、最適なアクセス制御方式は確立されていない。また帯域を拡大すると同一チャネルを用いたセルがオーバーラップする環境 (OBSS : Overlapping Basic Service Set) が生じやすくなり、セル間で棲み分けるための新しいアクセス制御方式が必要となる。

本研究では、MU-MIMO を用いたアクセス制御方式と、OBSS 環境でも最適に動作する方式を考案する。また計算機シミュレーションにより考案した制御方式の有効性を示すことを目的とする。考案した無線システムが実現すると、究極には同一周波数の OBSS 環境においても、複数の無線端末が同時に通信することが可能となる。例えばシングルセルで通信を行う端末が 8 台だとすると、考案方式により最大 8 倍のスループットが得られる。また OBSS 環境で 2 つ以上のセルが同時に通信する際も、さらに全セル併せて 2 倍以上のシステムスループットを得ることが実現できる。

3. 研究の方法

(1)アクセス制御の考案と、考案した方式に対して、計算機シミュレーションで用いるアプリケーションの実装を行った。これにより様々なアプリケーションを用いて考案方

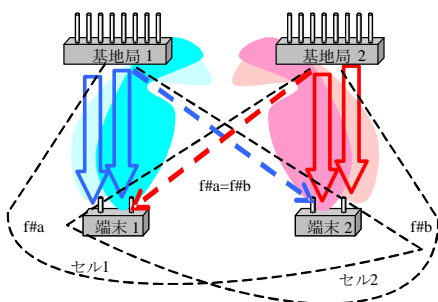


図1 MU-MIMOを用いたOBSS環境

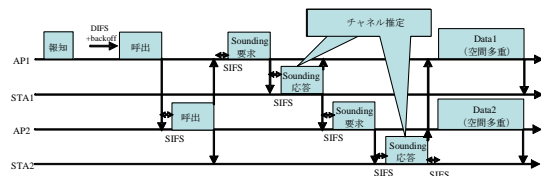


図2 OBSSにおけるアクセス制御

式を評価することが可能となる。

次に、(2) OBSS 環境におけるアクセス制御の検討として、図 1 に示す複数無線基地局連携の環境に適した、図 2 に示すアクセス方式を考案し、計算機シミュレーションによりスループット特性を評価した。図 2 のデータ送信では、複数の基地局 (AP) が連携する。すなわち、図 1 で示すように MU-MIMO 技術を用いて AP 配下の端末 (STA) へビームを形成し、データの多重送信を実現する。各 AP はデータを送信する前に、AP 間連携処理やチャンネル推定などのオーバーヘッドを費やすため、これらがスループットへどのように影響するかが本研究の評価ポイントとなる。

4. 研究成果

(1)アクセス制御の考案と、考案した方式に対して、計算機シミュレーションで用いるアプリケーションモデルの実装構成を図 3 に示す。本モデルはアプリケーション Srv (サーバ) が含まれる上位層と無線機器に実装される MAC 層などが含まれる下位層に分離してモデルを作成した。上位層においては、既存のモデルを改良したものを使用する。上位層の AP 側には、アプリケーション Srv. が SW-HUB (SWITCH) に Ethernet によって接続される。また STA 側には SW-HUB に Srv. と通信を行う STA が同様に Ethernet によって接続される。Srv. と STA 間では、OPNET に予め用意されている既存のアプリケーションを用いて通信が行われる。2 つの SWITCH 間は、Srv./STA から受信したパケットを互いに転送する。

下位層は、今後、新規に作成される無線通信のモデルで構成される。下位層は無線通信用の一例の構成である。AP 側は宛先の STA

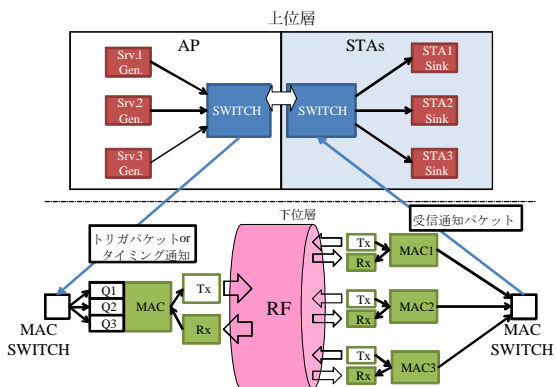


図3 ネットワーク構築のための概要図

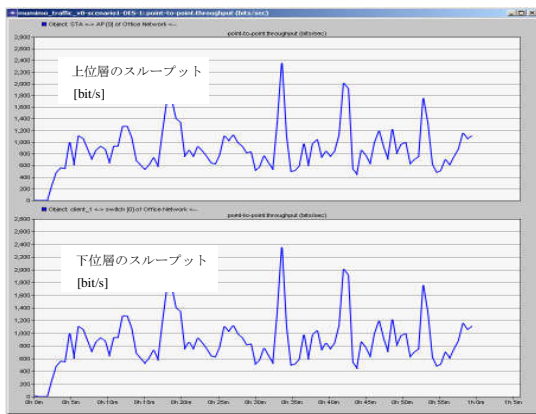


図4 上位層と下位層のシミュレーション評価による動作確認

毎に Queue (Q1, Q2, Q3) のノードが用意されており, MAC ノードでは MAC プロトコルの送受信手順に従って Tx/Rx と無線パケットの転送を行う. STA s 側は, STA 毎に Tx/Rx と MAC ノードが用意されており, AP 側と同様に送受信手順に従って無線パケットの転送を行う. モデルの中心に位置する RF は, シミュレーションの条件に従って伝搬環境を再現する. 左右に設置されている MAC SWITCH は上位層の SWITCH との情報やり取りするために利用される. 本構築モデルの動作をシミュレーション評価によって確認した. アプリケーションは FTP を用いて通信を行ったスループット結果を図 4 に示す. 図 4 の評価結果より, 上位層で通信を行っているトラヒックと下位層で連動して生成されたトラヒックがほぼ等しいことから, 構築されたモデルは正常に動作していることが確認できた.

(2)OBSS 環境におけるアクセス制御の検討として, 図 2 におけるアクセス制御方式を, 計算機シミュレーションにより評価を行った. 評価は, 図 5 に示すように同じ周波数の 2 つのセルがオーバーラップするように AP を設置し, 各配下の STA へ同時にデータを送信する. 送信する伝送レートを増加した場合の考案方式と従来方式 (IEEE802.11n) のスループットを比較した. スループットは, チャンネル利用率を確認するために, 各 AP 配下の 2 台の STA における合計を示している. すなわち, 本評価は OBSS エリアにおけるトータルのスループットとなる. スループットの評価結果を図 6 に示す. 考案方式は, 従来方式の約 1.5 倍のスループットとなり, 考案方式の効果が得られたことを確認した.

本研究の成果により, 周波数の利用効率化を図れるだけでなく, 次世代の無線 LAN システムのポテンシャルをさらに高めることができる. さらに本研究内容は単一システムだけでなく, 携帯 (3G) や WiMAX のような帯域が限られており, 高速化が求められるシ

ステムにも発展させることが可能のため, 研究成果は他のシステムにおける周波数利用効率向上にも有効となりうる. また, 無線 LAN 標準化 (IEEE802.11) での考案方式の寄与にも貢献が可能である.

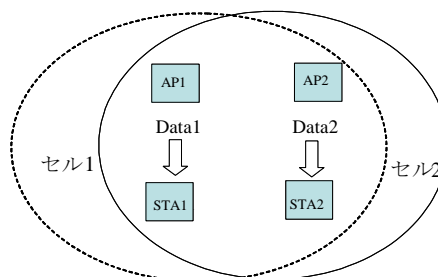


図5 OBSSのネットワーク構成例

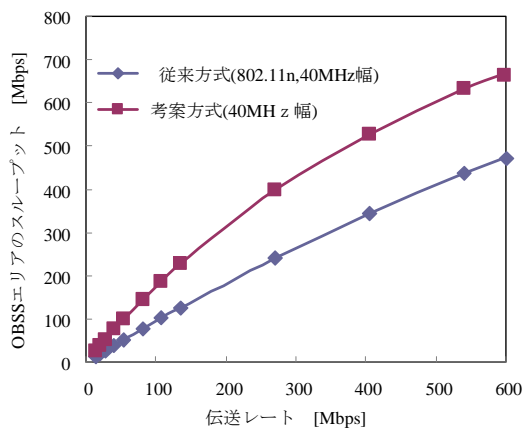


図6 従来方式と提案方式のスループット特性

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Takefumi Hiraguri, Kentaro Nishimori, Naoki Honma, Hiroshi Takase, Kenya Jin'no, Access control scheme for fairness throughput under capture effect and hidden terminal problem, Journal of Signal Processing, Vol.15, No.6, 2011, pp.469~478, 査読有.
- ② Kentaro Nishimori, Naoki Honma, Tomoki Murakami, Takefumi Hiraguri, Effectiveness of relay MIMO transmission by measured outdoor channel state information, IEEE Trans. on AP, Vol.60 No.2, 2011, pp.615~623, 査読有.
- ③ Takefumi Hiraguri, Toshiyuki Ogawa, Takahiro Ueno, Kentaro Nishimori, Kenya

Jin'no, Transmission queuing schemes for improving downlink throughput on IEEE 802.11 WLANs, Proc. of IEEE ICCCN'11, DOI:10.1109/ICCCN.2011.6006105, 2011, 査読有.

(3) 連携研究者 ()

研究者番号 :

[学会発表] (計 2 件)

- ① 吉田 鉄平, 小川 知将, 平栗 健史, 次世代ワイヤレスクラウドネットワークにおけるアクセス制御方式の研究, 電気学会東京支部埼玉支所研究会, 2012年3月9日, 新都心ビジネス交流プラザ (埼玉).
- ② . Takefumi Hiraguri, Hiroshi Takase, Kentaro Nishimori, Kenya Jin'no, Access control scheme for fairness throughput under capture effect and hidden terminal problem, Proc. IEEE Workshop NCN2010, 2010年12月3日, 四国大学交流プラザ.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称 : 無線通信システム

発明者 : 市川 武男、井上 保彦、アベーセーカラ ヒランタシティラ、平栗 健史

権利者 : 日本電信電話株式会社

種類 : 特許

番号 : 特願 2011-246588

出願年月日 : 2011 年 11 月 10 日

国内外の別 : 国内

○取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平栗 健史 (HIRAGURI TAKEFUMI)

日本工業大学・工学部・准教授

研究者番号 : 90582817

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :