

情報・知能工学専攻	学籍番号	093403
申請者氏名	大場 昌範	

指導教員氏名	上原 秀幸
--------	-------

論文要旨(修士)

論文題目	アドホックネットワークにおけるビームフォーミングMACプロトコルのための 干渉回避機構
------	--

無線アドホックネットワークでは複数の端末が同一周波数を共用し、自律分散的にチャンネルにアクセスするため、端末間の干渉によるパケット衝突を抑えるメディアアクセス制御 (MAC: Medium Access Control) が不可欠となる。従来のMACプロトコルでは、事前にチャンネルの状態を確認する物理キャリアセンスや周囲に自分の通信開始を通知する仮想キャリアセンスによって干渉を回避している。仮想キャリアセンスでは干渉を回避するためにNAV (Network Allocation Vector)を用いる。NAVとは通信抑制期間のことであり、通信端末は自分にとって干渉となる端末に対してNAVを設定することで、自分の通信を保証する。しかし従来のMACプロトコルでは全方位性アンテナの使用を前提としているためNAVによる周辺端末への過剰な通信抑制によって、空間利用効率が低くなってしまう。そこで近年、可変指向性アンテナの利用が注目を集めている。可変指向性アンテナは指向性ビーム形成による干渉の低減、同一周波数の通信リンク数の増加などの効果が期待される。可変指向性アンテナの中でもアダプティブアレーアンテナ(AAA: Adaptive Array Antenna)は、指向性ビームのピーク点(利得が最大となる方向)と、ヌル点(利得が非常に小さくなる方向)を適応的に制御することが可能である。一般的にAAAを用いたMACプロトコルでは、従来のNAVは用いず、ビームフォーミングによって干渉端末に対してヌル点を形成することで干渉を回避する。しかし、ビームフォーミングを適切に行うことができず、干渉を十分に軽減できない状況が存在する。これまでAAAを用いたMACプロトコルではそれらの状況を考慮して設計されておらず、干渉が発生してしまう問題があった。

そこで本論文では従来のビームフォーミングとNAVを組み合わせた干渉回避機構を提案する。提案手法では通信を開始する端末が周辺端末へヌル点を形成することで被干渉を回避する。ただし、あらかじめ各周辺端末に対してNAVを設定すべきかどうか判断を行い、ヌル形成が困難な端末に対してはNAVを設定する。そして、NAVを設定していない周辺端末に対してヌル点を形成するようにビームフォーミングを行う。NAV設定の可否を判断する際に考慮すべき要素は初期SIR(ビームフォーミング前のSIR)、干渉端末数、および所望端末と干渉端末の位置関係を表す空間相関の3つである。空間相関は到来波の類似度を示す指標であり、シングルパス、マルチパス両環境において適用可能である。判断方法としては、空間相関と初期SIRを変数とした判別分析を用いる。さらに、アンテナによって許容される数以上の干渉端末が残っている場合には、干渉端末数が許容数以下になるまで、自分の相手端末との空間相関が高い干渉端末からNAVを設定する。

提案手法の性能を計算機シミュレーションによって評価した。干渉の影響が小さいトポロジでは、シングルパス環境の場合、従来のビームフォーミング手法と同等の通信品質を維持しながら、通信成功率を向上させることができた。マルチパス環境では、提案手法を用いることで同時通信ペア数が1ペア増加し、80%以上の通信成功率が得られ、通信成功ペアの通信品質が約1.4倍に向上することを示した。ランダムトポロジではシングルパス、マルチパス両環境に関わらず提案手法が有効であることを示した。同時通信ペア数はそれぞれ約0.8ペアと0.6ペア増加し、通信成功率はそれぞれ86%以上と91%が得られ、通信成功ペアの通信品質はそれぞれ1.7倍と1.3倍に向上することを示した。