

2015年 1 月 16 日

| | | | | | |
|------------|-------|------|--------|----------|------|
| 電子・情報 工学専攻 | | 学籍番号 | 053441 | 指導 教員 | 上原秀幸 |
| 申請者 氏名 | 宮路 祐一 | | | | 大平 孝 |

論文要旨 (博士)

| | |
|------|---|
| 論文題目 | アドホックネットワークにおける物理層の特性を用いたマルチチャネルメディアアクセス制御法に関する研究 |
|------|---|

(要旨 1,200 字程度)

アドホックネットワークのメディアアクセス制御法として、複数の周波数や符号を利用した FDMA (Frequency Division Multiple Access) 型や CDMA (Code Division Multiple Access) 型の他に、可変指向性アンテナを用いて複数の空間を利用する SDMA (Spatial Division Multiple Access) 型が検討されている。これら複数のチャネルを利用するマルチチャネルメディアアクセス制御法は、シングルチャネルメディアアクセス制御法に対してスループットの向上が期待できる。しかしながら、マルチチャネル化に伴うパケット衝突や不要な再送遅延がスループットの劣化を引き起こす。

本論文は、コードセンス CDMA 型メディアアクセス制御法と指向性傍受メディアアクセス制御法を提案し、これらの問題解決を図るものである。さらに、メディアアクセス制御法を実環境で評価するための実証機を構築している。コードセンス CDMA 型メディアアクセス制御法は、近隣端末で使用されている拡散符号を検知するコードセンス機能を搭載し、拡散符号の選択と送信抑制制御によって、パケットの衝突を回避できる。また、端末ごとに個別の NAV (Network Allocation Vector) を設定する拡張 NAV 機構を備え、不要な再送遅延の問題を解決する。シミュレーション評価によって、他のメディアアクセス制御法に比べ、衝突や再送遅延を抑えスループットが 1.16 倍向上することを示している。指向性傍受メディアアクセス制御法は、指向性傍受方式と切換型バックオフ方式の二つの機構を備えている。指向性傍受方式は、ACK パケットを受信後、宛先端末に対して指向性ビームを向けて傍受することによりパケットの衝突を回避する方式である。切換型バックオフ方式は、バックオフ間隔を固定値にすることで、不要な再送遅延の影響を軽減する。シミュレーション評価によって、他のメディアアクセス制御法に比べ、衝突や再送遅延を抑えスループットが 1.1 倍向上することを示している。メディアアクセス制御の実証機は、可変指向性アンテナとして 5.1GHz 帯エスパアンテナ、無線端末装置にソフトウェア無線のプラットフォームである GNU Radio と USRP2 (Universal Software Radio Peripheral) で構成されている。動作検証として、指向性メディアアクセス制御法を実装し、シングルホップ通信やマルチホップ通信環境下のスループットを評価した。実験結果より、指向性通信を行うことで空間利用効率が向上することを確認している。

本論文で明らかにした内容によって、アドホックネットワークにおいて高スループットを実現できる。また、それぞれのメディアアクセス制御法は組み合わせることで更なる性能向上が期待できる。今後は、それぞれの通信機器の機能差を考慮したメディアアクセス制御法の検討が必要である。

year month day
2013 / 1 / 16

| | | | |
|------------|---|----|--------|
| Department | Graduate School of Electronic and Information Engineering | ID | 053441 |
| Name | Yuichi Miyaji | | |

| | |
|------------|----------------------------------|
| Supervisor | Hideyuki Uehara Takashi Ohira |
|------------|----------------------------------|

A b s t r a c t

| | |
|-------|---|
| Title | Studies on Multi-Channel Medium Access Control Schemes Using Physical-Layer Properties in Ad Hoc Networks |
|-------|---|

(800 words)

Multi-channel MAC (Medium Access Control) schemes in ad hoc networks are classified into three types: FDMA (Frequency Division Multiple Access) type, CDMA (Code Division Multiple Access) type and SDMA (Spatial Division Multiple Access) type. These MAC schemes utilize and enable simultaneous transmission of data packets which brings a higher throughput compared to single-channel MAC schemes. However, packet collision and unnecessary wait time due to retransmissions cause degradation of throughput in multi-channel MAC schemes.

In this thesis, I propose a code sense CDMA type MAC scheme and a directional monitoring MAC scheme to solve packet collision and unnecessary wait time due to retransmissions. I also build a verification system without constraints on conventional system specifications. The code sense CDMA type MAC scheme can solve packet collision by selecting the appropriate spreading code using the code sense mechanism which can detect codes used in neighborhood. Additionally, unnecessary wait time due to retransmissions is solved by employing the extension NAV (Network Allocation Vector) set individually in each terminal. Furthermore, the proposed scheme conducts the transmission control to mitigate the near-far problem. I compare the throughput performance of the code sense CDMA type MAC scheme with other MAC schemes through computer simulations. Simulation results show that the code sense CDMA type MAC scheme suppresses packet collision and unnecessary wait time due to retransmissions, thus it achieves 1.16 times higher throughput than other MAC schemes. The directional monitoring MAC scheme can solve packet collision by monitoring the direction toward the destination during a specified period after receiving an ACK (Acknowledgement) packet. Additionally, the unnecessary wait time due to retransmissions is decreased by the switched backoff procedure in which the binary exponential backoff procedure is switched to the fixed backoff procedure. After that, Contention Window (CW) size becomes a fixed minimum value (e.g., 31 slots in IEEE 802.11b). I compare the performance of the directional monitoring MAC scheme with other MAC schemes through computer simulations. Simulation results show that the directional monitoring MAC scheme suppresses the packet collision and unnecessary wait time due to retransmissions, thus it achieves 1.1 times higher throughput than other MAC schemes. The developed verification system for directional MAC schemes consists of the software radio platform called GNU Radio/USRP2 (Universal Software Radio Peripheral) and ESPAR antenna as a variable directional antenna. I have designed and built the 7-element ESPAR antenna for 5.1GHz and the beam controller so as to control the ESPAR antenna on the GNU Radio. I have implemented CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) scheme and a directional MAC scheme. By using the verification system, I have conducted experimental evaluation of throughput in single hop communication and multi-hop communication. As a result, I have validated that the spatial utilization efficiency is improved by using directional antennas.

It was found that ad hoc networks can achieve high throughput using proposed multi-channel MAC schemes. Moreover, these multi-channel MAC schemes can be combined for further improvement of throughput. In future works, researchers need to consider the functional difference of communication devices to design MAC schemes for ad hoc networks.