

学生番号	08232084	氏名	又吉 哲次
論文題目	素数を利用した無線アクセス制御方式の性能評価に関する研究		

1 はじめに

近年、オフィスや家庭など様々な環境で無線 LAN が利用されている。無線通信では、安定した通信を行うためにアクセス制御方式が必要であり、大きく分けて競合型と制御型の 2 種類がある。競合型は各ノードが通信を開始する時に自動的に調整して転送する方式である。制御型はアクセスポイント (AP) による通信タイミング制御にしたがって各ノードが通信する方式である。競合型はノード数が増えるとフレーム衝突数が増加し転送性能が劣化する。一方、制御型は衝突を避けられるが、AP が全てのノードのタイミングを管理するためオーバーヘッドが大きくなる。

そこで本研究では、無線 LAN の制御方式として制御型と競合型の中間の性質を有する制御方式を提案し、既存手法との比較により有効性の調査を行う。

2 既存のアクセス制御方式

2.1 CSMA/CA

競合型の 1 つに CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) がある。これは各ノードが搬送波の使用状況を検出し、一定期間未使用ならランダム時間待機して通信を開始することで、衝突を回避する方式で、無線 LAN で使用されている。

2.2 TDMA

制御型として TDMA (Time Division Multiple Access) が挙げられる。これは一定時間をタイムスロットと呼ばれる間隔で分割し、それを各端末のアクセス時間に割り当てる方式で、携帯電話等で利用されている。

3 提案手法

3.1 前提

図 1 に示す調整期間とタイムスロットを周期的に繰り返す。調整期間で各ノードがタイムスロットを選択し、決定したタイムスロットでデータの送信を行う。

3.2 素数を利用したアクセス制御 (提案方式)

素数同士の積 (素数積) はそれに含まれる素数でしか割り切れない性質を利用し、タイムスロットに素数を割り当て、利用可能なタイムスロットの素数積を計算することで、タイムスロットの管理を行う。この素数積を除外することで各ノードは利用可能な素数の選択が可能になる。各ノードは調整期間でタイムスロットに割り当てられた素数を選択し、対応するタイムスロットにおいてフレームの転送を行う。以下に調整期間の手順を示す。

1. 素数選択 (ノード)

各ノードが、タイムスロットに割り当てられた素数から選択し、AP へ送信する。

2. 素数使用状況の判断 (AP)

各ノードが選択した素数の重複を判断し、競合しないノードの素数積を計算し、全ノードへ返信する。

3. 素数決定、再選択 (ノード)

受信した素数積を選択した素数で除算し、剰余が無い場合は該当スロットでフレームを送信する。剰余があれば 1~3 の手順を繰り返し素数の再選択を行う。

4 シミュレーション評価

ノードを正規格子状に配置し、その中心に AP を配置する。AP を介してデータを転送するシミュレーションを行い提案方式と CSMA/CA との転送性能を比較する。提案方式ではノードはランダムに素数を選択するものとする。また、CSMA/CA においては再送回数の上限を設けず、全てのフレームが宛先へ到達するものとする。送信データは 1 [KByte] のデータを転送する。転送開始要求が発生してから宛先ノードへ到着するまでの時間を転送完了時間とし、評価指標として全ノードの平均転送完了時間を用いる。提案方式の転送完了時間は、調整期間に用いる時間を調整時間、データ転送完了までに用いる時間をフレーム転送時間とし、以下の通りとする。



図 1: タイムスロット割当例

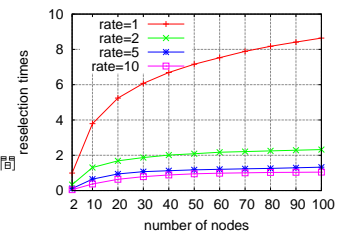


図 2: 再選択回数

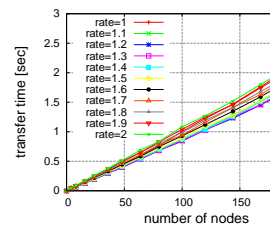


図 3: 平均転送完了時間

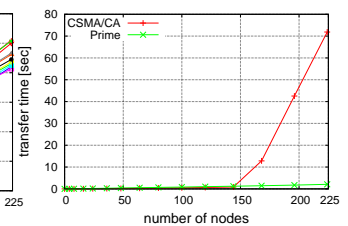


図 4: CSMA/CA との性能比較

$$\text{転送完了時間} = \text{調整時間} + \text{フレーム転送時間}$$

以上の環境において、タイムスロット数やノード数が平均転送完了時間に及ぼす影響を調査する。

5 結果及び考察

5.1 タイムスロット数の影響

ノード数に対するタイムスロット数の比率を rate とし、全ノードが同時にフレームを転送した場合の、タイムスロット数と素数決定までに素数再選択を行った回数 (再選択回数) の関係を図 2 に示す。この結果よりノード数の 2 倍以上のタイムスロット数が用意されている時は再選択回数の変化が少ないことがわかる。そこで、タイムスロット数を変更した場合の平均転送完了時間を図 3 に示す。この結果よりノード数が多い場合はタイムスロット数によって平均転送完了時間の差が大きくなる。図 3 から、ノード数の 1.3 倍のタイムスロット数において、平均転送完了時間が最小となるため、この値が最適なタイムスロット数であると考えられる。

5.2 転送性能

提案方式のタイムスロット数をノード数の 1.3 倍とし、CSMA/CA との平均転送完了時間の比較を図 4 に示す。これより CSMA/CA ではノード数が少ない時は平均転送完了時間はほぼ 0 だが、ノード数が 150 を越えると急激に増加し転送性能が劣化することがわかる。これは、ノード数が増えるとフレーム衝突数が増加し、再送回数が多くなり待機時間が長くなるためである。提案方式では、ノード数が増加しても平均転送完了時間の変化は少なく、ノード数が多い環境でも急激な転送性能の劣化はみられない。これは、調整期間において素数選択の競合が発生するが、すべてのノードが異なるタイムスロットを選択するので、データ転送時は競合が発生しないためである。以上より CSMA/CA ではノード数が多い環境への対応が難しくなるため、AP によるタイミングの制御が必要になると考えられ、提案方式がノード数の多い環境において有効なアクセス制御方式であるといえる。

6 まとめ

本研究では、タイムスロット数やノード数が提案方式の転送性能に及ぼす影響を調査し、最適なタイムスロット数を用いて CSMA/CA との平均転送完了時間を比較することで、提案方式の有効性の検証を行い、ノード数が多い環境において提案方式が有効であることを示した。