

# 高密度状態に適した無線アクセス制御プロトコルの提案

千葉 大作†

金子 敦史†

中島 滋†

†(株)アルファシステムズ

## 1 はじめに

近年、データ通信の手段として、無線 LAN のアクセスポイントを飲食店や駅などの人の集まる場所、いわゆるホットスポットに設置し、Internet 接続サービスを提供する公衆無線 LAN インターネットアクセスサービスが注目を集めている。しかし、現行の無線 LAN 方式では、多数の無線端末からアクセスポイントに一齐にアクセスした場合、遅延が生じたり、通信できなかったりするなどの問題が発生する。これは広く用いられる IEEE802.11 のメディアアクセス制御プロトコル(CSMA/CA 方式)に原因がある。

本稿ではこのような高密度状態に適したメディアアクセス制御プロトコルとして、無線にトークンパッシング方式を適用した ATP (Adaptive Token Passing: 適応型トークンパッシング) 方式を提案する。

## 2 現行方式(CSMA/CA)の特徴と問題点

CSMA/CA 方式は、無線 LAN のなかでも広く普及している IEEE802.11 のメディアアクセス制御プロトコルとして採用されており、ランダムアクセス型のプロトコルである。バックオフ時間をランダム計算することで、確率的に衝突回避を行っている。

$$T_{\text{backoff}} = [CW_i \times \text{ranf}] \times \text{SlotTime} \quad CW_i = \begin{cases} 2^i W & i < m \\ 2^m W & i = m \end{cases}$$

バックオフ時間の計算には、0~1 までの乱数を取る ranf と CW (Contention Window) と呼ばれる係数が入っており、衝突が起こるごとに CW が増えることでバックオフ時間の最大値を大きくし、衝突確率が下がる仕組みになっている。しかし、CW には最大値が設定されており、最大値に達する付近で急激に遅延時間やスループットなどの性能が悪化する。このように、CSMA/CA

方式では、高密度状態においては、急激な性能劣化が報告されている。また、データ送信中のノードが存在するにも関わらず、そのノードを検出できずにデータを送信してしまうことでコリジョンが生じる、いわゆる、「隠れ端末問題」も指摘されており、これも大幅なスループットの低下を招く[1]。

これらの課題は、ホットスポットにおける公衆無線 LAN インターネットアクセスサービスのスケーラビリティの低下を招き、急激なユーザ数の増加や、大規模会場などでの一齐接続に耐えられない可能性が高い。ユーザ数増加時の対応としては、セル範囲を縮小しアクセスポイントを大量に設置する運用対処が現在の一般的な考え方と思われるが、例えば使用可能チャンネル数の多い IEEE802.11 であっても干渉を回避しながら利用できる同時利用チャンネル数は、4 チャンネルであり、これにも限界がある。

また、現行方式では QoS への考慮がされていない点も憂慮すべきである。最近のマルチメディアアプリケーションの中には、遅延に敏感なものも多く、現状の公衆無線 LAN インターネットアクセスサービスは品質面でも多様なユーザニーズに応えづらいという問題もある。

## 3 ATP 方式の提案

### 3.1 ATP の概要

ATP(Adaptive Token Passing Protocol) は、前述した現行方式の問題を解決するために、トークンパッシング方式を無線 LAN のアクセス制御に適用することで、高密度状態での周波数利用率向上を目的として提案するものである。

そもそも、トークン方式は CSMA 方式と比較し

- ・ 原理的に隠れ端末が発生しない
- ・ 高負荷時にも安定した性能が得られる

という特徴がある。つまり、冒頭で述べた公衆無線 LAN アクセスサービスのスケーラビリティ向上には効果があると容易に予測できる。

しかし、一方で無線伝送路でのトークン紛失機会は圧倒的に多くなり、トークン紛失に伴う制御が複雑なため、性能劣化の主因となる。ホットスポットのような端末の出入りが激しい環

The Proposal of Wireless Medium Access Control Protocol for the High-Density Environment  
Daisaku Chiba†, Atsushi Kaneko†, Shigeru Nakajima†  
†Alpha Systems, Inc.

境では更に顕著となるため、その機会減少を図る手法が重要になる。これらを考慮し、ATP では

- ・ 動的リング構成
  - ・ リングサイズの設定
- の手法を用いる。

### 3.2 動的リング構成

トークンパッシング方式はもともと有線 LAN 用に設計されており、トークンの紛失機会は非常に小さいという前提があった。しかし、無線伝送路ではトークンの紛失機会は著しく大きくなる。ATP では、このような課題に対して、トークンのリング構成を動的に行う方法を採用する。

無線伝送路のアクセス制御プロトコルとしてトークン方式を適用したこれまでの研究成果としては、論理予備リングによるトークン迂回手法を用いた研究がある[2]。しかし、この手法では事前に論理リング構成するため、端末の移動が激しく、通信範囲への出入りが頻繁な環境では、最適なリングトポロジーが得られず、端末の出入りのたびに各端末の論理リング情報の入替えが必要となる。本提案では、この点を改良し、トークン巡回の論理リングを自立分散的に決定していく手法を採用する。これは、トークン巡回次ノードの決定をトークン保持ノードが行うことで実現される。これにより、前述したトークン紛失機会の縮小が期待できる。トークン紛失時の再送機構も同一の動作で次ノードを選択できるため、処理の単純化も期待できる。

また、論理リングを一順する間に、同一ノードに複数回送信権が渡らないよう、トークン巡回を全ノードが観察することで、どのノードが既に送信権を得たのかを各端末が履歴として SL (Sender List) を保持する。ATP の動作フローは図 1 の通りである。

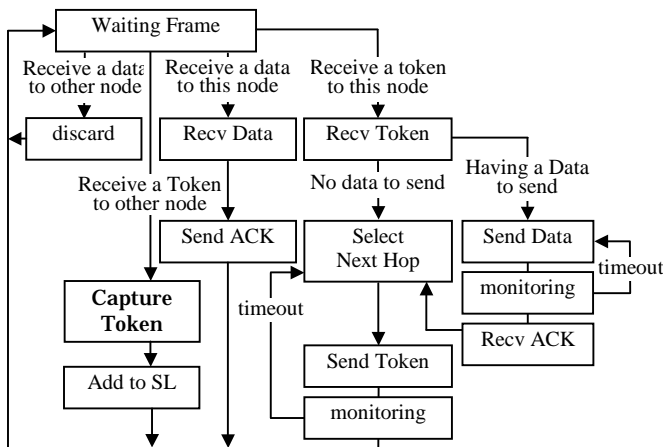


図 1 . ATP の動作フロー

### 3.3 リングサイズの設定

トークンパッシング方式の場合、論理リングのリングサイズの大きさは、遅延時間やスループットなどの性能に大きく影響する。ATP では QoS を考慮し、MST(Master STation)がリングサイズを設定可能とし、巡回するトークンにあと何ノード巡回できるかを示す TTL(Time To Live) 値を記載し、ノード通過毎にデクリメントして、0 になったら MST に戻るように動作させる。また、3.2 で述べた SL を利用し、次ノード決定プロセスに前回の巡回ノード群に優先度を付けて足すことで、継続的にリンクしているノードに継続的なサービスを行えるようにする。これにより、広く公平にサービスを行うタイプ A と接続端末を緩やかに絞り込み、遅延時間の平準化を行うことが可能となるタイプ B の 2 種類の異なるサービスを切り替えて提供可能となる。

表 1 . タイプの異なるサービスの提供

タイプ	メリット	デメリット
タイプ A . リングサイズ 無限	在圏ノード は全て拒ま ず接続	帯域は在圏ノード 数で等分 遅延は在圏ノード 数に比例し増加
タイプ B . リングサイズ 有限	安定した性 能でのリン クを提供	接続できないノー ドが出現

## 4.まとめ

本提案では、ホットスポットなどの高密度状態下においても周波数利用効率の低下を抑え、遅延時間を一定に保つのに適した ATP プロトコルの提案を行った。今後は、計算機シミュレーションにより、以下のような性能評価と検証を行っていく予定である。

- ・ 移動頻繁が高くセル範囲への加入・離脱が起こるケースでの性能測定
- ・ リングサイズ調整による安定性の測定
- ・ 隠れ端末の存在による性能劣化の測定

## 参考文献

- [1] 松下 温, 重野 寛, “無線 LAN の必要性と展望”, 情報処理, 1994, vol.35, no.12, pp1070-1079
- [2] 斎藤 忠夫, 相田 仁, 青木 輝勝, 日高 宗一郎, トラナイウィカライ トリーデージ, 橋本 昭則, “無線 LAN におけるシャドーイングを考慮した分散型アクセス制御方式”, 信学論誌, 2000, Vol.J83-B, NO.2