1V-3

複数無線経路におけるトラフィック分配方式の検討

藤井　賛[†]　　菅野　理[†]　　瀧本　栄二[‡]
安達　直世[†]　　滝沢　泰久[†]
関西大学　環境都市工学部　都市システム工学科[†]
立命館大学　情報理工学部　情報システム学科[‡]

1.　はじめに

移動通信の技術は日々進化し、私たちの生活に急速に普及している。特に携帯電話では、iPhone、iPad、windows mobile、Android など数々のスマートフォンと呼ばれる新たな高機能な情報端末が登場してきた。このような新たな情報端末により、最近では YouTube をどこでも視聴出来るようになり、携帯電話の利用方法は拡大している。これに従い無線通信において多様なコンテンツが増え、使用するデータの量やユーザ数も年々増えてきた。このようなデータ量の増加に携帯電気事業者はサービス向上のために様々なサービスや新技術を展開しているが、周波数帯域自体の不足が問題となってきている。
この問題を解決する技術として、コグニティブ無線技術が提案されている[1]。

コグニティブ無線技術には特定のサービスの中で無線機器が既存システムの間で空いている周波数帯を確保して通信を行う「周波数利用型」と無線 LAN、WiMAX といった既存の通信方式の混雑度や接続性を認識して通信を行う「ヘテロジニアス型」と呼ばれるものが存在する。本稿では先ず「ヘテロジニアス型」を対象として検討する。

「周波数利用型」と「ヘデロジニアス型」は端末周辺の無線リソースを有効に利用することは可能であるが、いずれもネットワーク全体での最適化の視点に欠ける。無線リソースはその周波数帯により無線通信方式が異なり、通信範囲や通信速度などの通信特性が異なる。さらにネットワーク全体ではトラフィック量やユーザ数に偏りがある。従ってこのような点を考慮しなければ、ネットワーク全体で最適にリソース利用が出来ない。以上のことから、本稿はコグニティブ無線ネットワークを、異なる複数の無線システムを装備した基地局と、同様に異なる複数の無線システムを装備した端末により構成されるヘテロニジアスネットワークとしトラフィック量やユーザ数に応じて最適データを分配する制御方式を提案する。

Study on Traffic Distribution for Multiple Wireless Route
†Tasuku Fujii, † Osamu Sugano, ‡ Eiji Takimoto,
†Naotoshi Adachi, †Yasushisa Takizawa
†Kansai University‡,Ritsumeikan University

2　評価基準

2.1　無線としてのリンクコスト

無線リンクの混み具合の指標としてリンク内の待機パケットを用いる。リンク内の待機パケット数は、Little の定理を用いて、無線リンクのコストはその平均パケット到着率 F_i と平均遅延時間 T_{ij} から次のように決まる。

$$d_{ij} = F_i \cdot T_{ij} \qquad (1)$$

また、複数の無線リンクのコストはそれぞれのリンク内パケット対奇数であるので、式（1）で示されるリンクコストの和となる。

2.2　評価値としてのリンクコスト

リンクコストは、パケット到着率 F_i に平均遅延時間 T_{ij} を乗じた値であり、パケット到着率と平均遅延時間は、それぞれ次のようなネットワークのメトリックとなる。

- パケット到着率：リンクへのパケット流入量を表すメトリックである。パケット到着率が高くなると、処理すべきパケットが大量にリンクに到着していることとなる。
- 平均遅延時間：平均遅延時間は、待ち行列での平均待機時間とパケットの平均処理時間（転送時間）からなる。パケットの平均処理時間は無線環境におけるリスクの品質（メディア制御時間、送信レート、パケット誤り率）に強く依存する。また待ち行列内の前方のパケット処理時間（パケットの退去）に強く依存し、さらに、パケット到

Copyright ©2011 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

着率（パケットの流入）にも依存する。すなわち、平均遅延時間はリンク品質とパケット到着率の両方に依存するメトリックである。

文献[2][3]によると、リンクコストを小さくすると遅延時間が減少し、スループットが向上する。また、複数の無線リンクにおいてリンクコストを最小化することは、各無線リンクの遅延時間を均等化することで近似できる。以上のことから、異なる複数の無線リンク間でその平均遅延時間を均等化するようにパケットを分配する。さらに、この遅延均等分配するため、複数リンクへのパケット分配によるパケット到着順乱れも抑制することが可能である。

パケット分配は遅延時間計測を周期的に行い、その平均値から次のようにパケット分配率を算出する。

3. 研究方針

本稿では、MAC 層とＩＰ層の間にサブレイヤ（以降、コグニティブ層）を作成する。コグニティブ層では、端末に装備されている複数の I/F を管理し、これらを集約した１つの仮想 I/F として提供する。無線リンクの平均遅延時間は IEEE802.11 DCF を想定し、パケットが I/F キューに到着してから、そのパケットが処理完了する（ACK 受信）までの時間として計測した。

パケット送受信の流れを説明していく。（図１）アプリケーション層から発生したパケットは各レイヤを辿り、ＩＰ層に到達する。ＩＰ層ではひとつの仮想 I/F であるコグニティブ層に対してパケットを引渡す。①コグニティブ層では、複数の I/F に割り当てられているＩＰアドレスを１つのＩＰアドレスとするため、図２に示すコグニティブパケットを作成する。②遅延時間から算出したパケット分配に基づき、上記コグニティブパケットを I/F にパケットを振り分ける。③
パケット受信の流れは、I/F に到着したコグニティブパケットがコグニティブ層に上げられる。④コグニティブ層に上げられたパケットはコグニティブヘッダーを取り除き、ＩＰパケットを取り出して、ＩＰ層に引渡す。⑤その後はアプリケーション層までパケットを上げて受信が終わる。

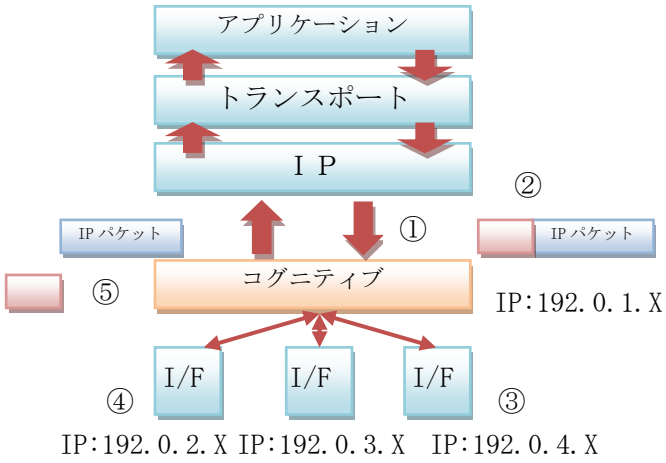
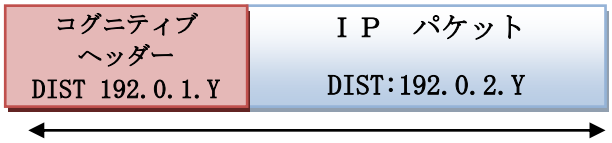


図１　パケット送受信の流れ



コグニティブパケット

図２コグニティブパケット

4. 終わりに

本稿ではコグニティブ無線ネットワークにおいて、ネットワークのコストを最小化するトラフィック分配方法を提案した。今後は提案方式の有効性をシミュレーションに評価する予定である。

参考文献

[1] 原田博司,“コグニティブ無線機の実現に向けた要素技術の研究開発”,電子情報通信学会論文誌 B Vol.J91-B, No.11 ,pp.1320-1331,2008

[2] 滝沢,谷口,山中,山口,小花：コグニティブ無線ネットワークにおけるマルチホップアクセス経路トラフィック制御方式,情報処理学会論文誌,Vol.48,No.7(2007)

[3] 滝沢，谷口，山口，小花：IEEE802.11 と IEEE802.16 を収容する 無線アクセスネットワークにおけるパケット分配特性，情報処理学会論文誌，No49. No.9，pp. 3245-3256

Copyright ©2011 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.