

室内パケット無線LANにおける ダイナミックチャンネル割当法

3N-7

大平千里 関根 毅 吉田徳文 横山光男 松下 温
(慶應義塾大学 理工学部)

1. はじめに

移動通信において、使用できる周波数資源が限られているため、その有効利用が重要な課題となっている。移動通信の代表例である自動車電話では、小ゾーン方式によるマルチチャンネルアクセス通信により、周波数の有効利用を図っている。

マルチチャンネルアクセス方式の通信システムのチャンネル配置法には大別して、固定チャンネル配置法とダイナミックチャンネル法がある。

各ゾーンのトラフィック量のピーク時間がばらつく場合、一般にダイナミックチャンネル配置の方が配置効率がよくなるといわれている⁽¹⁾。しかし、ダイナミックチャンネル方式は制御が煩雑で、空きチャンネルを検索する時間が必要なため、配置するチャンネルを決定するまでに時間がかかり、固定配置よりも効率が悪くなる場合もある。このため制御が比較的簡単で、かつ配置効率の良いチャンネル配置法が研究されている⁽²⁾。

上記のいずれの方式においても、ゾーンが適切に配置され、各基地局の位置関係が明確に規定されているという前提に基づいている。しかし室内無線LANシステム⁽³⁾では、壁などによって電波の減衰が一様でないため、従来のチャンネル配置法で必要な、ゾーンの位置関係が規定できない。

従って我々は、各基地局が独自に隣接する基地局を判別し、比較的簡単な制御により短時間で配置するチャンネルを決定できるような、改良型のダイナミックチャンネル配置のアルゴリズムを提案する。

2. チャンネル配置方法の概要

2.1 隣接基地局の判別

ある基地局がどの基地局と隣接しているか、という基地局の位置情報は、ダイナミックチャンネル配置法に不可欠なデータである。この位置情報をあらかじめネットワークが持つとすると、ネットワークシステムの柔軟性が損なわれ、基地局の増設が難しくなるので、位置情報を動的に取得できるように設計する。まず、隣接基地局の位置情報を取得方法について述べる。

通信回線の誤りがランダム性のものであるとき、長いデータほど通信回線に低い誤り率が要求される。一般に、通信距離が短いほど誤り率は低くなるので、データパケットに比べて通信要求パケットはより遠くへ届く。従って各々の基地局のゾーンよりも、広い範囲の移動局からの通信要求パケットが基地局で受信される。

この性質を利用して、移動局の通信要求パケットの中に、収容先基地局の番号と移動局の番号をデータとして同時に送信する。基地局は受信したパケットの内容から、受信したパケットが自分のゾーン内の移動局からのものであるかどうかを容易に判定することができるので、ゾーン外からの通信要求パケットの収容先基地局を隣接局として定義する。このようにして過去一定時間内に受信した隣接局の番号を隣接基地局リストとして保存する。

この方式では、基地局が故障していたり、電源が投入されていない場合、基地局の通信ゾーンを他の基地局が無視するので、結果的に隣接局が故障した基地局の通信範囲を補完するという効果が期待できる。

2.2 チャンネル割り当てテーブルの作成

ダイナミックチャンネル配置では、配置するチャンネルを決定する際に、他の基地局のチャンネル使用状況を必要とする。この情報交換のため、上位ネットワークの負荷が大きくなるという欠点がある。

ネットワーク上の通信量及びバッファ領域をできる限り小さくするために、基地局が持つ情報量は必要最小限、すなわち、互いに通信妨害を引き起こす可能性のある、隣接基地局のチャンネル割り当て状況情報のデータのみに限るべきである。

基地局はそれぞれ、上で求めた隣接局リスト

$\{N_1, N_2, \dots, N_i \mid N_i \text{は隣接局}\}$

の隣接基地局に対して、隣接局が現在どのチャンネルを使用しているかを上位ネットワーク上のデータによって知り、常に対応する隣接局のチャンネルの使用状況を更新することにより、隣接局のチャンネル割り当て状況テーブルを自局内に作成する。

また、このチャンネル割り当てテーブルに、過去その隣接局に収容されている端末の通信要求パケットを何回受信したかについても管理しておく、この値により、隣接局と同じ周波数を使用した場合に互いにどれぐらい妨害が発生するかを知る目安となる。この値をエリア多重度と名付ける。

基地局は、移動局に対して割り当てるチャンネルを決定しこれを移動局に知らせる前と、割り当てたチャンネルを解放した後に、上位ネットワークのグループ同報機能を用いて各基地局にチャンネル使用状況の変化を知らせる。各基地局は、上位ネットワークを通じて隣接局のチャンネル使用状況の変更を受信すると、自分の持つチャンネル割り当てテーブルの、チャンネルの使用状況 C_{ij} (j はチャンネル番号)を、そのデータに基づいて更新する。この方法はチャンネル配置時点で上位ネットワークの情報交換を必要としないため、チャンネル配置時に必要な時間は少なくてすむ。

2.3 チャンネル配置アルゴリズム

基地局は自分が収容している基地局から通信要求パケットを受け取ると、自局の管理するチャンネル割り当てテーブルに基づき、現在最も隣接局に妨害を与えないと思われるチャンネルを割り当てるチャンネルとして決定する。隣接局及び自局が使用していないチャンネルがある場合にはその中からランダムに、ない場合は最もエリア多重度の和が小さいものを選ぶ。チャンネルを決定後、上位ネットワークを通して他の基地局にそのチャンネルを使用することを知らせる。このパケットが、正しく送信される前に、他の基地局よりそのチャンネルを使用する通知が来ていた場合は、チャンネル割り当ての決定からやり直す。基地局から移動局へのパケットの通信の際も同様に、テーブルから割り当てるチャンネルを決定後、制御チャンネルを通じて移動局を呼び出すと同時に割り当てたチャンネルを他の基地局に通知する。

4. 方式の検討

4.1 チャンネル配置効率について

$S =$ チャンネル数の $M/M/S$ モデルの待ち行列問題として扱うことができる。

固定配置法は、例えば21chを3chずつグループとして各ゾーンで繰り返し使うとすると $M/M/3$ モデルとして表すことができる。これをダイナミック配置法でチャンネルを配置する場合、21chの窓口が、どの基地局から発生した呼であるかを問わずに受け付けるので、 $M/M/21$ モデルとして近似できる。

Fig.1は、21chを固定配置法で7つのゾーンで繰り返し使う場合とダイナミック配置法で使用情况の場合、輻輳度とアーランの損失式の値である。

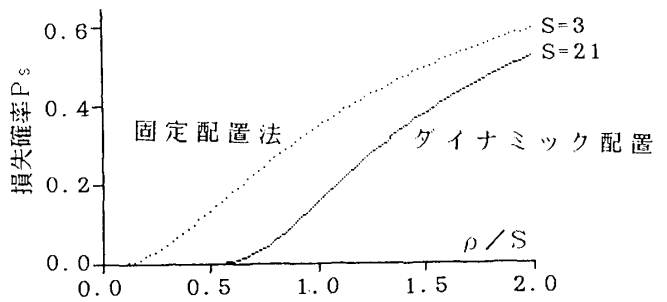


Fig.1 配置アルゴリズムと損失確率

輻輳度が0.5のときのアーランの損失式の値は、固定配置が0.1343、ダイナミック配置は0.0015となり、ダイナミック配置の方が、チャンネル配置効率が良い。

我々の提案するダイナミックチャンネル配置法も、呼はチャンネルに均等に割り当てられるので、同程度のチャンネル配置効率が予想できる。

4.2 上位ネットワークの情報量

一般にダイナミックチャンネル配置では⁽¹⁾⁽²⁾、基地局は呼が発生すると、各チャンネルの空塞をキャリアの有無によって判断している。しかし、基地局がチャンネルの使用状況を常に管理し、基地局間で情報を交換し、空いていると思われるチャンネルのキャリアのみを検出した方が明らかに短時間ですむ。また、呼の発生ごとに隣接する基地局にチャンネル使用状況を問い合わせるので、ゾーンを六角形で構成した場合、最低6回の情報交換が必要である。これに対し本方式は、データの通信の前後、計2個のチャンネル使用状況更新パケットが伝送されるのみであり、上位ネットワークの通信量の低減が期待できる。

5. あとがき

本論文では、改良したダイナミックチャンネル配置方式について検討を行い、本方式により従来のダイナミックチャンネル配置に比べて必要な基地局間の情報量が低減でき、なおかつチャンネル配置効率の良い室内無線システムが構築可能であることが確認された。今後は、ネットワーク全体の定量的な検証をシミュレーションにて行う予定である。

文 献

- (1) 仙石: "自動車電話の周波数有効利用—チャンネルの割当アルゴリズム—", 信学誌, 69,4, pp.350-356(昭61-04).
- (2) 田島, 今村: "移動通信におけるダイナミックチャンネル割り当て法の一考察", 信学技報, C S 85-22, pp.47-54.
- (3) 重野, 他: "有線と無線の2層構造をもつLAN", 情報処理学会 第40回全国大会, 1990