

パケット伝送セルラーシステムにおける TDMA/FDMA 動的チャネル割当方式

友清 亮 赤岩 芳彦

九州大学大学院 システム情報科学研究科
〒 812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1

TEL : 092-642-3891 FAX : 092-642-4078

E-mail : tomokiyo@mobcom.is.kyushu-u.ac.jp

あらまし キャリア周波数の少ないTDMA/FDMA方式を用いるパケット伝送セルラーシステムにおいて周波数資源の効率的な利用のため各セルにおけるキャリア周波数の割当はスロット割当とともに、重要な問題となる。マイクロセルラーシステムにおいては、事前に周波数チャネルを割り当てておく事は困難であり、基地局毎に自律分散動的にチャネル割り当てを行う方式が望まれる。本論文では、我々が提案したスロット割り当て方式をもとに、各基地局が時分割チャネルに加え周波数分割チャネルにおいても自律分散かつ動的にチャネル割り当てを行う方式を提案する。計算機シミュレーションにより、提案方式は、時間軸上と周波数軸上の双方でチャネルを有効に利用できることを示す。

キーワード 自律分散型動的チャネル割り当て、パケット伝送、マイクロセルラーシステム

A Dynamic Channel Assignment Method for TDMA/FDMA Packet Transmission Cellular Systems

Ryo TOMOKIYO and Yoshihiko AKAIWA

Graduate School of Information Science and Electrical Engineering,
Kyushu University
6-10-1, Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812-8581

Phone : +81-92-642-4071 Fax : +81-92-642-4078

E-mail : tomokiyo@mobcom.is.kyushu-u.ac.jp

Abstract In packet transmission TDMA/FDMA cellular system with a small number of carrier frequencies, assignment of carrier frequencies becomes important issue for efficient use of frequency resource. In microcellular systems, it is difficult to assign channel in advance because of irregularity of radio wave propagation. Therefore, system where channels are assigned in a distributed manner is desired. In this paper, we propose a method in which each base station dynamically assigns frequency-division channel as well as time-division channel in a distributed manner. The performance of the proposed method is evaluated by computer simulation. The proposed method shows efficient channel usage both in time-domain and frequency-domain.

key words

Distributed Dynamic Channel Assignment, Packet Transmission, Microcellular Systems

1 まえがき

5GHZ帯無線通信システムに割り当てられる周波数チャンネル数は、数度程度と想定されている [1] - [3]。このようなキャリア周波数が少ないセルラーシステムにおいては、周波数資源の効率的利用のため各セルにおける周波数チャンネルの割当は、重要な問題となる。時分割チャンネル（スロット）の割当法については、様々な提案がなされているが、周波数チャンネルの割当法については、ほとんど議論がなされていない。マイクロセルラーシステムにおいては、電波伝搬に建造物などの影響が現れるようになり干渉の見積もりは、困難となるため各セルに事前にチャンネルを割り当てる事は、困難となる。従って、基地局毎に自律分散動的にキャリア周波数を割り当てる方式が望まれる。本稿では、時間及び周波数において各基地局が自律分散動的にチャンネルを割り当てる方式を提案する。

音声の packets 伝送を行う方式の中でも、PRMA (Packet Reservation Multiple Access) [4] は、その高い容量から注目されている。PRMA は、元々単一セルを意図しており、セルラーシステムに PRMA を適用する場合には、他セルからの干渉を考慮する必要がある。我々は、PRMA をセルラーシステムに適用するためキャリアセンスを導入し、基地局側で割当を行うことにより時間的効率を高めた [5], [6]。この方式では、時分割チャンネル（スロット）の割当のみを考慮しており、キャリア周波数についての考察はなされていない。本稿では、この方式を時分割チャンネルのみならず、周波数分割チャンネルにおいても基地局毎に自律分散動的にチャンネル割当を行うよう拡張した方式の提案を行う。

2 提案方式

提案方式は、PRMA を基にしているので、PRMA の概要をまず示す。PRMA では、各端末において有音を検知すると予約のされていないスロットに packets を伝送する。一度伝送に成功すると次のフレームの同スロットを予約し、衝突なしで packets を伝送することができる (図 1)。また PRMA では、音声の即時性を保つため一定時間経過した packets を廃棄する。

提案方式では、時間及び周波数において各基地局

が自律分散動的にチャンネル割当を行う。時分割チャンネルの割当は、PRMA を基に我々が提案したスロット割当方式を用いた [5], [6]。スロット割当は、以下のように行う。スロットの予約は各フレームの先頭の予約用スロットに予約 packets を伝送することにより行われる。予約用のデータサイズは、小さいため、スロットをいくつかの予約用スロットに分割して使用する。チャンネルの検索は、前のスロットから行い、予約 packets の受信電力と各スロットの 1 フレーム前の受信電力を基に所要 CIR を満たすスロットを割り当てる (図 2)。

周波数分割チャンネル（キャリア周波数）の割当については、各基地局は、一定時間の干渉波電力が最も小さいキャリア周波数を選択し使用する。干渉波電力を基に割当を行う理由としては、隣接セルにおいて使用されているキャリア周波数における干渉波が高くなるため、干渉波電力が低いキャリア周波数を使用することにより近隣セル間において同一キャリア周波数を使用しないようにするためである。また、干渉波電力マージンを設けた。これは、頻繁にキャリア周波数の変更を行わないようにするためである。今回の方式では、使用しているキャリア周波数における干渉波電力が高くなったとしても、最も低い干渉電力との比が一定範囲マージン内にある場合は、キャリア周波数の変更を行わず、そのまま使用するものとした。

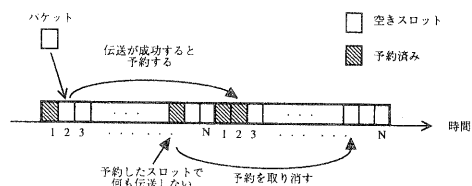


図 1 PRMA

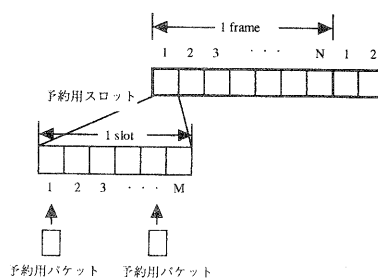


図 2 予約用サブスロット

3 計算機シミュレーション

セル配置は、図3のように8 X 8セルの二次元配置で行い、斜線の中央16セルにおいてデータを取得する。シミュレーション時のパラメータは、表1のように設定する。なお、端末の移動はないものとする。固定セル配置を図4のように設定し、提案方式を用い自律分散動的に周波数割当を行う場合の初期セル配置は、ランダムとする。

評価パラメータとしてパケット廃棄率を定義する。パケット廃棄率は、廃棄された音声パケットと生成された音声パケット数の割合で定義される。

比較方式として、クラスタセルを構成する方式についてのデータを取得する [7]。この方式では、同一キャリア周波数を使用するセルを複数個まとめて配置してクラスタセルを構成し (図5)、クラスタセル内で干渉を起こさないようスロット割当制御を行う (図6)。データは、3セルクラスタ、4セルクラスタの条件で取得し、その場合の固定セル配置を、図4 (b), (c) に示す。

表1 システム変数表

キャリア数	4
干渉電力平均フレーム数	1000
基地局数	64
セル半径	300[m]
電波伝搬定数	4.0
所要CIR	15.0[dB]
シャドウイングの標準偏差	6.0[dB]
1フレーム当たりのスロット数	20
有線回線数	20
フレーム時間	16[msec]
最大パケット保留時間	32[msec]
有音平均持続時間	1.00[sec]
無音平均持続時間	1.35[sec]
Speech Activity Detector	slow
予約スロットの分割数	8

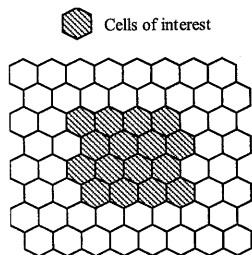
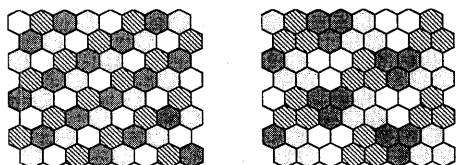
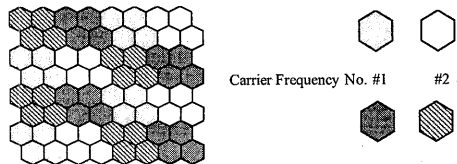


図3 セル配置



(a) クラスタ構成せず
(4セルリユース)

(b) 3セルクラスタ



(c) 4セルクラスタ

図4 固定セル配置

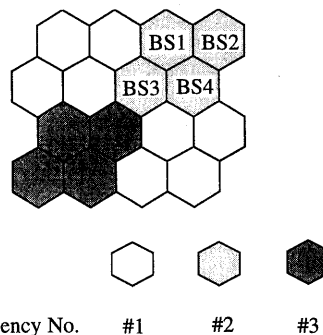


図5 クラスタ構成図

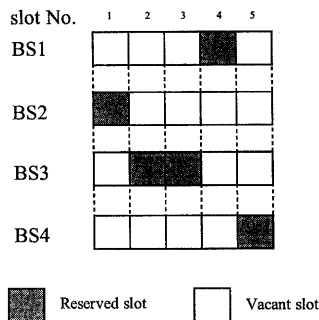


図6 スロット割当制御

提案方式を用いて、十分時間が経過した後のセル配置を図7に示す。ここで十分な時間とは、パケット廃棄率が定常状態になる時間を意味する。この図より提案方式を用いることによりランダムなセル配置から自律分散動的にキャリア周波数を割当てて近隣セル間において、同一キャリア周波数を使用しない状態になることが分かる。このことは、新たに基地局を設置する場合においても、提案方式を用い十分時間が経過すると、新たな基地局において近隣の基地局と異なるキャリア周波数を使用するようになり、周波数資源の空間的効率利用ができるようになることを示している。

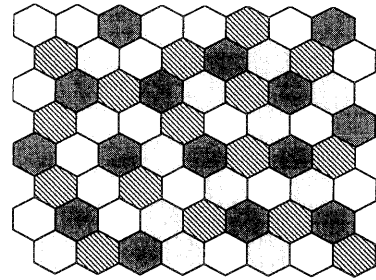


図7 提案方式を用いた場合のセル配置

図8にパケット廃棄率特性を示す。提案方式における特性は、クラスタを構成する方式の特性よりも良い特性を示していることが分かる。また提案方式は、理想的な4セルリユース固定配置における特性に近い値を示している。マイクロセルラーシステムにおいては、前もってチャンネルを割り当てる事は、困難であり、さらに電波伝搬の不規則性のためにセル形状も歪む。このような状況で実際に図4のように理想的かつ事前に周波数を割り当てることは困難である。提案方式は、干渉の見積もりが困難な場合においても各基地局で自律分散動的に周波数チャンネルの割当を行い、理想的なセル配置における特性に近い値を示すことができる。

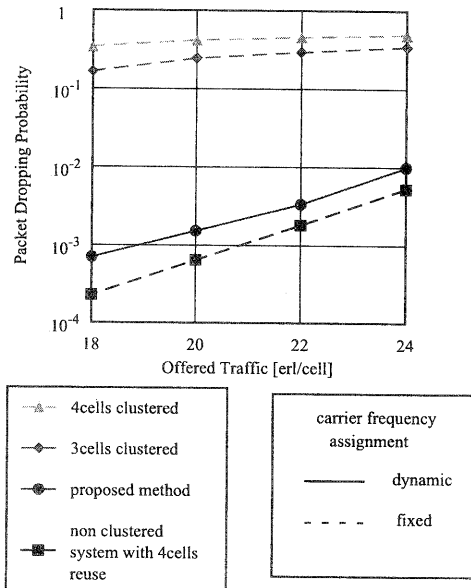


図8 パケット廃棄率特性

マージンを設ける場合と設けない場合のキャリア周波数変更回数を図9に示す。マージンを設けることによりキャリア周波数の変更回数が減少し、時間の経過とともに、セル配置が安定していくことがわかる。

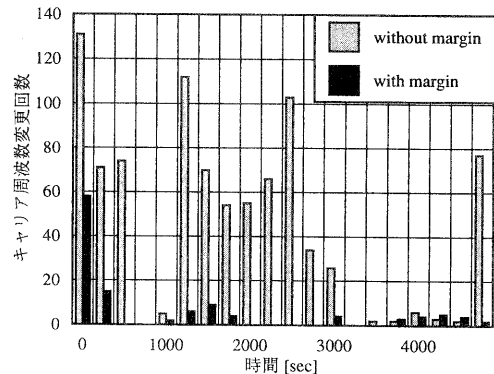


図9 キャリア周波数変更回数

図10、11に各スロットの使用頻度と基地局端末間平均距離をそれぞれ示す。図10から、前のスロットの使用頻度が高くなっており、後ろのスロットは、使用頻度が低くなっていることが分かる。また、図11より前のスロットは、基地局から近い端末が使用し、後ろのスロットは、基地局から遠くに位置する端末が使用していることが示される。このことから提案方式では、時分割スロットにおいては、チャンネルの再利用分割を生じており、時間においてもチャンネルの効率的な利用が行うことができることが分かる。

4 むすび

時間および周波数での自律分散動的チャンネル割り当て方式を提案した。提案方式により周波数チャンネルの空間的な再利用が効果的に行われることを示した。クラスタを構成するよりも高い加入者容量が得られている提案方式は、自律分散動的にチャンネルを割り当て、4セルリユースの理想的な固定配置における特性に近い特性を得ることができることが分かった。また提案方式は、周波数再選択の際に、干渉電力マージンを設けることにより、キャリア周波数変更回数を減少させ、セル配置を安定させることが分かった。

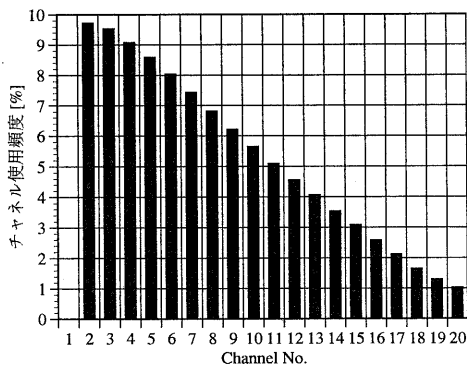


図10 スロット使用頻度

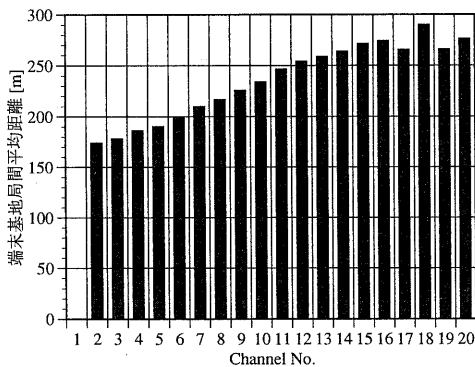


図11 平均基地局端末間距離

[参考文献]

- [1] M. Umehira, A. Ohta: "A 5GHz-band Advanced Wireless Access System For Mobile Multimedia Applications", IEEE 51st Vehicular Technology Conference Proceedings vol. 3, pp.2300-2304.
- [2] J. Khun-Jush, G. Malmgren, P. Schramm, J. Torsner: "Overview and Performance of HIPERLAN Type 2 - A Standard for Broadband wireless Communications", IEEE 51st Vehicular Technology Conference Proceedings vol. 1, pp.112-117.
- [3] J. C-I. Chuang: "An OFDM-Based System with Dynamic Packet Assignment and Interference Suppression for Advanced Cellular Internet Service", Wireless Personal Communications 13, pp167-183,2000
- [4] D. J. Goodman and S. X. Wei: "Efficiency of Packet Reservation Multiple Access", IEEE Trans. on Vehicular Technology, vol. 40, No.1, pp. 170-176, February 1991.
- [5] 上原、瀬戸、赤岩: "パケット伝送セルラーシステムにおける動的チャンネル割り当て方式(3)", '98電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、B-5-116.
- [6] T. Uehara, T. Seto, Y. Akaiwa: "A Dynamic Channel Assignment Method for Voice Packet Transmission Cellular System", IEEE Vehicular Technology Conference Proceedings, vol.3, pp.2500-2504, 1999.
- [7] 森本、加藤、中村、村田: "同一周波数セルをクラスタ化した場合における干渉に関する検", '99電子情報通信学会総合大会、B-5-104.