

## シミュレーションによる移動体無線通信システムの基地局設置政策の検討

02701120 山形大学

山田孝子 YAMADA Takako

01302440 東京工業大学

高橋幸雄 TAKAHASHI Yukio

## 1. はじめに

移動体無線通信システムに対してはマルコフ過程を用いたモデル化によるトラフィック解析や性能評価が多く行われてきた。日本では、セルラー通信システムに代表される移動体通信において、小ゾーン（セル）方式が世界に先駆けて採用された。これは、小規模の基地局を多数設け、それらの連携により広い範囲をカバーする方法であり、一つ一つの基地局がカバーする範囲をセルと呼んでいる。このような小ゾーン方式の場合、数キロごとに基地局を設置し、ユーザが複数のセル間を移動しながら携帯端末を使用することを前提としている。そのため、性能評価においてはハンドオフという、従来の通信システムには存在しない呼源の移動をモデルに取り入れる必要がある。移動体通信システムを対象とする研究は多数存在するが、このハンドオフの扱いがポイントとなるものが多い[[1],[2],[3]]。今回は、都市にPHSのような通信システムを導入するとき、時間帯により地理的な分布も利用時間も異なるユーザが存在し、それらのユーザがある程度恣意的に発信場所を選択する場合を考慮したシミュレーションモデルを報告する。

## 2. シミュレーションモデルの概要

シミュレーションでは9kmの矩形領域をサービス領域として考える。これはたとえば山形市のような規模の都市に相当する。基地局はすべてサービス領域内にあらかじめ与えられ、各基地局は図1に示すように局を中心とするある半径を持つ円形の領域（セル）をカバーする。基地局が隣接する場合には、複数の基地局にカバーされる地域が存在することもある。また、各セルで同時に接続できる最大可能ユーザ数はチャンネル数として与えられる。

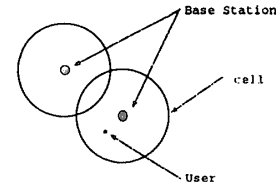


図 1: 基地局とセル

シミュレーションは時刻0分から時刻1440分までを一回として実行する。ユーザはランダムな時間間隔でシステムに到着し、与えられた発生確率に基づいて選ばれるサービス領域内の一地点に発生する。ユーザの発生地点をカバーするセルのうち、最もユーザに近く、かつ空きチャンネルを持つ基地局がそのユーザの帰属局となる。ユーザはそれぞれ指数分布に従う通話時間だけ通話し、通話が終了すればシステムから退去する。もし通話開始時点で接続可能な基地局のすべてのチャンネルが使用中であれば、そのユーザの呼は呼損として扱われる。

発生したユーザは個別に移動速度、移動方向を与える。シミュレーションではユーザが隣接セルから移動してくるとき、移動先の基地局で即座に空きチャンネルを割り当てることができなくても、それがセル間のハンドオフエリアと呼ばれる境界にいる間は、もとの基地局を使用し、移動先のチャンネルの空きを待つことができる。もしユーザがハンドオフエリアにいる間に移動先の基地局のチャンネルがあれば、ユーザは移動先の基地局を新しい帰属局として通話を続行する。ユーザの移動先をカバーする基地局が複数ある場合、最も近く、空きチャンネルをもつ局が次の帰属局となる。

## 3. ユーザの発生場所

ユーザはサービス領域内に一様ではなく、都心や道路沿いなどある偏りをもって分布し、しかも

時間帯によりその分布は変化するものと考えられる。そこで本シミュレーションでは、ユーザは時間帯により昼間は都心部を中心に多く発生させ、夜間は都心部を取り巻く道路網に沿って多く発生するように設定する。

#### 4. ユーザの発信タイプ

PHS や携帯電話のユーザの発信の仕方として以下のような a~c の3種類のタイプを考える。

- a ユーザはセルによってカバーされているエリア内にいるかどうかに関係なく発信する
- b 自分の携帯端末の受信レベルを確認し、十分受信可能な領域にいる場合のみ発信する
- c ユーザはサービス領域内のどこがセルの範囲内で、受信可能になるかを知っている。もし少し移動すれば、そのようなセルに含まれる領域に行けるときは、自分から移動して発信する

#### 5. 基地局の設置位置

サービス領域内は昼間多数のユーザが存在する都心部と夜間にユーザが多く存在する郊外部が存在し、郊外部には道路網があらかじめ与えられる。基地局は都心部と郊外部にそれぞれ設置され、郊外部に設置される基地局の設置位置は道路網上から選択される。シミュレーションでは基地局の配置パターンやチャンネル数、セルの大きさなどの異なる様々なケースについて実験を行う。

#### 6. シミュレーション結果

シミュレーション実行例を図2に示す。他の結果については当日に報告する。

#### 7. 今後の課題

今後、移動体無線通信システムは、都市生活者にとっての加入者電話の代替ばかりでなく、これまでの都市を対象とした領域以外、しかもこれまでとは違った目的で、サービス領域の拡大が進むであろう。このモデルとそれに基づいて作成したシミュレーションをツールとして利用しながら、経済的要素やサービスの質といった要素を含む移

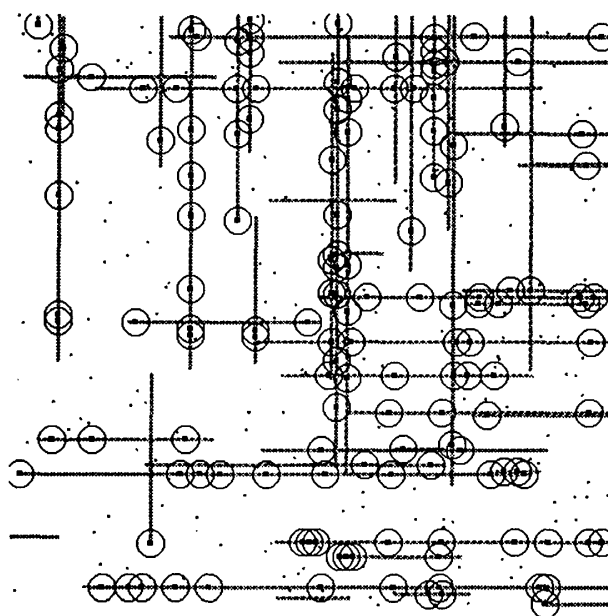


図2: シミュレーション実行例

動体無線通信システムの新しい評価尺度を考え、様々な利用の場面における移動体無線通信システムをどのようなポリシーで構築するか、という問題を考えてみたい。

#### 参考文献

- [1] 宮代 透, 高木英昭, 不規則な構造のセルラー通信ネットワークにおける呼損および強制切断確率の評価, 情報通信ネットワークの新しい性能評価法に関する総合的研究 シンポジウム報文集, (1997) 338-349.
- [2] 町原文明, 移動客モデルとそのパーソナル通信への応用, OR学会第25回シンポジウム“待ち行列—モデリングと解法—”予稿集, (1991) 40-45.
- [3] D. Hong, S. S. Rappaport, Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedures, *IEEE Trans. Veh. Technol.*, VOL.VT-35, (1986) 77-92