

51 Hopfield型ニューラルネットを用いたフレキシブルハイブリッドチャンネル割当に関する一考察

保崎次哉¹ 嶋田一彦¹ 仙石正和¹ 阿部武雄¹
 † 新潟大学 工学部
 †† 千葉工業大学

1. まえがき

セルラ移動体通信系における周波数利用効率の改善は重要な課題である。一般に、周波数利用効率はチャンネル割当アルゴリズムに大きく依存することから、様々なチャンネル割当法が提案されている。

チャンネル割当法は、空間的周波数利用効率が最適な固定チャンネル割当法(FCA)と時間的利用効率が高いダイナミックチャンネル割当法(DCA)に大別される。DCAは、実用的な呼損率数%程度の範囲で優れ、トラヒック変動にも柔軟性があるといわれている。FCAとDCAを混合したハイブリッドチャンネル割当法(HCA)は、双方の長所を合わせ持っているが、その特性は、固定チャンネル数とダイナミックチャンネル数の比率に依存する。また、HCAにおけるreassignmentは、FCAの時間的周波数利用効率を向上させると同時にDCAの効果を改善させる技巧的な方策である。

先に、筆者らが提案したフレキシブルハイブリッドチャンネル割当法(FHCA)⁽¹⁾は、時間的及び空間的周波数利用効率の改善を目的としたチャンネル割当法であり、原理的に予測困難なトラヒック変動にも適応的に対応でき、更なる効率の向上が実現できるものである。また、FHCAにおけるreassignmentは従来の手法とは異なり、ニューラルネットによる再配置接続の中に組み込まれ特別な手間をかけずに実行可能である。

本稿では、FHCAにおけるreassignmentの効果を確認するため従来のreassignmentを用いたFHCAとの比較検討を行う。

2. FHCAアルゴリズム

FHCAは従来のHCAの概念と同様、空間的利用効率が高く、かつ、各セルにおける時間的利用効率が十分高いチャンネルを固定チャンネルとして、各セルに固定配置するものである。しかし、HCAとの決定的な相違は、固定チャンネルとその配置を適応的に決定し、フレキシブルに変化させることである。

FHCAの基本的アルゴリズムを以下に示す。

Step 1) 呼の生起

Step 2) HCAによるチャンネル割当が可能ならば Step 1へ

Step 3) ニューラルネットワークによるチャンネル割当(固定チャンネル群)の解が求まれば Step 5へ

Step 4) ニューラルネットワークによるチャンネル割当(ダイナミックチャンネル群)の解が求まらなければ Step 6へ

Step 5) 固定チャンネル及びその配置の決定(解放、取り入れ、継続)、Step 1へ

Step 6) 呼損 Step 1へ

この割当法は、空間的利用率の高いチャンネルを暫定的に固定チャンネル配置し、そのチャンネルの空間的利用率の時間的変化を随時観測することにより、固定チャンネルの継続可否の決定を行う。

固定チャンネルの決定、変更の役割を担うニューラルネットワークは、非同期的ホップフィールド型モデル⁽²⁾である。ニューロンの内部状態を $u_{i,x}$ 、出力を $v_{i,x}$ とすると、

$$u_{i,x}(k - \Delta t_{i,x}) = \sum_y \sum_j T_{(i,x),(j,y)} v_{j,y}(k - \Delta t_{j,y}) + I_{i,x} \\ v_{i,x}(k - \Delta t_{i,x} + \epsilon) = g \left\{ u_{i,x}(k - \Delta t_{i,x}) \right\} \\ = \frac{1}{2} \left[1 + \tanh \left\{ u_{i,x}(k - \Delta t_{i,x}) / \lambda \right\} \right]$$

$\epsilon < \Delta t_{i,x} < \dots < \Delta t_{i,x} < \dots < \Delta t_{i,1} < \Delta t_{i,1}$
 k は離散時間、 $\Delta t_{i,x}$ はシステムにより決定される各ニューロンの1クロックタイム内の時定数であり、 ϵ は微小定数である。ニューラルネットを用いたチャンネル割当アルゴリズム⁽¹⁾は、従来のアルゴリズム⁽³⁾を一部変更したものであり、パラメータ $v_{i,x}$ 、 $m_{i,j}$ 、 h_i の値を以下のように定義する。

$$v_{i,x} = \begin{cases} 1 & \text{セル } i \text{ にチャンネル } x \text{ が} \\ & \text{割り当てられている。} \\ 0 & \text{セル } i \text{ にチャンネル } x \text{ が} \\ & \text{割り当てられていない。} \end{cases}$$

$$m_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{セル } i \text{ とセル } j \text{ で} \\ & \text{同一チャンネルを使う。} \\ 0 & \text{セル } i \text{ とセル } j \text{ で} \\ & \text{同一チャンネルを使えない。} \end{cases}$$

h_i = 新しく生じた呼を含むセル i の呼数。
 マトリックス $S = (v_{i,x})$ 、 $M = (m_{i,j})$ としたとき、

$$MS = 0$$

$\sum_x v_{i,x} \geq h_i$, for any i
 をみたす S が求める解となる。

3. FHCAにおけるreassignment

FHCAにおけるreassignmentは、ニューラルネットの初期値(ニューロン出力 $v_{i,x}$)を次のように設定することで、ニューラルネットアルゴリズムの中で実行可能であり、特別なreassignmentの手間が削減されるという特徴を持っている。

$$v_{i,x} = \begin{cases} 1 & \text{セル } i \text{ にチャンネル } x \text{ が} \\ & \text{固定配置されている。} \\ 0 & \text{セル } i \text{ にチャンネル } x \text{ が} \\ & \text{固定配置されていない。} \end{cases}$$

$$v_{i,y} = \begin{cases} 1 & \text{セル } i \text{ にダイナミックチャンネル } y \text{ が} \\ & \text{割り当てられている。かつ、} \\ & \sum_x v_{i,x} + \sum_y v_{i,y} \leq h_i \\ 0 & \text{セル } i \text{ にダイナミックチャンネル } y \text{ が} \\ & \text{割り当てられていない。または、} \\ & \sum_x v_{i,x} + \sum_y v_{i,y} > h_i \end{cases}$$

本稿では、以上のような手法に対し、従来と同様な手続きによるreassignmentを行った場合との特性比較を行った。

4. シミュレーション結果

<シミュレーション条件>

- ・チャンネル数 84 ・セル数 61
- ・呼はポアソン生起、平均保留時間 1.5 分の指数分布
- ・干渉条件...7セル繰り返しパターンに準拠

<チャンネル割当法>

- (1) FHCA.
- (2) FHCAに従来と同様のreassignmentを行ったもの。

図1は、セル当たりの呼量と呼損率の関係を表している。方法(1)は方法(2)に比べ同等以上の特性を示している。FHCAに従来と同様のreassignmentを行った場合、FHCAで用いられているDCAへの依存度が高まり、ニューラルネットアルゴリズム(再配置接続)の効果が十分得られていないためと考えられる。図2に呼量と1セル当たりの平均時間的利用率の関係を示す。FHCAの時間的利用率は、従来のreassignmentを行った場合に対して、十分高い値を取っている。これらことから、FHCAのreassignmentに関しては、従来のreassignmentのように特別の手間をかける必要はないと考えられる。

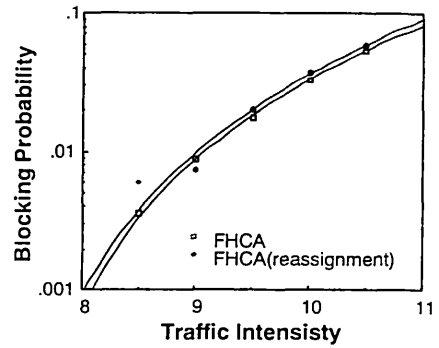


図1 呼量と呼損率

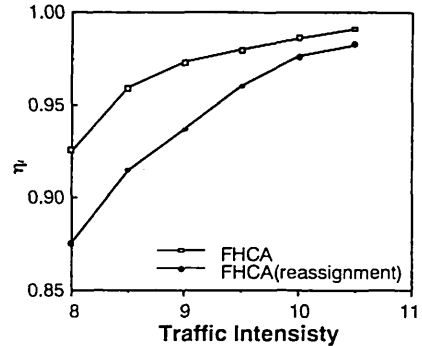


図2 呼量と時間的利用率 η

5. まとめ

FHCAにおけるreassignmentの効果を計算機シミュレーションにより考察した。FHCAでは、reassignmentを特別な手間をかけなくともニューラルネットアルゴリズムの中で実行可能であり、従来のreassignmentを行った場合と同等以上の効果があることが確認された。

参考文献

- [1] 保崎, 嶋田, 仙石, 阿部, : "ニューラルネットを用いたフレキシブルハイブリッドチャンネル割当方式に関する一考察" 信学技報, SAT94-9,SSE94-62(1994-06)
- [2] Takaba, M. and Goodman J.W., "Nucral networks for computation: number representations and programming complexity," App.Opt., Vol.25, No.18, pp.3033-3046, Sep.1986.
- [3] Nakano, Yokono, Sengoku, Yamaguchi, Shinoda, Motooka, Abe, "An Application of Dynamic Channel Assignment to a part of a Service Area of a Cellular Mobile Communication System," Trans.IEICE, Vol.E75-A, No.3, pp.369-379, March.1992.