

50 遺伝的アルゴリズムを用いたチャネル割当に関する考察

阿部 智*, 渡辺 郁*, 田村 裕**, 仙石 正和*, 篠田 庄司***

* 新潟大学工学部, ** 新潟大学地域共同研究センター, *** 中央大学理工学部

〒950-21 新潟市五十嵐2の町8050

1. まえがき

セルラ移動通信系では、サービスエリアは複数のゾーンに分割されており、干渉が十分小さいゾーン間で同一通話チャネルを割り当てることができるが、チャネルの割り当て方によってチャネルの利用効率が異なってくる。セルラ移動通信系には固定チャネル割当法(FCA)とダイナミックチャネル割当法(DCA)の2つのチャネルの割当法があり⁽¹⁾⁽²⁾、DCAでは利用効率を上げるために再配置接続⁽³⁾⁽⁴⁾を行うこともあるが、この問題はNP完全であることが知られている⁽⁵⁾。一方、近年さまざまな最適化問題を解く手法として、生物の進化の過程を模倣した遺伝的アルゴリズム(GA)が提案されている⁽¹⁾⁽²⁾。文献(6)ではチャネルの割当問題にGAを適用している。ここではチャネルの再配置のみを行っているため、適応度を求める際にはゾーン間のチャネルの干渉しか考慮に入れていないが、ここでは時間変化に伴い呼が生起、終了するモデルを想定しているため、呼が生起したゾーンにおける使用可能なチャネルの有無も考慮に入れている点が異なっている。本報告では、GAを用いたダイナミックチャネル割当法を提案し、シミュレーション結果を通じて他の手法と比較、検討を行い、本手法の有効性を示した。

2. ダイナミックチャネル割当問題に用いる遺伝的アルゴリズム

2-1 遺伝子型の設定

各個体の遺伝子型としては、(ゾーン数n)×(チャネル数m)の行列形式とし、ゾーンjにチャネルkが割り当てられた時にj行k列の成分を1とし、それ以外の時には0とする(図1)。

(チャネル数)

	1	2	...	m								
1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
⋮	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
⋮	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
⋮	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
⋮	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
n	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0

(ゾーン数)

図1 遺伝子型

2-2 適応度

個体は適応度の高い順に I_1, I_2, \dots とすると、個体 I_i の遺伝子型の適応度関数 $f(I_i)$ は次の式で表されるものとする。

$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m V_{jk} > 0$ の場合

$$f(I_i) = 1 - A \frac{\sum_j \left(\sum_k V_{i,jk} - \sum_k V_{jk} \right) + N_i}{\sum_j \sum_k V_{i,jk} + 1} - B \frac{\sum_{j \neq i} \sum_k m_{ij} \sum_l (V_{jk} V_{jl})}{\sum_{j \neq i} \sum_k m_{ij} \sum_l V_{jk}}$$

$A + B = 1.0$

$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m V_{jk} = 0$ の場合

$$f(I_i) = 1 - A \frac{\sum_j \left(\sum_k V_{i,jk} - \sum_k V_{jk} \right) + N_i}{\sum_j \sum_k V_{i,jk} + 1}$$

n_i : ゾーン数

n_c : チャネル数

$$V_{jk} = \begin{cases} 1: \text{個体 } I_i \text{ のゾーン } j \text{ にチャネル } k \text{ が} \\ \text{割り当てられている} \\ 0: \text{割り当てられていない} \end{cases}$$

$$N_i = \begin{cases} 1: \text{呼が生起したゾーンに使用可能な} \\ \text{チャネルがない} \\ 0: \text{チャネルがある} \end{cases}$$

$$m_{ij} = \begin{cases} 1: \text{ゾーン } j' \text{ がゾーン } j \text{ の} \\ \text{バッファゾーン内にある} \\ 0: \text{バッファゾーン内でない} \end{cases}$$

2-3 生起した呼へのチャネルの割り当て方

適応度の高いものから順に I_1, I_2, \dots と並び換え、 I_i の遺伝子型に相当するチャネルを各ゾーンに割り当てる。即ち、個体 I_i のj行k列の遺伝子が1であるならば、ゾーンjにチャネルkを割り当てるという様にする。

新しく呼が生起した時に、そのゾーンに使用可能なチャネルがあれば、その呼に任意の使用可能なチャネルを割り当てる。例えば、ゾーンj'に呼が生起し、その呼にチャネルk'が割り当て可能ならば、個体 I_i のj'行k'列の遺伝子を0から1に変更する。他の個体では、その遺伝子型をチャネル割当に用いた時に0から1に変更しても干渉が起こらないチャネルがあれば、そのチャネルに相当する遺伝子の中から任意の一つの遺伝子を0から1に変更する。

2-4 交差

適応度比例戦略⁽¹⁾⁽²⁾によって任意の異なる2つの個体を親として選び、呼が生起したゾーンのバッファゾーン内のゾーンに相当する行に対してのみ、行単位で一様交差を行う(図2)。

交差は生起呼にチャネルが割り当てられなかった場合にのみ行われる。適応度の高い半分個体は次の世代に残し、残りの半分個体は消滅させ、任意の2つの親から2つの子を生成し、それを新しい個体とする。呼が生起したゾーンで新しくチャネルが割り当てられてもバッファゾーンの外側ではその影響を受けないので、バッファゾーン内のゾーンに割り当てられているチャネルを切り換える。

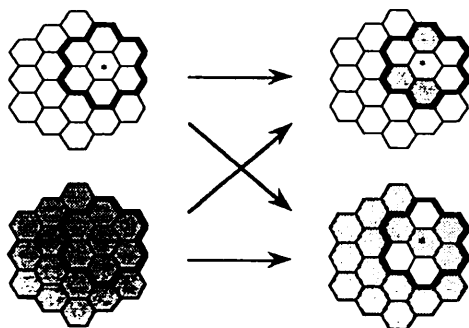


図2 遺伝子型の交差

2-5 突然変異

各個体の遺伝子型において、各行毎に遺伝子が1であるものの数によって、次の様に場合分けを行い、個体 I_i 以外の各個体に対して突然変異を行う。

$$\sum_j V_{i,j} < \sum_j V_{i,j} \text{ の場合}$$

個体 I_i の遺伝子型をチャネル割当に用いた時に、もしゾーン j 内に0から1に変更しても干渉が起こらないチャネルがあれば、そのチャネルに相当する遺伝子の中から任意の一つの遺伝子を0から1に変更する。

$$\sum_j V_{i,j} = \sum_j V_{i,j} \text{ の場合}$$

個体 I_i の遺伝子型をチャネル割当に用いた時に、もしゾーン j 内に干渉を起こすチャネル k があり、かつ、ゾーン j 内に0から1に変更しても干渉が起こらないチャネル k' があれば、チャネル k に相当する遺伝子を1から0に変更し、チャネル k' の様なチャネルに相当する遺伝子の中から任意の一つの遺伝子を0から1に変更する。
もしゾーン j 内に干渉を起こすチャネルがなければ、突然変異は行わない。

一般に突然変異は突然変異率の生起確率によって行われるが、ここでは、呼損が起こる場合、および干渉が起こる場合にのみ突然変異を行う。

3. 計算機シミュレーション

3-1 シミュレーション条件

- ・呼の生起：ポアソン分布に従う
- ・保留時間：平均1.5分の指数分布に従う
- ・干渉条件：1ペルトバッファ系
- ・ゾーン数：19
- ・チャネル数：21
- ・生起呼数：1,900
- ・個体数：20
- ・淘汰個体数：10
- ・最終世代数：150

この条件で10回繰り返し行い、その平均をシミュレーション結果とした。

3-2 シミュレーション結果

GAを用いたチャネル割当のシミュレーション結果は図3の様になった。ここでは、適応度関数の係数A, Bの値は、 $A=0.80, B=0.20$ とした。なお、結果は中心7ゾーンの平均を取ったものである。また、比較のために、固定チャネル割当法(FCA)^{(4),(5)}、First Available法^{(4),(5)}、First Available法+第1段階の再配置接続法^{(3),(4)}による結果も合わせて載せた。

図3を見てみると、GAを用いたチャネル割当法が最も

呼損率が小さくなっている。GAを用いたチャネル割当法ではバッファゾーン内のチャネルをゾーン単位で入れ替えているので、同時に多数のチャネルを再配置していると考えられる。よって、第1段階の再配置接続法では解が得られなかった場合でもGAでは解が得られたので、第1段階の再配置接続法よりも呼損率が小さくなったのではないと思われる。これより、GAを用いたチャネル割当法は、他の従来手法と比較しても有効な手法であると言える。

- FCA
- First Available
- First Level
- ◇ Genetic Algorithm

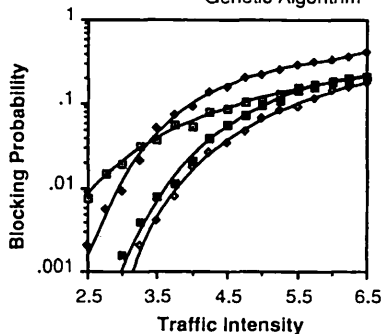


図3 シミュレーション結果

4. あとがき

本報告ではGAを用いたチャネル割当法を提案し、計算機シミュレーションによって他の従来手法と比較した。このシミュレーション結果より、本手法がチャネル割当問題を解く有効な手段であることを示した。しかし、今回用いたモデルはかなり小さなものだったので、今後はより大きなモデルでシミュレーションを行い、本手法の有効性を示すつもりである。

【参考文献】

- (1) 阿居院 猛, 長尾 智晴: "ジェネティックアルゴリズム", 昭晃堂 (1993)
- (2) 北野 宏明 編: "遺伝的アルゴリズム", 産業図書 (1993)
- (3) 仙石 正和, 倉田 盛彦, 梶谷 洋司: "移動体通信系への再配置接続の適用", 信学論(B), J64B, 9, pp. 978-985 (1981-09)
- (4) 仙石 正和: "自動車電話の周波数有効利用—チャネルの割当アルゴリズム—", 信学誌, Vol.69, No.4, pp. 350-356 (1986-04)
- (5) 岡田 和則, 久保田 文人: "移動通信におけるダイナミックチャネル割当法", NMC90-3
- (6) 大嶋 賢, 篠田 庄司, 仙石 正和: "セルラー移動通信系におけるチャネル割当への遺伝的アルゴリズムの適用", 1994信学春期全大, A-1, p. 1-1