

リスタートを実現するブレインアシストシステムの開発

Development of a Brain-Assist system for restarting

藤本 万里子

Mariko FUJIMOTO

Abstract: In this paper, we propose a system for a new optimization: Genetic Algorithm with human decision. This system enables to "restart" the search of the Genetic Algorithm from the search point which the user has decided. By adopting the human intuition, the efficiency of the search is expected to improve. The system to realize this restarting is called the Brain-Assist System.

1 はじめに

進化的計算 (Evolutionary Computation: EC) は、環境に適したものが高い確率で生き残るといった進化の法則に基づく強力な最適化手法である¹⁾。このような最適化計算はコンピュータシミュレーションによるものが主流ではあるが、一方で、人間の判断を最適化システムに組み込んだ対話型進化計算法 (Interactive EC: IEC) が注目を集めている²⁾。コンピュータによる確率的な探索に人間の判断を介入させることで、効率的な最適化が可能になると期待できる。EA の一つである遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA) を効率化する手法の一つとして、リスタートが研究されている³⁾。本研究では、探索空間を可視化し、リスタートに人間の判断を介入させることで人間が指定した領域の探索が行えるようにする。このような最適化を実現するシステムをブレインアシストシステムとよぶ。

2 探索空間の可視化

最適化に人間が介入するには探索状況を把握する必要があり、そのための手段の一つとして、探索空間の可視化を行う方法がある。しかしながら、実問題をはじめとする高次元の対象問題の場合、その探索空間を可視化することは困難である。このような問題に対する可視化方法の一つとして、グレイコードを利用する方法が提案されている⁴⁾。

2.1 グレイコードによる探索空間の表現

GA では一般的に、探索空間の設計変数を {0,1} のビット列で表現する。このような GA において多次元探索空間の設計変数を平面にマッピングする方法の一つに、グレイコードを利用する方法が提案されている⁴⁾。Fig. 1 は、4 ビットの探索空間を $x-y$ 平面にマッピングした例である。ビット列を 2 次元に分割し、それらをグレイコードにより表現する。このマッピング方法では、左から奇数番目のビットが x 、偶数番目のビットが

y の値を示す。いずれの点も、隣接ビット間のハミング距離は 1 である。

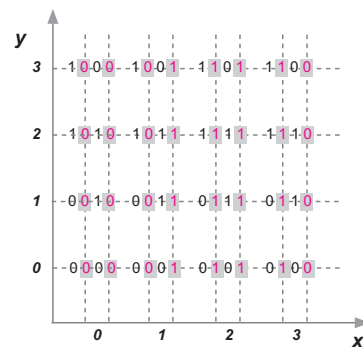


Fig. 1 Representation of the search space using Gray code

2.2 既探索領域の可視化

大規模な問題では、既に探索したすべての個体を保存することは困難であるため、それらの個体情報を圧縮する手法が必要となる。本研究では、1 ビット異なる 2 個体 {0010, 0011} は、101*のように表記し、同様に、1 ビットずつ異なる 4 個体は Fig. 2 のように表記する。このように、染色体において全ビットパターンの探索を終えた遺伝子座は"*"と表記する。ビット列の"*"が n 個である場合、そのビット列には 2^n 通りの探索済みのビット情報が格納されている。Fig. 2 に既探索領域の表現方法を示す。

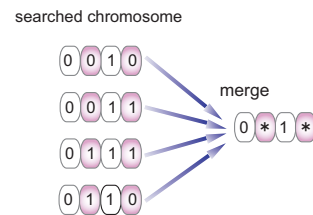


Fig. 2 Representation of the searched area

Fig. 2 のように表現した既探索領域は 2.1 で述べた平

面において矩形で表現することができる。矩形を描画するには、矩形の縦、横軸方向の最小値、最大値が分かれば十分である。すなわち、既探索領域の x, y 成分の最小値および最大値を求めることにより描画が可能である。既探索領域の可視化の具体例を Fig. 3 に示す。

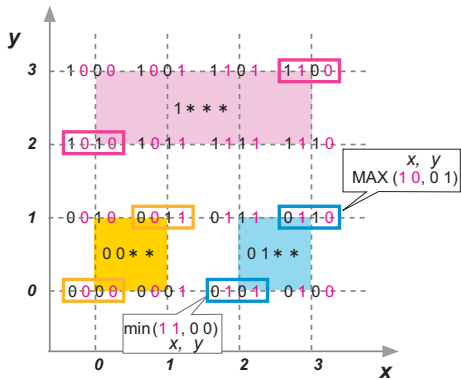


Fig. 3 Visualization of searched area

既探索領域の最小値、および最大値は、グレイコードの性質を利用して求めることができる。3 ビットのグレイコード表現を Fig. 4 に示す。グレイコードは桁が増加する際に $(n + 1)$ 桁目を 1 にして、 n 桁までのコードを逆順に繰り返している。グレイコードのビットの並び方にはこのような規則があることから、ある桁のビットの並び方は、その上位の桁にある 1 の数により決まる。このことから、既探索領域の最大値は、左から $(k + 1)$ ビット目の "*" の値は、式 (1) で決定できる。なお、 b_i は遺伝子座 i の遺伝子とする。

$$f(x) = \sum_{i=1}^k b_i$$

$$* = 1 \quad \text{if } f(x) = 0 \pmod{2} \quad (1)$$

$$* = 0 \quad \text{otherwise}$$

また最小値は、式 (1) と反対のアルゴリズムにより求められる。

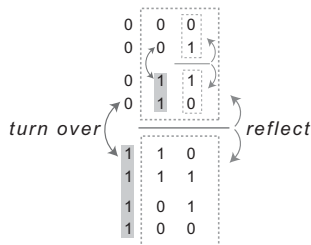


Fig. 4 Character of Gray code

2.3 リスタート

2.2 節の方法を用いて既探索領域を可視化することにより、人間の判断に基づくリスタートが可能になる。本

研究で提案するリスタートでは、人間が指定した領域に人為的に個体を発生させ、GA による探索を再開する。

3 ブレインアシスト

本研究の最終目的は、人間によるリスタートを実現するシステムを構築することである。これをブレインアシストシステムとよぶ。しかし、コンピュータによる最適化に人間の判断を介入させるためには、コンピュータと人間との間に何らかのインターフェースが必要となる。そこで、本研究では携帯電話をユーザインターフェースに用いることにする。システム概念図を Fig. 5 に示し、以下にブレインアシストによるリスタートの流れを説明する。

- コンピュータで GA を行い、ある世代の既探索領域を携帯電話で受信する。
- 携帯電話は既探索領域を表示し、その情報をもとに人間がリスタート点の入力を行う。
- 指定されたリスタート点をコンピュータに送信し、探索をリスタートさせる。

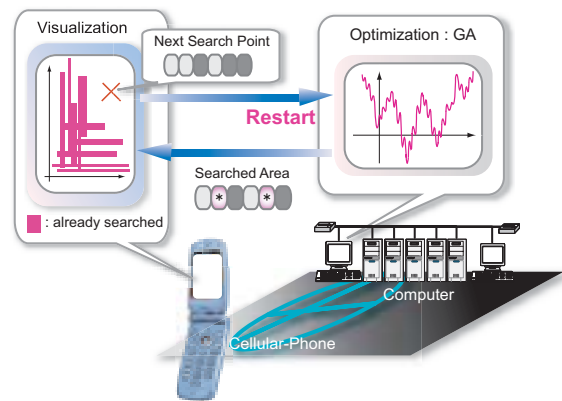


Fig. 5 Outline of the Brain-Assist system

4 まとめ

本研究では、GA の可視化方法について検討した。探索空間を可視化し、人間の判断に基づくリスタートを行うことで未探索領域を効率的に探索することが可能になると期待される。今後は、ブレインアシストシステムを構築し、大規模な最適化問題を解くことを目標とする。

参考文献

- 1) 日本機械学会, 「適応化・知能化・最適化法」, 技報堂出版, 1996
- 2) R. Dawkins. *The Blind Watchmaker*. Longman, 1986
- 3) T. Jensen, On the Analysis of Dynamic Restart strategies for Evolutionary Algorithms, PPSN, 2002
- 4) Trevor D. Collins, *Understanding Evolutionary Computing: A Hands on Approach*, 1997