

7M-06

Cuckoo Search を用いた室内レイアウト問題の解法

澤田 和磨[†] 西尾 祐紀[†] アランニャ・クラウス[‡] 狩野 均[‡]

筑波大学 情報科学類[†] 筑波大学 システム情報系[‡]

1. はじめに

Cuckoo Search(CS)はカッコウの繁殖行動と Lévy flight をモデル化した多点探索手法であり、2009年に Yang らによって提案された[1]。CSは連続値最適化問題の解法として提案されており、組み合わせ最適化問題や制約充足問題などの離散値変数を扱う問題に対する研究はまだ少数である。本研究では室内レイアウト問題を制約充足問題として定式化し[2]、CSを適用することでその有効性を示す。

2. 基礎事項

2.1 室内レイアウト問題

室内レイアウト問題とは家具を与えられた領域内に制約条件を満たすように配置する探索問題である。本研究では、室内レイアウト問題を重み付き制約充足問題として定式化し、違反している制約の重み(違反点数)の合計が小さいほど良いレイアウトであると考え。制約には家具は室内に配置する(20点)、窓を塞ぐ配置を行わない(0~12点)、電気器具はコンセントに近いところ配置する(0~8点)などを設定している。

2.2 解のコード化

本研究では解候補を図1に示すように部屋または家具番号と家具の向きを二次元配列として表現する。部屋を小さな正方形で区切りこの1つの正方形を「ブロック」と呼ぶ。家具も同様にブロック単位の大きさで表し、家具を置くブロックを決定することで配置を決定する。配列の小さいほうから順に部屋の左上から右下に向けて配置していき、この例では家具1、6、5、3をこの順番で部屋Aに配置し、つぎに家具2、4を部屋Bに配置する。このときの部屋Aの配置図は図3のようになる。図3の家具の白い部分が家具本体で、そうでない部分は家具を使用するために必要なスペースとして設定している。また実際の部屋には何も置いていないスペースも重要であるため、

配置順	1	2	3	4	5	6	7	8
家具と部屋	A	1	6	5	3	B	2	4
家具の向き	-	下	上	右	右	-	左	上

図1 解のコード例

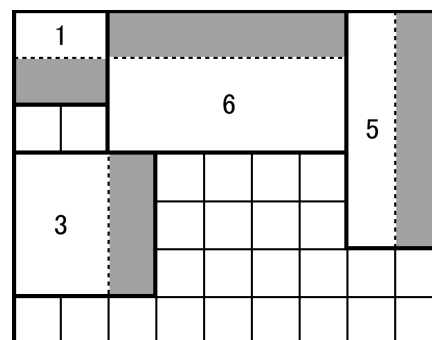


図2 図1の解での部屋Aのレイアウト

スペースも家具の一種に加えることとする。スペースは部屋の全面積から家具の面積の合計を引いた面積を分割して作成する。

2.3 Cuckoo Search

CSは托卵と呼ばれるカッコウの繁殖行動と Lévy flight と呼ばれるランダム移動によって構成される。托卵とは自身の卵を他の種類の鳥に育てさせる繁殖行動である。Lévy flightとはRandom Walkの中にときおり長距離の移動が挟まれる挙動である。CSはGAやほかの群知能と比較してパラメータが少なく、過去の研究ではほかのアルゴリズムよりも性能が良いことが示されている。

3. 提案手法

CSを離散値最適化問題であるグラフ色塗り問題に適用する手法は提案されており[3]、本研究ではその手法をもとに室内レイアウト問題に対するCSを提案する。CSの疑似コードを図3に示す。通常のCSと異なり解更新の際、解を自身と比較することで多様性が維持され、托卵発見時に解をLévy flightで強制的に更新することで局所解からの脱出がしやすくなっている。Lévy flightでは式(1)で得られるMの回数だけ要素の交換または向きの変更をおこなう。Mの値は式(1)に従い、反復ごとに各解によってMの値は異なる。

Solving Real-World Facility Layout Problems Using Cuckoo Search

[†]Kazuma Sawada Yuki Nishio, College of Information Science, University of Tsukuba

[‡]Claus Aranha, Hitoshi Kanoh, Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

```

1  解候補の初期化;
2  while(終了条件){
3    for(すべての解候補){
4      Lévy flight による新たな解候補の探索;
5      if(新たな解候補が同等以上)
6        解候補を更新;
7    }
8    for(すべての解候補){
9      if(托卵発見)
10     Lévy flight による解候補の更新;
11   }
12 }
13 最良解の更新;
14 }
    
```

図3 提案手法のアルゴリズム

$$M = [Lévy] + 1 \quad (1)$$

ただし、

$$Lévy(\beta) \sim s = \frac{p}{|q|^{1/\beta}}, \quad (0.3 \leq \beta \leq 1.99)$$

$$p \sim N(0, \sigma_p^2), \quad q \sim N(0, \sigma_q^2)$$

$$\sigma_p = \left\{ \frac{\Gamma(1 + \beta) \sin(\pi\beta/2)}{\Gamma[(1 + \beta)/2] \beta 2^{(\beta-1)/2}} \right\}^{1/\beta}, \quad \sigma_q = 1$$

4. 実験

4.1 実験方法

部屋数2、家具数13の問題[2]を設定し、本手法をGAおよびGA+LFと比較する。GA+LFとはGAの突然変異をLévy flightで行うアルゴリズムである[3]。パラメータは予備実験により表1のように最適化した。それぞれのアルゴリズムで30回実験を行った。

表1 実験条件

	CS	GA	GA+LF
評価回数	210万	210万	210万
個体数	20	300	300
托卵発見率	0.05%	N/A	N/A

4.2 実験結果と考察

表2に実験結果、図4に探索の推移を示す。これらから以下のことがわかる。

- CSはGA、GA+LFと比較して良い性能を示した。これは、GAは大域探索が多く、CSは大域探索と局所探索のバランスが良いためと考えられる。

表2 実験結果

	CS	GA	GA+LF
平均	1.6	21.0	20.8
標準偏差	0.6	4.4	6.7
最小値	1.0	13.8	8.1

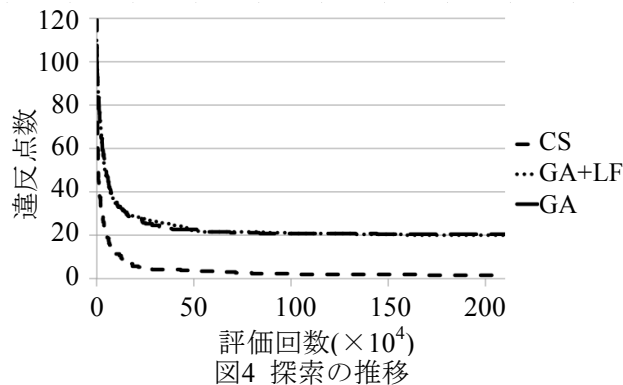


図4 探索の推移

- GAとGA+LFにあまり差が見られなかった。これは、GAは交叉での探索が中心のアルゴリズムであるためLévy flightがあまり機能しなかったと考えられる。

5. おわりに

CSを用いた室内レイアウト問題の新たな解法を提案した。実験結果より、本手法の有効性を確認した。今後は、さらに部屋数や家具数を増やした問題に対する実験や、制約をより複雑にした問題に対して検討を行う予定である。

本研究は、JSPS科研費15K00296の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Xin-she Yang, Suash Deb, Cuckoo Search via Lévy Flights, Nature & Biologically Inspired Computing, no.37, pp. 210–214(2009).
- [2] Dongqing Zhao, Claus Aranha, Hitoshi Kanoh, Solving Real-World Facility Layout Problems Using GA with Levy Flights and Multi-Decoding, International conference on software engineering, artificial intelligence, networking and parallel/distributed computing (SNPD 2017), pp. 39–44(2017).
- [3] Claus Aranha, Keita Toda, Hitoshi Kanoh, Solving the Graph Coloring Problem using Cuckoo Search, Advances in Swarm Intelligence: The Eight International Conference(ICSI 2017), pp. 552–560(2017).