

遺伝的アルゴリズムを用いたナンバーリンクの解法

日大生産工 (学部) ○高澤 一彰 日大生産工 山内 ゆかり

1 まえがき

ナンバーリンクは、盤面にある同じ数字同士を線でつなぐペンシルパズルである。

その解法はナンバープレースをはじめとする他のペンシルパズルと違い、消去法が有効でなく、途中経過での正誤を判断しづらい。

本研究では、ナンバープレースを遺伝的アルゴリズムで解くという手法に基づき⁽¹⁾、遺伝的アルゴリズムでナンバーリンクを解く解法の提案を行う。

本報告では、以下に提案手法とその結果及び改良点について報告する。

2 問題設定及び提案手法

ナンバーリンクのルールは以下になる⁽²⁾。

- ・ 盤面にある同じ数字同士を線でつなぐ。
- ・ 線は縦横に引き、斜めには引かない。
- ・ 線は交差や枝分かれをしない。また、一つのマスに二本以上の線が入ることも無い。

図1にその解答例を示す。

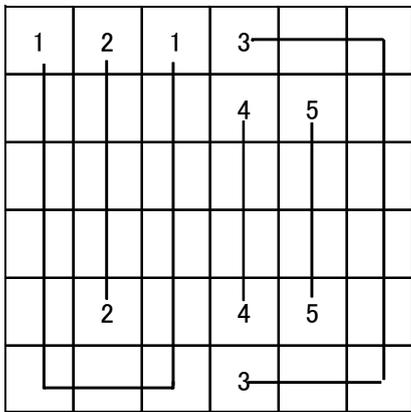


図1 ナンバーリンク 解答例

この実験では初めから盤面に与えられている数字を解決定マスとし、それらをつなぐ中間のマスを決未決定マスとする。

本研究では、図1にあるような縦Nマス横Mマスの二次元の盤面を、 $N \times M$ 個の要素を持つ一次元配列の遺伝子として扱い⁽³⁾遺伝的アルゴリズムによって解を得る手法を提案する。

3 予備実験

解の評価に表1に示す指針を用いて、図2に示す4×4の問題の解探索を行った。

1	2		2
	3		3
	4		4
			1

図2 予備実験の問題

表1 評価値の与え方

縦横に隣り合う同値のマス数	解決定マスの評価	決未決定マスの評価
0	悪い	悪い
1	よい	悪い
2	悪い	よい
3	悪い	悪い
4	悪い	悪い

表1の評価法は、解決定マスは始点、もしくは終点であるので隣接するマスが一つである時に評価が良く、決未決定マスは経路を繋ぐ役割を持つので隣接するマスが二つである時に評価が上がるように評価値を割り振った。

図2に示す問題の場合は、上記の評価法で、比較的短時間に答えがもたまった。

Method of Numberlink that uses Genetic Algorithm

Kazuaki TAKAZAWA and Yukari YAMAUCHI

4 実験方法及び結果

次に6×6のナンバーリンクの問題を解くアルゴリズムを検討する。問題例は下図3に示す。

1	2	1	3		
			4	5	
	2		4	5	
			3		

図3 与えられた問題

6×6の問題の場合は表1にある評価値の与え方では局所解に陥ってしまい、問題を解くことができなかった。

よって評価関数の改良を行った。

表2 変更した評価値の与え方

縦横に隣り合う同値のマスの数	解決定マスの評価	解未決定マスの評価
0	非常に悪い	非常に悪い
1	よい	悪い
2	少し悪い	よい
3	少し悪い	少し悪い
4	悪い	少し悪い

また、図3に示す隣接マスが三つの場合（薄い灰色部分）及び隣接マスが二つの場合（濃い灰色部分）を場合分けし、与えられる評価値の重みを詳細に設定した。

表3 解の得られた世代数

実行回数	世代数
1	3500
2	1240
3	21821
4	7764
5	1091
6	8136
7	571
8	78412
9	35012
10	9082
平均	16662.9

母集団300で以上の世代数で答えが得られた。

最適解へ収束する世代にばらつきがあり、なかなか収束しない場合は、遺伝子が下図4のように要素が四つ固まっている状況が多かった。表2の評価値の与え方ではこの四つのブロックを崩しづらいという欠点が明らかになった。

1	2	1	3	3	3
1	2	1	4	5	3
1	2	1	4	5	5
1	1	1	4	5	5
2	2	3	4	5	3
2	2	3	3	3	3

図4 ブロック状態

5 まとめ

縦Nマス横Mマスの二次元の盤面を持つナンバーリンクをN×Mの要素を持つ一次元の遺伝的配列で遺伝的アルゴリズムにより解を得る手法を提案した。

盤面が小規模の場合（4×4）のナンバーリンクの問題では単純な評価関数の設計で解が得られたが、中規模の盤面では安定的に解を得るには評価関数の設計が困難であることが分かった。

答えを得られる世代数にばらつきが見られることより、局所解に陥りやすく、さらに10×10、20×20と盤面のサイズを大きくした場合には、現在の評価関数では解が短時間では求められない可能性がある。

今後の課題としては、始点マスから終点マスへ経路が繋がっているかを判定する評価方法の追加、及び、四つの固まりによるブロックを解消する評価方法の追加が考えられる。

「参考文献」

- 1) 小野智司, 宮本龍二, 中山茂, 水野一徳, ナンバープレースの難易度解析と問題作成支援, 情報処理学会火の国情報シンポジウム2009, (2009), pp.2
- 2) ニコリ「ニコリ公式パズルガイド「ナンバーリンク」 - webニコリ」
<http://www.nikoli.co.jp/ja/>
- 3) 眞坂友子, 烏云, 狩野均, 遺伝的アルゴリズムによる人工社会の進化, 情報処理学会第65回全国大会, (2003), pp.2