

## ウイルス進化論による遺伝的アルゴリズム

01205600 東京理科大学経営学部 \*斉藤 進 SAITO Susumu  
左古 悠志 東京理科大学経営学部 SAKO Tooshi

### 1. はじめに

現在、遺伝的アルゴリズムは組み合わせ問題によく適用されているが、このアルゴリズムはダーウィンの進化論に基づくものであり、複数の個体を発生させ、交叉、突然変異、淘汰等により、遺伝子をより評価値の高いものに変えていく手法をる。

進化論には複数の説があるが、最近のものとしてウイルスによる進化論(1)がある。これはウイルスによる水平進化と遺伝により進化を論じたものである。また複数の個体を発生させウイルスによる水平進化と交叉等を用いた遺伝的アルゴリズム(2)も発表されている。

本研究では、前報(3)において交叉等を行わず単一の個体(遺伝子)をウイルス感染のみにより、評価値の高い遺伝子を得る手法を開発した。ここではTSP問題に適用しこのアルゴリズムの有効性を調べ報告した。本報告において、この手法を設備配置問題、配送問題、スケジューリング等に適用した結果を報告する。

### 2 アルゴリズム

設備配置問題について述べる。

#### 2.1 アルゴリズム

図2. 1に示すように、個体(染色体)はウイルスの攻撃により、評価値が高くなった場合に感染させ、個体をに改善するものとし、従来の遺伝的アルゴリズムにあるような個体間の交叉、突然変異等は行わない。また数回のウイルスの攻撃で感染しない場合その遺伝子を攻撃しないようにウイルスを進化させる。これにより効率的に個体の改善を行う。また攻撃回数の数パーセントの割合で評価値が5パーセント程度低い場合も感染を認める処理を行う。これにより、極値に陥ることから脱出させる。

#### 2.2 遺伝子の配列

遺伝子配列の順は設備名(この場合番号)順に並んだものとし、その設備がそれぞれ設置場所1, 2...の位置に配置されることを意味する。

#### 2.3 設備配置問題における評価と感染

設備配置問題における評価値であるが、設置場所  $i, j \in \{1, \dots, n\}$  間には距離  $d_{ij}$  が定められており、また各設備対  $x, y \in \{1, \dots, n\}$  間に輸送回数  $c_{xy}$  が与えられてとして、この間に費やす  $\text{cost} = \sum_{x,y,i,j} c_{xy} d_{ij}$  を評価値とする。このcostを最小化するように遺伝子の配列を組み替える。

#### 2.4 ウイルス

ウイルスはトップ、テイルの2遺伝子からなり、トップ遺伝子の方があった個体の場所を攻撃する。また、テイルはそのウイルスの特徴であり個体への感染によってトップ、テイルというつながりを個体へ埋め込む。

ウイルス自身は個体への攻撃後、感染の可否に関わらず突然変異を起こす。突然変異は全くランダムにウイルスの特徴遺伝子であるテイルを変化させる。また、ウイルスのトップ遺伝子が個体と一致する部分へ攻撃しても感染が見込めないと判断した場合、ウイルスはトップ遺伝子を変化させる。

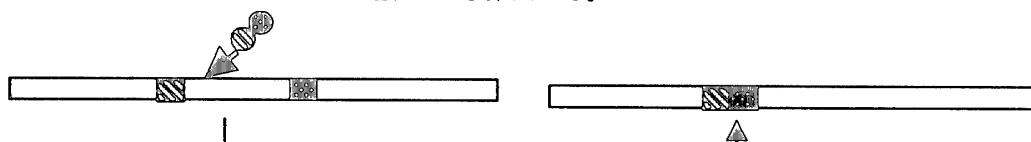


図2. 2 ウイルスの感染

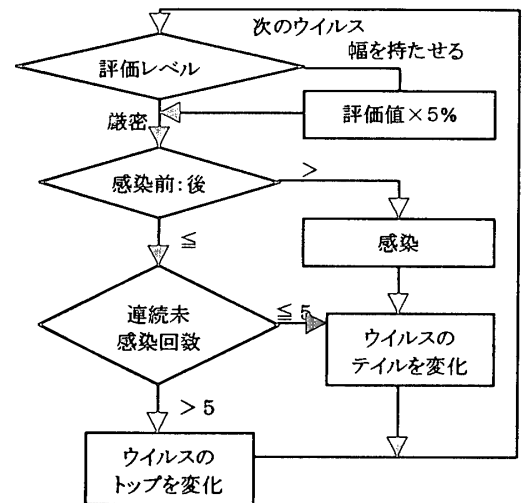


図2. 1 ウイルス感染による遺伝子の改善

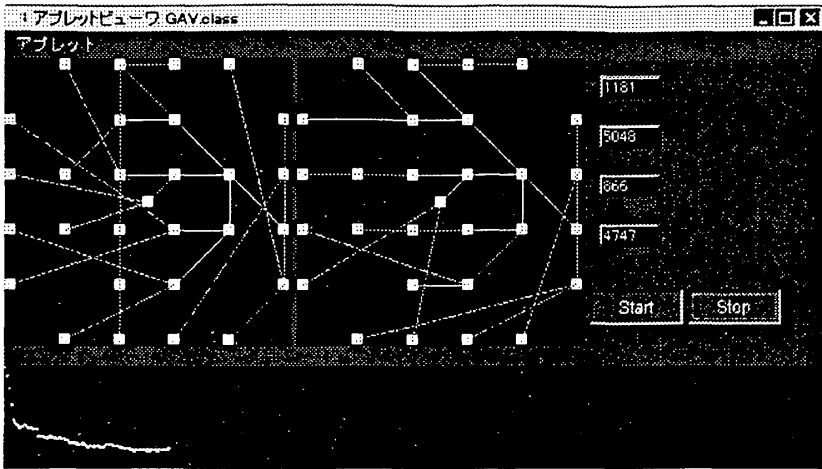


図 3. 1 配置問題における途中経過

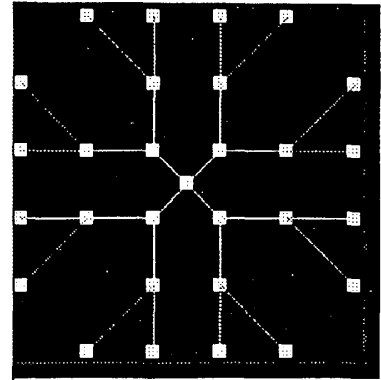


図 3. 2 配置問題の最適解

### 3 結果

図3. 1に配置場所29ヶ所における解の探索中の状態を示す。上のグラフの右側が現時点での最良解の保存状態を示し、左側のグラフが現時点での状態を示す。下のグラフが現時点での評価値 (cost) の減少の状態を示している。評価値の減少状態をみるとcostが下がるばかりでなく少し上昇する所もみられる。これはアルゴリズムの説明でのべたようにウイルス感染に際して数パーセントの割合で5パーセント以内での評価値の低下の場合も感染を起こしていることによるものである。この評価レベルに幅等についての最適値を求める必要がある。図3. 2は最適値になった状態を示す。また表3. 1、3. 2に設置場所と搬送回数のデータを示す。

表3.1 配置場所データ

配置場所	1	40	0
配置場所 1	40	0	
配置場所 2	40	0	
配置場所 3	120	0	
配置場所 4	160	0	
配置場所 5	0	40	
配置場所 6	80	40	
配置場所 7	120	40	
配置場所 8	200	40	
配置場所 9	0	80	
配置場所 10	40	80	
配置場所 11	80	80	
配置場所 12	120	80	
配置場所 13	160	80	
配置場所 14	200	80	
配置場所 15	0	120	
配置場所 16	40	120	
配置場所 17	80	120	
配置場所 18	120	120	
配置場所 19	160	120	
配置場所 20	200	120	
配置場所 21	0	160	
配置場所 22	40	160	
配置場所 23	120	160	
配置場所 24	200	160	
配置場所 25	40	200	

表3. 2 輸送回数データ

	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
設備 A	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 B1	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 B2	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 B3	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 B4	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 C11	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 C12	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 C21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 C22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
設備 C31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
設備 C32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
設備 C41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
設備 C42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
設備 D111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D411	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D412	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D421	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備 D422	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 5 おわりに

前報において従来の遺伝的アルゴリズムと異なり単一の個体(染色体)をウイルス攻撃により遺伝子の並びを変化させ、評価値が高くなる場合にウイルス感染を起こさせるアルゴリズムにより巡回セールスマン問題を解くことを発表したが、今回他の組み合わせ問題に適用し解を得ることができた。配置問題については遺伝子による表現方法及びウイルスの感染方法等今後の改良の余地がある。一方ここでは示していないが、配送問題に適用した場合は、巡回セールスマン問題と同様なものであり、良い結果が得られた。

### 参考文献

- (1) 中原、佐川、ウイルス進化論 早川書房 1996
- (2) 下島、久保田、福田 日本機械学会論文集(C編)63巻608号 p1261 1997-4
- (3) 斉藤、左古、日本オペレーションズ・リサーチ学会秋期研究発表会、1987