

ウイルス進化型遺伝的アルゴリズムにおける感染手法の考察

日大生産工(学部) ○伊藤 晃康 日大生産工 山内 ゆかり

1 まえがき

ウイルス進化型遺伝的アルゴリズム (Virus Evolutionary Genetic Algorithm:VE-GA) は、ウイルス進化論に基づいた最適化手法の一つで、適用問題の解候補となる宿主と部分解となるウイルスを遺伝子列として持つ二つの個体群から成り、それらの相互作用により大域的探索と局所的探索を行う。

田村謙次らの研究では、VE-GAの感染手法として逆位、挿入、PMXを提案しており、各感染手法を比較、またこれらの感染手法のうち2種類の手法をペアとし、ペアとなった感染手法で感染を行う手法を巡回セールスマン問題 (Traveling Salesman Problem:TSP) で実験を行っている1)。

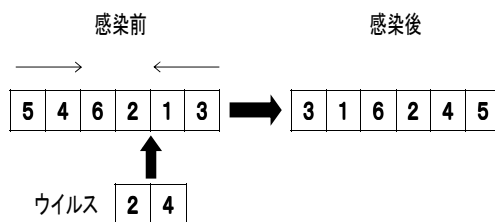


図 1. 逆位感染

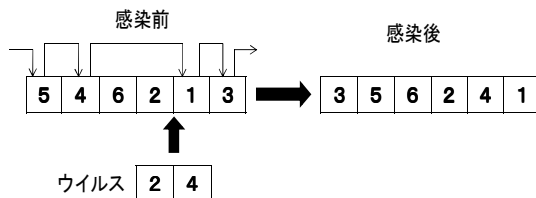


図 2. 挿入感染

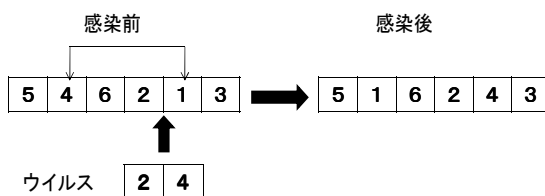


図 3. PMX

結果、従来のGA (SGA) は複数の感染手法によるVE-GAの全てと比較して進化の速度は早いが、

初期収束に陥り、最終的に得られる値はVE-GAに比べ悪いものとなっていた。また、適応的感染手法においては各組み合わせにおける単独の感染手法と比べて改悪することなく、進化速度および探索される解においても良好な解が得られている。

ここでは2種類の感染手法における適応的な手法選択について実験を行っているが、3種類による手法も考えられ、この時3つの感染手法を適応的に変更することが必要となるが、どのタイミングで、いずれの感染手法を選択するかが課題として挙げられている。また、この実験ではウイルスの遺伝子列は宿主の遺伝子列からランダムに生成されるので、それが有効な部分解である場合とそうでない場合が生じる。

本研究ではVE-GAにおけるウイルスの生成はその時点での評価値の高い宿主の遺伝子列から評価の高い部分を選択する手法を提案する。提案手法によるVE-GAを用いてTSPで実験を行い、感染手法による解探索能力の相違を考察する。従来のGAとVE-GAでTSPに対して実験を行い、VE-GAの有効性を報告する。

2 実験方法および測定方法

実験方法を以下に示す。

従来手法でウイルス個体はランダムに選択された宿主の遺伝子列から、部分解として取り込む列をランダムに選択することによって生成されたが、本研究では宿主となる遺伝子列の中から評価値が高いものを選択し、その遺伝子列の中でも評価の良い部分を選択しウイルスとする手法を提案する。

表 1. 都市間距離

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	6.4	1	8.06	3	2	8.25	5.1	5	1
1	6.4	0	7.21	5.66	5.1	5	3.61	5	1.41	5.83
2	1	7.21	0	8.25	3.16	3	9.22	6.08	5.83	1.41
3	8.06	5.66	8.25	0	5.1	8.06	9.22	9.85	5.83	7.07
4	3	5.1	3.16	5.1	0	3.61	8.06	6.4	4	2
5	2	5	3	8.06	3.61	0	6.32	3.16	3.61	2.24
6	8.25	3.61	9.22	9.22	8.06	6.32	0	4.24	4.12	8.06
7	5.1	5	6.08	9.85	6.4	3.16	4.24	0	4.12	5.39
8	5	1.41	5.83	5.83	4	3.61	4.12	4.12	0	4.47
9	1	5.83	1.41	7.07	2	2.24	8.06	5.39	4.47	0

Consideration of infection technique in virus evolution type genetic algorithm

Akiyoshi ITO and Yukari YAMAUCHI

表 1 に、提案手法の説明で用いる 10 都市間の距離を示す。

エリート遺伝子の部分から最適となる部分ツアーで構成されたウイルスを生成する手法を図 4 を用いて説明する。

エリート遺伝子

3	5	7	6	8	1	2	0	9	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



ウイルス

2	0	9
---	---	---

図 4. エリート部分最適ツアーウイルス生成法

この生成手法では選択されたエリート遺伝子の中の 3 都市の部分ツアーの評価を全通り計算し、最も値の小さい 3 都市をウイルスとして生成する。上記の例では、距離 2 となる 2 0 9 の部分ツアーがウイルスとして生成される。

ウイルスは選択された個体に対して感染するが、本研究で行う TSP では単純な遺伝子操作では致死遺伝子が発生してしまうので感染手法について下記に示す。

感染前

9	2	3	1	5	7	0	6	4	8
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

感染

シフト

ウイルス

2	0	9	3	1	
---	---	---	---	---	-------



感染後

8	2	0	9	3	1	5	7	6	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

図 5. シフト感染

図 5 にシフト感染について示す。3 都市のウイルスによる感染は田中謙次らの感染手法は適用できない。そこで、本研究ではウイルス遺伝子列先頭の遺伝子座と一致する宿主の遺伝子座から、順次ウイルスの遺伝子列を挿入し、重複していないウイルスの遺伝子座より後の宿主の遺伝子座をシフトしていくシフト感染手法を提案する。

これらのウイルス生成法および感染手法について宿主への影響（感染直後の評価値）、集団の進化の速度（評価値の平均値の推移）、最適値への収束（エリート遺伝子の評価値の推移）を比較。検討する。SGAとVE-GAで比較し、提案手法によるVE-GAの有効性について報告する。

3 実験結果および検討

ウイルスをランダムに生成した時、そのウイルスが有効な部分解である場合とそうでない場合が生じ、一時的に評価が下がってしまう可能性があったが、本研究ではウイルスを優秀な遺伝子から生成する為、一時的な評価の低下を免れる事ができた。

4 まとめ

本研究ではより適応度の高いウイルスの生成手法を提案した。結果、宿主の一時的な評価値の低下を抑えることができた。

今後の課題として、今回挙げた感染手法以外の感染手法についても考えていきたい。また、今回はウイルスの長さを 3 都市としたが、長さを 3 都市より大きくした場合、遺伝子長に対してウイルスが長すぎればGAの特徴である多様性が失われてしまう可能性があるが、都市数が多い場合ではより評価の大きいウイルスを感染させることができるので、大きな影響を与える事ができると考えられる。

「参考文献」

- 1) 田中謙次, 鳥居隆司他, 「ウイルス進化型遺伝的アルゴリズムにおける感染手法による個体進化の相違に関する一考察」鳥居隆司他『知能と情報』pp. 791-799 (2008)
- 2) 田中直司, 金杉昭徳, 近藤邦雄, 「ウイルス進化論に基づく進化型アルゴリズム」, 情報処理学会論文誌 (1999)