

GAを用いたカーナビのための動的経路探索 (ウイルス感染の有効性の評価)

中村 友洋[†] 中村 信昭[†] 狩野 均[‡]

[†]筑波大学 第三学群 情報学類

[‡]筑波大学 電子・情報工学系

1. はじめに

近年、車載ナビゲーションシステム（カーナビ）の普及と渋滞情報提供サービスの開始に伴い、交通状況が変動する動的環境下で新たな推奨経路をリアルタイムに画面に表示できるカーナビの開発が望まれている。

著者等は、遺伝的アルゴリズム(GA)にウイルス感染を導入する手法を提案し、ダイクストラ法より高速に準最適経路を求められることを示した^[1]。

本研究では、ウイルス感染の改良により、経路の質の向上を図る。本稿では、実際のカーナビで用いられている地図を対象として、本手法の有効性を示す。

2. 従来方法の概要と本手法の基本方針

2.1 従来方法の概要と問題点

一般に目的地までの推奨経路の計算にはダイクストラ法が用いられているが、これは厳密解法であるため実時間性が低いという問題がある。これに対し、GAは探索中でも複数の解を持っており、制限時間内に準最適解を出力できる。しかし、実用的な時間内に満足できる準最適解を求めることが難しい。

この問題を解決するため、著者等は主要道路をウイルスとし、経路にウイルス感染を行う方法を提案した^[1]。しかし、これまでの検討は碁盤状に生成された地図を用いていたため、ウイルスの有効性の評価が不十分であった。そこで、本研究では実際のカーナビで使用されているナビ研S規格地図を対象として、実用的なアルゴリズムを開発した。

2.2 本手法の基本方針

- 国道・主要地方道を有効な部分経路とみなして、これをウイルスとする。ただし、高速道路は使わないものとする。

- ウイルスを使用して2本の経路を接続することにより、多様な経路集団を生成する。
- 渋滞発生時には、集団中の別の経路とウイルスを用いて新たな推奨経路を生成する。

3. 提案する手法

3.1 提案するアルゴリズム

提案する手法のアルゴリズムを図1に示す。

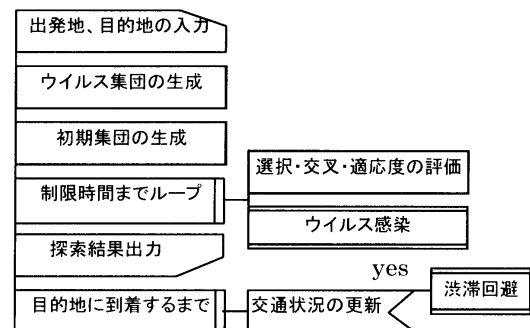


図1：本手法のアルゴリズム

- 1) ウイルス集団の生成：出発地 S と目的地 G を含む長方形の範囲でウイルスを抽出する。
- 2) 初期集団の生成： S からウイルス v_i の距離とウイルス v_i から G までの距離の和が小さいもの上位 n 個を用いて初期集団を生成する (n は集団サイズ)。 $S-v_i$ 間および v_i-G 間の経路はRTA*アルゴリズムで生成する。
- 3) 適応度の評価：経路 R_k の適応度 $f(R_k)$ は次式で計算する^[1]。ただし、 f_d, f_t, f_c はそれぞれ距離, 時間, 快適性の指標、 a, b, c は定数とする。

$$f(R_k) = a \cdot f_d(R_k) + b \cdot f_t(R_k) + c \cdot f_c(R_k)$$
- 4) 選択・交叉：多様性の維持に優れているMGG(Minimal Generation Gap)を用いる^[3]。ただし、生存選択の際、同じ経路がすでに存在していた場合は経路を入れ替えない。

3.1 ウイルス感染

適応度が最も高い個体に対してウイルス感染を行う。本研究では従来のウイルス感染^[1]を拡張し、更なる質の向上と多様性維持を図る。従来のウイルス感染を主

道路感染、新しく提案するウイルス感染をウイルス交叉と呼ぶことにする。以下ではウイルス交叉の説明をする。図3のように、ウイルス V_t に対して経路 R1、R2 が、それぞれ交差点(b, e)を持っている場合、新たな経路 R3=[S, a, b, e, f, G], R4=[S, d, e, b, c, G]を生成する。R1-R4 の中で最良1個体、残り3つからルーレット戦略で1個体を選び、R1, R2 と置き換える。

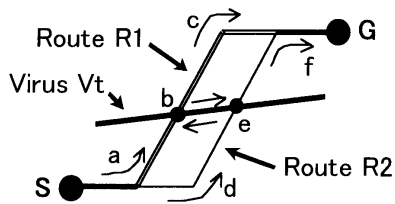


図2：ウイルス交叉

3.3 渋滞回避

集団の再生成：集団中の全ての経路について次の処理を行う。

- [Step1] 経路 R_k を1つ選択する。
- [Step2] 最初に求めた推奨経路 R_k の現在地と渋滞の手前の交差点との間に、 R_k と共通の交差点があるとき、交叉して新しい経路とし、Step1へ戻る。
- [Step3] 共通交差点がないときは、推奨経路 R_k の現在地と渋滞の手前の交差点との間に対して、ウイルス交叉と同様の処理を行い、新しい経路を作る。
- [Step4] Step1へ戻る。

4. 評価実験結果

つくば～岩槻間において経路探索を行った。表1は100世代後の実験結果である。主道路感染・ウイルス交叉では、それぞれMGGの最初の10世代のみ主道路感染・ウイルス交叉を行う。両方の場合は、1～10世代はウイルス交叉、11～15世代は主道路感染を行う。表1から主道路感染では所要時間、主道路の割合、曲がる回数が共に向上している。ウイルス交叉では性能の向上は見られない。両方用いた場合が全ての面で最も性能が良い。これはウイルス交叉で適応度の高い個体を利用した経路の数が増し、さらに主道路感染により最適解の経路の質が向上したためだと考えられる。なお、表1の各データは10回実験を行った結果の平均値である。経路を図3に示す。

表1：感染の違いによる推奨経路の各評価の比較

感染の種類	所要時間(分)	主道路の割合	曲がる回数	図3
無し	85.7 (2.52)	0.921 (0.076)	25.2 (2.40)	R1
主道路感染	84.5 (2.79)	0.978 (0.046)	22.2 (2.86)	
ウイルス交叉	86.9 (2.85)	0.924 (0.077)	26.0 (2.57)	
主道路感染+ウイルス交叉	84.0 (3.79)	0.995 (0.007)	21.7 (1.42)	R2

* ()内は10回の試行の標準偏差

図3は推奨経路 R2 の1/3を通過したとき、前方に渋滞を発生させ、ウイルス感染の有無による渋滞回避経路の違いを示したものである。R2' は回避経路の生成にウイルス感染を用いず、R2'' は用いた場合の回避経路である。

図3から、R2'' がより良い経路を探索できることがわかる。

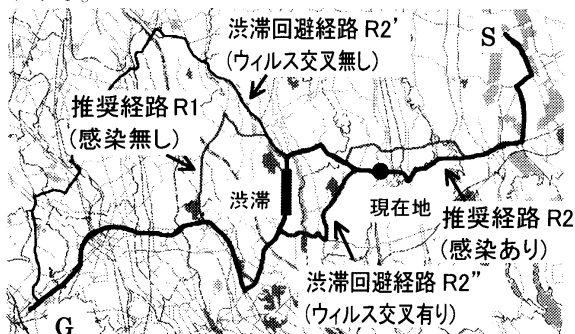


図3：ウイルス感染の有無による推奨経路および渋滞回避経路の違い

5. おわりに

本稿では、実用地図を用いて静的および動的経路探索問題におけるウイルス感染の有効性を実験で確認した。今後はより有効なウイルス集団の生成方法を検討する予定である。

参考文献

- [1] 高橋, 狩野: ウイルス感染を用いたGAによるカーナビのための動的経路探索. 情報処理学会第58回大会, 5L-05(1999).
- [2] Kanoh, H., et al.: Solving Constraint Satisfaction Problems by a Genetic Algorithm Adopting Viral Infection. Engng. Applic. Artif. Intell. Vol. 10, No. 6, pp. 531-537(1997).
- [3] 佐藤, 小野, 小林: 遺伝的アルゴリズムにおける世代交代モデルの提案と評価. 人工知能学会誌, Vol. 12, No. 5(1997).