

動的環境を対象とした

1 U - 1

遺伝的アルゴリズムによる実時間経路探索

柏崎 敦子 ブイリエン 狩野 均 西原 清一
筑波大学 電子・情報工学系

1 はじめに

近年、自動車用ナビゲーション装置(カーナビ)のための渋滞情報提供サービスが開始され、交通情報をリアルタイムに得ることができるようになった。従来、目的地までの推奨経路の計算には、Dijkstra 法、A*アルゴリズム等が用いられている [1]。しかし、これらは厳密に移動コストが最小となる解を求める方法であるため、計算が終了するまで解を得ることができず、実時間性が低い。一方、遺伝的アルゴリズム(GA)は集団中に複数の解候補を保持しているため、交通状況が変化した場合でも、新たな準最適解を高速に求めることができる。そこで本稿では、GA の特徴を生かして、渋滞が多発する動的環境でも大域的な準最適経路を実時間に求める手法を提案する。

2 研究分野の概要と本手法の戦略

2.1 実時間経路探索問題

実時間経路探索問題とは、現在地から目的地に至る準最適経路を制限時間内に発見する問題である。実際に、カーナビなどに応用する場合には、距離が最短となるだけでは不十分で、所用時間やドライバーの快適性を考慮した経路の算出が必要である [2] (表 1)。また、移動中に推奨経路上に渋滞や通行止めが発生した場合、次の交差点に至るまでの短時間に、これらを回避する別の経路を探索する必要がある。

表 1: 経路探索問題における制約の例

分類	強弱	制約の内容	違反点数	
			快適性	遅延時間(秒)
固定	弱	広い道路をなるべく通る	1~6	-
		曲がる回数を少なくする	1~6	3~20
変動	強	通行止めになった道路を通らない	-	-
	弱	渋滞している道路を通らない	20	状況に応じて

2.2 通常の GA の問題点とその対策

経路探索問題は、出発地から目的地までの交差点の列を染色体として、GA でコード化することができる。通常の GA の探索は、ランダム性が強く収束が遅いので、

実時間性を確保するために十分な探索速度を得ることができない。また、集団中の経路を利用して別の推奨経路を求めるには多様性が低い。そこで、本研究では、通常の GA の問題点を踏まえて、以下の戦略をとる。(i) 広い道路や渋滞の抜け道などの有効な部分経路をウイルス [2] とし、これをもとに初期集団を生成する。(ii) 集団中で最も適応度の高い経路(エリート)との交叉を試行し、交叉できない場合はその経路をそのまま次世代に残す。(iii) 最終的に得られた経路に局所探索法を適用する。

(i) により、適応度の高い少数の経路からなる集団ができ、探索速度が向上する。また、(ii) の遺伝的操作によって、集団の多様性が維持できるため、環境の変化に対応することができる。さらに、(iii) では GA の局所探索能力の低さを補い、より優れた推奨経路を出力する。

3 提案する手法

本手法のアルゴリズムを図 1 に示す。図中 1)~6) を以下に説明する。

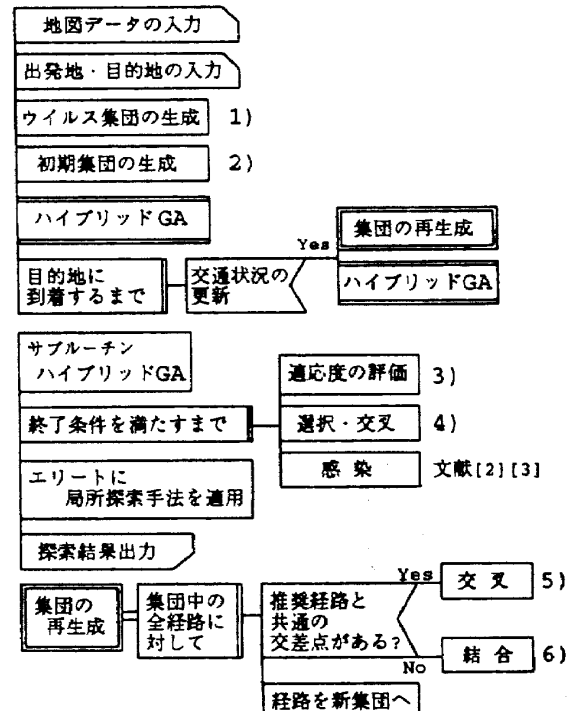


図 1: 本手法のアルゴリズム

- 1) 出発地と目的地に応じてウイルスを生成する。
- 2) ウイルスを基に出発地から目的地までの経路を RTA*(Real-Time A*) で生成する。

3) 経路の移動コスト f を (1) 式で計算する。 f_d, f_t は、それぞれ移動距離と通過時間。 f_s は快適性を表す指標で、表 1 の制約違反点から計算する。また、 a, b, c は重み付けの定数である。移動コスト f の低い経路ほど適応度が高く評価される。

$$f = a \cdot f_d + b \cdot f_t + c \cdot f_s \quad (1)$$

4) 1 世代目は集団中の全経路の組合せ、2 世代目以降はエリートと他の経路との組合せについて、共通の交差点を見つけ、その交差点の前後を入れ換える (1 点交叉)。エリートと交叉できない経路はそのまま次世代へ残す。

5) 共通の交差点で交叉して、新しい経路とする。
6) 着目している経路上の点と、推奨経路上の点を結ぶ経路を RTA* で探索し、これらを結合する。

4 評価実験

本手法を評価するため、碁盤から 25% のリンクをランダムに消去した地図を用いて、経路探索を試みた。この地図は、文献 [4] と同様の書式で作成したものである。地図サイズが縦横 40 の場合の渋滞回避の例を、図 2 に示す。

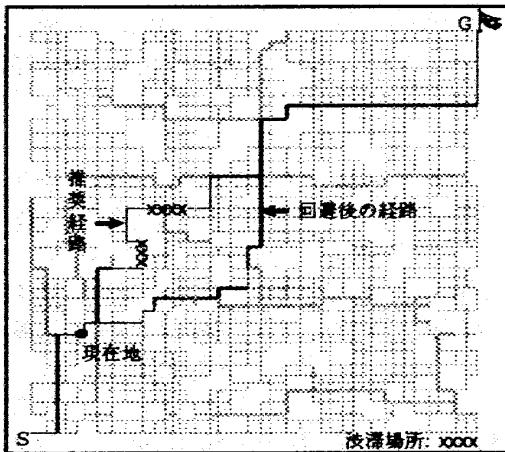


図 2: 本手法による渋滞回避の例

次に、サイズ 70 の地図に対して推奨経路を移動中に渋滞を発生させ、新たに求めた経路について Dijkstra 法と比較した。渋滞は経路上に 2~10 箇所をランダムに発生、渋滞の変動は移動中に 2 回とした。Dijkstra 法は、通過時間を移動コストとして、渋滞回避は渋滞付近を再探索するようにした。

最終的に通った経路の制約違反点数、通過時間、および渋滞回避の探索時間を、図 3、図 4、図 5 に示す。これらの図から、Dijkstra 法が渋滞箇所の増加にともなって劣化しているのに対し、本手法では性能が維持されることがわかる。これは、本手法では、常に大域的な準最適解を得ることができるためであると考えられる。なお、最初の推奨経路 (図 3、図 4 の渋滞箇所: 0) の計算時間は、Dijkstra 法は 16.9 秒、本手法は 5.6 秒であった。

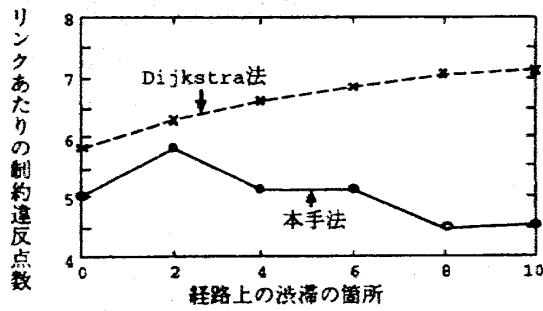


図 3: 快適性の比較

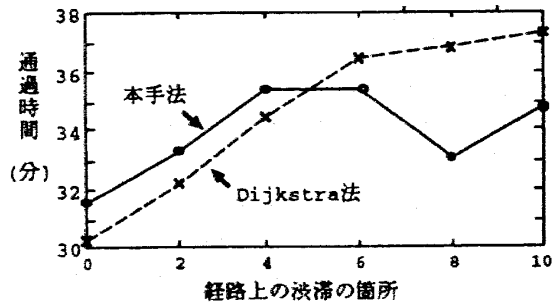


図 4: 通過時間の比較

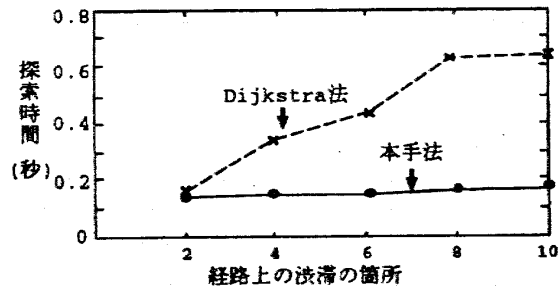


図 5: 渋滞回避のための探索時間の比較

5 おわりに

本稿では、動的環境における経路探索問題の新たな解法を提案し、その有効性を示した。今後の課題としては、集団の再生成アルゴリズムの効率化が挙げられる。

最後に、地図データをご提供頂いた (財) 日本デジタル地図協会殿、ならびに、GA についてご教授頂いた本学構造工学系の星野力教授に感謝致します。

参考文献

- [1] 上川, 梅津: 車載ナビゲーションシステムの経路探索技術, 計測と制御, 第 36 巻 第 11 号, pp.790-792(1997).
- [2] 後藤, プイ, 松本, 他: ウイルス感染を用いたハイブリッド GA によるリアルタイム経路探索, 情報処理学会第 54 回全国大会, 1M-02(1997).
- [3] Kanoh, H., Bui, L., Kashiwazaki, A., et al: Real Time Path Planning using Viral Infection in Genetic Algorithms, ICCIMA '98 (1998).
- [4] (財) 日本デジタル地図協会: 全国デジタル道路地図データベース標準, 第 2.1 版 (1991).