

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

1M-2

後藤 正広 ブイ リエン 松本 美幸 水野 一徳 狩野 均 西原 清一
筑波大学 電子・情報工学系

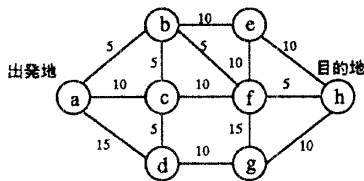
1 はじめに

経路プランニング問題とは、出発地から目的地に至るまでの最適移動経路を求める問題である [1]。代表的な解法として、Dijkstra 法や A* アルゴリズムなどが挙げられる。従来この問題は移動時間（または距離）を最小にする最適化問題として研究されていた。しかし、実際のカーナビゲーションシステムではドライバーの快適性を考慮することが不可欠である。そこで、本研究ではこの問題を制約充足問題（制約の強い最適化問題）としてとらえ、快適かつ移動時間の短い経路を求める手法を開発した。

2 研究分野の概要

2.1 経路プランニング問題

図1に本問題の例を示す。リンク上の数値は経路の距離を表している。また、表1に本問題における制約条件を示す。



経路A (a, b, c, f, h) コスト=25
経路B (a, b, f, h) コスト=15

図1: 経路プランニング問題の例

2.2 従来手法とその問題点

Dijkstra 法は必ず最適解を求めることができるという特徴があるが、快適性を表す指標（曲がる回数など）は移動コストに反映することが困難という問題がある。また、通常の GA を本問題に適用した場合、探索を交叉と突然変異のみで行なっているために、探索速度が遅い、および局所探索能力が低いという問題がある [2]。

2.3 本手法の基本戦略

本手法の基本戦略は、次の4項目である。

- I. リアルタイムに変化する交通情報に対処するため、GA を用いて制限時間内に準最適解を求める。
- II. 広い道路を通る、曲がる回数を少なくするなどの快適性を制約で表現し探索に反映させる。

III. 経路の集団とは別に、有効な部分経路 (= ウイルス) からなる集団を生成し、共通の交差点をもつ経路に感染させる。

IV. 制限時間内に求めたエリート個体に対して局所的探索手法を適用する。

表1: 経路プランニング問題における制約

		C_i	制約の内容
固定制約	強	C_1	進入禁止の道路は通らない
		C_2	一方通行を逆走しない
		C_3	幅制限を越えない
	弱	C_4	主道路をなるべく通る
		C_5	広い道路をなるべく通る
		C_6	踏切をなるべく通らない
		C_7	曲がる回数を少なくする
変動制約	強	C_8	通行止めになった道路は通らない
		C_9	渋滞している道路を通らない
	弱	C_{10}	異常気象時に規制のある道路をなるべく通らない

3 提案する手法

3.1 GA の経路プランニング問題への適用

本モデルでは、解候補である経路を GA 上で表2のように表現する。また、表1から求められる違反点数が少ない部分的な経路をウイルスとする。

表2: 経路プランニング問題と GA の対応

経路プランニング問題	GA	例(図1参照)
交差点の通過順序	遺伝子座	1, 2, 3, 4
交差点名	遺伝子	a, b, ..., h
解候補 (= 経路)	染色体	(a, c, f, h)
部分解 (= 部分経路)	ウイルス	(b, c), (f, h)

3.2 適応度の評価

経路の移動コストを表す適応度関数を (1) 式のように設定する。ただし、 f_d, f_t はそれぞれ経路の距離、通過時間である。また、 f_s は快適性を表す指標で表1の弱い制約の違反点数から計算するものとする。

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

3.3 アルゴリズム

本手法のアルゴリズムを図2に示す。図2の1)~7)を以下に説明する。

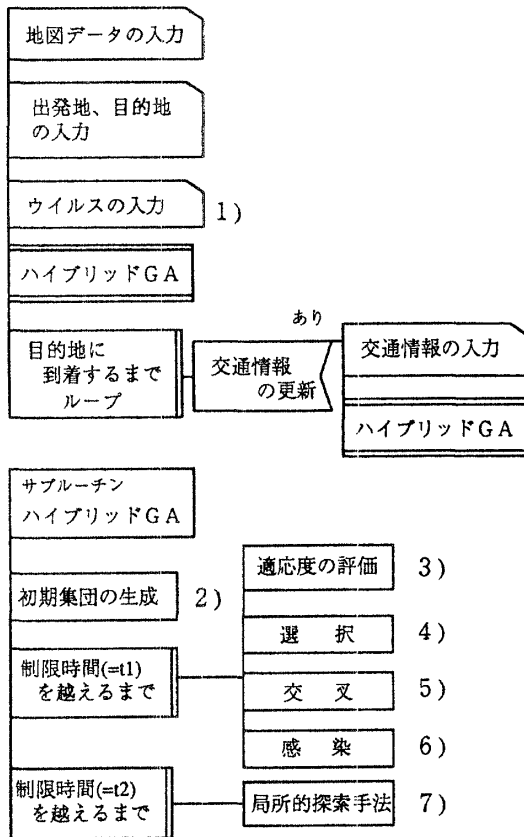


図 2: 本手法のアルゴリズム

- 1) 広い道路や曲がる回数の少ない道路を有効な部分経路とみなし、ウイルスとしてあらかじめ生成する。
- 2) ウイルスを基に出発地から目的地までの経路を確率的な山登り法で生成する。
- 3) 3.2節の(1)式を用いて適応度を計算する。
- 4) ルーレット戦略とエリート保存戦略を併用して、経路を選択する。
- 5) 選択された経路同士にお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(一点交叉)。
- 6) ウイルスと2つの共通交差点をもつ個体に対して、共通交差点間の経路をウイルスの経路で置き換える。
- 7) エリート個体に山登り法を適用する。

4 評価実験

碁盤から30%のリンクをランダムに消去した地図(図3)を用いて、本手法とDijkstra法の性能を比較した。なお、この地図は文献[3]と同様の書式で作成したものである。Dijkstra法と本手法で求めた実験結果を表3に、また、得られた経路の例を図3に示す。Dijkstra法で求めた経路は本手法よりもdistが優れているものの本手法の方が大幅に快適な経路が得られていることがわかる。また、本手法で得られた経路はDijkstra法よりも曲がる回数が少ないことがわかる。

表 3: 本手法と Dijkstra 法の実験結果

評価値	手法	地図のサイズ (縦 × 横)				
		40	50	60	70	80
dist	本手法	88	106	128	152	182
	Dijkstra 法	78	98	118	138	158
conf	本手法	3.2	3.5	4.9	3.8	4.5
	Dijkstra 法	6.4	6.8	8.1	6.9	7.7
本手法の集団サイズ		50	50	50	100	100

dist: 移動距離, conf: 制約違反点数

5 おわりに

本稿では、ドライバーの快適性を考慮した経路プランニング問題の解法を提案し、その有効性を示した。今後の課題としては、交通状況が動的に変化する場合に本手法を適用することが挙げられる。

最後に、地図データを御提供いただいた(財)日本デジタル地図協会 殿、ウイルス感染について御教授いただいた前山梨医大中原先生に感謝致します。また、本研究の一部は、文部省科学研究室費補助金によるものである。

参考文献

- [1] 岩崎 他: ナビゲーションにおける経路選定手法の開発, 日産技報, 第 34 号, pp.78-84(1993).
- [2] 狩野, 長谷川, 松本, 西原: ウイルス進化論に基づく制約充足問題の解法, 計測制御学会第 30 回, 知能システムシンポジウム, pp.75-80(1996).
- [3] (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).

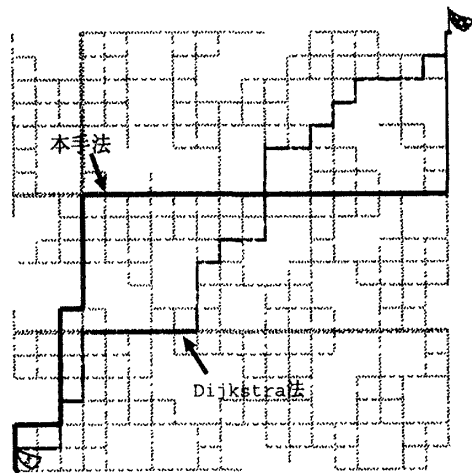


図 3: 本手法と Dijkstra 法で得られた経路の例 (地図のサイズが縦 20 × 横 20 の場合)