

写真ジオコーディング支援のための 二種類の緩和問題を用いる遺伝的探索

An Evolutionary Search Method with Two Relaxed Problems to Support Landscape Photograph Geocoding

鳴瀬 大二郎[†] 新井 侑太^{††} 鈴木 徹也^{†††}

Daijirou Naruse Yuuta Arai Tetsuya Suzuki

1 はじめに

我々は写真のジオコーディング支援を目的として撮影地探索システム [1] (以降, 本システム) を開発している。それは, 風景写真の特徴を入力としてその撮影地を探索するシステムである。その探索は最適化問題の最適解を求めることに相当し, 本システムは探索に遺伝的アルゴリズム (GA) を用いる。以前, 我々は, 基の探索問題から導出した緩和問題を利用し, その遺伝的アルゴリズムに局所探索を組み合わせ, 探索の効率化を図った。本論文では, さらに探索の効率化を図るために, 別の性質を持った緩和問題を導入した。そして, その二種類の緩和問題を利用する探索手法と我々の以前の探索手法とを比較する探索実験を行い, 提案手法の有効性を確認した。

2 撮影地探索システム

2.1 利用手順

本システムの撮影地探索の手順は以下のようになる。

- 1. 探索問題の定義** 写真から抽出された特徴と探索範囲を宣言的に記述する。この探索問題が最適化問題に相当する。探索問題は次の 4 つの定義から構成される。(1) 緯度と経度の 2 次元直交座標系上の点, 線分, 三角形を要素とする列で表現し, カメラ位置や被写体の位置の制限に用いる地理的領域定義, (2) 未知のカメラパラメータ等を表す変数定義, (3) ピンホールカメラモデルに基づくカメラを定義するカメラ定義, (4) 写真の特徴や数式に関する条件を 1 つの制約として記述する制約定義である。
- 2. 初期解集合の生成** 本論文で用いる解とは, 探索問題で定義された変数からその値への写像である。GA においては, 1 つの解が 1 つの個体として扱われる。
- 3. 探索** 実数値 GA を用いて探索を行う。
- 4. 解の視覚化** 出力されたカメラパラメータによって撮影される風景を視覚化し, 解の妥当性を確認する。

手順 1 は手作業, 手順 2,3,4 を本システムで処理する。

2.2 制約

基本的な制約には写真の特徴と数式に関する制約等がある。例えば視点から被写体までの距離に基づく制約や, 被写体の位置に関する制約である。これらを組み合わせて 1 つの制約を記述する。制約の評価値は 0 以上 1 以下の任意の実数を取り, その値が大きいほどよく充足されていると解釈する。この制約の評価値が GA の適応度となる。

2.3 探索効率に関する問題点

- 適応度関数は多峰性であり, さらに探索空間内で適応度 0 となる範囲が広い。
- 適応度計算の計算コストが高い。視点から被写体との距離を測るために, 光線追跡法を用いるためである。

3 一種類の緩和問題を利用する探索手法

2.3 節で指摘した問題点に対して, 我々は初期解集合の改善手法と世代交代手法とを提案した [2]。緩和問題とは, 任意の解に対してその評価値が基の探索問題の評価値を下回ることのない探索問題である。

3.1 第一緩和問題

この手法で用いる緩和問題を本論文では第一緩和問題と呼び, 次のような特徴を持つことを期待する。

- その探索空間において, 適応度が 1 とならない解の近傍には, より適応度の高い解が存在する。
- その適応度の計算コストが低い。

3.2 探索手法

局所探索法を用いて, 第一緩和問題での適応度が極大となるように各解を移動する。結果として, 最適解の存在する方向へ解が誘導される。

4 二種類の緩和問題を利用する探索手法

第一緩和問題の適応度が極大値をとる解であっても, 基の探索問題においてはその適応度が低い場合がある。そこで, 3 節の従来手法にもう一種類の緩和問題を加えた探索手法を提案する。なお, 4.2 節で示す解の改善手順から, その step 2 を除いた手法が, 従来手法となる。

4.1 第二緩和問題

もう一種類の緩和問題を第二緩和問題と呼ぶ。第二緩和問題には次のことを期待する。

- 任意の解 x に対して, $R_2(x) \leq R_1(x)$

^{†,††} 芝浦工業大学 大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻
^{†††} 芝浦工業大学 システム理工学部 電子情報システム学科

なお, $R_1(x)$ と $R_2(x)$ は, それぞれ解 x の第一緩和問題での適応度と第二緩和問題での適応度である.

4.2 初期解集合の改善

初期解集合の各解 x について, 次の解の改善を施す.

step 1 $R_1(x)$ が増加するように, 局所探索を用いて x を移動する.

step 2 $R_2(x) = 0$ であれば, x を移動する.

step 2 における解の移動手法を二つを提案する.

近傍への移動 第二緩和問題の評価値が 1 となる近傍の解との中間に移動する.

ランダム移動 探索空間上にランダムに移動する.

4.3 世代交代

step 1 親個体となる n 個の解 $x_1, \dots, x_n$ を選択する.

step 2 各 x_i について 4.2 節の解の改善を施す.

step 3 n 個の解 $x'_1, \dots, x'_n$ を親として, 交叉により, 子個体となる解 $y_1, \dots, y_m$ を生成する.

step 4 各 y_i について 4.2 節の解の改善を施す.

step 5 $n + m$ 個の解 $x'_1, \dots, x'_n, y'_1, \dots, y'_m$ を家族とし, 世代交代を行う.

5 実験

第二緩和問題による探索効率の変化を確認するために, 探索実験を行った.

5.1 探索問題

探索問題 1 カメラの地理的領域が, 細長く蛇行した範囲に制約されている.

探索問題 2 カメラの地理的領域が, 細い環状の範囲に制約されている.

5.2 比較する手法

次に示す手法 1, 2, 3 を比較する. まず我々の従来手法を手法 1 とする. 提案手法に 4.2 節の近傍への移動を導入した手法を手法 2, 提案手法に 4.2 節のランダム移動を導入した手法を手法 3 とする.

5.3 探索条件

探索空間内に初期解は 100 個ランダムに配置する. 交叉には単峰性正規分布交叉 UNDX-m[3] に対応した UNDX-P[4] を用いる. 世代交代モデルは DDA[5] を用いる. この条件での 500 世代の探索を 1 回の探索として, 50 回の探索を行う.

5.4 実験結果

探索問題 1 の実験結果を表 1, 探索問題 2 の実験結果を表 2 にそれぞれ示す.

表 1: 探索問題 1 における実験結果 (最高適応度の平均)

	世代数					
	0	100	200	300	400	500
手法 1	0.038	0.211	0.315	0.401	0.462	0.541
手法 2	0.038	0.452	0.608	0.722	0.767	0.786
手法 3	0.038	0.226	0.317	0.391	0.417	0.453

表 2: 探索問題 2 における実験結果 (最高適応度の平均)

	世代数					
	0	100	200	300	400	500
手法 1	0.143	0.313	0.352	0.365	0.386	0.398
手法 2	0.143	0.323	0.367	0.386	0.400	0.408
手法 3	0.143	0.325	0.352	0.374	0.393	0.406

6 評価

表 1, 表 2 に注目し各手法の探索効率を評価する. 最高適応度の平均値はどちらの探索問題も手法 2 が最も高く, 探索問題 1 では手法 1 と続き, 探索問題 2 では手法 3 と続く. 探索問題 1 と探索問題 2 での手法 3 の最高適応度の平均値が手法 2 よりも低いのは, 探索空間に対するカメラの地理的領域の範囲が狭いため, 解が地理的領域外に移動されやすいためである. そのため, 適応度 0 の解が親として選ばれることが多くなり, 有効な交叉が行われにくいと考えられる.

7 おわりに

本研究では, 撮影地探索システムに導入している緩和問題による解の改善手法が, 必ずしも有効であるわけではないという問題点を指摘した. それを改善するために, 性質の異なる緩和問題の導入を提案した. 実験によりその緩和問題が探索効率の向上につながることを確認し, 提案手法の有効性を確認できた.

参考文献

- [1] 鈴木徹也:風景写真の撮影地探索システムの開発 (セッション 1). 情報処理学会研究報告. DD, [デジタル・ドキュメント], Vol. 2006, No. 11, pp. 1-8(20060127).
- [2] 鳴瀬大二郎, 鈴木徹也:写真のジオコーディング支援に用いる遺伝的探索における緩和問題の改善. 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.73, No. 2 pp.147-148, 2011.
- [3] Isao Ono, Masayuki Yamamura, Hajime Kita: Real-Coded Genetic Algorithms and Their Applications, Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence, Vol. 15, No. 2, pp. 259-266 (20000301).
- [4] 梶洋隆, 喜多一:周期関数最適化のための遺伝的アルゴリズムの交叉演算. 計測自動制御学会. 計測自動制御学会論文集, Vol.43, No.4, pp.323-330(2007).
- [5] Osamu Takahashi, Hajime Kita, Shigenobu Kobayashi: A Real-Coded Genetic Algorithm using Distance Dependent Alternation Model for Complex Function Optimization, Proc. of Genetic and Evolutionary Computation Conf. (GECCO2000), pp.219-226 (2000).