

撮影地探索システムにおける 画像特徴量と地理的探索領域の縮小を用いた探索手法

長島 英雄[†] 鈴木 徹也[‡]
芝浦工業大学[†] 芝浦工業大学[‡]

1. はじめに

一般に風景写真の撮影場所や撮影方向を明らかにすることは、位置指向検索をはじめとして、風景写真の有効利用につながる。しかし手作業で撮影地特定作業を行うには多大な労力が必要となる。

そのような背景から撮影地探索システム [1]が開発されてきた。これは風景写真の撮影地特定作業を支援するシステムである。対象となる風景写真は山の稜線や地形が手掛かりになる写真であり、その探索には主に遺伝的アルゴリズムを用いている。

これまでの撮影地探索システムの問題点として風景写真の特徴を活かした探索を行えていないことがあげられる。本研究では画像特徴量と地理的な探索範囲の限定とを用いた効率的な探索手法をいくつか提案し実験を行った。

2. 旧撮影地探索システム

2.1. 概要

システムの入力は人が抽出した風景写真の特徴である。例えば稜線は稜線沿いの地表面と空の点列で表現する。

探索には実数値遺伝的アルゴリズムを用いる。カメラの緯度・経度・方角・仰角を遺伝子とする。緯度・経度・標高で表された地形データを用意し、その中で探索を行う。

探索手順の概要を以下に記述する。

1. 探索問題を定義する。カメラの地理的な探索範囲を設定する。被写体の山の位置が既知の場合はその山の地理的な範囲も設定する。
2. カメラの初期パラメータ群を設定する。
3. 任意の値以上の適応度を持つ個体が現れるか、指定世代数に到達するまで以下を繰り返す。
 - a. 三次元地形データモデル内で各カメラで撮影される写真の特徴を調べる。
 - b. 入力された特徴と3aで得られた各カメラで撮影される写真の特徴を比較する。一致度が高いほど高い適応度をカメラに割り当てる。
 - c. 各カメラパラメータと各適応度をもとに交叉を行う。交叉方法は周期性を考慮した UNDX-m[5,6]を用いる。
 - d. DDA[4]を用いて世代交代を行う。

2.2. 問題点

旧システムの問題点を以下に記述する。

問題点1. 旧システムは開発が停滞しており、現在入手不能なライブラリを使用している。またコードが適切に管理されていなかった新機能の追加が困難になっている。

問題点2. カメラの撮影時には視線追跡を行う。視線追跡において10m毎に交差判定が発生している。視線は地心直交座標系で表され、地形データは緯度・経度・標高で表されているため毎処理で座標変換が必要である。

問題点3. 入力には人の手で風景写真の特徴を抽出する必要がある。

問題点4. 視線追跡において地表と交差しない場合は最大視線追跡距離まで処理が繰り返される。これらの理由から多くの計算が必要であり探索システムの処理時間が長くなる原因になっている。ある場所の探索では、交差判定の処理時間にシステム全体の35.54%もの時間を費やしていた[2]。

問題点5. 旧システムでは、入力の稜線とカメラに写る稜線が合うように更新することが難しい。そのため山が入力に使用した風景写真より小さく写る場所にカメラがいる場合や一部だけ写っている場合等に効率の良い探索ができない。

3. 新撮影地探索システム

3.1. 構想

2.2節で指摘した問題点にもとづき、旧システムに以下の変更を加える。

問題点1から撮影地探索システムを1から開発しなおすことにした。開発言語はJavaからPythonに変更する。

Pythonを採用した理由は画像処理のライブラリが豊富だからである。

問題点2から地形データを緯度・経度・標高から地心直交座標系のポリゴンに変更する。

問題点3, 4, 5から探索に使う特徴を画像特徴量にする。拡大・縮小・回転・移動に強い画像特徴量マッチングを用いることで、入力画像の山が少しだけしか写らない場合でも、全く写ってない場合との評価に差をつけることができる。また距離画像と組み合わせることで画像の特徴と距離を考慮した移動もできる。

また探索手順の主な変更点を以下に記述する。各変更箇所の詳細は紙面の都合上割愛する。

変更点1. 風景写真をシステムの入力とする。

変更点2. 比較する特徴は写真の稜線の画像特徴量にする。比較の評価値は写真同士の距離であるため低いほど一致度が高いことを示す。画像特徴量マッチングにはAKAZE [3]を用いる。

変更点3. 初期パラメータ群の生成ではカメラ位置を探索範囲内で標高が高い部分にする。

変更点4. 評価値が一定以下の個体は深度値を用いた移動をする。カメラで撮影された写真内に入力画像の被写体が存在すると考えるためである。

変更点5. 評価値が一定以上のものはカメラの回転を行う。カメラで撮影された写真内に入力画像の被写体が存在しないと考えるためである。

変更点6. 突然変異には地理的領域を用いる。

変更点7. 地理的領域の縮小を各世代で行う。評価値が一定以上の個体周辺の地理的領域を指定世代数の間、地理的領域外とする。

3.2. 実装

変更点2から7までの実装を行った。変更点1の実装は実装途中である。そのためシステムの入力は風景写真ではなく空や山ごとに色分けされた属性画像である。また旧システムと同じ部分の実装は探索手順1の「山の地理的な範囲の設定」のみ未実装である。

変更点3を山頂配置, 変更点4を深度値を用いた移動, 変更点5をカメラの回転を用いた改善, 変更点6を地理的領域を用いた突然変異, 変更点7を地理的領域の縮小と呼び提案手法とする。

4. 実験

4.1. 提案手法の比較実験

各提案手法の効果を検証するために比較実験を行った。探索範囲は富士山の周辺10km四方である。遺伝的アルゴリズムの世代数は50世代に固定し各手法50回施行した。入力画像は属性ごとに色分けされた富士山山頂をの画像である。比較手法は「山頂配置」, 「深度値を用いた移動」, 「カメラの回転を用いた改善」, 「地理的領域を用いた突然変異」, 「地理的領域の縮小」である。

評価値は入力画像との差であるため, 値が低いほうがより入力画像と似た画像を撮影できたことを表す。

どの手法も使用しなかった場合と各手法をそれぞれ使用した場合, 全ての手法を使用した場合の7通りで実験を行った。各実験手法の世代数ごとの最優良個体の平均評価値のグラフを図1, 図2に示す。

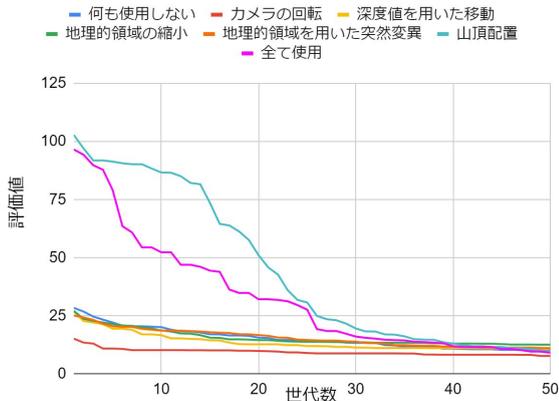


図1. 世代ごとの最優良個体評価値

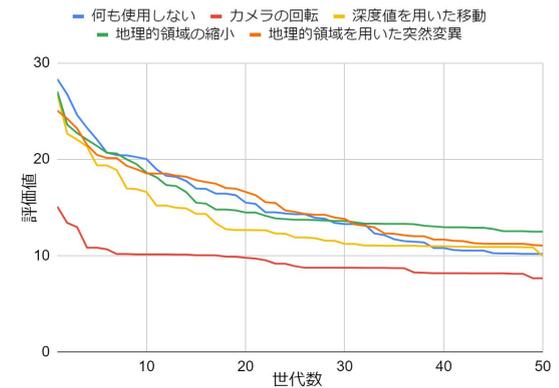


図2. 世代ごとの最優良個体評価値 (山頂配置と全て使用を除く)

4.2. 地理的領域とカメラの回転を利用した組み合わせ比較実験

提案手法のうち, カメラの回転, 地理的領域の縮小, 地理的領域を用いた突然変異の3つは組み合わせることで効果が大きくなると考える。地理的領域の縮小と地理的領域を用いた突然変異の組み合わせを「地理的領域を用いた探索」と呼ぶ。また, 地理的領域を用いた探索とカメラの回転を組み合わせを「地理的領域と回転を用いた探索」と呼ぶ。実験4.1と同じ条件で比較実験を行った。比較手法は上記5つの手法と何も使用しない場合

の6通りである。各実験手法の世代数ごとの最優良個体の平均評価値のグラフを図3に示す。

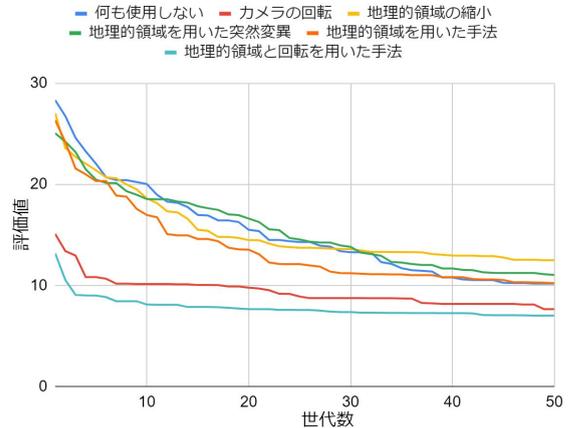


図3. 組み合わせの比較実験における世代ごとの最優良個体評価値

5. 評価

図1,2よりカメラの回転を使用した場合がどの世代でも最も評価値が低くなった。このことからカメラの回転は効率よく探索することにおいて有効と考える。

図1より山頂配置が最も初期個体の評価値が高いことが分かった。実験の入力画像が山頂を写しており, その山頂に初期個体を配置していたため対象の山頂が写らず, また多様性が低くなったため初期個体の評価値が高くなったと思われる。全て使用した場合の初期個体の評価値が高くなった理由も山頂配置が原因と考える。

図3より地理的領域と回転を用いた手法がどの世代においても一番評価値が低くなった。また地理的領域を用いた手法は地理的領域の縮小と地理的領域を用いた突然変異を用いた場合に比べて多くの世代で評価値が低くなった。このことからこれらの手法は組み合わせることで効果が増すと考える。

6. おわりに

新撮影地探索システムの提案と提案手法の比較実験を行った。

比較実験ではカメラの回転を用いた改善, 地理的領域を用いた突然変異, 地理的領域の縮小, またそれらの組み合わせで有用性を確認できた。

今後は初期解集合生成法の改善が必要と考える。

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, 2006-01-27.
- [2] 土井 達矢. 撮影地探索システムにおける光線追跡の高速化. 芝浦工業大学学士論文. 2009.
- [3] Pablo. F. Alcantarilla and Bartoli and A. J. Davison. KAZE features. Proceedings of the 12th European Conference on Computer Vision - Volume Part VI, pp.214-227, 2012.
- [4] 横山信宏. 個体間距離に着目した進化型アルゴリズムとその応用. 日本航空宇宙学会論文集. Vol.51, No.592, pp.207-214, 2003.
- [5] 喜多一. 実数値GAのための正規分布交叉の多数の親を用いた拡張法の提案. 計測自動制御学会論文集 Vol.36, No.10, 875/883 2000.
- [6] 梶洋隆. 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. 計測自動制御学会論文集Vol.43, No4, 323/330 2007.