

アクティブ探索と PSO を組み合わせたテンプレートマッチング

澤村 誠[†] 小嶋 和徳[†] 伊藤 慶明[†] 石亀 昌明[†]

岩手県立大学大学院[†]
ソフトウェア情報学研究科

1. はじめに

テンプレートマッチングは、類似性を評価する距離等を用い、検索対象画像内で参照画像が最も適合する位置を検出する技術である。テンプレートマッチングにおいて、画像全体を高速に走査する手法としてアクティブ探索法[1]がある。アクティブ探索法は、ヒストグラムの性質を利用し、一度の評価で周辺の類似度の上限値を求めることで評価の回数を省略する手法である。しかし、効率の良い探索規則について具体的な検討は行われていない。また、テンプレートマッチングにおいて、位置・回転・拡大縮小など複数のパラメータをどのように効率良く探索するかが課題となっている。その解決の試みの一つとして、最適化手法である Particle Swarm Optimization (PSO) を適用させたテンプレートマッチングが提案されている[2]。

本研究では、アクティブ探索と PSO を組み合わせたテンプレートマッチングについて検討する。

2. アクティブ探索

アクティブ探索法[1]は、物体の形状変形に安定な色ヒストグラムを特徴として利用し、入力画像中のある位置の評価値からその近傍の評価値の上限値を以下の判別式(1)で求め、上限値がこれまでに発見した最大類似度より小さければ、その領域での評価計算が省略でき、評価回数を大幅に減らすことが可能である。

$$S_{AM} \leq \frac{\min(|B| S_{BM}, |B \cap A|) + |A - B|}{|A|} \dots (1)$$

A は評価済み領域 B の近傍領域で、 S_{BM} は B の評価値を指す。 $|B|$ は B の画素数を指し、 $|B \cap A|$ は A と B の共通領域で、 $|A - B|$ は A から B を差し引いた領域である。

アクティブ探索法では、計算省略の可能性を判定する判定式が与えられているが、評価のための探索規則については、言及されていない。判定の基準として、それまでに探索で発見した最大類似度が高ければ省略できる計算量が増加することから、効率の良い探索規則が求められる。

3. PSO によるテンプレートマッチング

3.1 Particle Swarm Optimization

PSO は、粒子が持つ最良の情報と、その粒子から構成される群の最適値から、過去の探索履歴を考慮して連続変数の多峰性関数の大域的最適解、もしくはそれに相当する準最適解を求める最適化手法である。PSO では各粒子が「位置」と「速度」に関する情報を持ち、相互作用を持ちつつ集団で探索を行い、各粒子の位置と速度を更新しながら、大域的最適解、もしくは準最適解を探索する方法である。

PSO は以下の手順に従って処理される。

- [step1] 粒子数、最大探索回数を決定する。
- [step2] 各粒子の位置と速度を初期化する。
- [step3] 各粒子に対して、評価値を計算する。
- [step4] 粒子の最良値と集団の最良値を求める。
- [step5] 各粒子の速度と位置を更新する。
- [step6] 探索回数が最大探索回数以下なら step3 に戻る。そうでなければ探索を終了する。

3.2 PSO for Template matching

PSO をテンプレートマッチングに適用することで複数のパラメータを効率良く最適化する手法が提案されている[2]。

評価回数が不定のアクティブ探索法とは異なり、パラメータとして与えた粒子数×更新回数分評価を行うことで終了する。

Template matching by using active search and PSO

[†]Makoto Sawamura, Kazunori Kojima, Yoshiaki Itoh, Masaaki Ishigame. Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University.

4. 提案手法

PSO は粒子の位置情報更新後、粒子が指し示す位置の評価を行うが、各粒子が記憶している、その粒子がこれまでに探索で発見した最大類似度を上回る評価値が得られなければ、結果的に評価を行わなかった場合と同じ結果が得られる。

そこで、アクティブ探索法の判定式を用い、過去に探索した履歴から、粒子が指し示す位置の評価計算が省略可能か判定を行う。省略が可能であれば、その位置での評価を行わないで、次の step へと進む。

5. 実験

提案手法の有効性を確認するために、実画像に適用して処理時間に関する比較実験を行った。PSO の粒子の設定として、座標、縦横それぞれに対する縮小拡大を与えている。比較対象として、枝刈りの判定を導入していない従来の PSO によるテンプレートマッチングを用いる。なお、アクティブ探索法を導入した PSO は、原理的に従来の PSO と同等の検出結果が得られる。

5.1 実験条件

実験に用いる入力画像サイズは 935×701、参照画像は入力画像の一部を切り取った画像を用い、画像サイズは 63×94 とした。

PSO のパラメータは粒子数 50、更新回数 100、慣性項は 0.9 から 0.4 に設定した。PSO は、検索効率を高める方法としていくつかの試みがなされているが、本研究では、従来の PSO に突然変異を加えたアルゴリズムを採用した。突然変異の方法は、step5 の後に各粒子について、設定した確率で粒子が持つ位置情報と速度情報の再設定を行う。突然変異発生の確率は 1% に設定した。

5.2 実験結果

PSO と提案手法について、それぞれ 100 回試行し、平均値を算出した。従来の PSO と提案手法の処理時間を計測した結果を図 1 に、各更新数の最大類似度を図 2 に示す。

同じ条件の PSO と比較して、処理時間は 1.2 倍程度の向上に成功した。性能は前述通り同程度の結果となっている。

アクティブ探索法の判定により、PSO の評価

計算を 3 割程度省略することに成功した。しかし、過去の履歴の探索に時間がかかっており、効率の良い履歴の参照方法が求められる。

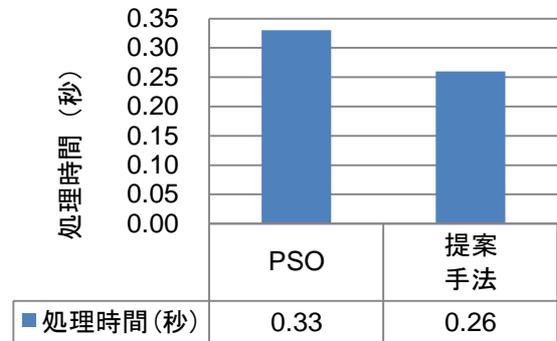


図 1 : PSO と提案手法の処理時間

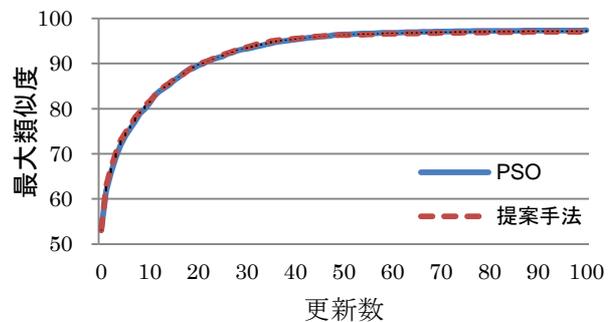


図 2 : 最大評価値の遷移

6. まとめ

アクティブ探索法と PSO を組み合わせることによって従来の PSO と比較して 1.2 倍程度向上することができた。

しかし、過去の履歴の探索に時間がかかってしまっているため、今後はより効率の良い履歴の参照方法の検討を行っていく。

参考文献

- [1] 村瀬 洋, V.V. Vinod, "局所色情報を用いた高速物体探索——アクティブ探索法", 信学論(D-II), vol. J81-D-II, no. 9, pp. 2035-2042, 9. 1998.
- [2] 安藤 宏, 長尾 智晴, "Particle Swarm Optimization for Template Matching", 電子情報通信学会総合大会講演論文集_情報・システム(2) pp229, 3. 2007.