

# 分散協調化による画像理解に関する研究

## Study on Image Recognition by Decentralized Cooperative Processing

松本 倫子 (大学院理工学研究科・助教)

Noriko Matsumoto (Assistant Professor, Graduate School of Science and Engineering)

### 要旨

画像から意味のある特徴を完全に抽出するのは非常に難しく、画像理解は不完全で不正確な情報に基づく推論に止まっている。特に、画像理解全体の良否を左右する輪郭抽出は、未だに解決の困難な問題である。そこで本研究では輪郭抽出を応用対象として、分散人工知能における分散協調探索手法、つまり高精度な輪郭抽出を目標に、モデル情報を保持するエージェントとの協調手法の研究を進め、その有効性を実験を通して検証を行った。

### 1 はじめに

輪郭抽出プロセスを最適な推定輪郭への収束プロセスと捉え、最適化問題の一種と考えることができる。最適化は解空間が多峰性の場合、局所解への誤収束を回避して最適解に収束させる手法が重要になる。一般的にこのような問題には確率的手法が用いられることが多いが、これらの手法は計算量の増大を招く。一方で、複数の最適化プロセス(エージェント)が互いに情報を授受しつつ並行に動作し、複数の解候補を同時に探索する多点探索、すなわち分散協調もその解の品質と計算効率性において有効な手法であることが知られている。そこで本研究では、この分散協調を輪郭抽出処理に導入することにより、抽出結果の解の品質向上に加えて、抽出処理の柔軟性と機能拡張性を実現し、結果的に画像理解全体の解の品質を向上させる。特に、輪郭抽出手法の中で原理が単純で高速でありながら、優れた特性をもちさまざまに活用されていること、最適化に直接写像が可能であるエネルギー最小化原理に基づくことなどから、動的輪郭モデル Snake に着目し分散協調化の研究を進めてきた。

### 2 分散協調型 Snake

分散協調とは、独立性、自立性をもつ複数のエージェントに問題解決を分散化し、エージェント間での情報の共有と協調を行い、これによって与えられた解空間における局所解への誤収束を回避し、最適解に到達する可能性を高める方策である。各エージェントはそれぞれ問題解決を並行して進め、同時に解候補を探索する。探索途中、各エージェントは自身の途中経過を他のエージェントと授受し、その情報に基づいて探索経過を修正する。以上のような動作によって、エージェントのどれか1つが局所解に陥りそうになっても、全体としてそれを回避し、高度な探索能力を実現しようとするものである。

Snake は、一般的にユーザーが設定する初期閉曲線やパラメータの初期設定によって解が変化するという脆弱性があり、また凹領域や先鋭部を含む対象物の抽出が困難である性質をもつ。特に凹領域の抽出は、定義式に張力項が含まれることからパラメータの調節だけでは抽出に至らない場合が多く、きめ細やかな初期閉曲線の設定をユーザーに要求し、非常に大きな問題として残されている。そこで本研究では、この問題の解決に向けて、“Snake を実行する際にユーザーが与える初期閉曲線には、ユーザーが望む対象物の大まかな形状情報が含まれる”ことに着目し、得られる情報をモデルとして保持するエージェントとオリジナルの Snake を実行するエージェント間で協調を行う

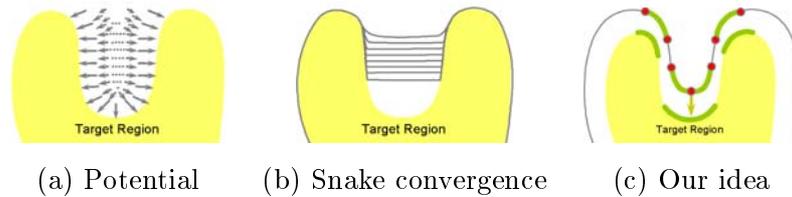


図1 凹領域周辺

Curvature Multi-Snake を提案し，設計した．このようなアプローチで抽出処理に事前知識を埋め込むことによって，対象物を限定しないという Snake の特徴を生かしつつ，より高品質な解の獲得を可能にしている．

具体的には，初期閉曲線上に設定する特徴点上の曲率をモデルとし，エネルギー関数に導入した Curvature Snake と，オリジナルのエネルギー関数に基づくエージェントとの協調動作，すなわち「異なるエネルギー関数をもつ複数のエージェント」によって，同時に複数の解の可能性を探索していく．既にいくつかの対象物における抽出実験を行い，その有効性を確認している．

### 3 おわりに

本研究は簡明な設計でありながら，それだけでも精度向上を実現するにとどまらず，さまざまな従来法と排他的に競合することなく，併用して更なる精度向上を見込むことができるという大きな特徴を有する．また Snake の分散協調化は，画像理解システムの解の品質向上に寄与するにとどまらず，探索手法という別の角度からみると，分散人工知能における分散協調型探索の一般的，理論的研究を裏付ける事例の 1 つとなりえる．

また，本手法はその抽出過程で得られる対象物に関する知識の抽出処理へのフィードバックは行っていない．これらの知識導入によって，より高精度な探索が実現可能であると考えられる．

### 主な業績

1. N. Matsumoto, N. Yoshida, and S. Narazaki, "Improvement of Active Contour Model with Decentralized Cooperative Processing and Its Application to Remote Sensing", International Journal of Knowledge-Based Intelligent Engineering Systems, in press (2007).
2. N. Matsumoto, N. Yoshida, and S. Narazaki, "Curvature Multi-Snake: Cooperative Snakes with Curvature-Based Simple Modeling", Proc. International Workshop on Advanced Image Technology 2007, pp.632-637 (2007.1).

### その他

1. T. Sawamura, K. Tanaka, M. Atajanov, N. Matsumoto, and N. Yoshida, "Adaptive Router Promotion and Group Forming in Ad-hoc Networks", International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing, accepted (2008)
2. 佐藤, 松本, 吉田, "複数キーワード検索に対応した分散ハッシュ型 P2P ネットワーク", 情報処理学会/電子情報通信学会 情報科学技術レターズ, Vol.6, 掲載決定 (September, 2007)
3. 吉田, 松本, 吉田, "P2P ネットワークにおけるノード信頼性評価の効率化", 情報処理学会/電子情報通信学会 情報科学技術レターズ, Vol.6, 掲載決定 (September, 2007)
4. K. Sato, N. Matsumoto, and N. Yoshida, "Dynamic Avoidance of Illegal Nodes in Gnutella-like Pure P2P Networks", Proc. ACM/IEEE Bi-Annual Symposium on Communication in Distributed Systems 2007, pp.163-168 (2007.3).