

PSO（粒子群最適化）による最適化問題解法について

富山県立大学工学部電子情報工学科
1615052 山元悠貴

指導教員：奥原浩之

1 はじめに

群知能について

機械の知能に生物集団の知的な行動パターンや社会性の優れた構造を取り入れてシステムを知能化しようとする試みである。生物は、全体の動きを指示するリーダー的存在がなくても個々に自律的に行動する多くの個体の集団が餌を効率的に獲得したり、天敵から身を守ったり、などといった集団としての秩序や社会性が生まれるとき、それを群知能といえることができる（図 1）。

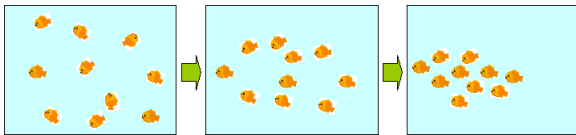


図 1: 群知能のイメージ

PSO とは

粒子群最適化法（Particle Swarm Optimizers, 以下では PSO と略す）とは、個体群に基づく最適化アルゴリズム（Population-based Optimization Algorithms）の一種である。生物の集団行動とヒントにしているといわれている。探索の対象となる目的関数が与えられたとき、複数の粒子が互いに情報を共有しながら最適解を求めて探索空間内を動き回る。その概念とアルゴリズムの簡素さ、動作の柔軟さ、多様な改良の可能性、などから注目を集めている。特徴として以下のようなものがある。

・柔軟な並列処理

各粒子は、自分自身の過去の情報に加えて、自分の周りの情報を互いに共有しながら解を探索する。情報共有の方法には多様性がある。その情報共有がうまくいけば、並列処理を基本とするので、かなり困難な問題でも、効率良く解を見つけられる。

・勾配情報を用いない探索

目的関数がなめらかであることを要求しない、最急降下法のように勾配に関する情報を使わないので、不連続な目的関数に対しても適用可能である。

・非線形システムとの対応

粒子の時間発展を記述する数理モデルは、乱数パラメータ等の確率的要素を含まない場合は、大規模非線形力学系の一種と見なすことができる。多様な非線形ダイナミクスの積極的な利用が期待できる。非線形システムの動作解析法の、探索機能解析への応用も期待できる。応用の対象が幅広く、例として次のようなものが考えられている。画像処理、遺伝子データ処理、センサネットワーク、ゲーム戦略、デジタル信号処理、ニューラルネット合成、組み合わせ最適化問題、電力システム、パワーエレクトロニクス、非線形システムの分岐パラメータの探索

2 基本的な PSO のアルゴリズム

PSO において群れを構成する各個体は、現在の”位置”（情報量）とそのときの”速度”の情報を持っている。この位置と速度の情報から次の各個体の位置を更新する。

以下に PSO アルゴリズムのフローチャートを示す

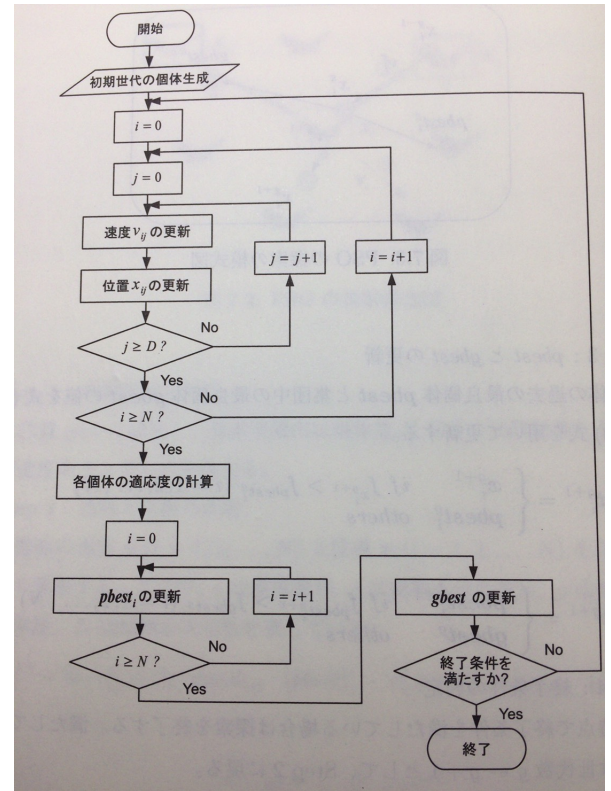


図 2: 基本的な PSO のアルゴリズムのフローチャート

3 PSO の課題

基本 PSO によって問題を効率よく解けることもあるが、そうはいかない場合も少なくない。この PSO を改良して発展させ、様々な問題に応用していくために、多くの課題が指摘され 研究が続いている。以下にその課題の一部を述べる。

・ローカルミニマムからの脱出

単一解を探索しているとき、ある粒子がローカルミニマムにトラップされると、他の粒子もそれに引きずられて動けなくなってしまう場合がある。このトラップからの脱出は、基本的だが困難な問題である。目的関数が複雑な形状をしていると脱出も難しくなる。図 3 のように最適解がより良い値でもトラップされてしまう場合がある。

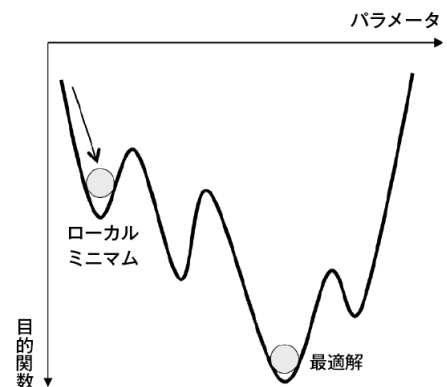


図 3: ローカルミニマムの例

・複数解探索

目的関数が複数の最適解を持つとき、その複数探索問題は、本質的にローカルミニマムのトラップからの脱出と逆の目的を有する。すなわち、後者ではローカルミニマムは不都合であるのに対し、前者ではローカルミニマムは複数解の近似値として必要となる場合がある。

4 おわりに

PSO の概要と基本的な PSO のアルゴリズムと課題を述べた。PSO は初期解、定式化方法、パラメータの設定方法を工夫することでより高速に、より良い解を求めることができる。問題に応じてよりよい解を求められるように研究が続いている。

参考文献

- [1] 粒子群最適化と非線形システム
https://www.jstage.jst.go.jp/article/essfr/5/2/5_2_155/_pdf
- [2] 知能情報工学入門-ソフトコンピューティングの基本-
前田陽一郎著
- [3] 粒子群最適化 (PSO)～生物の採餌行動を模擬した最適化手法
https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejpes/134/11/134_NL11_7/_pdf/-char/ja