

最適化手法の基礎 力学モデルによる理解と実装

相吉英太郎, 岡本 卓, 安田恵一郎 共著

森北出版 (2014 年)

菊判 224 ページ 定価 (本体 3,200 円 + 税)

ISBN : 978-4-627-04271-1



近年、最適化は機械工学、電気電子工学、制御工学など情報処理のさまざまな場面において必要とされる重要な基盤技術となっている。また、ニューラルネットワークによる学習や機械学習においても基本的手法が最適化手法を基盤にして開発されている。本書はこれらの分野で頻繁に登場する連続変数の非線形最適化手法を対象とし、最適化手法の数理的基礎と動作原理を「力学モデル」の視点から統一的に解説している。また、その挙動を「演算回路」として表現することも試みている。

本書は全 8 章で構成されている。第 1 章は最適化問題の定義についての初歩的な解説であり、第 2 章は制約条件のない問題に対する最適化手法について説明し、第 3 章から第 5 章までは制約条件のある問題に対する最適化手法について説明している。第 6 章と第 7 章は最適化手法の応用例についてであり、第 8 章は大域的最適化手法としてカオス最適化手法を紹介している。各章のより具体的な内容を以下に示す。

第 1 章では、最適化問題の分類と記述、および最適解の定義と性質について説明をしている。第 2 章では、制約条件のない問題に対する最適化手法の計算モデルとして、古典的な最適化手法である目的関数の勾配を用いた手法について紹介している。

第 3 章から第 5 章までは制約条件のある最適化問題に対する最適化手法の解説となっている。第 3 章ではまず制約条件が特定の構造の場合に、変数変換などの簡単な操作によって無成約最適化問題に変換できることを説明している。続いて、第 4 章では、制約条件の構造をとくに限定しない一般の有制約最適化問題に対し、制約条件を目的関数に組み込んで無成約化する手法について説明しており、ラグランジュ関数法、ペナルティ法、拡大ラグランジュ関数法、バリア法を紹介している。さらに第 5 章では、目的関数や制約関数に対して 1 次近似や 2 次近似を行って得られる問題を逐次解きながら、元の問題の解を探索する手法について紹介している。

第 6 章と第 7 章は、最適化手法の応用に関する内容となっており、関数・写像近似や識別器の分野において、最

適化手法がどのように用いられているか説明している。これらの章では、ラジアル基底関数ネットワークやシグモイド基底関数を用いた階層型ニューラルネットワーク、非線形識別に有用なサポートベクターマシンの基本原理について、それぞれ説明している。

最後に、第 8 章では最適化手法の更新則を力学系とみなし、それを不安定化して得られる探索軌道を用いたカオス最適化手法について紹介している。また、不安定力学系による大域的最適化手法の一手法として、すでに得られた局所解からより目的関数値の小さい領域への脱出を繰り返し解探索を行うダイナミック・トンネリング・アルゴリズムについても説明している。

本書は上記のような構成となっているため、非線形計画法の教科書、ニューラルネットワークやサポートベクターマシンの参考書、カオス最適化手法と大域的最適化の参考書として読むことができる。そのため、まえがきには各章の関係を示したフローチャートが記載されており、目的に応じて必要な章を読めるように工夫がされている。

なお、本書は最適化手法を理解するための基礎知識を提供することを目的としているが、もう一つの特徴は、局所的最適解に捕らわれずに大域的最適解を探索できる手法としてカオス最適化手法を取り上げている点にある。最適化手法の研究者にとって、多峰性関数において局所的最適解に捕らわれずに大域的最適解を探索する、「大域的最適化手法」の開発は大きな課題となっている。カオス最適化手法では、目的関数のもつさまざまな局所解を決定論的力学系の生成するカオス軌道に沿って探索し、その最適解を得ることを基本としている。第 8 章はカオス最適化手法の計算手順、局所的最適解に対する安定性解析および探索軌道の解析について詳細に説明されており、カオス現象を利用した解探索の挙動を直感的にイメージしやすいものになっている。また、引用されている著者らの研究成果を併読することによって、より理解を深めることができるだろう。

本書には付録として、最適化手法を理解する上で必要となる数学的知識、最適化手法の理論的根拠を与える最適化理論に関する主な定理がまとめられている。さらに、本書で登場する各手法のアルゴリズムのサンプルコードと、アルゴリズムの計算性能のテストに用いるためのベンチマーク問題集も掲載されている。このように本書は最適化手法の基礎・応用だけではなく実装についてもサポートされており、これから最適化手法を学ぼうとする学生はもちろんのこと、最適化手法についての理解をより深めたい研究者にもぜひおすすめしたい一冊である。

(広島市立大学 串田 淳一)