

搜索理論における確率モデル

コロナ社 296頁 2019年 定価4,200円+税 ISBN978-4-339-02833-1

本書は、オペレーションズ・リサーチ (OR) の一つの研究分野である搜索理論についての教科書であるが、初学者でも学べるように、確率論や最適化理論、ゲーム理論などの一般基礎理論の章も備えている。搜索理論は、第二次世界大戦中の米海軍による対潜水艦戦へのOR的实践が起源となっており、何らかの目標を効率よく発見するための学問である。特に近年では、国内外における大規模自然災害の発生に伴って必要となる効果的な搜索・救難活動の観点からも、搜索理論の重要度は増してきていると言えよう。

本書では搜索理論を以下、五つのテーマに分けて解説している。(1) 目標位置の推定, (2) 搜索センサーの探知理論と搜索能力の定量化モデル, (3) 搜索プロセスの特性評価モデル, (4) 搜索計画の最適化, (5) 搜索者と目標の意思決定の相互作用分析モデル。より詳しい本書の構成は以下の通りである。

- 第1, 2, 3章 (はじめに, 確率論, 目標存在分布の推定)
- 第4章 (搜索センサーの探知論)
- 第5, 6章 (静止・移動目標に対する搜索モデルとその評価)
- 第7章 (最適化理論)
- 第8, 9章 (静止・移動目標に対する最適資源配分)
- 第10, 11章 (ゲーム理論, 搜索ゲーム)

以下、各章の内容について簡単ではあるが紹介させていただく。

2章では、確率論の基礎事項について簡潔にまとめている。3章では、搜索活動の第一歩となる目標存在の推定について、三つの目標 (観測誤差を考慮した静止目標, 定針・定速の移動目標, ランダムウォーク移動目標) それぞれについて解説している。さらに、目標存在の推定手法を発展させる契機となった事例 (スコピオン号の海難事故), 搜索の実施結果を加味した目標存在の事後推定についても紹介している。

実際の搜索活動では目標を探知するためにさまざまなセンサーが用いられる。4章では、あらゆるセン

サーに適用できるセンサーを用いた一般的な探知論について解説を行っている。特にここでは、移動目標に対する探知確率を、センサーの探知能力が典型的な三つの法則 (完全定距離, 不定距離, 逆3乗) の場合について導いている。

5, 6章では、3および4章で解説した探知の一般論を用いて、特定の状況下での静止および移動目標に対する探知確率を求めている。特に5章では、静止目標が広範囲に存在するときの区域搜索である平行搜索およびランダム搜索について解説し、さらに、ある時点での目標の位置分布が与えられたデイトム搜索についても述べられている。6章では、一定速度で移動する目標やランダムウォーク目標に対する区域搜索, デイトム搜索の他に、一定方向への移動目標を捕捉するための典型的な二つのパトロール方法 (8の字哨戒, 往復哨戒) について述べ、その優劣について解説している。

7章では、以降の章 (8, 9章) において搜索計画の最適化を議論するための道具である最適化理論 (ここでは、線形計画法, 非線形計画法, 動的計画法および変分法) について概説を与えている。

8, 9章では、静止および移動目標に対する搜索資源の最適配分について解説している。ここでは、3~6章までの学習内容 (目標分布, センサー能力の定式化, 決められた搜索要領下での目標探知確率) を基に、最適な搜索を計画するための搜索資源の配分方法について議論している。

本書の最後に、搜索者と目標を2人の意思決定者として取り扱う搜索ゲームを議論している (第11章)。このために、まず10章では、ゲーム理論の基礎理論 (2人ゼロ和ゲーム, 均衡解の概念, 不確実情報の取り扱い) について解説している。ゲームの均衡解の存在定理については、不動点定理を用いて解説する書籍が大半であるが、本書では、2人ゼロ和ゲームの均衡解導出のための線形計画問題による定式化が存在定理も兼ねており、2人ゼロ和ゲームに関する理論と実践的な解法が初心者でも明快に学べるような理論的記述

がなされている。11章では、探索者も目標も互いに相手の行動に注意を払いながら双方向的に意思決定を行う探索ゲームについて、静止および移動目標のそれぞれの場合について解説している。

最後に、本書は防衛大学校における「探索理論」の筆者の講義ノートを基に、学部および大学院までの幅

広い層の学生がこの学問を1冊の本で習得できるテキストを目指して執筆された。そのため探索理論を一から学びたい方々への最適な一冊と言えよう。ぜひ一度、本書を手にとられてはいかがだろうか。

佐久間大（防衛大学校）

機関誌投稿論文区分変更のお知らせ

機関誌「オペレーションズ・リサーチ」では、OR事例を研究論文の形にまとめた投稿論文を募集しています。この投稿論文の区分を、「事例研究 [論文]」と「事例研究 [レター]」と改定しました。オペレーションズ・リサーチとマネジメント・サイエンスの分野に関連した実際の事例について、実施にあたっての工夫や問題点の分析などをその内容として想定しております。査読において、「事例研究 [論文]」では適用対象、適用方法に新規性、有用性があることを評価します。「事例研究 [レター]」では新規性や独創性は必ずしも問わず、オペレーションズ・リサーチやマネジメント・サイエンスの価値、有用性を伝える内容を積極的に評価します。オペレーションズ・リサーチの応用事例の情報発信の場として、ぜひご活用ください。

詳細は学会web（HOME>機関誌>投稿のお勧め・投稿規程）

<http://www.orsj.or.jp/submit/csubmit.html>

を御覧ください。

なお、これまでの投稿論文区分である「論文・研究レポート」は経過措置として2020年6月末日まで投稿を受け付けます。