

最適化の数理と応用

伊藤 聡 数理・推論研究系、統計的機械学習研究センター、統計思考院 教授

【不確実さのもとでの意思決定】

外乱やシステムパラメータの変動などの不確実さの存在のもとでの最適化および制御系設計について、微分不可能最適化やゲーム理論の立場から研究しています。このような不確実性を確率的な変動として取り扱う最適化手法としては、確率空間上で定義された確率計画法があり、リコース・モデル、機会制約条件モデルなどが知られていますが、不確定要素に関する情報が全くない場合、ゲーム論的なmin-max戦略を考えることができます。このような最適化問題を取り扱うのが半無限計画法であり、ロバスト最適化などに用いられています。また、デジタル・フィルタの設計にも応用されています。

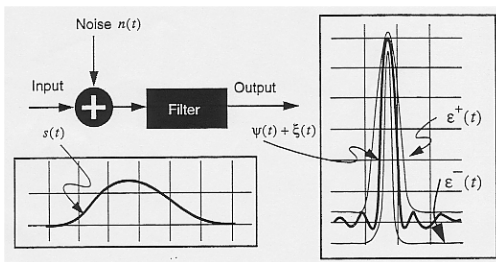


Fig. 1: Envelope constrained filter design (A. Cantoni, "Envelope constrained filters," Optimization Techniques and Applications, Vol. 1, pp. 35-52, Curtin University of Technology, 1998).

【測度空間における最適化】

1950年代から60年代にかけて研究された電磁気学の問題の一つに、導体の電荷の分布を決定する容量問題があります。特に60年代後半には、日本人数学者により線形計画の理論を用いて、解の存在など解析的な性質が調べられました。容量問題は測度空間における不等式制約条件つき最適化問題として自然に一般化されます。また、古典的なモーメント問題も測度空間上の等式制約条件つき最適化問題として様々な形で一般化され、経済学・制御理論など多くの分野に応用されています。このような問題に対して、双方向切除平面法など効率的な数値解法を開発するとともに、収束性が損なわれない範囲で実際に解くべき緩和問題の低次元化など、その近似的な実装を試みています。

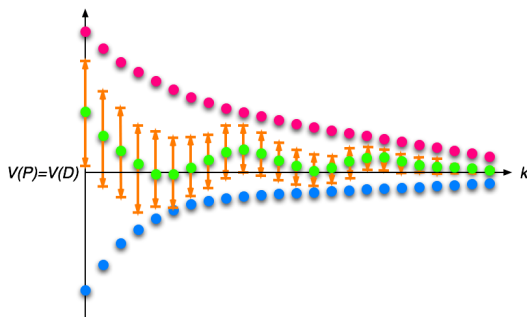


Fig. 2: Inexact bilateral cutting plane iteration.

【スポーツへの応用】

最適化による問題解決の一例として、リーグスポーツにおいて特定順位以上を確定する最小勝数(クリンチナンバー)および特定順位以下を確定する最小敗数(エリミネーションナンバー)の計算アルゴリズムの開発を行いました。この研究はプロ野球リーグ戦に応用され、各リーグで3位以内に入って、クライマックスシリーズ(プレーオフ)進出を確定するために必要な最小の勝数等を短時間で計算することが可能になりました。これは2010年のシーズンからCSクリンチナンバーとして共同通信社より配信が開始されています。クリンチナンバーとエリミネーションナンバーを求めるため、最大で $2 \times 6 \times 2 \times 64 = 1,536$ 個の最適化問題が毎晩試合終了後に解かれています。

順位	チーム	27節	28節	29節	30節	31節	32節	33節	34節
1	名古屋	4	2	2	☆	☆	☆	☆	☆
2	G大阪	6	6	5	3	2	1	1	☆
3	C大阪	△	△	△	△	△	△	△	☆
4	鹿島	6	6	5	3	2	2	1	×
5	川崎F	△	△	△	△	△	△	△	×
6	清水	△	△	△	△	△	△	×	×
7	横浜FM	△	△	△	△	△	×	×	×
8	広島	△	△	△	△	△	×	×	×
9	新潟	△	△	△	△	×	×	×	×
10	浦和	△	△	△	△	×	×	×	×

Fig. 3: Clinch and elimination results for ACL qualification (Courtesy of Kyodo news).

【諸科学・産業との協働】

統計数理研究所では、他の8つの協力機関とともに、数学・数理科学と諸科学・産業の協働による具体的課題解決に向けた研究を促進するための文部科学省委託事業「数学協働プログラム」を実施しています。

平成25年度は、重点テーマ

- [1] ビッグデータ、複雑な現象やシステム等の構造の解明
- [2] 疎構造データからの大域構造の推論
- [3] 過去の経験的事実、人間行動などの定式化
- [4] 計測・予測・可視化の数理
- [5] リスク管理の数理
- [6] 最適化と制御の数理

のもとで、ワークショップの公募やスタディーグループの実施を予定しています。

【特任研究員募集中】

数学協働プログラムでは、数学・数理科学と諸科学・産業との協働に携わる特任研究員を募集しています(所属は統計思考院)。意欲のある方の応募を歓迎します。