

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	スパース性を活用した区分的連続信号・システムの推定に関する研究
Title(English)	A Study of Sparsity-Aware Estimation of Piecewise Continuous Signals and Systems
著者(和文)	黒田大貴
Author(English)	Hiroki Kuroda
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11135号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山田 功,植松 友彦,府川 和彦,尾形 わかは,笠井 健太,湯川 正裕
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11135号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	黒田 大貴	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	山田 功	教授	笠井 健太	准教授
	審査員	植松 友彦	教授	湯川 正裕	准教授(慶應大)
		府川 和彦	教授		
		尾形 わかは	教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“A Study of Sparsity-Aware Estimation of Piecewise Continuous Signals and Systems (スパース性を活用した区分的連続信号・システムの推定に関する研究)”と題し、英文7章よりなっている。

第1章“Introduction (序論)”では、まず、信号セグメンテーションやハイブリッドシステム制御等に現れる「区分的連続信号・システム推定問題」の多くは直接定式化すると大規模な組合せ最適化問題となり、現実的な解法に結びつかないことを紹介している。次に、この困難さを回避するためには、「着目する問題のクラスが満たす特別な構造」から推定の手がかりとなる「スパース性等の特徴」を顕在化させる方針が有望であることを述べ、本論文の目的を明らかにしている。

第2章“Preliminaries (準備)”では、本論文で用いる凸最適化手法等に関する数学的準備を行っている。

第3章“Sparsity-Aware Estimation of Piecewise Continuous Signals on Real Line (スパース性を活用した1次元区分的連続信号推定)”では、この問題に潜む非自明なスパース性を非冗長な表現空間で顕在化させる方法とその活用法を提案している。まず、区分的連続信号の隣接サンプルが高い確率で特別な部分空間に含まれる事実に着目し、区分的連続信号に潜む非自明なスパース性を顕在化させる線形変換設計法を与えている。次に、新たに顕在化されたスパース性を活用し、「区分的連続信号の推定問題」を凸最適化問題に帰着している。さらに、音声セグメンテーション等を目的とした数値実験によって、提案法の有効性を確認している。

第4章“Sparsity-Aware Estimation of Piecewise Continuous Systems over Multi-Dimensional Space (スパース性を活用した多次元区分的連続システム推定)”では、第3章に示したスパース性の顕在化・活用法を「多次元区分的連続システム推定問題」に拡張している。まず、前処理として計算幾何学の単体分割法を適用することによって、第3章でスパース性顕在化のために実現された線形変換設計法が「多次元空間上の区分的連続システム」に拡張できることを明らかにしている。次に、顕在化されたスパース性を活用し、「区分的連続システムの推定問題」を凸最適化問題とグラフの連結成分分解問題に帰着する方法を提案している。さらに、数値実験により、提案法の有効性を確認している。

第5章“Adaptive Estimation of Clipping Systems and Finite Impulse Response Systems (クリッピングシステムと有限インパルス応答システムの適応推定)”では、区分的連続システムの典型モデルに着目し、その特別な構造を有効利用した適応推定法を提案している。まず、クリッピングシステムが満たす特別な構造に着目することにより、「クリッピングシステムと有限インパルス応答システムの適応同時推定問題」に現れるクリッピングシステム推定問題の解が区分的2次関数最小化によって特徴付けられることを示している。次に、この解を精密に与える効率的解法を実現している。さらに、音響エコー消去問題を想定した数値実験によって、勾配法のみで依拠していた従来法に比べて提案法が優れたエコー消去を達成することを確認している。

第6章“Nonlinear Acoustic Echo Cancellation by Exploiting Sparsity of Room Impulse Responses (室内インパルス応答のスパース性を活用した非線形音響エコー消去)”では、室内インパルス応答のスパース性を非線形音響エコー消去問題に活用する方法を提案している。まず、室内インパルス応答のスパース性が非線形音響エコー経路モデル(2次ボルテラシステム)のスパース性となって顕れることを明らかにしている。次に、このスパース性を活用する非線形音響エコー消去アルゴリズムを提案している。数値実験により、提案アルゴリズムによるスパース性活用の著しい効果を確認している。

第7章“Conclusion (結論)”では、本論文で得られた成果を総括している。

以上を要するに、本論文は、区分的連続信号・システム推定問題に対して、これらの問題の構造に潜む非自明な特徴を活用する多くの優れた手法を提案しており、工学上並びに工業上貢献するところが大きい。よって我々は本論文が博士(工学)の学位論文として十分価値のあるものと認める。