

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	情報通信 情報通信	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	黒田 大貴		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	山田 功	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

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 relied 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。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： 情報通信 系
Department of, Graduate major in 情報通信 コース
学生氏名： 黒田 大貴
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of

指導教員 (主)： 山田 功
Academic Supervisor(main)

指導教員 (副)：
Academic Supervisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Estimation of piecewise continuous signals and systems has been a challenging problem in science and engineering. The difficulty of this estimation problem can be seen from the fact that searching certain optimal estimates results in intractable combinatorial problems.

In this thesis, we present exploiting hidden sparsity for estimation of piecewise continuous signals and systems. More precisely, in a tight-dimensional representation space, we reveal sparsity hidden in discrete samples of piecewise continuous signals, and output values of piecewise continuous systems. Then, by utilizing the newly revealed sparsity, we successfully translate the estimation problem into a convex optimization problem.

Moreover, we present an efficient adaptive estimation method for typical piecewise continuous systems, that is, cascade of clipping systems and finite impulse response systems. By utilizing their special structures, we show that the estimation of clipping systems can be reduced to minimization of piecewise quadratic function. Then, we provide an efficient algorithm for this piecewise quadratic minimization.

Furthermore, as a related application, for nonlinear acoustic echo cancellation problem, we also present an idea to exploit sparsity usually observed in room impulse responses. We demonstrate that how the sparsity of room impulse response vectors can be exploited for the estimation of nonlinear acoustic echo path.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).