

論文 / 著書情報
 Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	A Study of the Design and Performance of Algorithms for Adaptive Filtering and Distributed Learning
著者(和文)	ウィー ウィマー メルカード
Author(English)	Wemer M. Wee
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9633号, 授与年月日:2014年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山田 功,植松 友彦,府川 和彦,笠井 健太,西原 明法,湯川 正裕
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9633号, Conferred date:2014/9/25, 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	Wee Wemer Mercado	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	山田功	教授	西原明法	教授
	審査員	植松友彦	教授	湯川正裕(慶應大)	専任講師
		府川和彦	教授		
笠井健太		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は “A Study of the Design and Performance of Algorithms for Adaptive Filtering and Distributed Learning” (適応フィルタリングと分散型適応学習のためのアルゴリズム設計と性能解析に関する研究)と題し、英文7章よりなっている。

第1章 “General Introduction” (序論)では、適応フィルタリングの非線形学習アルゴリズムの特徴を活かし効果的に応用していくために、統一的な性能解析が必要であることを述べ、本研究の第1の目的を明らかにしている。次に、適応フィルタリングの一般化として、分散型適応学習問題(ネットワーク上の複数端末が協調して共通の情報を適応学習する問題)を紹介した後、推定対象に関する先験情報を積極的に活用するアルゴリズムが待望されていることを述べ、本研究の第2の目的を明らかにしている。

第2章 “Preliminaries” (準備)では、本論文で必要となる数学的準備を与えると共に、本論文を通して利用されるデータモデルと代表的な適応アルゴリズムについて概説している。

第3章 “Adaptive Algorithms with Error and Scalar Data Nonlinearities” (出力誤差の非線形関数とデータの非線形関数を用いる適応アルゴリズム)では、Set-Membership NLMS(超平板型正規化 LMS 法)をはじめとする既存の適応アルゴリズムの多くが、推定値の更新に出力誤差の非線形関数と入力データの非線形関数を用いていることを明らかにすると共に、このクラスに所属する適応アルゴリズムに対して、時間変化する未知系への追従性能解析と定常特性解析を統一的に与えている。追従性能は、Cayley-Hamilton の定理から導かれた「推定誤差の重み付き平均エネルギーに関する非線形時不変状態空間モデル」によって特徴づけられている。また、定常特性は、追従性能の時間極限を評価することにより、「平均2乗推定誤差が満たすべき方程式」の形で与えられている。さらに、数値実験により、解析結果が実際の性能を極めて精度よく近似していることを確認している。

第4章 “Adaptive Algorithms with Error and Matrix Data Nonlinearities” (出力誤差の非線形関数とデータの非線形行列関数を用いる適応アルゴリズム)では、RLS(再帰最小二乗法)をはじめとする既存の適応アルゴリズムの多くが、推定値の更新に出力誤差の非線形関数とデータの非線形行列関数を用いていることを明らかにすると共に、このクラスに3章で述べた性能解析の議論を一般化している。追従性能は「推定誤差の重み付き平均エネルギーに関する非線形状態空間モデル」と「学習曲線の再帰的計算公式」として統一的に導出されている。さらに、その極限值を評価することにより、定常特性も解明している。

第5章 “Data-reusing Adaptive Algorithms with Nonlinear Projections” (非線形射影を利用したデータ再利用型適応アルゴリズム)では、最近開発された非線形射影型適応アルゴリズムの多くが推定値の更新に過去の入力データを再利用していることに注目し、代表例として H-APSM(超平板型適応射影劣勾配法)と Set-membership APA(超平板型アフィン射影法)の2つを取り上げ、これらのアルゴリズムの共通表現を導くことにより、追従性能と定常特性を統一的に解明している。

第6章 “Adaptive Distributed Proximal Splitting Algorithms” (分散型適応近接分離アルゴリズム)では、先験情報を積極的に活用する適応分散学習として「凸関数の和の最小化を目的として開発されてきた近接分離の原理」を応用した分散型適応学習アルゴリズムを提案している。さらに、先験情報としてスパース性を想定した数値実験により、提案アルゴリズムが従来法に比べて優れた学習性能を持つことを明らかにしている。

第7章 “General Conclusions” (結論)では本論文で得られた成果と今後の課題を総括している。

以上を要するに、本論文は、適応フィルタリングの多くのアルゴリズムに対して、統一的な性能解析を与えると共に、ネットワーク上の分散型適応学習についても優れたアルゴリズムを開発することに成功しており、工学上なら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あるものと認める。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」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。