

Title	適応信号処理のためのアルゴリズムに関する研究
Author(s)	菊地, 章
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/1419
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【14】

氏名・(本籍)	きく 菊	ち 地	あきら 章
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	6 5 0 1	号
学位授与の日付	昭和 59 年 4 月 18 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
学位論文題目	適応信号処理のためのアルゴリズムに関する研究		
論文審査委員	(主査) 教授 有本 卓		
	(副査) 教授 坂和 愛幸	教授 須田 信英	教授 鈴木 良次
	教授 児玉 慎三	助教授 門田 良実	

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、適応信号処理を行う際に滑らかなフィルタリング特性を呈する、新しい応答誤差規範アルゴリズムを構成した。

まず、応答誤差規範アルゴリズムの非線形特性の取扱を明確にした。方程式誤差規範アルゴリズムと異なり、応答誤差規範アルゴリズムは過去の適応フィルタ出力をフィードバックして現時点の出力を構成しているため、観測雑音に影響されない滑らかなフィルタリングを行うことができる。しかしながら、この場合、適応フィルタの出力が推定パラメータに関する非線形関数となるため取扱が複雑となり、今日まで具体的なアルゴリズムについてはあまり議論されていなかった。この非線形関数の解析を容易にするために、適応過程を過渡状態と定常状態に分けて考えることを提案した。その結果、適応フィルタ出力の推定パラメータに関する微分を具体的に表現することができた。

次に、この考え方にに基づき、データの時間推移が直感的に把握できるタップ遅延線素子構造と安定判別が容易なラティスフィルタ構造に対して、多変数適応アルゴリズムを構成した。その際、クロネッカ積の新しい等式を導出し、それを用いて適応フィルタ出力の推定パラメータ行列に関する微分の簡潔な表現を与えた。また、超安定理論において重要な役割を果たす Popov 不等式の証明のための新しい等式を提案した。このことにより、従来からの発見的な行列設定を必要とする Kalman-Yakubovich の補題を用いることなく、直接超安定性を証明することができた。

さらに、提案したアルゴリズムの分類を行い、状況に応じて適切に選択できるようにした。適応アルゴリズム構成の基本的な考え方として過渡状態と定常状態の二つに着目したが、これはまた、各々のアルゴリズムの異なった特長を意味している。例えば、適応制御のように速応性が要求される場合には前

者の過渡状態に基づいたアルゴリズムが有効であり、逆に、等化器やエコーキャンセラのように恒常的に組み込む場合には後者の定常状態に基づいたアルゴリズムが有効となる。この特長と各々のアルゴリズムの収束条件、適応能力、計算時間を組み合わせ、アルゴリズムの使用条件を明確にした。

最後に、シミュレーションによりアルゴリズムの適応能力を検証するとともに、大気汚染データを具体的に取り上げ、これに対する異常レベル検知問題を考察した。特に、大気汚染質の化学変化特性を考慮し、異常の程度を定量化することにより、異常レベルの検知精度を向上させた。この大気汚染データへの応用を通して、提案した適応アルゴリズムが実データ処理において有効であることを確認した。

論文の審査結果の要旨

本論文は、最近発展の著しいデジタル信号処理の分野の中で応用の面からも重視されている適応信号処理アルゴリズムを開発し、その有効性を実証した結果をまとめたものである。

適応IIRフィルタのモデル構成としては、応答誤差規範モデルと方程式誤差規範モデルがあるが、適応フィルタの内部パラメータが観測雑音の影響を受けにくい応答誤差規範モデルの方が有効に働く。しかし、この場合、適応フィルタの出力が推定パラメータの非線形関数になるため、具体的なアルゴリズムの構成にまで議論は到っていなかった。ここでは、この非線形性の問題を克服するため、適応過程を過渡的プロセスと定常的なプロセスに分けることにより、また、クロネッカー積に関する新しい等式を導くことにより、適応フィルタ出力の推定パラメータに関する微分を具体的に表現することに成功している。次いで、この考え方に基づいて、タップ遅延線素子構造とラティス構造の両方について多変数適応アルゴリズムを構成している。

次に、タップ遅延線素子構造を用い、勾配原理に基づく多変数適応アルゴリズムの収束性を調べ、各々のアルゴリズムの収束領域の違いを明確にしている。また、同じタップ遅延線素子構造を用い、超安定理論に基づく多変数適応IIRフィルタを構成している。ここでは超安定理論において重要な役割を演ずるPopovの不等式の証明のために新しい等式を構成し、これより、従来からの発見的行列設定を必要とするKalman-Yakulovichの補題を用いることなく、超安定性を直接証明することに成功している。

最後に、提案したアルゴリズムの適応能力を検証するために、徳島県小松島、関東地区、イタリアのベネチアの大気汚染質を扱い適応的な予測および、異常検知のシミュレーション実験を行っている。特に、大気汚染質の化学変化特性を考慮し、異常の程度を定量化することにより、異常レベルの検知精度を向上させている。この大気汚染質データへの応用研究を通じて、提案した適応アルゴリズムが真に有効に働くことを確認している。

以上のごとく、本研究はデジタル信号処理の適応アルゴリズムに新しい知見を加えた上、その体系化をはかっており、ここに工学博士の論文として十分価値あるものと認める。