

スパースモデリングによる無線チャネル同定

Wireless channel characterization using sparse modeling

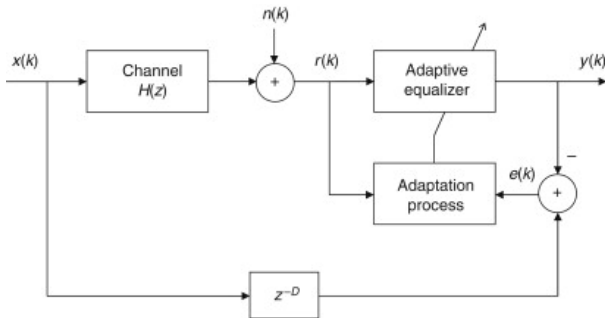
2021 年 SeMI 研発表資料
武山尚生¹ 三次 仁¹

March 2, 2021

¹慶應義塾大学環境情報学部

背景と動機

- 無線通信では、反射波によるノイズが混入し、受信波に影響を与えることがある。
- 等化器は変調された受信波から、インパルス応答を用いて元の送信波を復元する。
- 無線チャネル同定を行うことで、等化器の係数を推定可能。

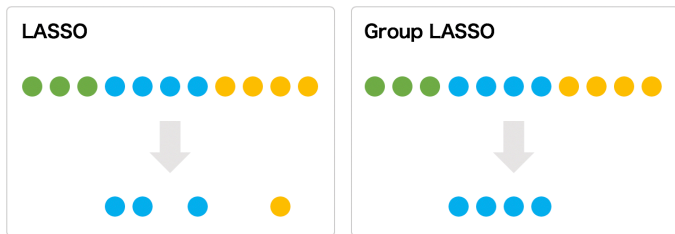


問題点と既存研究

- 無線チャネルを FIR フィルタとして推定することが適応フィルタでは行われている。
- 多くの場合，無線チャネルにおける遅延波によるフィルタ係数はスパースになる。
- スパースなフィルタ係数を推定する適応アルゴリズムに，Lasso や Group Lasso, SCAD に基づいた手法が提案されている。
- しかし，Group Lasso が持つフィルタのグループごとに変数選択する性質と，SCAD が持つフィルタ係数の不偏推定量を求められる性質を，同時に満たす適応アルゴリズムの研究は行われていない。

提案手法

- Group sparsity とは，Group Lasso などのスパースモデリング手法が持つ，グループ単位での変数選択に関するスパース性である．
- オラクル性とは，スパースモデリングに要求される 2 つの性質で，正確な変数選択が行えること，回帰係数が真の値に収束することである．

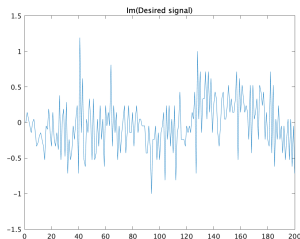
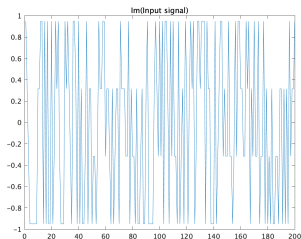
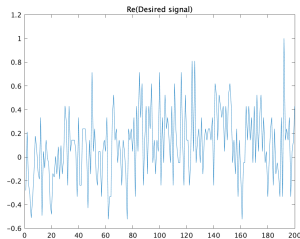
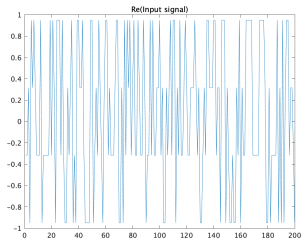


<https://stats.biopapyrus.jp/sparse-modeling/group-lasso.html>

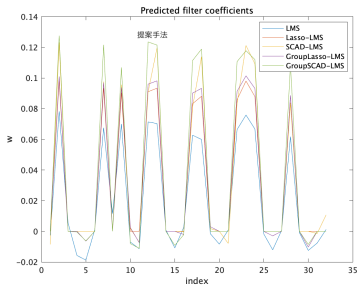
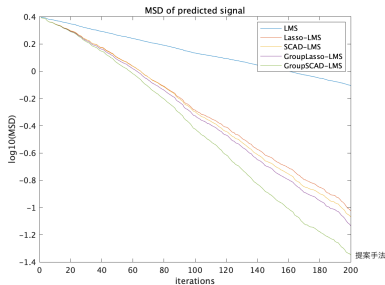
本研究では，Group sparsity に基づく正則化が可能な，オラクル性を満たす適応アルゴリズムを新規に開発し，従来手法との比較を行う．

シミュレーションの概要

LMS と Lasso, SCAD, Group Lasso, Group SCAD による正則化項を与えた LMS の、5 通りの適応アルゴリズムを用いて、入力信号と所望信号からフィルタ係数の推定を行った。



シミュレーションの結果と考察



- 受信波は所望信号に $\sigma^2 = 0.01$ のガウシアンノイズを加えたものとしてシミュレーションを行った。
- その結果，提案手法である Group SCAD-LMS が従来手法よりも高速に収束した。
- Group SCAD-LMS は Group Lasso-LMS よりもフィルタ係数の推定値のバイアスが小さいことが原因である。

結論

- 本研究では，スパースな無線チャネル同定を行うことを目的として，Group SCAD を用いたフィルタの適応アルゴリズムを開発した．
- その結果，従来手法である Group Lasso や SCAD を用いた適応アルゴリズムよりも，高速に収束することが分かった．

参考文献

- S. C. Chan, Y. J. Chu, and Z. G. Zhang. A new variable regularized transform domain nlms adaptive filtering algorithm —acoustic applications and performance analysis. IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, Vol. 21, No. 4, pp. 868–878, 2013.
- Lu Liu, Dajun Sun, and Youwen Zhang. A family of sparse group lasso rls algorithms with adaptive regularization parameters for adaptive decision feedback equalizer in the underwater acoustic communication system. Physical Communication, Vol. 23, pp. 114 – 124, 2017.

謝辞

本研究開発は、総務省の「電波資源拡大のための研究開発 (JPJ000254)」によって実施した成果を含みます。