



Title	Efficient Computation for Sparse Estimation Problems
Author(s)	新村, 亮介
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/98623">https://doi.org/10.18910/98623</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏名 (新村 亮介)

論文題名

Efficient Computation for Sparse Estimation Problems  
(スパース推定問題の効率的計算)

## 論文内容の要旨

本論文では、スパース推定における凸最適化問題の効率的解法を考える。スパース推定は、モデルの損失関数に正則化項を追加することにより、モデルの学習と変数選択を同時に行う手法であり、画像処理や機械学習など様々な分野で広く用いられている。有名なスパース推定方法の一つとして、lasso(least absolute shrinkage and selection operator)があり、これは凸最適化として定式化され、座標降下法を用いて効率的に解を求めることができる。しかし、凸クラスタリングのような複雑な問題に対しては、効率的な解法が存在せず、計算時間がかかってしまう。

Fused lassoや凸クラスタリングなどのスパース推定問題を解くために、多くの場合、交互方向乗数法(ADMM)や近接勾配法を適用する。前者の場合、行列の割り算が必要になり計算時間がかかってしまうが、後者の場合、FISTAのような高速化手法が存在し、効率的に解を求めることができる。第三章では、損失関数の導関数がリプシッツ連続であるという仮定のもとで、ADMMを近接勾配法に変換する一般的な方法を提案する。そして、スパース凸クラスタリングやトレンドフィルタリングといったスパース推定問題に適用し、数値実験により、効率性を示す。

第四章では、損失関数が強凸であるという仮定のもとで、近接勾配ステップを用いたニュートン法と準ニュートン法を提案する。準ニュートン法はヘッセ行列の計算を回避することができ、効率性が向上する。さらに、提案した二つの手法が高速に解へ収束することを示す。提案した手法は、特にL1正則化やグループ正則化を適用した問題において、各更新で変数選択を行うため、より効率的に計算できる。そして、数値実験を通じて、スパース推定問題で効率的に解が得られることを示す。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 新 村 亮 介 )		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教 授 鈴木 讓
	副 査	教 授 内田 雅之
	副 査	教 授 杉本 知之
<p><b>論文審査の結果の要旨</b></p> <p>本論文は、スパース推定における凸最適化問題の効率的な解法に焦点を当てた研究である。スパース推定は、モデルの損失関数に正則化項を加えることで学習と変数選択を同時に行う手法であり、画像処理や機械学習など多岐にわたる分野で重要な役割を果たしている。</p> <p>論文は特にlasso法をはじめとする既存のスパース推定方法と比較して、凸クラスタリングのような複雑な問題に対する新たな解法を提案している。具体的には、交互方向乗数法 (ADMM) と近接勾配法を用いた高速化手法を開発し、これらの方法が効率的に解を求めることができることを示している。提案された手法により、計算時間が削減されると同時に、精度の高い解が得られることが数値実験により証明された。</p> <p>第三章では、損失関数の導関数がリプシッツ連続であるという条件下でADMMを近接勾配法に変換する一般的な方法を提案し、スパース凸クラスタリングやトレンドフィルタリングに適用することで、その効率性を実証している。</p> <p>第四章では、損失関数が強凸であるという条件下での近接勾配ステップを用いたニュートン法と準ニュートン法を提案しており、これらの方法が速やかに解へと収束することを示している。これにより、特にL1正則化やグループ正則化を含む問題に対して、各更新ステップでの変数選択を効率的に行うことが可能である。</p> <p>以上の点から、この論文はスパース推定の分野における重要な貢献をしており、博士 (工学) の学位論文としてその価値を認めるものである。</p>		