



Title	Penalized Likelihood Approaches to Nonparametric Regression Problems
Author(s)	坂本, 亘
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3144026">https://doi.org/10.11501/3144026</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	坂 本 宣
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 9 1 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平成10年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科数理系専攻
学 位 論 文 名	Penalized Likelihood Approaches to Nonparametric Regression Problems (ノンパラメトリック回帰問題への罰則付き尤度接近法)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 白旗 慎吾  (副査) 教 授 稲垣 宣生    教 授 後藤 昌司

### 論 文 内 容 の 要 旨

罰則付き最尤推定はノン（セミ）パラメトリック回帰問題の中で適用され、非線形の回帰関係の探索的同定および診断を可能にする。罰則項に乘じられる平滑化パラメータ $\lambda$ が関数の滑らかさとあてはまりの良さの間のトレード・オフを調節する。交差確認法が $\lambda$ の選定手法として用いられているが、平方誤差基準に基づく一般化交差確認法は非正規の場合挙動が悪くしばしば $\lambda$ をうまく選定できない。本論文の主要な目的はより適切な $\lambda$ を与える手法を提案しその性能を評価することである。

本論文は以下の三つの部分から構成される。第1にノン（セミ）パラメトリック回帰問題での罰則付き最尤推定法を要約する。これを罰則付き最小二乗法および一般化線形モデルの拡張として述べ、ロジスティック回帰やPoisson回帰および級分けされたデータに対する密度平滑化に適用する。第2に $\lambda$ を適応的に選定するための道具として尤度に基づく交差確認得点を述べ、1例削除推定値に対する簡便計算法を提案する。赤池情報量基準（AIC）に類似した形の得点も導出する。簡便計算による得点を正確計算による得点と比較し近似の性能を評価する。第3に提案した得点を標準手法の得点と比較する。様々な文献例データを検証する。シミュレーションを実行し、 $\lambda$ の選択の様子や全体的なあてはまりの良さを比較し諸因子の効果を評価する。

削除推定値の簡便計算は正準連結の場合にNewton-Raphsonに基づく1ステップ近似に一致し、簡便計算による交差確認得点は $\lambda$ が極端に小さくなければ正確計算による得点への良好な近似を与える。さらに、簡便計算による交差確認得点は極端に小さい $\lambda$ を選択する危険がほとんどなく $\lambda$ をより適応的に選定することを可能にする。これらは推定値の偏りを減少させる効果をもち、全体的なあてはまりの良さの意味でより良好な性能を与える。これらは標本サイズが小さいときや2値ロジスティック回帰の場合に特に有用である。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

データの平均値関数（回帰関数）を推定するのに最尤法は最も有力な手法の一つであり、回帰関数の関数型を仮定した理論では大きな成功を収めているが、回帰関数に特定の関数型を仮定しないノンパラメトリック回帰分析では最尤法はデータに追従し過ぎて急変動な解となる。そこで関数の滑らかさとデータへのあてはまりの良さを調整するパ

ラメータ（平滑化パラメータ）を導入した手法が提案されてきた。本論文は平滑化パラメータの決定に関するものであり、得られた主要な結果を要約すると以下の通りである。

平滑化パラメータの決定で従来行われてきた手法は1例削除推定値による残差平方和を最小にする交差確認法(OCV)および一般化交差確認法(GCV)である。ただしこれらの手法では、非正規モデルに対しては異常に小さな平滑化パラメータ値をしばしば与え、したがって推定回帰関数の変動が大きく、かつ結果としての推定関数の偏りも大きいことが分かっていった。そこで本論文では尤度に基づく交差確認法(LCV)を提案する。ただし、LCVを求めるための数値計算量は標本数が少し大きくなると極めて膨大となり、多大の計算機パワーを必要とする。そこで、さらにその簡便計算法(LCV1)も提案する。簡便計算法はNewton-Raphson法による1段階近似に似た形をしている。さらに赤池の情報量基準に似た形の簡便な交差確認法(LCV2)も考察した。

各種の文献データおよびシミュレーションデータによるOCV, GCV, LCV, LCV1, LCV2の比較によれば、LCV1は異常に小さな平滑化パラメータの場合以外にはLCVへの近似は良好であった。また簡便計算によるパラメータの選択では異常な値を選択することがほとんどなく、推定値の偏りも小さいことが分かった。これは特に2値ロジスティック回帰の場合に顕著であった。したがってLCV1, LCV2は実際の適用に際して有用な手法であると言える。

以上のように本論文はノンパラメトリック回帰分析の理論・方法論とその応用に寄与するものであり、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。