

氏名(本籍)	磯貝英一(新潟県)
学位の種類	理学博士
学位記番号	博乙第530号
学位授与年月日	平成元年7月31日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
審査研究科	数学研究科
学位論文題目	Nonparametric probability density estimation using recursive kernel estimators (再帰型核推定量を用いたノンパラメトリックな確率密度推定)
主査	筑波大学教授 理学博士 赤平昌文
副査	筑波大学教授 理学博士 神田護
副査	筑波大学教授 理学博士 児玉之宏
副査	筑波大学教授 理学博士 太刀川弘幸

論 文 の 要 旨

統計的推測理論において確率密度関数を推定することは基礎的問題である。この問題は大きく分けて2つの観点から考えられ得る。1つはパラメトリックな観点で、これは確率密度関数の関数型は既知であるが未知な母数を含む場合であり、もう1つはノンパラメトリックな観点で、これは確率密度関数の関数型が未知の場合である。またこの問題において良く知られている推定方法の1つはヒストグラム法であるが、級区間設定の選択が難しいという面をもっている。その他の推定方法として、核法、最近傍法、直交系列法等がある。

ノンパラメトリックな観点から核法を用いた確率密度関数の推定問題は、Rosenblatt (1956) によって考察されて以来、Parzen (1962) 等によって研究されてきている。しかし彼らによって提案された核推定量は非再帰型であるために、標本が追加された時に推定量の再計算が面倒である。そこでこの欠点を補うために再帰型核推定量も提案されている。また確率密度関数の推定問題において推定量を求める際に、標本の大きさが確率変数になる場合も多い。その時には、一定の信頼度をもつ推定量を求めるのに必要な標本の大きさを得るために、標本抽出の停止規則を考えることになる。

本論文においては、ノンパラメトリックな観点から、 p 次元ユークリッド空間 R^p 上の未知の確率密度関数 $f(x)$ について、 $f(x)$ をもつ分布から大きさ n の標本に基づいて再帰型核推定量 $f_n(x)$ を提案している。これは Wolverton and Wagner (1969), Yamato (1971) による再帰型核推定量 $f_n(x)$ を特別の場合として含み、 $f(x)$ のすべての連続点 x において強一様性をもち、2次平均収束の意味での一様性をもつことを示している。また推定量 $f_n(x)$ が漸近正規性をもつための十分条件を求め、さ

らにある場合には、この推定量 $f_n(x)$ が漸近分散比の意味で $f(x)$ より良いことを示している。

次に標本抽出の停止規則を導入し、これを用いて、1次元空間 R^1 上の確率密度関数 $f(x)$ の信頼区間を構成している。また区間の幅 d が十分小さいとき $f(x)$ がこの区間に入る確率が信頼度に収束する次数を求めている。さらに $d \rightarrow 0$ のときに、停止規則による標本の大きさ $N(d)$ の積率が確率密度関数 $f(x)$ に関する特性値に概収束すること、またその平均が収束することも示している。この結果の特別な場合が Carroll (1976) の結果になっている。

最後に、上記の結果をノンパラメトリック回帰関数の推定問題に応用している。Ahmad and Lin (1976) による推定量を含む再帰型核推定量を提案し、適当な停止規則を導入して回帰関数の信頼区間を求めている。さらに区間の幅が小さいときに再帰型核推定量が漸近正規性をもつことを示し、それを用いて信頼区間の漸近一致性を証明している。

審 査 の 要 旨

本論文において提案された確率密度関数の再帰型核推定量が、従来のもものと比較して漸近的に有効であるという結果は興味深い。また適切な停止規則を導入して確率密度関数の信頼区間を求め、区間の幅が十分に小さいときにこの区間に入る確率が信頼度に収束することを示すだけでなく、収束の次数まで求めているのは本論文が初めてであり高く評価できる。さらに停止規則による標本の大きさの積率の収束に関する結果は、この積率を用いる場合の理論的根拠を与えるものである。応用の1つとして回帰関数の推定問題がとり上げられているが、その他の多くの統計的推測問題にも適用可能であると思われる。また今後の興味深い課題として、実際問題への適用があるが、この場合には収束の速さが重要な役割を果たすことになる。このことに関して著者の研究がさらに発展することが期待される。

よって著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。