

氏 名	吉 本 富 士 市
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1016 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 11 月 24 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	Studies on Data Fitting with Spline Functions (スプライン関数を用いたデータ平滑化に関する研究)

論文調査委員 (主査) 教授 清野 武 教授 大野 豊 教授 堂下修司

論 文 内 容 の 要 旨

通常の観測結果のように、誤差を含むデータの平滑化は、学術的にも工業的にも重要な問題として、古くから多くの研究がなされて来た。それらは最小自乗法に基礎を置くものであるが、単純な多項式を用いる古典的な方法や、直交多項式を利用する方法は、いずれも何らかの欠点をもち、実際上の要求を満たしえない場合が少なくない。

近年、新しい方向としてスプライン関数を利用するいくつかの方法が開発され、かなりの成果をあげているが、問題の種類によっては、なお改善の余地が残されている。

この研究は、拡張された3次のスプライン関数を用いた場合の曲線および曲面のあてはめについて考察し、特に区間の3次曲線の節点の有効な決定法を見出し、さらにワンパス法における安定性についても論じている。

第1章は序論であって、データの平滑化に関する従来の研究の概要を説明し、平滑化の研究に当っては、(1)近似関数の形、(2)近似度の規準、(3)平滑化の判定条件、が重要な問題点であることを指摘し、著者の研究が、(1)拡張された3次スプライン関数、(2)最小自乗法、(3)トレンドまたはAIC、を基盤とするものであることを述べている。

第2章においては、自然スプラインを用いた曲線のあてはめについて考察している。これはスプライン関数を L. B. Smith の表現形式によって与えると、その係数を決定するための正規方程式が、条件の悪い行列を形成する、という困難を除くための研究であって、節点におけるスプライン関数の値を未知数とする正規方程式の係数が、対角要素の大きな行列を形成し、従ってそれらの未知数や容易に、精度よく計算しうることを明らかにし、この方法を一つの実例に適用して、良い結果を与えることを確かめている。

第3章は、節点を逐次挿入する方法による曲線のあてはめのアルゴリズムについての考察であって、理論的に厳密な最適のあてはめではないが、實際上満足すべき結果が比較的簡単にえられるような実用

的方法を開発している。すなわち、あてはめの悪い区間に節点を挿入することによって、各区間のあてはめがほぼ平均化するように配慮したもので、二三の例についてこの方法の効果を検証している。

第4章は、信号の2次微分を用いた曲線のあてはめについての研究である。これは観測データのもつ2次微分と、近似曲線の2次微分とをできるだけ近づけるように節点を選ぶ、という原理に基くもので特に区間的3次曲線は2次微分が直線になることに着目して、データから本来の信号の2次微分を推定して、これを折線で近似し、その継目を節点に選ぶ方法を開発している。データの2次微分の推定には最小自乗法を用いた移動平均法を採用している。

この方法を実際のデータに適用して、等間隔に節点を置く従来の方法にくらべて、等しい節点数で著しく優れた平滑化が行われることを示している。

第5章では、ワンパス法による曲線のあてはめのための一つのアプローチを提案している。これはデータを1回だけスキャンしながら、区間多項式を決定してゆく方法であって、ある種の実験計画に適するものである。しかしながら、スプライン関数の性質によっては不安定になる危険があるので、著者はこの方法の安定性について検討し、節点において2次微分まで連続であるようなスプライン関数を使用するワンパス法は不安定になりうることを、これに反し、1次微分まで連続な場合には安定であることを、二三の仮定のもとに理論的に証明し、また実例について検証している。

第6章は、平面曲線の平滑化と題し、観測結果が横座標にも縦座標にも誤差を含む場合の区間的3次曲線による平面曲線のあてはめについて論じている。この場合にも、節点における連続性は1次微分までとし、節点の位置は、データの微係数から推定する方法を開発して、これが良い結果を与えることを、二三の例について示している。

第7章は、2変数のデータの近似、すなわち曲面のあてはめに関する研究であって、1変数の場合の第4章のアルゴリズムを2変数の場合に拡張することによって、自動的な2次元データの平滑化の方法を開発し、実験的にも有効であることを示している。

第8章結論においては、この研究の成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

データの平滑化あるいは曲線または曲面のあてはめは、学術的な観測データの処理ばかりでなく、種々の技術的な分野でも重要な問題として、古くから研究されて来たが、電子計算機の普及に伴って、新しいアルゴリズムが開発され、その応用分野が広げられつつある。

特にスプライン関数の方法は、最近10年間にかなりの成果を挙げているが、なお多くの問題を残している。この論文は、拡張された3次スプライン関数を利用する方法を中心として、従来の方法よりも柔軟で、しかも計算が容易であるような実用的なアルゴリズムの開発を目的として行った研究の結果をまとめたもので、主な成果は次の通りである。

1. 自然スプラインを使用する曲線のあてはめに関しては、節点におけるスプライン関数の値を未知数とする正規方程式を採用することにより、区間多項式の決定が、条件の良い行列の計算に帰着することを示し、この方法の効果を検証した。

2. 曲線のあてはめを逐次的に改善するアルゴリズムを開発し、理論的な最適化ではないが、実用上満足すべき結果が簡単にえられることを検証した。
3. データに含まれる本来の信号の2次微分を推定し、これをもとに区間的3次曲線の節点の位置を決定する方法を確立し、等間隔に節点を置く方法にくらべて、等しい節点数で優れた平滑化のえられることを示した。
4. 安定性の保証されたワンパス法を研究し、継続的に発生する大量の観測データをごく小型の計算機で処理しうる方法を開発した。
5. 横座標、縦座標ともに誤差を含むデータの平滑化を区間的3次曲線の方法で自動的に行うアルゴリズムを開発した。
6. 上記3の方法を2変数の場合、すなわち曲面のあてはめに拡張し、2次元データの平滑化の方法を確立した。

要するにこの論文は、データの平滑化のためのスプライン関数の方法を改良あるいは拡張し、実用的なくつかの手法を開発したもので、学術上、工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。