

氏名(本籍)	関 田 巖 (神奈川県)
学位の種類	工学博士
学位記番号	博甲第552号
学位授与年月日	昭和63年3月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	AASによる反復近似法とその手書き文字認識への応用
主査	筑波大学教授 工学博士 森 亮 一
副査	筑波大学教授 工学博士 井 上 多 門
副査	筑波大学教授 工学博士 板 橋 秀 一
副査	筑波大学助教授 工学博士 寅 市 和 男

論 文 の 要 旨

本論文は、より低次元で高精度な近似関数を高速に得られる AAS (Auto-Union Auto-Dimension Spline Function, 又は Adaptive-Union Adaptive-Dimension Spline Function) を提案する数値解析的研究と、その有効性を検証するために手書きワープロを開発する研究を行っている。本論文の内容は、大きく2部より成っている。

第1部は、本論文における数値解析的研究の役割を成している。高速スプライン補間法並びに、低次元で近似誤差の少ない近似法が開発されている。その1では、スプライン補間法の解析に基づいて、高速な補間法が開発されている。スプライン補間の過程が、(1)B-スプライン係数列ベクトルCから標本値列ベクトル v への変換行列Aを構成する過程、(2)cを計算する過程、(3)補間値列を計算する過程の3過程に分割される。スプライン補間に伴う条件が、階数(次数+1)、境界条件、標本化間隔、節点位置に関して24通りに分類される。そして、各過程における具体的な手法とその演算回数との解析から、スプライン補間に必要な演算回数に対する諸条件の影響が、定量的に解明されている。この解析結果から、節点間隔が均等な場合に対して、B-スプライン基底の標本値を高速に求めるための一算法が提案されている。その2では、高精度かつ低次元な近似法が開発されている。一般に、近似対象は区間毎に異なる性質をもつ場合が多い。AASは、性質の切り替わる点として JOINTS という新たな概念を導入し、JOINTS を境にして近似関数の性質を変え得る関数である。AASは、JOINTS の位置に2階B-スプライン系の節点を設定し、更に各 JOINTS 間の近似対象の形状に応じて4階のB-スプライン系の節点を設定することによって構成されている。

AAS は、角や曲線部分の含まれた近似結果を自動的に得ることを可能にしている。その 1 は第 2 章に、その 2 は第 3 章に示されている。

第 2 部は、応用的研究の役割を成している。第 1 部の数値解析的研究によって得られた AAS による反復近似法の有効性が、手書きワープロの開発への応用によって、検証されている。手書きワープロの完成の条件として、(1)手書き文字に対して高精度（正読率399/400）に正読できる文字特徴量が抽出されること、(2)認識結果を多品種（JIS 第 1 及び第 2 水準）な高品質文字（256×256 ドット以上の品質）で印字するための文字フォントを自動的に圧縮できることが設定されている。その 1 では、AAS の有効性が、手書きワープロにおける文字認識手法への応用によって、検証されている。種々ある手書き文字認識の手法のうち、現在最も高い正読率をもつ弛緩整合法をモデルとして採用している。この認識手法は、特徴抽出過程と整合過程より成り立っている。従来のこの方法は、特徴抽出の過程において文字の多角形近似から得られる有向直線分を特徴量とし、整合過程において弛緩整合を行っている。ここでの多角形近似は、文字輪郭の湾曲部において特徴量が不安定になるという問題をもっていた。ここでは、特徴抽出の過程に AAS 近似が適用されている。これにより、手書き文字の特徴量が従来の直線分特徴量から直線分と滑らかな曲線分を含む特徴量にまで拡張され、整合の過程で線分どうしが対応し易くなっている。このように手書き漢字に対してのみ有効であった従来の手法をひらがなを含めた認識手法にまで拡張できたことによって、手書きひらがなも含む手書き文字の実用的認識手法の基本的アルゴリズムが確立されている。その 2 では、AAS の有効性が、手書きワープロの印字部において必要となる高品質文字のデータ圧縮への応用によって、検証されている。高品質な文字のデータを圧縮して圧縮フォントを作成するとき、(1)圧縮フォントのデータ量が少ないこと、(2)高品質が保存されること、(3)フォントの作成労力を省けることが重要な点として設定されている。ここでは、毛筆文字などの高品質な文字のフォントを、高品質を保持したまま少ないデータ量に自動圧縮し、再生する手法が示されている。まず、品質を保持したまま自動的に近似する手法が示され、更に、B-スプライン係数を圧縮フォントとするために、近似関数に対する係数の丸め誤差の影響が解析されている。ここでの手法は、従来の直線と円弧による近似方法より、(1)、(2)の面で優れ、ストロークの心線と肉厚とによる方法よりは(3)の面で優れたものとなっている。上述のその 1 は第 4 章に、その 2 は第 5 章に示されている。

以上が本論文の概要である。

審 査 の 要 旨

本論文の第 1 部では、高速スプライン補間法並びに低次元で且つ高精度な近似法が提案されている。高速補間法の開発にあたり、スプライン補間に伴う条件を24通りに分類し、各場合におけるスプライン変換行列の性質が解析されている。これは、スプライン変換の作用素の分類としての意味をもつが、境界条件が周期のときの作用素が正則あるいは総正となるための必要条件などが明らか

になれば、更に質の高いものになると思われる。高精度でかつ低次元な近似法としての AAS が考案され、高精度近似やデータ圧縮などの応用に有効であることが示されている。しかし、AAS についての解析は始められたばかりであり、今後のより一層の解析を待たなければ、AAS の全貌は明らかにはならない。そのときに初めて、本研究の意義は一層明確になるものと思われる。

第 2 部では、手書きワープロの開発に必要な、高い正読率をもつ手書き文字認識手法と、高品質な文字の自動的なデータ圧縮法とを、AAS 近似を適用することによって行う手法が提案されている。文字認識手法の認識実験は、そのデータ数において不十分であり、大規模な認識実験によって手法を磨き、手書きワープロの一刻も早い完成が待たれる。高品質な文字の自動的なデータ圧縮法の利点の一つは、各個人が自分の文字を辞書として登録できることである。しかし、各個人が全ての文字を筆記することは困難である。いくつかの文字から個人用フォントを作成できる学習法を開発することが必要である。しかし、本論文において得られた高速スプライン補間法と毛筆自動フォント抽出法は、高く評価できる結果である。

よって、著者は工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。