

## 審査の結果の要旨

氏名 小山 純平

本論文は「文書画像中の手書き文字と活字文字の判別」と題し6章よりなり、文字位置や行位置の抽出を必要としない手書きゆらぎ特徴量を抽出する方法としてスペクトル領域局所ゆらぎ検出法を提案し、これに基づく具体的なゆらぎ抽出システムを構築して手書き文字と活字文字の判別の実験を行って良好な結果を得たことを報告するとともに、その処理性能について実験的に解析するものである。

第1章は「序論」と題し、文書解析の一分野である手書き文字と活字文字の判別の重要性と、それが現在抱えている問題点、そして本論文の位置づけと目的について述べている。

第2章は「スペクトルに基づく局所ゆらぎ検出」と題し、スペクトル領域局所ゆらぎ検出と名づける手法を提案し、その基本的アイデアについて述べている。人間も手書き文字と活字文字の判別を行えるが、この作業は高速でノイズに強く文字種に関係なく、さらに文字や文字列の切り出し処理も必要としない。人間の視覚システムでは、初期視覚野においてガボールフィルタ処理を行いエッジ検出等を実現しており、同様のフィルタ処理が局所的なスペクトル評価やテクスチャ解析に利用されている可能性を述べている。同様に、提案手法でもまず局所領域ごとに空間周波数とその方向を検出する。パワースペクトルに着目すると、文字線分の絶対的な位置によらない特徴量評価が可能になる。次に手書きに起因する文字線分のゆらぎに注目することを述べている。手書き文字に含まれるゆらぎをスペクトル領域で定量化し特徴量とする。これによって、文字や文字列の切り出しを必要としない手書き文字と活字文字の判別手法を実現するという方針を説明している。

第3章は「水平・鉛直方向に注目したスペクトル領域局所ゆらぎ特徴量」と題し、スペクトル領域局所ゆらぎ検出法の基本的な効果を検証するために、特に水平・鉛直方向に注目したスペクトルに基づく局所ゆらぎ検出特徴量を提案し、その効果を論じている。文字種として漢字、かな文字、英数字を考え、それぞれに複数の手書き文字と活字文字を用意したデータベースを作成し、手書き文字と活字文字の判別実験を行い、判別性能を分析している。得られた結果は、提案手法が手書き文字と活字文字の判別のために有効であり、特に水平・鉛直方向の文字線分を多く含む漢字において有効であることを示している。

第4章は「一般的化スペクトル領域局所ゆらぎ検出法と学習による判別」と題し、第

3 章の方法から方向の制限を取り除いたスペクトル領域局所ゆらぎ検出手法を提案し、その効果を論じている。多層パーセプトロンを利用して水平・鉛直に限らないより多くの方向の文字線分を観察・学習してそれらの手書きに起因するゆらぎを定量化する手法を提案している。まず、ETL 文字データベースを利用した実験を行い、多層パーセプトロンの最適化を詳細に行っている。単一文字を含む多数の画像に対する判別率として 97%を得ている。次に提案手法が文字や文字列の切り出し処理を必要としないことを示すために、文字をランダムに配置した文書中の手書き文字と活字文字を判別する実験を行っている。そして文字や文字列を切り出すことなく、文書中の 94%の手書き文字と活字文字の領域を判別することができることを示している。そしてフーリエ変換のウィンドウサイズと文字の平均サイズ、解像度がどのようなときに判別率が向上するか、実験的な解析を行い、十分に判別が行われるためのそれらの条件を見出している。

第 5 章は「手書き/活字文字領域自動判別光学文字認識システム」と題し、手書き/活字文字領域自動判別光学文字認識システムを構築しその性能について実験的な解析を行ったことを報告している。まず提案し構築した手書き文字/活字文字の判別器、および手書き文字用の光学文字認識装置(OCR)、活字用の OCR よりなる手書き/活字文字領域自動判別光学文字認識システムの構成を述べている。そして文書画像に対して手書き文字用 OCR のみを用いた場合、活字用 OCR のみを用いた場合、および手書き文字と活字文字を判別しその結果に基づいて OCR を切り替えた場合のそれぞれについて、文字認識実験を行い文字認識性能を比較している。そして判別して自動的に OCR を選択した場合の文字認識率がその他の場合の認識率に比べて高いことを実験的に示している。また、判別の失敗例を分析し、活字をゴシック体として学習した場合にも明朝体の活字判別が可能であるがその性能はやや劣ること、イタリック体でも性能が劣ることを見出し、原因と改良方法について議論している。

第 6 章は「結論」であり、本論文をまとめている。

以上、これを要するに、本論文は手書き文字に不可避に含まれているゆらぎに着目して、文字位置や行位置の検出を必要としないゆらぎ特徴量を抽出する方法として、スペクトル領域局所ゆらぎ検出の考え方を提案し、これに基づく具体的なゆらぎ抽出システムを構築して手書き文字と活字文字の判別の実験を行って良好な結果を得たことを報告するとともに、その処理性能について実験的に解析し考察したものであって、電子工学、特に文書画像処理の分野の発展に貢献するところが少なくない。

したがって、博士(工学)の学位を授与できると認める。