

学 位 論 文 題 名

オンライン入力方式による手書き文字認識と筆者照合に関する研究

学位論文内容の要旨

ペンなどの筆記用具によって記入された文字を自動的に識別し、機械とのインターフェースに用いる手法として、文字を自動的に読み取る手書き文字認識と筆者鑑定を機械的に行う筆者認識とがある。手書き文字認識と筆者認識は文字の個人差をノイズとして吸収するか、判別の根拠として用いるかで異なるが、対象文字の属するカテゴリーを判別するという点で同じクラスの問題として考えることができる。本論文ではこのような手書き文字の処理について、オンライン文字入力方式を利用する場合について論じ、いくつかの手法を提案している。

手書き文字認識の方式は、オンライン文字認識とオフライン文字認識に大別される。なかでもオンライン方式は、誰でも特殊な訓練がなしに簡単に利用できることを目標とした文字入力方法で、現在ではいくつか製品化も行われ、楷書で画数、筆順を正しく記入した文字を高速かつ高い認識率で認識することができるようになっている。しかし、記入者が多数になれば、画数、筆順の規則を従わない文字、続け書き、くずし書き文字の数が増え、文字パターンの変形も大きくなるという問題点は、過去 30 年に及ぶ研究開発にも関わらず、解決されていないのが現状である。

一方、手書き文字認識があったときに、その筆者が誰であるかを全く自動的、機械的に判断しようという試みは、筆跡計測としてかなり古くから行われてきた。なかでも個人判定を自動的に行う署名照合はその実用化が期待されている。署名照合の問題点は精巧な偽筆署名が比較的簡単に作られることと、自筆署名にも個人内変動が存在することの二点に集約される。

本論文では、以上述べたような文字認識、署名照合の背景と現状を踏まえて、オンライン文字入力方式の場合について以下の 3 点の議論を行っている。第一に、画数、筆順フリーの続け書き、くずし字を許容で

きる特徴抽出法と認識アルゴリズムの開発。第二に、多記入者による文字パターンのセグメント単位での変動範囲の解析と、この解析結果を用いた認識アルゴリズムの開発。第三に、署名照合に安定で詐称に強い特徴量の抽出と照合法の開発について検討を行っている。

本論文の全体は7章より構成されている。各章の要約は以下のとおりである。

第1章では、オンライン文字認識と署名照合の研究の必要性、現状、問題点等についてまとめ、本研究の目的を述べ、構成をまとめている。

第2章では、従来報告されている主な文字認識アルゴリズム、署名照合アルゴリズムについて紹介を行っている。

第3章では、任意の記入者による楷書体、続け書き、くずし字を対象に、楷書体での直線性を活用した画数、筆順フリーのオンライン漢字認識方法を提案している。認識対象が楷書体、続け書き、くずし字が混在する場合、続け書き、くずしの度合いに従って異なった認識方法を必要とする。このことに対し、ここでは2種類の特徴点による候補セグメントの解析によって、異なってくずしの度合いに対しても認識を可能にする方式を提案している。認識過程は3段階に分けられる。第1段階では入力文字から2種類の特徴点を抽出し、セグメント数の予測上限と下限を決め、セグメント数による分類を行う。第2段階では入力文字の2種類の特徴点から候補セグメントを決め、セグメントレベルでの最適対応付けにより分類を行う。第3段階ではセグメント対応付けを行い、入力文字の各セグメントの書き順によりトップダウン的に続け字パターンを生成し、ストロークレベルで分類を行う。分類実験では辞書文字の数を845とし、結果を認識対象の続けまたはくずしの度合ごとに求め解析し、認識アルゴリズムの有効性を証明している。

第4章では、手書き文字の変動に対して安定な認識の手法を提案している。ここではまず、手書き漢字のパターン変動をセグメント単位で分析すると、変動がほぼ一定の範囲内で起きていること、また、変動範囲内で書かれたセグメント間では、一定の相互位置関係を保つものが多いことを実験により明らかにしている。そして、この性質をオンライン手書き漢字認識における変動の吸収に利用することを提案している。認識処理では漢字を直線セグメントで表し、サンプル文字(200字×60人)

を用いて各文字のセグメントの変動範囲を解析し、セグメントを変動範囲の重なり度合いにより独立セグメントと重畳型セグメントに分けたうえで、重畳型セグメントに対してのみ部分的構造関係の記述を付加することで、構造解析法の持つ欠点を回避しながら認識に利用している。認識はセグメント単位に行い、まず重ね合わせ法による初期対応候補を決め、次に構造解析法により候補を絞る手法をとった。認識実験の結果手法の妥当性が明らかになっている。

これに加えてこの章では、候補から結果の絞り込み処理を構造関係を考慮した弛緩法で行う実験も行い、部分的構造関係による手法との比較検討を行っている。

第5章では、署名照合の観点から、オンライン入力データを署名に伴う非公開的なパラメータととらえ新しいオンライン署名照合法を提案している。非公開的なパラメータとしては、従来の筆圧、筆速に加え新たに握り圧をも測定できるペンを試作して計3種類のデータを取得している。照合は、著者らの提案する3つのパラメータの時間軸での一致性を考慮にいったDPマッチングにより行っている。評価実験は半年に渡って収集した経年署名を対象に行い、その結果、握り圧を追加し、時間軸一致の条件でDPマッチングを行うことにより従来の手法に比べて正答率が向上することが明らかになった。

第6章では、本論文の総括を行っている。

学位論文審査の要旨

主査	教授	青木由直
副査	教授	宮本衛市
副査	教授	栃内香次
副査	講師	川嶋稔夫

学位論文題名

オンライン入力方式による手書き文字認識と筆者照合に関する研究

本論文では人と機械とのインターフェースとして重要な位置を占める手書き文字認識および筆者照合の処理技法について、オンライン文字入力方式を利用する場合について論じ、いくつかの手法を提案している。本論文の構成は以下に示す6章から構成されている。

第1章では、オンライン文字認識と署名照合の研究の必要性、現状、問題点等についてまとめるとともに、本研究の目的を述べている。

第2章では、従来報告されている主な文字認識アルゴリズム、署名照合アルゴリズムについて紹介し、比較検討を行っている。

第3章では、任意の記入者による楷書体、続け書き、くずし字を対象に、楷書体での直線性を活用した画数、筆順フリーのオンライン漢字認識方法を提案している。認識対象が楷書体、続け書き、くずし字が混在する場合、続け書き、くずしの度合いに従って異なった認識方法を必要とする。ここでは2種類の特徴点による候補セグメントの解析によって、異なったくずしの度合いに対しても認識を可能にする方法を提案している。認識過程は3段階に分けられる。第1段階では入力文字から2種類の特徴点を抽出し、セグメント数の予測上限と下限を決め、セグメント数による分類を行う。第2段階では入力文字の2種類の特徴点から候補セグメントを決め、セグメントレベルでの最適対応付けにより分類を行う。第3段階ではセグメント対応付けを行い、入力文字の各セグメントの書き順によりトップダウン的に続け字パターンを生成し、ストロークレベルで分類を行う。分類実験では辞書文字の数を845とし、結果を認識対象の続けまたはくずしの度合ごとに求め解析し、認識アルゴリズムの有効性を証明している。

第4章では、手書き文字の変動に対して安定な認識の手法を提案している。ここではまず、手書き漢字のパターン変動をセグメント単位で分析すると、変動がほぼ一定の範囲内で起きていること、また、変動範囲内で書かれたセグメント間では、一定の相互位置関係を保つものが多いことを実験により明らかにしている。そして、この性質をオンライン手書き漢字認識における変動の吸収に利用することを提案している。認識処理

では漢字を直線セグメントで表し、サンプル文字（200字×60人）を用いて各文字のセグメントの変動範囲を解析し、セグメントを変動範囲の重なり度合いにより独立セグメントと重畳型セグメントに分けた上で、重畳型セグメントに対してのみ部分的構造関係の記述を付加することで、構造解析法の持つ欠点を回避しながら認識に利用している。認識はセグメント単位で行い、まず重ね合わせ法による初期対応候補を決め、次に構造解析法により候補を絞る手法をとった。認識実験の結果手法の妥当性が明らかにされている。これに加えてこの章では、候補から結果の絞り込み処理を構造関係を考慮した弛緩法で行う実験も行い、部分的構造関係による手法との比較検討が行われている。

第5章では、署名照合の観点から、オンライン入力データを署名に伴う非公開的なパラメータととらえ、新しいオンライン署名照合法を提案している。非公開的なパラメータとしては、従来の筆圧、筆速に加え、新たに握り圧をも測定できるペンを試作して、計3種類のデータを取得している。照合は、著者らの提案する3つのパラメータの時間軸での一致性を考慮にいたしたDPマッチングにより行っている。評価実験は半年に渡って収集した経年署名を対象に行い、その結果、握り圧を追加し、時間軸一致の条件でDPマッチングを行うことにより、従来の手法に比べて正答率が向上することが明らかにされている。

第6章では、本論文の総括を行っている。

これを要するに、本論文は高度な人と機械のインターフェースを実現するために必要なオンライン文字処理技術について、文字認識、筆者照合の点から研究を行ったもので、その結果得られた数々の新知見は情報工学、応用計算機工学に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。