

報告番号 ※ 甲 第 3329 号
乙

主論文の要旨

題名 手書き文字の機械認識における
特徴抽出と識別関数の研究

氏名 鶴岡信治

主論文の要旨

報告番号

※ 第
乙

号

氏名

鶴岡信治

本論文は、紙面上に書かれた”手書き文字”を機械的に認識するアルゴリズムに関する研究について述べたものであり、手書き文字を高精度で認識するための前処理・特徴抽出の方法と識別関数に関する各種の提案が行われている。そして、それらの手法の有効性を実証するために、実際に紙面上に筆記された大量の文字を対象に、汎用計算機を使用して行った実験結果が述べられている。以下、各章の内容を順に簡単に説明する。

第1章では、文字認識および文字認識アルゴリズムの研究についての概要と歴史を述べ、本論文の位置づけを行う。1. 2では、文字認識研究の学問的・社会的意義について述べ、1. 3で、文字認識についての歴史と現状を簡単に紹介する。1. 4においては、一般的な文字認識過程と認識対象、現在広く使用されている代表的な文字認識の方法（パターン整合法、構造解析的手法）の概要について解説する。そして、1. 5で、筆者の行った研究の目的及び手法、その特色について述べ、本論文の位置づけを行う。

第2章では、文字認識に適した”細線化アルゴリズム”についての詳細な議論を行い、処理結果であるディジ

主論文の要旨

報告番号	※甲第 乙	号	氏名	鶴岡信治
<p>タル平面上の線図形の定義と新しい細線化アルゴリズムを提案する。そして、これを統計的な手書き文字の認識システム（ストローク構造解析法）に用いたときの有用性について述べる。</p> <p>2. 2では、2次元デジタル図形についての基礎的な諸概念について解説し、2. 3で、文字認識に適した細線化アルゴリズムを開発するために、“デジタル2次元平面における線分の太さが1ビットの図形（線図形）とは何か？”を議論し、線図形を図形要素の近傍状態により、集合論的に定義する。そして、その定義から導出される2値図形と濃淡図形に対する逐次型と並列型の細線化アルゴリズムについて述べる。2. 4では、他の細線化アルゴリズムとの比較を行い、提案するアルゴリズムは、文字線分の縮退・消失が少ない割に、ヒゲ状ノイズ枝（認識をする場合に不必要な線分）が少なく、処理時間も速いことを述べ、2. 5で、構造解析的手法による文字認識システム（ストローク構造解析法）に使用したとき、他の細線化法で94. 6%の正読率の自由手書きカタカナ文字集合を対象にして、正読率が95. 6%に向上したことを示す。また、多値図形の細線化法では</p>				

主論文の要旨

報告番号	※第 乙	号	氏名	鶴岡信治
<p>交点・分岐点付近のひずみが少なくなり、濃度値を用いることは手書き文字認識に有効であることを確認する。</p> <p>第3章では、“人間の字種識別基準”を用いた自由手書きカタカナ文字認識について述べる。この方法は、従来の統計的な文字認識システムでは、標準字体からの変形がわずかで、人間なら困難なく読める文字でも、正読とならない場合が散見されることに注目し、考えだされた方法である。すなわち、標準パターンを作成するのに、従来の手法のように実際の筆記された学習文字を統計的に分析するのではなく、字種ごとに計算機で発生させた変形文字（折線近似パターン）を被験者に見せ、特徴空間内での各字種の判読限界値（字種識別基準）を直接計測する方法であり、人間の識別可能な文字の概念的分布（字種識別範囲）を認識システムに組み込む方法である。そして、その判読限界値を基準とした識別関数（心理的距離）により、実際に筆記された文字を対象にして字種の識別を行う方法である。従来、人間の字種識別範囲を直接計測した研究はなく、もちろん、字種の識別にそれを使用した研究もない。</p> <p>3. 2では、実際に筆記された文字の折線近似パター</p>				

主論文の要旨

報告番号	※ 甲 第 乙	号	氏名	鶴岡信治
<p>ンを対象にして、字種ごとの字形変動を主成分分析により抽出し、人工的に変形文字を発生させる方法を述べる。</p> <p>3. 3で、その変形文字を被験者に見せて計測した人間の判読限界値（字種識別基準）を紹介し、統計的手法で求めた字種識別基準と人間の字種識別基準の差異について考察し、統計的な識別関数の問題点を述べる。3. 4で、人間の字種識別基準を用いた識別関数（心理的距離）を提案し、3. 5で自由手書きカタカナ文字を対象とした認識実験を通じて、統計的手法を用いる場合に比べ、誤読率が半分以下となり、未学習文字（4600文字）に対する正読率が従来 of 最高値を上回る97.2%となった。また、誤読・棄却された文字も人間が識別しにくい文字に限られることが判明した。</p> <p>第4章では、手書き漢字・ひらがな文字等のオフライン認識に有効なボトムアップ式の特徴抽出方法（”加重方向指数ヒストグラム法”）とその特徴量に適した識別関数（”疑似ベイズ識別関数”）を開発し、その有効性を大量の文字を対象にした計算機実験により検証したことを述べる。本手法は輪郭線解析法をパターン類似度法との融合化の方向へ発展させ、高精度に読み取れることを</p>				

主論文の要旨

報告番号	※第 2	号	氏名	鶴岡信治
<p>目的としたものであり、その特徴は①単純な特徴抽出アルゴリズムであり、ハードウェア化しやすいこと、②相違度計算には従来のベイズ識別関数（2次識別関数）の問題点を解決した”疑似ベイズ識別関数”を用いていること、③ある意味ではもっとも認識が困難とされているひらがなの正読率が非常に高いこと、などである。本認識方式により文字画像を4×4の小領域に分割して、各小領域の4方向の方向指数のヒストグラムを特徴ベクトル（64次元）として電総研作成の手書き教育漢字データベース（927字種；ETL8）の認識実験を行った結果、正読率99.5%（高品質文字）、96.3%（低品質文字）が得られた。</p> <p>4.2では、その新しい特徴抽出の方法（加重方向指数ヒストグラム法）について解説し、4.3で、従来のベイズ識別関数の問題点とこの特徴量に適した新たに開発した識別関数（疑似ベイズ識別関数）について議論する。4.4では、手書き教育漢字・ひらがなに対する識別実験の詳細（識別関数の比較、学習の効果、正読率・累積分類率、誤読文字、処理時間）を紹介し、現時点でトップレベルの認識性能が実現できることを示す。</p>				

主論文の要旨

報告番号	※甲第 乙	号	氏名	鶴岡信治
<p>第5章では、”筆記者に対して適応機能を持った自由手書き文字認識方式”について述べる。この方式は、入力される自由手書き文字をあらかじめ用意された汎用辞書で認識して、その文字を学習に使用し、筆記者の字形に適応する辞書を逐次作成していく方法であり、多人数の標準的な字形と異なる字形を書く人にとって、特に有効となる認識方式である。この方法を用いたOCRでは、筆記者に特有の書き癖や続け・省略を含んだ文字でも読み取れる可能性があり、実用性の高い方法である。本章では、平均と固有値・固有ベクトルを用いる認識方法における適応方法を3種類示し、加重方向指数ヒストグラム法を用いて、全ひらがな文字(46字種)を対象とした5人の特定筆記者で認識実験を行った。その結果、汎用辞書(電総研作成のETL4の100文字/字種で学習)で96.8%の平均正読率の文字データが、99.5%に向上し、この方式が効果的であることが実証された。</p> <p>5.2では、筆記者の文字だけで学習した専用辞書と、不特定多数の筆記者の文字で学習した汎用辞書による認識結果を比較し、専用辞書の方が効果的であることを示</p>				

主論文の要旨

報告番号	※第 乙	号	氏名	鶴岡信治
<p>す。5. 3で、筆記者の文字に適應する3種類の方法（更新型辞書、修正型辞書、混合型辞書）について、自由手書きひらがな文字（46字種）を対象とした認識実験を行い、認識性能、使用記憶容量、計算量などを総合的に評価する。その結果、新しく提案した混合型辞書が最も有用であることを示す。</p> <p>第6章では、筆記者の”個性ベクトル”を利用した手書き文字認識について述べる。第5章では特定筆記者の文字を学習した適應型辞書を使用すれば、汎用辞書の正読率よりかなり良い結果が得られることを述べた。しかし、この方法をそのまま手書き漢字認識に適用すると、漢字の字種数が多いので、学習文字数が限られている場合には、筆記者が事前に筆記した字種を書く頻度はかなり低くなる。そのため、適應型辞書を有効に利用できる場合はかなり少ないと考えられる。そこで、本章では、事前に筆記していない字種においても適應型辞書が有効に機能するように、少数の字種の文字より筆記者の字種に依存しない”個性ベクトル（書きぐせ）”を抽出する方法を提案し、その個性ベクトルから未学習の字種における筆記者の個人平均ベクトルを推定する方法を述べる。</p>				

主論文の要旨

報告番号	※甲第 乙	号	氏名	鶴岡信治
<p>この手法を加重方向指数ヒストグラム法に適用し、推定した個人平均ベクトルを用いてひらがなの全字種で認識実験した結果、5人の筆記者中3人で良い正読率が得られ、平均正読率は96.8%（汎用辞書）から97.1%に向上し、その有効性が確かめられた。</p> <p>6.2で字種に依存しない筆記者の個性ベクトルの抽出方法と個人平均ベクトルの推定方法について提案し、加重方向指数ヒストグラム法を用いて、5人の筆記者の文字（ひらがなの全字種）に適用した結果を6.3に示す。また、6.4では推定した個人平均ベクトルを用いた自由手書きひらがな文字の認識実験の結果について述べ、汎用平均ベクトルを用いた場合より高い正読率が得られることを示す。</p> <p>そして、第7章で、第6章までの内容を要約すると共に、今後の課題について述べる。</p>				