(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3855466号
(P3855466)
(45)発行日　平成18年12月13日(2006.12.13)　(24)登録日　平成18年9月22日(2006.9.22)

(51)Int.Cl.　F I
G06K 9/36 (2006.01)　G06K 9/36

請求項の数 8　(全 26 頁)

(21)出願番号　特願平10-163974
(22)出願日　平成10年6月11日(1998.6.11)
(65)公開番号　特開2000-3407(P2000-3407A)
(43)公開日　平成12年1月7日(2000.1.7)
審査請求日　平成14年9月17日(2002.9.17)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100107836
弁理士　西　和哉
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100101465
弁理士　青山　正和
(74)代理人　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修

最終頁に続く

(54)【発明の名称】手書き文字正規化方法及び手書き文字正規化装置並びに手書き文字正規化処理プログラムを記録した記録媒体

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
手書き文字の手書き変形である回転変形とせん断変形を文字の外接矩形の形状に基づいて判断し、それに対する是正を行うことで手書き文字の正規化を行う手書き文字正規化方法において、
文字列から個々の文字を抽出する文字抽出ステップと、
処理対象となる文字の回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを、前記外接矩形の縦方向の一辺と座標上のある基準軸との角度および当該外接矩形の前記縦方向の一辺に直角な基準線と当該外接矩形の横方向の一辺との角度で表し、これらの角度を前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置とから求めることにより、抽出された文字に対し、回転変形とせん断変形の検出を行う回転・せん断検出ステップと、
前記回転・せん断検出ステップにより得られた前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて文字の回転変形とせん断変形を是正する文字変形是正ステップと、
前記文字変形是正ステップにより是正された文字を出力する出力ステップと、
を有し、
前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置を、当該文字の重心を座標上の中心に一致させたときの当該座標のある基準軸を基点とした縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度で表し、当該文字に対しいろいろな角度から射影をとり、射影をとった各角度と積算画素数の関係に基づく射影関数を得て、その変曲点部分から前記縦方

向ストローク角度および横方向ストローク角度を推察する場合に、前記射影関数における画素数、射影をとった角度、微分係数の各要素に基づき、縦方向ストローク角度と思われる候補と横方向ストローク角度と思われる候補を挙げ、各候補に対応するそれぞれの縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度により前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを算出し、算出されたパラメータを用いて当該文字をそれぞれ逆変換し、逆変換されたそれぞれの文字の変形の度合いを定量的に調べて、変形の度合いを基に、求めるべき縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を決定する

ことを特徴とする手書き文字正規化方法。

【請求項２】

手書き文字の手書き変形である回転変形とせん断変形を文字の外接矩形の形状に基づいて判断し、それに対する是正を行うことで手書き文字の正規化を行う手書き文字正規化装置において、

文字列から個々の文字を抽出する文字抽出手段と、

処理対象となる文字の回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを、前記外接矩形の縦方向の一辺と座標上のある基準軸との角度および当該外接矩形の前記縦方向の一辺に直角な基準線と当該外接矩形の横方向の一辺との角度で表し、これらの角度を前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置とから求めることにより、抽出された文字に対し、回転変形とせん断変形の検出を行う回転・せん断検出手段と、

前記回転・せん断検出手段により得られた前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて文字の回転変形とせん断変形を是正する文字変形是正手段と、

前記文字変形是正手段により是正された文字を出力する出力手段と、

を備え、

前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置を、当該文字の重心を座標上の中心に一致させたときの当該座標のある基準軸を基点とした縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度で表し、当該文字に対しいろいろな角度から射影をとり、射影をとった各角度と積算画素数の関係に基づく射影関数を得て、その変曲点部分から前記縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度を推察する場合に、前記射影関数における画素数、射影をとった角度、微分係数の各要素に基づき、縦方向ストローク角度と思われる候補と横方向ストローク角度と思われる候補を挙げ、各候補に対応するそれぞれの縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度により前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを算出し、算出されたパラメータを用いて当該文字をそれぞれ逆変換し、逆変換されたそれぞれの文字の変形の度合いを定量的に調べて、変形の度合いを基に、求めるべき縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を決定する

ことを特徴とする手書き文字正規化装置。

【請求項３】

前記逆変換された文字の変形の度合いを定量的に調べる処理は、各候補に対応するパラメータに基づいて当該文字をそれぞれ逆変換し、逆変換されたそれぞれの文字の射影をとり、それぞれの射影のエントロピを算出し、算出されたそれぞれの射影に対応するエントロピの値を変形の度合いを表す評価値として用いることを特徴とする請求項２記載の手書き文字正規化装置。

【請求項４】

前記変形の度合いを表す評価値は、逆変換されたそれぞれの文字について、垂直方向および水平方向それぞれ個別に射影のエントロピをとり、両者の和を求め、その和が用いられることを特徴とする請求項３記載の手書き文字正規化装置。

【請求項５】

求められた回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて回転変形とせん断変形を是正する処理は、逆変換後のそれぞれの文字の中から変形の度合いの最も少ないものを選択し、それを是正後の文字とすることを特徴とする請求項２から４のいずれかに記載の手書き文字正規化装置。

【請求項６】

前記文字抽出手段に入力されたある文字列を構成する個々の文字に対して得られた回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータが得られたのち、その文字列の平均の回転変形とせん断変形を表現するパラメータを求め、当該文字列の回転変形とせん断変形の状況を表す表示を行うことを特徴とする請求項２から５のいずれかに記載の手書き文字正規化装置。

【請求項７】

前記文字列の回転変形とせん断変形の状況を表す表示は、文字列を構成する各文字を枠で囲み、その枠は回転変形とせん断変形を表す傾きを有していることを特徴とする請求項６に記載の手書き文字正規化装置。

【請求項８】

手書き文字の手書き変形である回転変形とせん断変形を文字の外接矩形の形状に基づいて判断し、それに対する是正を行うことで手書き文字の正規化を行う手書き文字正規化処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記手書き文字正規化処理プログラムは、

文字列から個々の文字を抽出する文字抽出手順と、

処理対象となる文字の回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを、前記外接矩形の縦方向の一辺と座標上のある基準軸との角度および当該外接矩形の前記縦方向の一辺に直角な基準線と当該外接矩形の横方向の一辺との角度で表し、これらの角度を前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置とから求めることにより、抽出された文字に対し、回転変形とせん断変形の検出を行う回転・せん断検出手順と、

前記回転・せん断検出手順により得られた前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて文字の回転変形とせん断変形を是正する文字変形是正手順と、

前記文字変形是正手順により是正された文字を出力する出力手順と、

をコンピュータに行わせ、

前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置を、当該文字の重心を座標上の中心に一致させたときの当該座標のある基準軸を基点とした縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度で表し、当該文字に対しいろいろな角度から射影をとり、射影をとった各角度と積算画素数の関係に基づく射影関数を得て、その変曲点部分から前記縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度を推察する場合に、前記射影関数における画素数、射影をとった角度、微分係数の各要素に基づき、縦方向ストローク角度と思われる候補と横方向ストローク角度と思われる候補を挙げ、各候補に対応するそれぞれの縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度により前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを算出し、算出されたパラメータを用いて当該文字をそれぞれ逆変換し、逆変換されたそれぞれの文字の変形の度合いを定量的に調べて、変形の度合いを基に、求めるべき縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を決定する

ことを特徴とする手書き文字正規化処理プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、手書きによって回転・せん断変形した文字からその回転変形とせん断変形（以下では、回転変形とせん断変形を別々に説明する以外は両者を総称して回転・せん断変形と表現する）を検出してそれを是正する手書き文字正規化方法及び手書き文字正規化装置並びに手書き文字正規化処理プログラムを記録した記録媒体に関する。

【０００２】

【従来の技術】

主な手書き文字変形として、アフィン変換で記述できる線形変形と、不規則で文字の部分的な変形である非線形変形がある。このような手書き文字変形があると、たとえば、その手書き文字を文字認識する必要のある場合、認識率が大幅に低下するおそれがある。したがって、文字認識を行う前に、文字パターンから変形パラメータを抽出して、これらの変形を是正する正規化が行われる。

【０００３】
筆記する枠や書き方などに制限が設けられて書かれた制限付き手書き文字では、計算量が少なく変形の是正効果の高い外接矩形による位置・大きさの線形正規化と、線形正規化では吸収できない変形を吸収し、認識率の大幅な向上が期待できる非線形正規化が行われることが多い。
【０００４】
線形正規化のうち、回転変形の正規化では、２次モーメントが使われるが、文字全体を回転楕円体で近似するため、漢字など複雑な文字の正規化が難しい。そこで、日本語の文字は直線成分が多いことから、ストローク情報を使う方法が多く研究されている。
【０００５】
文字全体が平行四辺形のようにつぶれるせん断変形を含めた線形変形は、２次モーメントや変形辞書などの対処方法は検討されているが、正規化は殆ど検討されていないのが現状である。また、これまでに種々の手書き文字の変形が分析されているが、
回転やせん断について着目した分析はない。これは、制限付き手書き文字の場合、回転やせん断の線形変形は起こりにくく、回転・せん断変形の正規化は余り必要ないと考えられていたためであり、これまでは、位置・大きさの線形変形や非線形変形の正規化に重点がおかれていたものと推測される。
【０００６】
一方、自由手書き文字は、制限付き手書き文字のように、指定された枠内に文字を書いたり、書き方に制限が設けられていないので、文字を書くときの姿勢、紙の位置などが自由となり、回転やせん断変形などの線形変形が生ずる頻度が、制限付き手書き文字にくらべると高くなり、変形も大きいと考えられる。このような自由手書きによる変形は、手書きのレポートなどでよく見かける。ごく少数の文字種についての分析結果の例ではあるが、回転やせん断変形のようなパターン全体がアフィン変換で記述できる変換が、自由手書き文字の漢字に約５０％、漢字以外の文字に約３０％見られることが報告されている。
【０００７】
また、このような回転やせん断変形が文字に生じていると、その文字の認識を行う際、認識率の低下が問題となっている。このような回転やせん断の生じている文字の認識率を向上させるためには、それを補正した上で認識を行えば良好な結果が得られる。たとえば、制限付き手書き文字について、右肩上がりの文字に対し、右肩を下げるように１５度程度回転させるアフィン変換を施すと、認識率が向上することが実験により確かめられている。
【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
以上のことから、回転・せん断変形した文字を正規化することは、自由手書き文字の認識率を向上させる上で大変有効であると考えられる。このような回転・せん断変形した文字の正規化を行う際、文字がどの方向にどの程度傾いているかなどを検出する必要があるが、これを検出する方法として、たとえば、ハフ変換、フーリエ変換、２次モーメントなどがあるが、これらの方法では、良好な結果が得られないのが実情であった。また、ハフ変換やフーリエ変換のパラメータでは、現実との画像の対応が直感的に理解しにくいので、細かい補正やパラメータの調整が難しくなる。特に、手書き文字は、複雑な変形があるので、パラメータを細かく調整する必要が生じてくるため、実際の画像と是正を行うためのパラメータの関連が直感的にわかることが望まれる。
【０００９】
本発明は、文字画像の射影からストローク位置を検出することで、手書き文字の手書き変形である回転・せん断変形を簡単な処理で効率よく検出し、それを是正することを可能とすることを目的とする。
【００１０】
【課題を解決するための手段】
前述した目的を達成するために、本発明に記載の手書き文字正規化方法は、手書き文字の

手書き変形である回転変形とせん断変形を処理対象文字の外接矩形の形状に基づいて検出し、それに対する是正を行うことで手書き文字の正規化を行う手書き文字正規化方法において、処理対象となる文字の回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを、前記外接矩形の縦方向の一辺と座標上のある基準軸との角度および当該外接矩形の前記縦方向の一辺に直角な基準線と当該外接矩形の横方向の一辺との角度で表し、これらの角度を前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置から求め、求められた前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて回転変形とせん断変形を是正するようにしている。

【００１１】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化方法は上記の手書き文字正規化方法において、前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置は、当該文字の重心を座標上の中心に一致させたときのその座標のある基準軸を基点とした角度で表し、これらの角度、すなわち、縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度は、当該文字に対しいろいろな角度から射影をとり、射影をとった各角度と積算画素数の関係に基づく射影関数を得て、その変曲点部分から推察するようにしている。

【００１２】

さらに、本発明に記載の手書き文字正規化方法は上記の手書き文字正規化方法において、前記射影関数の変曲点部分による縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度の推察は、前記射影関数における画素数、射影をとった角度、微分係数の各要素を用いて行うようにしている。

【００１３】

さらに、本発明に記載の手書き文字正規化方法は上記の手書き文字正規化方法において、前記射影関数の変曲点部分から縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を推察する際、前記射影関数における画素数、射影をとった角度、微分係数の各要素に基づき、縦方向ストローク角度と思われる候補と横方向ストローク角度と思われる候補を挙げ、縦方向ストローク角度候補は、座標上の垂直軸（ｙ軸）を基準として設定された所定範囲の角度内に存在する未確定のストローク角度を縦方向ストローク角度候補とし、その中から求めるべき縦方向ストローク角度を決定し、前記横方向ストローク角度候補は、確定した縦方向ストローク角度を基準として設定された所定範囲の角度内に存在する未確定のストローク角度を横方向ストローク角度候補としその中から求めるべき横方向ストローク角度を決定するようにしている。

【００１４】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化方法は上記の手書き文字正規化方法において、前記縦方向ストローク角度候補を選ぶために設定される所定範囲の角度は、座標上において時計回り方向を正としたとき、前記ｙ軸を０度としそれを基準角度として、この基準角度を中心に±約５０度の範囲とし、前記横方向ストローク角度候補を選ぶために設定される所定範囲の角度は、座標上において時計回りを正としたとき、確定した縦方向ストローク角度＋９０度を基準角度として、この基準角度を中心に±約３０度の範囲としている。

【００１５】

また、本発明に記載の手書き文字正規化方法は上記の手書き文字正規化方法において、前記縦方向ストローク角度候補および横方向ストローク角度候補がそれぞれ複数存在する場合、それぞれの候補のうち求めるべき縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度の決定は、　各候補の角度が前記それぞれの基準角度に近いものを求めるべき縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度とし、複数の縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度がそれぞれ対応する基準角度の両側に前記対応する基準角度に対し同程度の角度を有して存在する場合は、微分係数の大きい方を求めるべき縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度としている。

【００１６】

また、本発明に記載の手書き文字正規化方法は上記の手書き文字正規化方法において、前記求められた回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて回転変形と

せん断変形を是正する処理は、それぞれの候補の中から決定された縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度により前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを算出し、算出されたパラメータを用いて逆変換することによって、回転・せん断変形を是正するようにしている。

【００１７】

また、本発明に記載の手書き文字正規化方法は上記の手書き文字正規化方法において、前記射影関数の変曲点部分から縦方向ストローク角度置と横方向ストローク角度を推察する際、前記射影関数における画素数、射影をとった角度、微分係数の各要素に基づき、縦方向ストローク角度と思われる候補と横方向ストローク角度と思われる候補を挙げ、各候補に対応するそれぞれの縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度により前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを算出し、算出されたパラメータを用いて当該文字をそれぞれ逆変換し、逆変換されたそれぞれの文字の変形の度合いを定量的に調べて、変形の度合いを基に、求めるべき縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を決定するようにしている。

【００１８】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化方法は上記の手書き文字正規化方法において、前記逆変換された文字の変形の度合いを定量的に調べる処理は、各候補に対応するパラメータに基づいて当該文字をそれぞれ逆変換し、逆変換されたそれぞれの文字の射影をとり、それぞれの射影のエントロピを算出し、算出されたそれぞれの射影に対応するエントロピの値を変形の度合いを表す評価値として用いるようにしている。

【００１９】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化方法は上記の手書き文字正規化方法において、前記変形の度合いを表す評価値は、逆変換されたそれぞれの文字について、垂直方向および水平方向それぞれ個別に射影のエントロピをとり、両者の和を求め、その和を用いるようにしている。

【００２０】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化方法は上記の手書き文字正規化方法において、求められた回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて回転変形とせん断変形を是正する処理は、逆変換後のそれぞれの文字の中から変形の度合いの最も少ないものを選択し、それを是正後の文字としている。また、本発明に記載の手書き文字正規化装置は、手書き文字の手書き変形である回転変形とせん断変形を文字の外接矩形の形状に基づいて判断し、それに対する是正を行うことで手書き文字の正規化を行う手書き文字正規化装置において、文字列から個々の文字を抽出する文字抽出手段と、抽出された文字に対し、回転変形とせん断変形の検出を行い、回転変形とせん断変形を是正するに必要な各種パラメータを得る回転・せん断検出手段と、この回転・せん断検出手段により得られた各種パラメータを用いて文字の変形を是正する文字変形是正手段と、この文字変形是正手段により是正された文字を出力する出力手段とを含む構成とし、前記回転・せん断検出手段は、処理対象となる文字の回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを、前記外接矩形の縦方向の一辺と座標上のある基準軸との角度および当該外接矩形の前記縦方向の一辺に直角な基準線と当該外接矩形の横方向の一辺との角度で表し、これらの角度を前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置から求め、前記文字変形是正手段は、求められた前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて回転変形とせん断変形を是正するようにしている。

【００２１】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置は、当該文字の重心を座標上の中心に一致させたときのその座標のある基準軸を基点とした角度で表し、これらの角度、すなわち、縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度は、当該文字に対しいろいろな角度から射影をとり、射影をとった各角度と積算画素数の関係に基づく射影関数を得て、その変曲点部分から推察するようにしている。

【００２２】
さらに、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、前記射影関数の変曲点部分による縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度の推察は、前記射影関数における画素数、射影をとった角度、微分係数の各要素を用いて行うようにしている。
【００２３】
さらに、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、前記射影関数の変曲点部分から縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を推察する際、前記射影関数における画素数、射影をとった角度、微分係数の各要素に基づき、縦方向ストローク角度と思われる候補と横方向ストローク角度と思われる候補を挙げ、縦方向ストローク角度候補は、座標上の垂直軸（ｙ軸）を基準として設定された所定範囲の角度内に存在する未確定のストローク角度を縦方向ストローク角度候補とし、その中から求めるべき縦方向ストローク角度を決定し、前記横方向ストローク角度候補は、確定した縦方向ストローク角度を基準として設定された所定範囲の角度内に存在する未確定のストローク角度を横方向ストローク角度候補としその中から求めるべき横方向ストローク角度を決定するようにしている。
【００２４】
そして、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、前記縦方向ストローク角度候補を選ぶために設定される所定範囲の角度は、座標上において時計回り方向を正としたとき、前記ｙ軸を０度としそれを基準角度として、この基準角度を中心に±約５０度の範囲とし、前記横方向ストローク角度候補を選ぶために設定される所定範囲の角度は、座標上において時計回りを正としたとき、確定した縦方向ストローク角度＋９０度を基準角度として、この基準角度を中心に±約３０度の範囲としている。
【００２５】
また、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、前記縦方向ストローク角度候補および横方向ストローク角度候補がそれぞれ複数存在する場合、それぞれの候補のうち求めるべき縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度の決定は、各候補の角度が前記それぞれの基準角度に近いものを求めるべき縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度とし、複数の縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度がそれぞれ対応する基準角度の両側に前記対応する基準角度に対し同程度の角度を有して存在する場合は、微分係数の大きい方を求めるべき縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度としている。
【００２６】
また、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、前記求められた回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて回転変形とせん断変形を是正する処理は、それぞれの候補の中から決定された縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度により前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを算出し、算出されたパラメータを用いて逆変換することによって、回転・せん断変形を是正するようにしている。
【００２７】
また、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、前記射影関数の変曲点部分から縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を推察する際、前記射影関数における画素数、射影をとった角度、微分係数の各要素に基づき、縦方向ストローク角度と思われる候補と横方向ストローク角度と思われる候補を挙げ、各候補に対応するそれぞれの縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度により前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを算出し、算出されたパラメータを用いて当該文字をそれぞれ逆変換し、逆変換されたそれぞれの文字の変形の度合いを定量的に調べて、変形の度合いを基に、求めるべき縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を決定するようにしている。
【００２８】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、前記逆変換された文字の変形の度合いを定量的に調べる処理は、各候補に対応するパラメータに基づいて当該文字をそれぞれ逆変換し、逆変換されたそれぞれの文字の射影をとり、それぞれの射影のエントロピを算出し、算出されたそれぞれの射影に対応するエントロピの値を変形の度合いを表す評価値として用いるようにしている。

【００２９】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、前記変形の度合いを表す評価値は、逆変換されたそれぞれの文字について、垂直方向および水平方向それぞれ個別に射影のエントロピをとり、両者の和を求め、その和を用いるようにしている。

【００３０】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、求められた回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて回転変形とせん断変形を是正する処理は、逆変換後のそれぞれの文字の中から変形の度合いの最も少ないものを選択し、それを是正後の文字としている。

【００３１】

さらに、本発明に記載の手書き文字正規化装置は、上記の手書き文字正規化装置において、前記文字抽出手段に入力されたある文字列を構成する個々の文字に対して得られた回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータが得られたのち、その文字列の平均の回転変形とせん断変形を表現するパラメータを求め、当該文字列の回転変形とせん断変形の状況を表す表示を行うようにしている。

【００３２】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化装置は上記の手書き文字正規化装置において、前記文字列の回転変形とせん断変形の状況を表す表示は、文字列を構成する各文字を枠で囲み、その枠は回転変形とせん断変形を表す傾きを有するようにしている。

【００３３】

また、本発明に記載の手書き文字正規化処理プログラムを記録した記録媒体は、手書き文字の手書き変形である回転変形とせん断変形を文字の外接矩形の形状に基づいて判断し、それに対する是正を行うことで手書き文字の正規化を行う手書き文字正規化処理プログラムを記録した記録媒体であって、その処理プログラムは、処理対象となる文字の回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを、前記外接矩形の縦方向の一辺と座標上のある基準軸との角度および当該外接矩形の前記縦方向の一辺に直角な基準線と当該外接矩形の横方向の一辺との角度で表し、これらの角度を前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置から求める手順と、求められた前記回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて回転変形とせん断変形を是正する手順とを含むものである。

【００３４】

そして、本発明に記載の手書き文字正規化処理プログラムを記録した記録媒体は上記の手書き文字正規化処理プログラムを記録した記録媒体において、前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置は、当該文字の重心を座標上の中心に一致させたときのその座標のある基準軸を基点とした角度で表し、これらの角度、すなわち、縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度は、当該文字に対しいろいろな角度から射影をとり、射影をとった各角度と積算画素数の関係に基づく射影関数を得て、その変曲点部分から推察するようにしている。

【００３５】

本発明は、処理対象となる文字の回転変形とせん断変形を外接矩形の形状で表現し、この外接矩形の形状を文字の縦方向および横方向ストロークの位置から求めるようにしている。具体的には、図２に示すように、文字の回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを、外接矩形ＯＡＢＣの縦方向の一辺ＯＡ'と座標上のある基準軸（ｙ軸）との角度θ１および外接矩形の横方向の一辺ＯＣ'と外接矩形の縦方向の一辺ＯＡ'に直角な基

準線ｘ'との角度θ２で表し、これらの角度は前記文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置から求めるようにしている。

【００３６】

そして、文字の縦方向ストローク位置と横方向ストローク位置は、図５に示すように、当該文字の重心を座標上の中心に一致させたときの当該座標のある基準軸（ｙ軸）を基点とした角度α、βで表し、これら角度α、βは、当該文字に対しいろいろな角度から射影をとり、射影をとったそれぞれの角度と積算画素数の関係に基づく射影関数を得て、その変曲点部分から縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を推察するようにしている。

【００３７】

具体的には、図６に示すように射影のエントロピを求め、最もエントロピの値の少なくなる変曲点（この場合、極小）部分から縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を推定するようにしている。

【００３８】

これにより、少ない計算量で適正な縦方向および横方向ストローク角度を検出することができる。なお、射影関数の変曲点を検出する際は、射影関数における画素数、角度、微分係数の各要素を用いて行うので、ノイズや斜めストロークなど他のストロークの影響を受けずに、確実に縦方向および横方向ストローク角度を検出することができる。

【００３９】

また、前記射影関数の変曲点から縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を推察する際、縦方向および横方向ストローク角度と思われる候補を挙げ、その候補の中からいずれかのストロークを縦方向および横方向ストローク角度として決定するようにしている。

【００４０】

具体的には、縦方向ストローク角度候補に対して設定される所定範囲の角度は、ｙ軸を０度としそれを基準角度として、この基準角度を中心に±約５０度の範囲とし、前記横方向ストローク角度候補に対して設定される所定範囲の角度は、時計回りを正としたとき、確定した縦方向ストローク角度＋９０度を基準角度として、この基準角度を中心に±約３０度程度の範囲とし、この範囲に存在するストローク角度を縦方向ストローク角度および横方向ストローク角度の候補とする。

【００４１】

これらの範囲は、幾つもの文字種について調べた結果から得られたもので、縦方向および横方向ストローク角度はそれぞれ前述の範囲に存在することが確かめられている。このように、縦方向および横方向ストローク角度の候補を絞り込むことにより、ノイズや斜めストロークなど他のストロークの影響を受けずに、確実に縦方向および横方向ストローク角度の検出が可能となる。

【００４２】

そして、前述の範囲内に、縦方向および横方向ストローク角度候補がそれぞれ複数存在する場合は、各候補の角度が前記それぞれの基準角度に近いものを求めるべき縦方向および横方向ストローク角度とし、複数の縦方向および横方向ストローク角度がそれぞれ対応する基準角度の両側に前記対応する基準角度に対し同程度の角度を有して存在する場合は、微分係数の大きい方を求めるべき縦方向および横方向ストローク角度とするようにしている。これにより、候補が複数存在していてもその中から本来の縦方向および横方向ストローク角度を確実に検出することができる。

【００４３】

そして、このようにして検出された縦方向ストローク角度αと横方向ストローク角度βから回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータθ１，θ２を算出し、これらのパラメータを用いて逆変換（逆アフィン変換）することにより、手書きによる回転・せん断変形を受けた文字を是正することができる。

【００４４】

また、前記射影関数の極値から縦方向ストローク位置と横方向ストローク角度を推察する他の方法として、それぞれの縦方向ストローク角度の候補と横方向ストローク角度の候補に

基づいて、回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータθ１，θ２を算出し、これらのパラメータを用いて当該文字をそれぞれ逆変換（逆アフィン変換）して、逆変換されたそれぞれの文字の変形の度合いを定量的に調べて、変形の度合いを基に、求めるべき縦方向ストローク位置と横方向ストローク角度を決定する方法がある。これによれば、候補によって実際に逆変換してその結果から判断するので、より一層、適正な縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を決定することができる。

【００４５】

そして、前記逆変換された文字の変形の度合いを定量的に調べる処理は、逆変換されたそれぞれの文字について、垂直方向および水平方向それぞれ個別に射影のエントロピをとり、両者の和を求め、その和が最も小さいものを変形の度合いの小さい文字とするので、より一層、適正な縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を決定することができる。

【００４６】

なお、このような処理を行うことによって逆変換された文字の中で最も変形の度合いの小さい文字を逆変換後の文字とすることができるので、新たに、求められた文字の回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを用いて回転変形とせん断変形を是正する処理を行う必要がなくなる。

【００４７】

さらに、本発明は、文字認識装置や手書き入力が可能な電子手帳的な携帯用情報機器などに組み込むことが可能であり、文字認識を行う前処理として本発明を適用すれば、ユーザによって手書き入力された文字に大きな回転・せん断変形があっても、それを是正することができるので、認識率の向上が図れる。また、手書き入力が可能な機器にあっては、ユーザの書いた文字に大きな回転、せん断変形が生じている場合は、それを整形して表示することも可能となる。

【００４８】

さらに、ユーザによって手書き入力された文字に大きな回転・せん断変形がある場合、ユーザの書いた文字列の平均の回転・せん断を表現するパラメータを求め、当該文字列の回転・せん断の状況を表す表示として、回転・せん断変形をそのまま表す枠を文字を囲むようにして表示することもできる。これによれば、ユーザに対し、ユーザの書いた文字がどのような回転・せん断変形を有しているかを視覚的に示唆することができ、ユーザは自分の筆記癖を知ることができる。

【００４９】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【００５０】

図１は回転・せん断変形している文字の例を示すもので、これは、自由手書き文字として収集した文書から取り出したものである。

【００５１】

これらの文字を観察したところ、文字全体が回転・せん断変形を受けていることから、回転・せん断変形はそれぞれの文字の外接矩形の形状で表現できると考えられる。

【００５２】

次に、外接矩形を用いた回転・せん断変形の表現の仕方を図２を参照しながら説明する。図２（ａ）で示される文字「あ」の外接矩形ＯＡＢＣ（Ｏ点がｘｙ座標の原点に一致）が、手書きによる変形を受けて、図２（ｂ）に示されるように、縦方向の辺ＯＡ'とＣ'Ｂ'が平行で、かつ、横方向の辺Ａ'Ｂ'とＯＣ'が平行な外接矩形ＯＡ'Ｂ'Ｃ'になったとする。なお、ここでいう外接矩形とは、文字の重心に中心を一致させた正方形を考え、その正方形の辺が文字の一部に外接した状態となっている正方形の矩形を外接矩形という。

【００５３】

この図２（ｂ）において、ｙ軸と縦方向の辺ＯＡ'の成す角をθ１、この辺ＯＡ'に直角なある基準先（ｘ'軸で表す）と横方向の辺ＯＣ'の成す角をθ２とする。なお、これらθ１、θ２はｘ'軸、ｙ軸を基準に反時計回り方向を正の角度とする。　ここで、ある文字画

像にθ１の回転、θ２のせん断変形が加えられたとする。このとき、回転・せん断が加えられる前の文字画像の座標（ｘ，ｙ）は回転・せん断変形後の座標（ｘ'，ｙ'）となり、この回転・せん断変形後の座標（ｘ'，ｙ'）は、次のアフィン変換で求められる。

【００５４】

【数１】

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} T_{13} \\ T_{23} \end{pmatrix}$$

【００５５】

この（１）式において、Ｔ１１、Ｔ１２、Ｔ２１、Ｔ２２、Ｔ１３、Ｔ２３は次のように表される。なお、ｘ０，ｙ０は文字を回転させた際の中心座標である

$$T11=\cos\theta 1 \quad (2)$$

$$T12=\sin\theta 1 \quad (3)$$

$$T21=\cos\theta 1\cdot\tan\theta 2-\sin\theta 1 \quad (4)$$

$$T22=\sin\theta 1\cdot\tan\theta 2+\cos\theta 1 \quad (5)$$

$$T13=x0\,(1-\cos\theta 1)-y0\cdot\sin\theta 1 \quad (6)$$

$$T23=T13\cdot\tan\theta 2-x0\cdot\tan\theta 1 + \{x0\cdot\sin\theta 1+ y0\cdot(1-\cos\theta 1)\} \quad (7)$$

図３はこの（１）式から（７）式を用いて正方形を実際に回転・せん断変形させた状態を示す模式図であり、回転・せん断変形を表現するそれぞれのパラメータθ１とθ２がどのくらいだと、どのような変形を受けるのかのイメージをつかむことができる。

【００５６】

この図３について少し説明する。正方形ａは回転変形とせん断変形を共に受けていない状態を示し、このときは、θ１＝０、θ２＝０である。このような正方形ａを前述の（１）式により、θ１、θ２を２０度づつ変化させてたときの変形具合を示している。θ１＝０であれば、せん断変形のみが生じた場合であり、θ２＝０であれば、回転変形のみが生じた場合であり、また、θ１とθ２が共に０でなければ、回転変形とせん断変形の両方が生じた場合である。

【００５７】

たとえば、θ１＝０でθ２＝２０度とすると、正方形ａは四辺形ｆのようにせん断変形し、θ１＝０でθ２＝４０度とすると、正方形ａは四辺形ｇのようにせん断変形し、θ１＝０でθ２＝－２０度とすると、正方形ａは四辺形ｈのようにせん断変形し、θ１＝０でθ２＝－４０度とすると、正方形ａは四辺形ｉのようにせん断変形する。

【００５８】

また、θ２＝０でθ１＝２０度とすると、正方形ａは四辺形ｂのように回転変形し、θ２＝０でθ１＝４０度とすると、正方形ａは四辺形ｃのように回転変形し、θ２＝０でθ１＝－２０度とすると、正方形ａは四辺形ｄのように回転変形し、θ２＝０でθ１＝－４０度とすると、正方形ａは四辺形ｅのように回転変形する。

【００５９】

さらに、θ１＝θ２＝２０度とすると、正方形ａは四辺形ｊのように回転・せん断変形し

、θ１＝２０度でθ２＝－２０度とすると、正方形ａは四辺形ｋのように回転・せん断変形し、θ１＝－２０でθ２＝２０度とすると、正方形ａは四辺形ｌのように回転・せん断変形し、θ１＝－２０でθ２＝－２０度とすると、正方形ａは四辺形ｍのように回転・せん断変形する。

【００６０】

このような回転・せん断変形を是正するには、検出した回転・せん断変形を表現するパラメータθ１、θ２を用いて文字画像を逆アフィン変換（－θ１，－θ２）すればよい。

【００６１】

したがって、回転・せん断変形を表現するパラメータであるθ１とθ２を如何に簡単な処理で効率よく、しかも、的確に検出するかが重要な課題となる。

【００６２】

日本語文字は主に直線で構成されているので、外接矩形の形状は文字の縦方向ストローク（以下では垂直ストロークという）と横方向ストローク（以下では水平ストロークという）の角度で推定できると考えられる。すなわち、垂直ストローク方向が図２（ｂ）の外接矩形ＯＡ'Ｂ'Ｃ'の縦方向の辺ＯＡ'、水平ストローク方向が横方向の辺ＯＣ'に対応すると考えることができる。

【００６３】

本発明は、文字画像から垂直ストロークと水平ストロークを検出する方法として射影を用いる。この射影による方法は、アルゴリズムが簡単で文字の水平・垂直成分がよく保存され、ノイズにも強く、文字認識の分野でも広く用いられている方法である。

【００６４】

このように、アルゴリズムが簡単で文字の水平・垂直成分がよく保存され、ノイズにも強く、文字認識の分野でも広く用いられている方法としては、射影による方法の他に、ペリフェラル特徴やストローク密度特徴などによる方法なども考えられるが、射影による方法が回転に敏感でストローク方向の検出に適することがわかったので、ここでは、射影による方法を採用した。

【００６５】

この射影によって文字画像から垂直ストロークと水平ストロークを検出する方法は、たとえば、図４（ａ）に示すように、射影方向Ｓが文字（ここでは「間」という文字を例にしている）の垂直ストローク方向に一致すると、射影は先鋭（射影の幅ｗ１が狭く尖り、高さの最大値が大きい状態）となり、図４（ｂ）、（ｃ）に示すように、射影方向Ｓが垂直ストローク方向から外れると、射影の幅ｗ２，ｗ３は図４（ａ）の幅ｗ１に比べて広く平坦なものとなり先鋭さが薄れる。

【００６６】

また、「つ」や「る」のような文字にあっては、垂直・水平成分の片方が明確に存在していない（これらの文字の場合、特に垂直方向成分が明確に存在しない）場合、ストロークの角度の頻度分布が２峰性にならないため、他のストローク検出方法では、垂直・水平の一方のストロークしか検出されない場合があるが、射影を用いれば、文字が回転・せん断変形を受けない正立した状態における射影はその幅が狭くなるので、射影の幅の変化で回転角度を推定できる。

【００６７】

したがって、垂直・水平ストローク方向は、高さの最大値と射影の幅の組み合わせから推定可能である。しかし、変数が２つあるため推定は複雑になる。そこで、射影をとったそれぞれの角度と画素の積算値の関係に基づく射影関数として、画像の先鋭さが一意に評価できる射影のエントロピによる検出アルゴリズムを利用する。エントロピは画像が先鋭になるほど小さくなる性質があり、計算も容易であるので、たとえば、文字変動評価などにも利用されている。

【００６８】

このエントロピを用いた検出アルゴリズムの基本原理について説明する。最初に、垂直・水平ストロークの角度を定義する。図５に各種パラメータが示されている。図５に示すよ

うに、座標の中心（原点）ｏに文字（ここでは「間」という文字）の重心を一致させ、座標の中心ｏを中心に、この場合は、ｙ軸の負の部分を基準に反時計回り方向を正とし、ｙ軸の負の部分に対する「間」の垂直ストローク方向ｖの角度をα、ｙ軸の負の部分に対する水平ストローク方向ｈの角度をβとおく。

【００６９】

これにより、θ１はθ１＝αで表され、θ２はθ２＝βーαー９０度表されるので、このα、βによって、回転・せん断を表現するパラメータとしての角度θ１、θ２が求められる。たとえば、α＝１０度、β＝８０度とすれば、θ１＝αであるから、θ１＝１０度となり、θ２はθ２＝８０－１０－９０から、θ２＝－２０度と求められる。つまり、θ１はｙ軸の正の部分から１０度（正であるから反時計回り方向）の角度であり、θ２はｘ'軸から－２０度（負であるから時計回り方向）の角度である。

【００７０】

そして、これらθ１、θ２が求められれば、それを用いて逆アフィン変換（－θ１、－θ２）すれば、回転・せん断変形を受けた文字の変形を是正することができる。　次に、文字を１度づつ回転させながらｘ軸（水平）方向への射影を求める。文字重心を中心に時計回りを正として、角度φ回転させた文字画像のｘｙ平面上の分布ｎφ（ｘ，ｙ）を、ｎφ（ｘ，ｙ）＝１を画素有り、ｎφ（ｘ，ｙ）＝０を画素無しとする。

【００７１】

そして、文字画像のｘｙ平面上での分布ｎφ（ｘ，ｙ）のｘ軸への射影ｐφ（ｘ）は、

【００７２】

【数２】

$$P_\phi(x)=\sum_{y=1} n_\phi(x,y)$$

【００７３】

で表されるので、射影ｐφ（ｘ）のエントロピｈ（φ）は、

【００７４】

【数３】

$$h(\phi)=-\sum_{x=1}\frac{P_\phi(x)}{N}\log\frac{P_\phi(x)}{N}\quad\left(N=\sum_{x=1}P_\phi(x)\right)$$

【００７５】

となる。

【００７６】

図６は「木」という文字を、図５で示した「間」と同様に、「木」の重心を中心に回転させて射影をとった場合の、射影をとったそれぞれの角度φと（９）式より求めた射影エントロピｈ（φ）の関係を示した例である。

【００７７】

射影方向とストローク方向が一致すると、射影は先鋭となりエントロピが小さくなるので、図６のように、 ｈ（φ）が下に凸となっている極小（微分係数ｈ'（φ）が負から正に変化する変曲点）の部分の角度（－３０度、０度、３０度、９０度）に、「木」の各ストロークが対応すると考えられる。すなわち、「木」の垂直ストロークをｓ１，水平ストロークをｓ２，斜めストロークをｓ３，ｓ４とすれば、－３０度と＋３０度の極小部分は斜めストロークｓ３，ｓ４に対応し、０度の極小部分は垂直ストロークｓ１に対応し、９０度の極小部分は水平ストロークｓ２に対応していると考えられる。

【００７８】

図６に示す「木」は、回転・せん断変形を受けていないので、その垂直ストロークｓ１の角度αは、０度付近に存在するストロークに対応する角度φｉであり、水平ストロークｓ２は、９０度付近に存在するストロークに対応する角度φｉであるといえる。もし、回転・せん断変形を受けた場合は、垂直ストロークｓ１の角度αは０度付近を基準にある範囲（変形した角度程度）内に存在するストロークに対応する角度φｉとなると考えられ、水平ストロークｓ２の角度βは、垂直ストロークｓ１の角度α＋９０度付近を基準にある範囲（変形した角度程度）内に存在するストロークに対応する角度φｉとなると考えられる。

【００７９】

また、文字が正立している状態の垂直ストロークｓ１と水平ストロークｓ２の方向は、斜めストロークｓ３，ｓ４に比べて射影そのものの幅が狭くなるため、エントロピの値が小さくなり、その微分係数ｈ'（φ）は小さくなる傾向にある。

【００８０】

これらのことから、垂直ストローク角度αは、０度を基準とするある範囲に存在するφｉのうちの微分係数ｈ'（φ）が大きいもの、水平ストローク角度βは、α＋９０度を基準とするある範囲に存在するφｉのうちの微分係数ｈ'（φ）が大きいものであると考えられる。なお、この０度とα＋９０度を以下では基準角度という。

【００８１】

ここで、φｉは所定の範囲の任意の角度を表すものであり、垂直ストローク角度αの候補および水平ストローク角度βの候補といえる。この角度候補φｉより最初に垂直ストローク、次に水平ストロークという順序で実際の角度を決定して行く。

【００８２】

ところで、活字であっても印刷の仕方やコピーの失敗によって多少の回転・せん断変形を受けた程度のもの、あるいは、非常に丁寧に書かれた楷書であれば、回転・せん断変形の度合いが少ないので、基準角度０、α＋９０度を基準とするある範囲に存在するφｉから容易に文字の垂直・水平方向を知ることができる。

【００８３】

しかしながら、実際の手書き文字は、回転・せん断変形だけではなく、ストロークの伸びなど種々の変形があるので、何らかの手段によって、前述した基準角度０、α＋９０度を基準とするある範囲に存在するφｉの中から垂直ストローク角度と水平ストローク角度の候補の絞り込みを行って、その候補の中から求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを決定する必要がある。この求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを決定する方法として、（Ａ）統計的な結果から絞り込みを行って決定する方法、（Ｂ）射影のエントロピを用いて決定する方法を示す。

【００８４】

（Ａ）の方法は、実際の手書き文字を調べた結果から経験的に候補を絞り込んでその中から求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを決定するものであり、所定の範囲を設定してその範囲に存在するか否かによる絞り込みを行うので、処理時間が短く、多数の候補が出現した場合の絞り込みを行う際に有効なものとなる。

【００８５】

これに対して、（Ｂ）による方法は、幾つかの垂直ストローク角度αと水平ストローク角度β候補を用い、これらの候補により求められたパラメータθ１、θ２によって、前述し

た回転・せん断変形を表現するパラメータθ１、θ２を求め、これによって、実際に回転・せん断変形を是正し、是正された文字に対して射影をとり、その射影エントロピの値から定量評価するものである。

【００８６】

この（Ｂ）の方法は、（Ａ）の方法よりも計算時間や手間が多少多くかかるが、実際に是正した文字を確実に定量評価するため高い正確さが得られる。以下に（Ａ）、（Ｂ）の各方法について説明する。まず、（Ａ）の統計的な結果からの絞り込みを行って決定する方法について説明する。

【００８７】

前述したφｉ（ｉは角度を表す任意の整数）より垂直・水平ストローク角度を決定する具体的なアルゴリズムやパラメータは、「あ」、「ま」、「る」、「栄」、「養」など、十数文字種の自由手書き文字から実際に予備調査した結果に基づいて決定した。

【００８８】

まず、特に大きな回転・せん断変形が見られる文字画像を選び、画像からパソコンの描画ソフト上でグリッドラインに一致するように回転させ、垂直ストローク角度α、水平ストローク角度βの存在範囲を調査した。その結果、最大で垂直ストローク角度αは前述した基準角度０度を基準に±約５０度以内、水平ストローク角度βは基準角度α＋９０度を中心に±約３０度以内に存在することがわかった。

【００８９】

次に、このような存在範囲内に存在するφｉの基準角度からの角度、微分係数ｈ'（φ）とストロークの種類について調査した。その結果、微分係数ｈ'（φ）が0.001未満の場合、ほぼ斜めストロークであることがわかった。

【００９０】

以上の結果から決定した具体的なアルゴリズムを示す。

【００９１】

まず始めに、次の条件を満たす角度候補φｉから、垂直ストロークと角度αであると考えられる候補ｘｉと水平ストローク角度βであると考えられる候補ｙｉを最大４個選択する。なお、ここでのｉは候補の番号を表し、最大４個であるから、ｉ＝１，２，３，４のいずれかをとる。

【００９２】

前述したように、垂直ストローク角度αは基準角度０度に対し±約５０度以内としているので、次に示す条件式を満たす垂直ストロークと考えられる４つの候補ｘ１，ｘ２，ｘ３，ｘ４を選択する。

【００９３】

－５０度＜ｘ１＜ｘ２≦０度　　（１０）

０度＜ｘ３＜ｘ４＜５０度　　（１１）

となる。また、水平ストローク角度βは垂直ストローク角度αを基準に求める。つまり、基準角度α＋９０度を中心に±約３０度以内に存在するとしているので、水平ストロークと考えられる４つの候補ｙ１，ｙ２，ｙ３，ｙ４の候補選択の条件式は、

α＋６０度＜ｙ１＜ｙ２≦α＋９０度　　（１２）

α＋９０度＜ｙ３＜ｙ４＜α＋１２０度　　（１３）

となる。なお、水平ストローク角度βは、確定した垂直ストローク角度αを基にして決定される。また、α，βの分布は不明なので、上の２つの式において、候補の選択時において、垂直・水平ストロークが欠落しないように候補ｘｉ，ｙｉはそれぞれ基準角度（０度、α＋９０度）の両側に２個づつ複数選択するようにしている。なお、上記（１０）～（１３）式を満たすｘｉ，ｙｉがない場合は、α＝０度、β＝９０度とする。

【００９４】

次に、（１０）～（１３）式を満たす候補ｘｉ，ｙｉの中から、求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを見つけ出す。以下に求めるべき垂直ストローク角度αを候補ｘｉより決定する手順を説明する。

【００９５】
（ａ）得られた候補が１つだけの場合。
【００９６】
この場合は、求めるべき垂直ストローク角度αは、α＝ｘｉとする。つまり、候補そのものを求めるべき垂直ストローク角度αとする。
【００９７】
（ｂ）得られた候補が基準角度より大きい側または小さい側のいずれか一方に２つ存在する場合。
【００９８】
この場合は、２つのうちどちらかは垂直ストローク以外のストローク（斜めストロークなどのストローク）と考えられる。一般に、基準角度０度に近い側から垂直ストローク、斜めストローク、水平ストロークの順で存在するので、最も基準角度０度に近いｘｉが垂直ストロークである確率が高い。したがって、候補がｘ１，ｘ２のみである場合は、（１０）式からもわかるように、求めるべき垂直ストローク角度αは、α＝ｘ２とし、同様に、候補がｘ３，ｘ４のみである場合には、求めるべき垂直ストローク角度αは、（１１）式からもわかるように、α＝ｘ３とする。
【００９９】
（ｃ）得られた候補が基準角度を挟んで複数存在する場合。
【０１００】
この場合も（ｂ）と同様に、垂直ストローク以外のストローク（斜めストロークなどのストローク）が含まれていると考えられる。
【０１０１】
たとえば、前述の（１０）式と（１１）式のように、基準角度０度を挟んで、ｘ１とｘ２、ｘ３とｘ４というように２個づつ候補が存在し、基準角度０度側のｘ２，ｘ３が共に基準角度０度の近傍（基準角度０度を中心にして５度以内）に存在する場合は、射影がより先鋭なストロークが垂直ストロークと考え、微分係数ｈ'（ｘｉ）が大きい候補を求めるべき垂直ストローク角度αとする。
【０１０２】
また、候補ｘ２，ｘ３のうち一方がより基準角度の近傍に存在する場合は、その基準角度の近傍に存在する方の候補を求めるべき垂直ストローク角度αとする。
【０１０３】
さらに、候補ｘ２，ｘ３が共に基準角度の近傍ではない場合は、候補ｘ２，ｘ３の微分係数を調べて、微分係数の差が大きい場合は、微分係数ｈ'（ｘｉ）が大きい候補を求めるべき垂直ストローク角度αとし、微分係数が同程度である場合は、基準角度に近い候補を求めるべき垂直ストローク角度αとする。
【０１０４】
以上のようにして、候補の絞り込みを行い、いずれかの候補を求めるべき垂直ストロークとして決定する。なお、水平ストローク角度βもこれと同様にして決定することができる。ただし、この水平ストロークの場合は、基準角度はα＋９０度とする。
【０１０５】
図７はこのようにして決定された垂直平ストローク角度αと水平ストローク角度βを用い、「あ」、「る」、「栄」、「養」の文字画像上に垂直・水平ストローク方向を破線で示したものである。図７において、「あ」については、垂直ストローク角度α、水平ストローク角度βは、α＝－１度、β＝７７度、「る」については、同様に、α＝－１９度、β＝６０度、「栄」については、同様に、α＝－４度、β＝１０６度、「養」については、同様に、α＝－５度、β＝８５度というように求められた。この図７からもわかるように、回転・せん断変形を受けた手書き文字について適切な垂直・水平ストローク角度α、βを求めることができる。
【０１０６】
これまで説明した統計的な結果による絞り込みによって垂直ストローク角度α、水平スト

ローク角度βを求める方法では、たとえば、「間」というような直線成分主体の文字であればほぼ１００％、「の」や「る」といった一方のストローク成分の少ない文字であっても８２％程度、その他の文字は９０％程度以上正しい垂直・水平ストローク角度α、βを得ることができる。したがって、この方法は、比較的丁寧な手書き文字の変形の検出や、候補が多数存在する場合には有効な方法であるといえる。

【０１０７】

そして、この（Ａ）の方法によって得られた求めるべき垂直ストローク角度α、水平ストローク角度βを用いて、前述した回転・せん断を表現するパラメータθ１、θ２を求め、求められたθ１、θ２により逆アフィン変換を施すことにより、変形を受けた文字はその変形が是正される。

【０１０８】

なお、図７の例は、微分係数ｈ'（φｉ）に、Savitzky－Golay法による平滑化微分を用いて、雑音の影響を受けずにストロークを見落とさないよう、任意の点ｉを中心とした７点間の測定値から求めたものである。ｈ（φｉ）が十分滑らかな場合は、このような平滑化微分は不必要な場合もあるが、手書き文字変形が大きく、ｈ（φｉ）の凹凸が大きな場合には、平滑化微分など適当な方法による平滑化が必要である。

【０１０９】

次に、（Ｂ）の射影のエントロピを用いて決定する方法について説明する。

【０１１０】

この（Ｂ）の方法は、それ自体単独で行ってもよいが、（Ａ）で説明した範囲に存在する幾つかの候補について、この（Ｂ）の方法を適用するようにしてもよい。これは、（Ａ）で選ばれた候補の中から、求めるべき垂直・水平ストローク角度α、βを候補の角度や微分係数だけで決めるのは非常に困難な場合もあるからである。

【０１１１】

そこで、先に述べた統計的な方法で得られた幾つかの候補について、その候補のα、βを基に、回転・せん断変形を表現するパラメータθ１、θ２を求め、これを用いて、当該文字画像を前述した（１）式により逆アフィン変換して、逆変換したイメージを作る。そして、そのイメージの歪み、変形の程度を定量的に調べ、最も変形の少ないα、βの組み合わせから、求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを決定する。

【０１１２】

この最も変形の少ない垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βの組み合わせから、求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを決定する処理は次のようにして行う。

【０１１３】

ある文字画像ｎ（ｘ，ｙ）の回転・せん断変形を調べ、その結果得られたα、βの組が次のようになっているとする。

【０１１４】

αｉ、βｊ（ただし、ｉ＝１，２，・・・，ｎ、ｊ＝１，２，・・・，ｍ）

この複数のα、βの組から、それぞれ文字画像ｎ（ｘ，ｙ）を補正（逆変換）するためのαｉ、βｊの組み合わせは、ｎ×ｍ通りになる。ただし、αｉとβｊがきわめて近い場合や、１８０度近く差がある場合は、そのまま逆変換すると、線状となってしまうので、補正の組み合わせとして用いないようにする。

【０１１５】

これらαｉ，βｊの組のそれぞれのα、βを用い、回転・せん断変形を表現するパラメータθ１、θ２を求めて、求められたθ１、θ２により逆変換した文字画像をｍｉｊ（ｘ，ｙ）とする。この文字画像ｍｉｊ（ｘ，ｙ）の内で、できるだけ外接矩形に収まりのよいものが求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βであるといえる。

【０１１６】

文字画像をｍｉｊ（ｘ，ｙ）が外接矩形に収まりがよいか否かは、文字画像ｍｉｊ（ｘ，ｙ）の縦方向および横方向の射影のエントロピの大きさによって判断できる。

【０１１７】
したがって、αｉ，βｊの組のα、βを用い、回転・せん断変形を表現するパラメータθ１、θ２を求め、求められたパラメータθ１、θ２により逆変換した文字画像ｍｉｊ（ｘ，ｙ）のなかで、縦方向および横方向の射影のエントロピの最も小さい文字画像を選ぶことで、どの文字画像が外接矩形に最も収まりがよいかがわかる。

【０１１８】
すなわち、文字画像ｍｉｊ（ｘ，ｙ）がきれいに外接矩形に収まっていると、射影の幅は狭く、射影の山が鋭くなり、射影のエントロピは小さくなる。逆に、収まりが悪いと、射影の幅が広く、射影の山がなだらかとなり、射影のエントロピーは大きくなる。これは、図４で説明した回転・せん断変形の検出原理と同じで、それを逆変換した画像で再検出し、そのエントロピの大きさを定量評価するものである。

【０１１９】
文字画像ｍｉｊ（ｘ．ｙ）の縦方向（ｘ）の射影をｐｉｊ（ｘ）、横方向の射影をｐｉｊ（ｙ）とすると、それぞれの方向の射影は前述した（８）式と同様に計算できる。そして、前述の（９）式と同様に、ｐｉｊ（ｘ）のエントロピーをｈｉｊ（ｘ）、ｐｉｊ（ｙ）のエントロピーをｈｉｊ（ｙ）とすると、

ｍｉｎ｛ｈｉｊ（ｘ）＋ｈｉｊ（ｙ）｝　　（１４）となるijの組が最適なα，βである。つまり、αｉ，βｊの組のα、βを用いて回転・せん断変形を表現するパラメータθ１、θ２を求め、求められたθ１、θ２により逆変換した文字画像ｍｉｊ（ｘ，ｙ）のなかで、縦方向の射影のエントロピーと横方向の射影のエントロピーを足して得られた値が最も小さい文字画像を選ぶ。そして、その選ばれた文字画像に対するα、βが求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βであるとする。

【０１２０】
このような射影のエントロピで垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを決定する方法によれば、自由手書き文字のような変形の大きな文字であっても、ほぼ１００％正しいα、βを得ることができる。

【０１２１】
なお、対象が手書き文字であるため、文字によっては極端に長いストロークや斜めのストロークなどがあるため、見かけ上は射影のエントロピは非常に小さくても、再構成した文字画像が不適切な場合がまれにある。このような不適切な状況を除外するには、元の文字画像ｎ（ｘ，ｙ）の射影を参考に、逆変換した射影のエントロピが極端に小さくなる場合は、ストロークなどの影響があると考え、２番目に射影のエントロピが小さいα、βなどを用いることを検討するなどの例外処置を行うと好結果が得られる。

【０１２２】
ところで、この（Ｂ）によって、求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを決定する処理では、その処理を行う過程で、すでに、各候補に対する逆変換後の文字が得られ、しかも、その中で、求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βの組み合わせによる逆変換後の文字も得られているので、それを選択することによって、逆変換後（是正後）の文字とすることができる。

【０１２３】
以上、候補の絞り込みを行う方法として、（Ａ）の統計的な結果から絞り込む方法と、（Ｂ）のエントロピーを用いて絞り込む方法について説明した。なお、これら（Ａ）、（Ｂ）の方法は、いずれか一方の方法により、求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを得るようにしてもよいが、（Ａ）を行った後に、（Ｂ）の方法を施すようにしてもよく、また、元の文字の変形の度合いにより、（Ａ）の方法のみを用いるか、（Ｂ）の方法を行うか、（Ａ）と（Ｂ）を組み合わせるかなどというように、状況に応じて選択することもできる。

【０１２４】
こうして決められた垂直ストローク角度α、水平ストローク角度βを用いて、逆変換を行い、正規化（是正）した結果を元の文字画像と比較して示した例を図８、図９に示す。

【０１２５】
図８は漢字の「生」について元の文字画像（図８（ａ））と正規化後の文字画像（図８（ｂ））を比較した例、図９はひらがなの「る」について元の文字画像（図９（ａ））と、正規化後の文字画像（図９（ｂ））を比較した例を示すものである。なお、図８、図９において、元の文字画像と正規化後の文字画像には、それぞれ０１，０２，０３，・・・，２４というような番号が付されており、同じ番号同志がそれぞれ対応している。
【０１２６】
これらの図からもわかるように、元の文字画像の垂直ストロークと水平ストロークは回転・せん断変形を受けて垂直・水平とはなっていないものが多いが、逆変換して正規化した後はそれぞれの垂直ストローク、水平ストロークは本来の垂直・水平方向になっていることがわかる。
【０１２７】
回転・せん断変形を受けた文字を以上の説明したような手法を用いて補正したあと、文字データベースの品質評価や正規化方法の評価でよく用いられる変動エントロピによってその効果を確かめると、実験に用いた自由手書き文字では、仮名で-0.0163、漢字で-0.00870のエントロピー減少が認められた。このことから、本発明の手法による正規化は効果のあることが確認できた。
【０１２８】
本発明による正規化と従来から用いられている非線形正規化との比較について述べる。正規化手法として、非線形な変形を補正する非線形正規化が従来から広く用いられている。この非線形正規化は、特に、重ね合わせ手法での文字認識と併用すると大きな効果が得られる。しかし、非線形正規化を施すと、一般に、文字が引き伸ばされて伸びた形状となるので、非線形後に特徴抽出手法による文字認識を行う際は、認識率の向上が期待できない問題がある。すなわち、非線形正規化は正規化の効果は大きいが、その後に文字認識を行う際は、認識手法に制限が生じたり認識率の面で問題がある。
【０１２９】
これに対して、本発明による正規化は、正規化を行っても、図８（ｂ）、図９（ｂ）からもわかるように、非線形正規化のように文字が引き伸ばされるような大幅な文字画像の変化がないため、認識手法が重ね合わせ手法であっても、特徴抽出手法であっても問題がなく、認識手法に制限が与えられることがなくなる。したがって、特に、特徴抽出手法の前処理として、認識処理前にできるだけ文字変形を少なくする上で効果的な手法である。
【０１３０】
また、本手法によるその他の効果としては、可視性が高いのでパラメータの調整が容易であるという点が挙げられる。すなわち、各処理過程で使われるのは全て文字の射影画像であるので、ストロークがどこにあるのかといった各種パラメータとの関連が直感的にわかりやすい。つまり、パラメータを調整すると具体的に文字画像がどのように変形し、補正されるのかを把握しやすい。
【０１３１】
これに対して、ハフ変換やフーリエ変換のパラメータでは、現実との画像の対応が直感的に理解しにくいので、細かい補正やパラメータの調整が難しくなる。特に、手書き文字は、複雑な変形があるので、パラメータを細かく調整する必要が生じてくる。このような場合に、パラメータと画像の関係が直感的にわかりやすい本発明の手法は、パラメータの調整が行いやすいという利点がある。これは、一度取り出したパラメータを逆変換して補正した画像で確認する場合に最も効果を発揮する。
【０１３２】
さらに、本発明の手法により補正された後の文字画像は、図８（ｂ）、図９（ｂ）のように、大変読みやすいものとなる。これは、単に、文字認識の性能を向上させるだけではなく、文字データの可読性を高くする上で重要なことである。特に、携帯機器でのペン入力では、筆跡の時系列データ（インクデータ）をそのまま表示することが多いので、本発明手法を用いた手書き文字の補正は、取り込んだインクデータを後で読み出して表示

する場合に有益である。補正には多少の時間がかかるが、データの取り込み時間以外の時間に処理するなどで対応できる。

【０１３３】

図１０は、手書き文字正規化装置の概略的な構成を示すブロック図であり、処理対象文書などから文字列を切り出し、個々の文字を抽出する文字抽出手段１、抽出された個々の文字について雑音除去や大きさの正規化（一定の大きさの矩形に入るように文字の大きさの拡大・縮小を行う）を行う前処理手段２、この前処理手段２により所定の前処理が施された文字に対し、図１から図９を参照しながらこれまで説明した本発明の回転・せん断変形検出やそれに基づく補正を施す文字正規化手段３、正規化された文字を出力する出力手段４などから構成されている。

【０１３４】

文字正規化手段３は、文字抽出手段１により抽出され前処理手段２により前処理が施された文字に対し、回転・せん断変形検出を行い、回転・せん断変形を是正するのに必要な各種パラメータを得る回転・せん断検出部３１と、この回転・せん断検出部３１により得られた各種パラメータを用いて文字の変形を是正する文字変形是正部３２から構成される。

【０１３５】

このような文字正規化手段３は、これまで説明したように、個々の文字について、まず、文字の射影画像により射影関数を得て、それにより垂直・水平ストローク角度α、βの候補を得て、前述の（Ａ）、（Ｂ）の方法を用いて候補の絞り込みを行って求めるべき垂直および水平ストローク角度α、βを得る。

【０１３６】

そして、求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを得て、得られたα、βを用いて、回転・せん断変形を表現するパラメータθ１、θ２を求め、求められたパラメータθ１、θ２によって逆アフィン変換を行う。なお、（Ｂ）の方法により、求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βを決定した場合は、前述したように、その処理を行う過程で、すでに、各候補に対する逆変換後の文字が得られ、しかも、その中で、求めるべき垂直ストローク角度αと水平ストローク角度βの組み合わせによる逆変換後の文字も得られているので、それを選択することによって、逆変換後（是正後）の文字とすることができる。

【０１３７】

この文字正規化手段３の正規化処理については、既に詳細に説明したのでここではその詳細な説明は省略する。

【０１３８】

出力手段４は文字正規化手段３で正規化された文字を出力するもので、たとえば、文字認識装置に適用する場合であれば、正規化されたデータを文字認識部に渡し、また、情報を表示する機能を有していればで、正規化後のデータを表示手段に渡し、正規化後の文字を表示部に表示させることも可能である。

【０１３９】

本発明の文字正規化を文字認識装置における認識の前処理として行うことで、たとえば、図８（ａ）、図９（ａ）のように回転・せん断変形を受けた文字であっても、図８（ｂ）、図９（ｂ）のように是正されるので、文字認識率の大幅な向上が期待できる。

【０１４０】

さらに、文字認識ををを行う際、本発明の文字正規化処理後に、非線形正規化を行い、その結果について文字認識を行わせることも可能である。これは、前述したように、非線形正規化は効果が大きいが構造的な特徴量の変動が大きくなるという問題点があるが、本発明による文字正規化処理と組み合わせることでその問題点を補うことができる。

【０１４１】

さらに、本発明の文字正規化処理を行う過程で得られた変形量を、文字認識を行う際に利用することができる。すなわち、文字認識は、認識処理を行う際、文字のいろいろな方向から走査することが行われるので、文字にどのような変形が生じているか文字認識側に知

らせることで、その方向に走査して得られた特徴量は、信頼性が低く、重要視しないなどの処置をとることができるので、認識率の向上に寄与できる。

【０１４２】

また、本発明は、文字認識装置だけではなく、携帯用情報機器などのタブレットでのペン入力によるインクデータの整形などにも適応でき、手書き文字を扱う機器に広く適用することができる。

【０１４３】

このような手書き入力が可能な情報機器において、ユーザの書いた文字に大きな回転・せん断変形が生じている場合は、その都度、それを整形しながら表示することも可能であり、また、書き込んだ後に、それを読み出して表示する際に、整形した状態で表示させることも可能である。なお、このような整形処理（回転・せん断の検出からそれを是正する処理を含む）は、手書き入力が行われていないときに行うようにして、ＣＰＵに負担をかけないようにすることが望ましい。

【０１４４】

さらに、ユーザによって手書き入力された文字に大きな回転・せん断変形がある場合、ユーザの入力した手書きによる文字列（文書等ある程度字数のまとまった内容）について、その文字列を構成する個々の文字について、回転・せん断変形を表すそれぞれの文字ごとのパラメータが得られたら、それらの平均を求め、当該文字列における個々の文字の回転・せん断の状況を表す表示として、回転・せん断変形を表す枠を文字を囲むようにして表示することもできる。

【０１４５】

たとえば、図１１に示すように、ユーザが手書きした情報として「わたしは・・・」といった文字列があったとすると、この文字列を構成する個々の文字について、回転・せん断変形を表すそれぞれのパラメータが得られたら、それらの平均を求め、当該文字列における個々の文字の回転・せん断の状況を表す枠５１を図１１（ａ），（ｂ）の破線で示すように表示する。

【０１４６】

また、平均を求めて文字列を構成する文字全体に枠を表示するのではなく、特に、変形の大きい文字があれば、その文字のみに対して変形を表す枠を表示するということもできる。

【０１４７】

これにより、ユーザに対し、ユーザの書いた文字がどのような回転・せん断変形を有しているかを視覚的に示唆することができ、ユーザは自分の筆記癖を知ることができる。

【０１４８】

なお、本発明は以上説明した実施の形態に限定されるものではなく、種々変形実施可能となるものである。また、以上説明した本発明の文字正規化処理を行う処理プログラムは、フロッピィディスク、光ディスク、ハードディスクなどの記録媒体に記録させておくことができ、本発明はその記録媒体をも含むものである。また、ネットワークから処理プログラムを得るようにしてもよい。

【０１４９】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、文字の回転・せん断変形を表現する外接矩形の形状を文字の縦（垂直）方向と横（水平）方向のストローク角度から推察し、この文字の縦（垂直）方向と横（水平）方向のストローク角度は文字画像の射影を取り、射影をとったそれぞれの角度と積算画素数の関係に基づく射影関数の変曲点部分から検出するので、計算量が少なく求めるべき縦方向および横方向ストローク角度を的確に検出することができる。また、射影関数の変曲点部分の検出は、射影関数における画素数、射影をとった角度、微分係数の各要素を用いて行うので、ノイズや斜めストロークなど他のストロークの影響を受けずに、求めるべき縦方向および横方向ストロークを確実に検出することができる。

【０１５０】

また、前記射影関数の変曲点部分から縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を推察する際、縦方向および横方向ストローク角度と思われる候補を挙げ、その候補の中からいずれかを縦方向および横方向ストローク角度として決定するようにしている。このように、縦方向および横方向ストローク角度の候補を絞り込んで、その中から求めるべき縦方向及び横方向ストローク角度を決定することにより、ノイズや斜めストロークなど他のストロークの影響を受けずに、求めるべき縦方向および横方向ストローク角度のみを確実に検出することができる。

【０１５１】

また、前記射影の突出部から縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を推察する他の方法として、それぞれの縦方向ストーク角度の候補と横方向ストローク角度の候補に基づいて、回転変形とせん断変形を表現するそれぞれのパラメータを求め、求められたパラメータを用いて当該文字をそれぞれ逆変換（逆アフィン変換）して、逆変換されたそれぞれの文字の変形の度合いを定量的に調べて、変形の度合いを基に、求めるべき縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を決定する。これによれば、候補によって実際に逆変換してその結果から判断するので、より一層確実に、求めるべき縦方向ストローク角度と横方向ストローク角度を決定することができる。

【０１５２】

さらに、本発明は、文字認識装置や手書き入力が可能な電子手帳的な携帯用情報機器などに組み込むことが可能であり、文字認識を行う前処理として本発明を適用すれば、ユーザによって手書き入力された文字に大きな回転・せん断変形があってもそれを是正することができ、認識率の向上が図れる。また、手書き入力が可能な機器にあっては、ユーザの書いた文字に大きな回転。せん断変形が生じている場合は、それを整形して表示することも可能となる。これは、文字データの可読性を高くする上で重要なことである。特に、携帯機器でのペン入力では、インクデータをそのまま表示することが多いので、本発明手法を用いた手書き文字の補正は、取り込んだインクデータを後で読み出して表示する場合に有益である。

【０１５３】

さらに、ユーザによって手書き入力された文字に大きな回転・せん断変形がある場合、当該文字列の回転・せん断の状況を表す表示として、回転・せん断変形を表す枠を文字を囲むようにして表示することもできる。これにより、ユーザに対し、ユーザの書いた文字がどのような回転・せん断変形を有しているかを視覚的に示唆することができ、ユーザは自分の筆記癖を知ることができる。

【０１５４】

このように、本発明は、計算量が少なく効率よく、回転・せん断検出およびその是正処理が可能となる。そして、前述したように、本発明による正規化は、正規化を行っても、非線形正規化のように文字が引き伸ばされるような大幅な文字画像の変化がないため、認識手法が重ね合わせ手法であっても、特徴抽出手法であっても問題がなく、認識手法の制限がなくなる。また、本手法によるその他の効果としては、可視性が高いのでパラメータの調整が容易であるという点が挙げられる。

【図面の簡単な説明】

【図１】回転・せん断変形を受けた文字の例を示す図である。

【図２】本発明の実施の形態を説明する上で必要な外接矩形を用いた回転・せん断変形の表現の仕方を説明する図である。

【図３】正方形の外接矩形を回転・せん断変形させた例を示す図であり、回転・せん断を表すパラメータθ１、θ２の大きさに対する外接矩形の形状を示す図である。

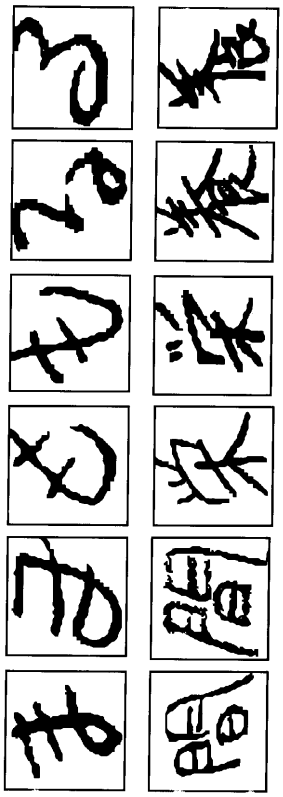
【図４】文字の垂直および水平ストロークを射影を用いて検出する例を説明する図である。

【図５】文字の垂直ストローク角度αおよび水平ストローク角度βの定義を説明する図である。

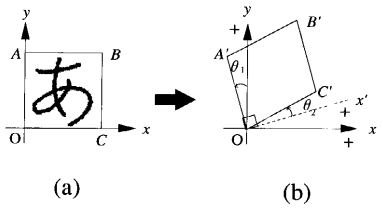
【図６】「木」という文字を例にとって射影のエントロピにより文字の垂直ストローク角

度および水平ストローク角度を推察する方法を説明する図である。
【図７】求められた最適な垂直ストローク角度αおよび水平ストローク角度βによるそれぞれのストローク方向を実際の文字上で示す図である。
【図８】「生」という漢字について変形を受けた元の文字画像と本発明による正規化後の文字画像を対比させて示す図である。
【図９】「る」というひらがなについて変形を受けた元の文字画像と本発明による正規化後の文字画像を対比させて示す図である。
【図１０】本発明の手書き文字正規化装置の構成を説明するブロック図である。
【図１１】変形を受けた文字にその変形を示す枠を付して表示する例を示す図である。
【符号の説明】
１　文字抽出手段
２　前処理手段
３　文字正規化手段
４　出力手段
３１　回転・せん断検出部
３２　文字変形是正部
５１　変形を受けた文字に付された変形を示す枠
ＯＡＢＣ　外接矩形
θ１、θ２　回転・せん断変形を表現するパラメータ
α　垂直（縦方向）ストローク角度
β　水平（横方向）ストローク角度

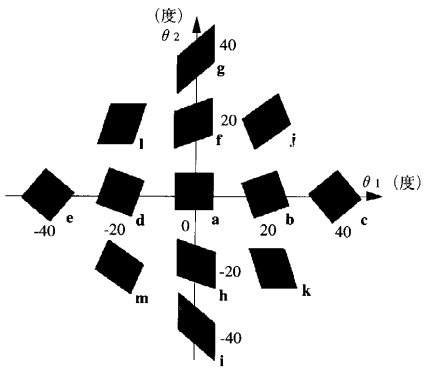
【図１】



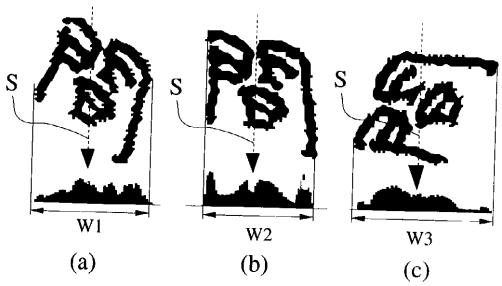
【図２】



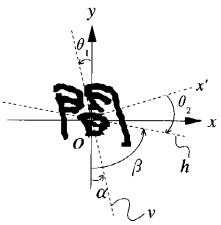
【図３】



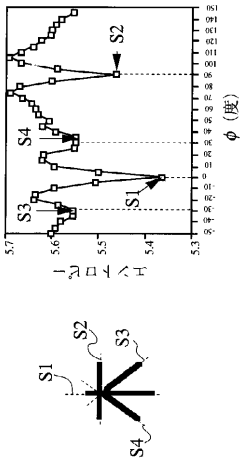
【図４】



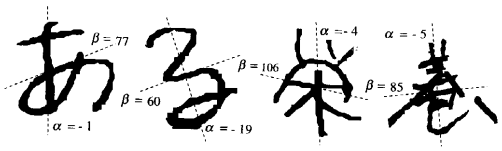
【図５】



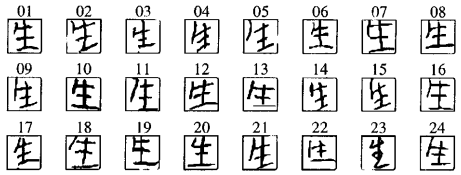
【図６】



【図７】

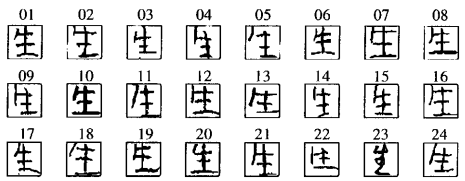


【図８】



元の文字画像

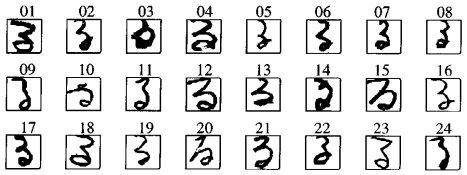
(a)



正規化後の文字画像

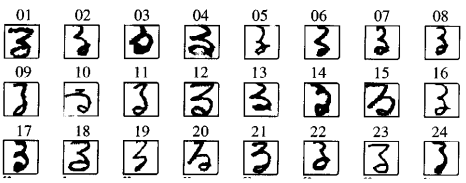
(b)

【図９】



元の文字画像

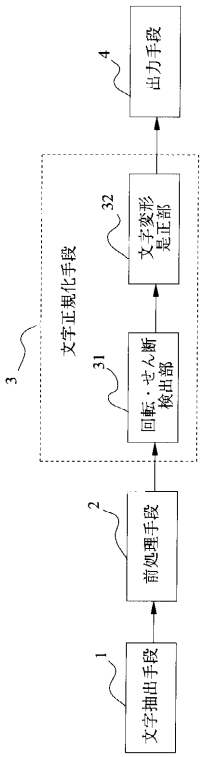
(a)



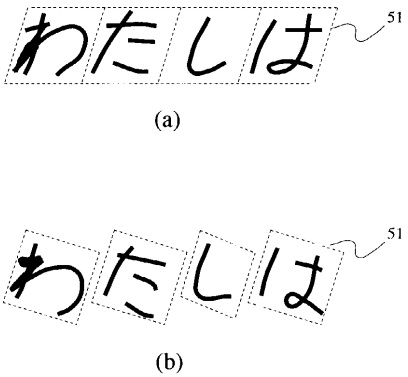
正規化後の文字画像

(b)

【図１０】


文字抽出手段
1
前処理手段
2
文字正規化手段
3
回転・せん断検出部
31
文字変形是正部
32
出力手段
4

【図１１】


わたしは
51
(a)
わたしは
51
(b)

フロントページの続き

(72)発明者　長石　道博
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

審査官　佐藤　実

(56)参考文献　長石道博，自由手書き文字における線形変形の分析，電子情報通信学会技術研究報告　PRU95-119，社団法人電子情報通信学会，１９９５年　９月２８日，第95巻、第278号，97-102頁

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G06K 9/00～9/76