

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700242

研究課題名(和文)文字画像解析による伝統モンゴル文字文書の電子化

研究課題名(英文)Character recognition by image analysis in the digitization of contents written in traditional Mongolian script

研究代表者

Tsagaan B (Tsagaan, Baigalmaa)

静岡大学・情報学研究科・助教

研究者番号：00595564

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、伝統モンゴル文字で書かれた資料や書籍のデジタル化、オンラインでの情報交換を実現するために、文書画像を解析し、伝統モンゴル文字を認識する手法に関するものである。研究では、(1)モンゴル文字が左縦書きであることを考慮した文書画像のレイアウト解析、(2)文字間に空白を作らない、単語の中心に基準線が現れるなどのモンゴル語の特徴を生かした単語検索法の実装、(3)モンゴル文字の変形規則のモデリング、(4)モンゴル文字の字素をAdaboost法により文字認識する手法の開発などを行った。今後は、伝統モンゴル文字の文体・単語・文字・字素に関する統計的モデルの構築により認識精度の向上が展望される。

研究成果の概要(英文)：The classical/traditional Mongolian script was in common use in Mongolia up to 1946. There are many traditional Mongolian documents reserved in image form. This study aimed to develop character recognition techniques for Mongolian script. Results will be used in the digitization process of contents written in traditional script and in the online retrieval. Several results obtained so far: (1) Implementation of layout analysis of document images by considering that Mongolian character is a left-to-right vertical writing and that has no-space between characters, (2) Development of an efficient word search method for Mongolian script, (3) Modeling of deformation rule of Mongolian characters, and (4) Classification of character elements by using Adaboost, further to achieve automatic recognition for Mongolian script.

We will improve the recognition accuracy by implementing a statistical model for word, character and elements of traditional Mongolian, in the future.

研究分野：情報学、画像処理、CV

キーワード：伝統モンゴル文字 文字認識 文書の画像解析

1. 研究開始当初の背景

- (1) モンゴル語はアルタイ言語の一つであり、伝統的モンゴル文字とキリル文字を使用した2つの表記法がある。伝統モンゴル文字は13世紀ごろに発生し、1945年頃までモンゴル国で使われていたが、その後は、キリル文字表記が使われている。
- (2) モンゴルでは1990年代の社会変動の中、モンゴル人の知的財産とも言える伝統モンゴル文字を公式に復旧させ、後世に引継いで行きたいという国民感情が高まり、政府は、伝統モンゴル文字を公式に採用する方針を打出している。
- (3) 公式採用に先駆けて、モンゴル文字の電子化方式の確立を初めとするインフラ整備や現存する書庫の管理や保存が急務である。モンゴルの国立図書館および一般家庭に相当な数の伝統モンゴル文字の資料が保有されているが、それらの管理・保存が不十分であり、貴重な資料をデジタル化し、研究者のみならず一般に公開し、活用することが望まれている。

2. 研究の目的

- (1) 本研究の目的は、伝統モンゴル文字で書かれた資料や書籍のデジタル化、オンラインでの情報交換を実現するために、文書画像を解析し、内容をテキスト化する文字認識手法を開発し、伝統モンゴル文字のデジタル化の問題に適用することである。現存する古い文書や書籍のテキスト化は、伝統モンゴル文字の文書資料をデータベースとして活用する上でも、モンゴル文字の早期復旧の観点からも極めて社会的なニーズが大きい。
- (2) また、テキスト化されたデータに基づいて、現代モンゴル語と伝統モンゴル文字モンゴル語を比較し、単語検索、オンラインでの情報交換などを実装する。

3. 研究の方法

- (1) 伝統モンゴル文字の文書画像解析における要素技術を開発する。まず、左縦書きの文字列の配置を考慮した文書全体の構造をレイアウト解析する。ここでは、古い書籍や資料の文書画像を対処に解析入力として使うことが考えられる。そのため、紙の劣化や照明変化の差に対応できる、頑健な手法の開発が必要である。
- (2) 伝統モンゴル文字の文書画像から単語を検索する機能を実装する。単語検索は、画像処理により単語形態を検出する方法と、テキスト入力による単語を検索の2つの手法を開発する。形態認識による

単語検索は、書記体が統一化されていない古い書籍・資料において特に有効な手法である。次に、テキスト入力による単語検索を実装する。

- (3) 文書画像データや検索結果等を入出力するインターフェース表示を Java などのプログラミング言語より実装し利用する。
- (4) 伝統モンゴル文字は、基本的に発音に準拠した音素文字であるが、単語を構成する際に子音と母音が結合し形態が変わる。例えば、子音は結合する母音の性(陽性・陰性・中性)によって形態が変化し、母音は単語中の位置(独立・語頭・語中・語尾)によって形態が決まる。そこで、研究では、単語単位の画像認識結果に基づいて文字単位の分割を行い、分割された各字素に対してクラスタ分類法などにより認識を行う。
- (5) また、モンゴル語文法とモンゴル文字の変形の規則を計算機内でモデリングして、それらを上記の(1)~(4)方法と組み合わせてモンゴル文字の自動認識法を開発する。

4. 研究成果

- (1) 伝統モンゴル文字の文書画像に対して、モンゴル文字が左縦書きであることを考慮して文書のレイアウトを解析し、単語ブロックの画像を検索する手法を開発した。モンゴル文字は、文字間に空白を作らない、単語の中心に基準線が現れるなどの特徴を有する。研究では、このようなモンゴル文字の特徴を生かしたアルゴリズムの設計により、従来法より高速で高精度な検索手法を実装できた。これより伝統モンゴル文字で書かれた書籍からの単語検索が可能となり、貴重な資料の利用を活性化できる。
- (2) 伝統モンゴル文字で書かれた古い資料や書籍は書記体が統一化されていない場合に、入力画像から目的の単語の形態を取得して、他の画像上で単語を検索する手法も開発した。同様に、テキスト入力による検索方法の実装し、フォントの違いや書記体の相違にも対応できるように、DP(ダイナミックプログラミング)マッチング法に基づく検索アルゴリズムを開発した。これより資料からの必要な情報を効率よく検索できる事が期待される。
- (3) 研究背景で述べたように、伝統モンゴル文字には標準的な電子化方式が確立されておらず、文字入出力に関する研究が遅れている。本研究では、文書画像データや検索結果等を入出力するインター

フェースの開発も行った。システムの概要を図1に示す。

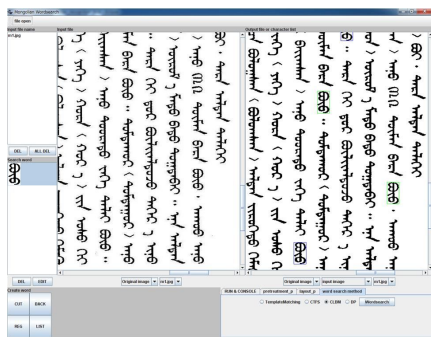


図1. 単語検索システムのUI

- (4) 伝統モンゴル語の単語から文字を構成する要素パターン(以下、字素パターンと呼ぶ)の特徴量を抽出して、各要素の特徴を Adaboost 法により学習する手法を開発した。具体的には、各字素の画像から線画像を抽出し、線画像上の任意の2点間の相対ベクトルを特徴量として特徴量空間にプロットし、Adaboost 法により要素のクラス分類をおこなう手法の開発である。
- (5) モンゴル語の文法の規則性を考慮した文字認識手法を検討した。伝統モンゴル文字は、基本的に発音に準拠した音素文字であるが、単語を構成する際に子音と母音が結合し形態が変わる。例えば、子音は結合する母音の性(陽性・陰性・中性)によって形態が変化し、母音は単語中の位置(独立・語頭・語中・語尾)によって形態が決まる。そこで、本研究では、単語単位の認識結果に基づいて文字単位の分割を行い、分割された各字素に対してモンゴル語文法の規則性を適用して、文字認識する手法を開発した。
- (6) 本研究の遂行過程で蓄積されたノウハウをモンゴル文字のデジタル化・オンラインでの情報交換に活用することで、伝統文字の普及活動への貢献が期待される。
- (7) 今後は、伝統モンゴル語における文体・単語・文字・字素の学習用データベースの構築とそれらの出現確率と推移確立などの統計的特徴の取得、とうが望まれる。文字や字素の統計的データベースを構築すれば、文字の自動認識システムにおける利用が展望できる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計8件)

Satoshi FUJII, Baigalmaa TSAGAAN, Hiromasa NAKATANI, "Markerless Recognition of Piano Fingering," Joint Conference of the Inter.

Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) and the Inter. Forum on Medical Imaging in Asia (IFMIA), CDROM, pp.1-4, 2015(査読有)

Tsagaan B, Nakatani H, "A fast registration of 3D shapes using nearest neighbor point field," Proceedings of 4th IEEE Inter. Workshop on Image Electronics and Visual Computing (IECV), 2P-3, pp.1-4, 2014(査読有)

Tsagaan Baigalmaa, 中谷広正, "勾配の対称性を考慮したハフ変換による円検出," 画像ラボ, vol.25(6), pp.30-35, 日本工業出版, 2014(商業誌・査読無し)

ツァガーン バイガルマ, 山田哲也, 林部敬吉, 中谷広正, "VRを用いたカエルの解剖実習システムの開発," 日本 e-Learning 学会誌, Vol.14, pp.6-13, 2014(査読有)

北山友裕, Tsagaan Baigalmaa, 中谷広正, "勾配方向の対称性を利用した円検出法," 電子情報通信学会論文誌, J96-D(9), pp.2007-2009, 2013(査読有)

Oshiro H, Tsagaan B, Nakatani H, "Word search method for traditional Mongolian script," IIAI Inter. Conf. on Advanced Applied Informatics, pp.293-294, 2012(査読有)

Oishi T, Tsagaan B, Nakatani H, "Analysis of shrimp's mating motion using CHLAC feature," IIAI Inter. Conf. on Advanced Applied Informatics, pp.291-292, 2012(査読有)

Kamisoyama Y, Tsagaan B, Sugiyama T, Nakatani H, Kitahashi T, "Image feature extraction from tea leaves for measuring the degree of the steaming," IIAI Inter. Conf. on Advanced Applied Informatics, pp.295-296, 2012(査読有)

[学会発表](計4件)

畑裕介, ツァガーンバイガルマ, 中谷広正, "脳波に基づく Web ユーザビリティ評価," 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集, N2-5, 2014年9月8(発表), 9日 中京大学名古屋キャンパス(愛知県名古屋市)

藤井聡, ツァガーン B, 中谷広正, "鍵盤楽器のためのマーカレス運指認識," 情報学ワークショップ(WiNF2013)論文集, pp.46-49, 2013年11月30日, 愛知工業大学(愛知県名古屋市)

大石貴仁, ツァガン B., 中谷広正, " 道具とジェスチャの認識によるプレゼンテーション支援システムの開発に関する検討," 情報学ワークショップ (WiNF2013) 論文集, pp.42-45, 2013 年 11 月 30 日, 愛知工業大学 (愛知県名古屋市)

大城央, ツァガン B., 中谷広正, "伝統モンゴル文字の中心線に基づく単語検索," 情報学ワークショップ (WiNF2013) 論文集, pp.50-53, 2013 年 11 月 30 日, 愛知工業大学 (愛知県名古屋市)

〔図書〕(計 1 件)

B. Tsagaan, H. Nakatani, "Image Processing in Medicine," Chap. 5 in Advances in Reasoning-Based Image Processing Intelligent Systems, ISRL 29, R. Kountchev, K. Nakamatsu, Eds., pp.127-146, Springer Verlag, Berlin, 2012

6 . 研究組織

(1)研究代表者

ツァガン バイガルマ (Tsagaan Baigalmaa)
静岡大学・情報学研究科・助教
研究者番号： 00595564