

伝統的モンゴル文字文書のデジタル図書館に関する研究

ハルタルフー・ガルマーバザル (グローバルCOE 研究補助員)

E-MAIL : garmaabazar@gmail.com

前田 亮 (立命館大学情報理工学部)

E-MAIL : amaeda@is.ritsume.ac.jp

1. はじめに

近年、インターネットの普及によりデジタル化された情報がだれにでも利用できるようになった。その中でインターネットと図書館を結びつけたデジタル図書館が注目されている。様々な文化的資料のデジタル化や保存に関する研究が行われている。しかし、古い文書は現代の文書に比べ、デジタル化されているものが多くはない。

現在、モンゴル国立図書館の蔵書は約400万冊である。その中の一部には手書きの資料がある。モンゴル国立図書館のモンゴル研究・マニユスクリプト書庫では約50,000冊の非常に貴重な資料が保存されている。その中の約21,100冊の蔵書が13世紀から17世紀にかかわる文献である。しかし、ほとんどの資料が蔵書登録されておらず、登録されていてもタイトルが実際の本のタイトルと違ったり、本のタイトルが不明であり、保存や管理が不足しているなどの問題が残っている^[1]。社会主義時代であった90年代までは、モンゴル史を研究する限られた人数の研究者しか利用していなかったが、最近では利用者が増えつつある。

このような貴重な資料のモンゴル国立図書館での保存状態が悪いため、利用・公開することが不可能になり、直ちに解決すべき問題となっている。図1.1にモンゴル国立図書館内の様子を、図1.2にモンゴル国立図書館で保存されている書籍の例^[2]を示す。1951年に建築された図書館の建物は室内の温度・湿度を調節できず、書庫内の湿

度を上げるために、水がはられた「たらい」が数箇所に置かれているのが現状である。

一方、モンゴルでも書籍のデータベース作成、保存管理に関してコンピュータによる最新技術を取り入れる動きが始まった。モンゴル国政府の方針では、利用者レベル要求として、使いやすいこと、直ちに結果が出ること、そして現在モンゴルで一般的に使われているオペレーティングシステムにて動作し、さらにそのオペレーティングシステムの更新バージョンにて動作することを条件としている。



図1.1 モンゴル国立図書館内



図1.2 他の文字で書かれた書籍の例

本研究の目的は、800年の歴史を持つ伝統的なモンゴル文字で書かれた古文書をデジタル化し、アクセス可能にするために使用できる手法を開発することである [3] [4] [5] [6]。そのために伝統的モンゴル文字で書かれた文書のデジタル図書館を構築する。このシステムでは、伝統的モンゴル文字の文書を現代モンゴル語で検索する手法を提案する。この際、既存のUnicode規格のみでは対応できないため、Unicodeにおける基本文字から私用領域を使う表示用文字に変換するコード変換手法を提案する。これらの手法を、既存のGreenstoneデジタル図書館システムに実装した。

2. モンゴル語

2.1 伝統的モンゴル文字と現代モンゴル語

モンゴル国、中国及びロシア連邦の複数の地域に住んでいるモンゴル人の間ではモンゴル語が使用されている。モンゴル語はアルタイ言語の一つである。モンゴル語には独特の伝統的モンゴル文字（以下モンゴル文字と表記）とキリル文字の現代モンゴル語（以下キリル文字と表記）を使用したモンゴル語の2つのスクリプトがある。

モンゴル文字の起源はセム系文字の一種であるアラム文字になる。アラム文字からソグド文字が形成され、8世紀ごろ、ソグド文字からウイグル文字が形成された。

13世紀にチンギス・ハーンがモンゴル帝国を築いたとき、ウイグル文字を借りてモンゴル語を表した。モンゴル族はPhags-pa、TodoおよびSoyomboのようないくつかの書記体系を作り、使用してきた [7]。

本研究ではモンゴル文字のみを扱う。モンゴル文字は表音文字である。モンゴル文字の文字集合は子音文字が27文字、母音文字が8文字で合計35文字からなる。図2.1にモンゴル文字の文書の例を示す。図2.1と同じ内容のキリル文字の文書の例を図2.2に示す [8]。



図2.1 伝統的モンゴル文字の文書の例



図2.2 キリル文字の文書の例

モンゴル国では1946年からキリル文字が公式に使用される文字になった。ロシア語のキリル文字集合に、モンゴル語固有の母音をあらわす θ と γ の2文字が追加されている。文字集合は母音文字13文字、子音文字20文字、記号2文字の35文字からなる。語順は日本語と同じく、主語-補語-述語のSOVである [9]。

伝統的モンゴル文字と現代モンゴル語の話し言葉が異なることである。したがって、現代モンゴル語からモンゴル文字へのテキストへの変換が重要である。

2.2 Unicode規格

モンゴル文字の文字コードはUnicode規格のコード領域1800-18AFに登録されている^[10]。しかし、これはモンゴル文字情報処理の問題を解決するに十分でない。

モンゴル文字の書記体系はCJKの書記体系と共通点があり、西洋書記体系とかなり異なる。CJKとは、Chinese（中国語）、Japanese（日本語）、Korean（韓国語）の頭文字を取り、主に東アジアの言語を総称するときソフトウェアの国際化の分野の用語として用いられる。モンゴル文字は縦に書かれるが、日本語と違い左から右に行が進行する。また、モンゴル文字は単語中の位置によって異なる形をとる（図2.3）。これらは独立形、語頭形、語中形および語尾形である（図2.4）。また、ある子音が母音と結合し、弓形の形態をとる場合もある（図2.5）。Unicode規格には基本文字セット、句読記号と数字のみが登録されている^[11]。

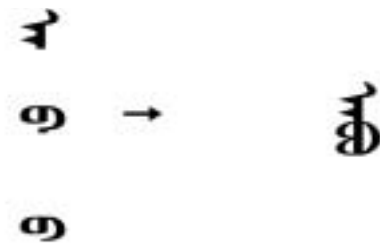


図2.3 伝統的モンゴル文字単語の形成

Mongolian letter (mnemonics)	Initial	Initial	Medial	Final
ᠠ (A)	ᠠ	ᠠ	ᠠ	ᠠ
ᠡ (OE)	ᠡ	ᠡ	ᠡ	ᠡ
ᠢ (I)	ᠢ	ᠢ	ᠢ	ᠢ

図2.4 伝統的モンゴル文字の形

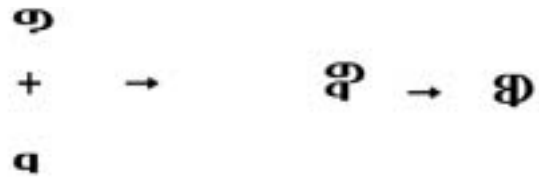


図2.5 伝統的モンゴル文字の結合字

3. 関連研究

3.1 テキスト検索のための伝統的モンゴル語の電子化方式

筑波大学の満らはモンゴル文字のテキスト検索に関する研究を行っている^[12]。伝統的モンゴル語と現代モンゴル語の表記規則に基づいた文字単位で相互変換する翻字手法を提案している。まず、原言語テキストから単語抽出、助詞処理、長母音処理を行い、文字変換を正字法に適用し目的言語テキストを出力するような複雑な処理を行っている。この研究では、ローマ字転写による電子化方式を採用しており、現代モンゴル語による検索には対応していない。

4. モンゴル文字の処理に関する問題点

モンゴル文字の情報処理においては、その特徴から以下の問題が挙げられる。

現在、Microsoft Office 2007で使用できるモンゴル文字のIMEが出ているが、制御記号が使用されてないため、弓形字や母音の違い及び表示が不完全である。また、モンゴル文字に対応した一般向けのWebブラウザは存在しない。また、モンゴル文字は縦書きで、行が左から右に進行する。現在のHyperText Markup Language (HTML) およびCascading Style Sheets (CSS) は右から左に行が進行する言語には対応しているが、モンゴル文字には対応していない。

モンゴル国でキリル文字が導入されて以来、モンゴル文字と現代モンゴル語の話し言葉が変化してきており、モンゴル語の情報処理に大きな問題を引き起こしている。また、現在使われているモンゴル文字のフォントには異型字と結合字が含ま

れていないため、Unicodeフォント (Mongol_Script.ttf) ではモンゴル文字の正しい表示には不十分である。

5. 伝統的モンゴル文字文書のデジタル図書館

5.1 システムの概要

ここでは、本研究で提案する、キリル文字の入力によって伝統的モンゴル文字の文書の検索を可能にするデジタル図書館の構築について述べる。入力に関してキリル文字だけではなくラテン文字を用いることも挙げられる。実際にはキリル文字よりラテン文字の方がモンゴル文字を表現しやすいと考えられる。本システムではキリル文字を採用しているがラテン文字に対応することも容易である。

5.2 Greenstoneデジタル図書館システム

本研究ではニュージーランドのWaikato 大学で開発されたGreenstoneデジタル図書館 (GSDL) システムを使用する^[13]。GreenstoneシステムはUnicode規格に対応した、デジタル図書館コレクションの構築や配布のための多言語オープンソースソフトウェアである。現在、このソフトウェアはデジタル図書館システムとして最も普及しているものである。

6. 提案するシステムの構成

本研究では、利用者が最も利用しやすい環境を考慮した検索手法を提案する。第2章で説明したようなモンゴル文字の特徴を踏まえ、第4章で述べたモンゴル文字情報処理に関する過去の研究と異なる手法によるデジタル図書館システムを提案する。このシステムでは、利用者がキリル文字の検索キーワードを入力すると、変換部により現代モンゴル語の検索質問に変換され、翻訳部に送られる。ここで、検索質問を単語に分割し、辞書により伝統的モンゴル文字の単語に変換する。これを用いてGreenstoneシステムで検索が行われ、

最終的に伝統的モンゴル文字文書の検索結果が表示される。

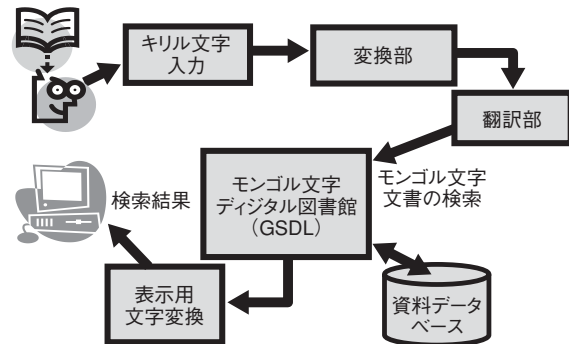


図6.1 伝統的モンゴル文字文書のデジタル図書館の構成

表示はUnicode規格の私用領域に含まれる表示用文字と結合字を使用して行う。システムの全体構成を図6.1に示す。

6.1 変換部

ここで変換部におけるコード変換について説明する。デジタル図書館において、検索インタフェースは最も重要な構成要素の一つである。本システムでは、既存のIME (Input Method Editor) を利用し、現代モンゴル語のキーワードを入力する。IMEとは、Windowsシステム上で日本語や中国語など、文字の多い言語で入力を行うために必要な変換ソフトウェアである。利用者はキリル文字のアルファベットでキーワードを入力する。

例えば、「аврага」(「優勝者」) と発音され、モンゴル文字で「абыргы」と書かれる単語を入力すると、「абыргы」を含んでいる文書を検索し、それが正しいかを調べ、データベースからこの単語を含んでいるすべての文書を検索結果画面に縦書きで表示する。検索語の変換例を図6.2に示す。現在は使用していないが、今後この処理において現代モンゴル語とモンゴル文字の辞書を使用する予定である。







図6.2 伝統的モンゴル文字の変換インタフェース




6.2 翻訳部

第2節で述べたように、モンゴル文字の字は単語中で異なる形をとる。正字法に基づく場合、以下の(1)～(10)の変換条件を以下に挙げる^[14]。




(1) 単語中の位置

単語中の位置によって文字の形が変わる。「」(a)は語頭に入ると「」、語中に入ると「」、語尾に入ると「」の形をとる。






(2) 音節中の位置

文字は単語の同じ位置にあっても、その音節中の位置が異なる場合は異なる形をとる。モンゴル文字の「」(h)子音は一つの音節の中に入ると語頭であれば「」、音節の終わりに入ると「」の形になる。




(3) 音節中の単語中の位置

文字は語中に入るとその音節が単語のどの位置にあるかによって異なる形をとる。モンゴル文字の「」(y)母音は同じ語の中に入るとその音節が語頭の場合「」の形、語中の場合「」の形をとる。




(4) 前の文字による制限

文字はその文字の前に書かれた文字によって異なる形をとる。モンゴル文字の「」(r)文字は、「」(c)と「」(x)の後ろに入ると「」ではなく、「」の形をとる。

(5) 母音の発音の特徴





文字はその文字が入った単語の母音の発音によって異なる形をとる。モンゴル文字の「」(r)は大音声の母音の場合「」、空の発音の場合「」になる。

(6) 2つの語根



モンゴル文字の場合、特に人名、地名は2つの語根からなる。そのため、2番目の語根の語頭文字は特別な形をとる。「」(金山)のような単語の2番目の「」(a)は「」ではなく

「」である。


(7) 結合・切り分けた書き方の制限

文字は語中で結合する書き形独立形とその独立グリフで書かれる場合がある。モンゴル文字の「」(u)は、単語の語幹につなぐ「」のような形を持っている。また、切り分けて書く「」、独立グリフ「」がある。

(8) 前後の文字の書き方の特徴制限

「」のような弓形の子音文字で始まる音節がある。その音節中の母音と子音は基本形と異なっている。基本形でつなぐと「」の形になる。

(9) 単語の意味の使い分け

モンゴル語には、発音が似ている単語のある文字を異なる形で書き、意味を使い分けする場合がある。たとえば「」(月様、月)等である。

(10) 時代や書者の特徴

モンゴル文字の「」(halagun、暑い)と書く単語は、昔「」(galahun)と書かれていた。

以上(1)～(10)をモンゴル文字の基本変換条件としてコード変換に用いる。

6.3 表示用文字変換

Unicode規格には基本文字セット、句読記号、数字が登録されている。検索を簡単にするため、本システムではUnicode規格の基本文字で文書を保存し、索引付けを行った。Unicode規格の私用領域を使用するようにMongol_Script.ttfを修正した。このフォントを用いて異形字や結合字を表示する(図6.3)。

Unicode規格では、符号化される単語の曖昧性を解消するために制御記号が使用される。この制御記号は自由選択記号“FVS”(Free Variation Selector)と“MVS”(Mongolian Vowel Separator)からなる。“MVS”は母音が独立形をとる場合に使用される(図6.4)。“FVS”の使用例を図6.5に示す。

基本文字と制御記号を使用することで、モンゴ

ル文字を正しく表示することができる。これはモンゴル文字デジタル図書館を実現する上で非常に重要である。

6.4 システムを利用するための準備

本システムにおいてモンゴル文字の表示に必要なフォントは、システムのメインページからダウンロードが可能になっており、容易にインストールできる。また、本システムはWebブラウザ上で動作するため、新たにソフトウェアをインストールする必要はない。また、キリル文字入力に関しては、Windowsの場合「テキスト入力言語」の設定をモンゴル語のキリル文字にするだけで良い。

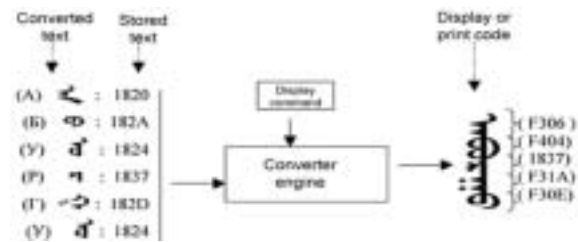


図6.3 「表示用文字変換」における伝統的モンゴル文字の変換

With MVS		Without MVS	
Character sequence	Display	Character sequence	Display
ᠰ	ᠰ	ᠰ	ᠰ
ᠰ	ᠰ	ᠰ	ᠰ

図6.4 “MVS” (Mongolian Vowel Separator) の使用例

Character sequence	Display
ᠰ	ᠰ
ᠰ	ᠰ

図6.5 “FVS” (Free Variation Selector) の使用例

7. コレクションの作成

7.1 『アルタン・トブチ』

この書籍は1604～1628年の間に書かれたと認定

されている^[15]。チンギス・ハーンとモンゴル帝国を書いた『モンゴル秘史』(元朝秘史)の次のモンゴル史に関する貴重な資料である。チンギス・ハーンの前祖から17世紀初頭までの歴史が書かれている。

『アルタン・トブチ』に書かれたモンゴル史は時代的にモンゴル帝国時代(XIII～XIV)と政界分裂時代(XV～XVII)に大きく分けられる。特に、政界分裂時代であるXV～XVII世紀ごろのモンゴル史が適切かつ明確に書かれていることが歴史研究に重要である。

この書籍の体裁は、37×7.5センチサイズの少々厚めの紙に、黒と赤の墨を使い、30×5.5センチのフレームの中に29行で書かれた、164枚の経典式の本である。

字の形はほとんど変化せず、竹のペンで丁寧に書かれている(図7.1)。



図7.1 『アルタン・トブチ』のページ

Unicode規格に対応した伝統的モンゴル文字のIMEが未だに存在しないため、モンゴル文字デジタル図書館に用いる『アルタン・トブチ』のテキストデータ作成は人手で行い、多くの時間と労力を費やした。

モンゴル文字コレクションを作成する際に、Greenstoneシステムの基本ソースコードやマクロファイルは一切変更せず、自らが作成した機能やマクロファイル(図7.2と図7.3)をそれぞれ実装した。マクロファイルは主に、キリル文字からモンゴル文字に変換する部分および基本変換条件を調べる2つの部分からなる。



図7.2 システムの機能のメイン画面



図7.4 伝統的モンゴル文字文書のGreenstoneコレクション



図7.3 マクロファイルの画面

7.3 検索の例

キリル文字からモンゴル文字への変換は文字単位で行う。モンゴル語は分かち書きされるため、空白によって単語が抽出される。コレクションの一部を図7.4に、キリル文字による検索語の入力画面を図7.5に示す。現在、キリル文字入力からモンゴル文字検索語に変換し、検索を行っている。図7.6に変換されたモンゴル文字の検索語、図7.7に検索に用いる単語の選択画面を示す。現在、選択が一つになっているが、モンゴル文字の辞書が使用できるようになった際には複数の単語の中から選ぶことができるようにする予定である。図7.8に検索結果、図7.9に検索された文書の例を示す。



図7.5 キリル文字による検索語の入力画面



図7.6 伝統的モンゴル文字による検索語



図7.7 検索に用いる単語の選択画面



図7.8 検索結果画面



図7.9 検索された文書

8. 評価実験

8.1 検索実験

『アルタン・トブチ』のコレクションに対してキリル文字の検索語を用いた文書検索の実験を行った。

8.1.1 実験方法

6.2節で説明した基本変換条件にしたがい、主に名詞を用いて検索を行う。検索を行う単語抽出などの処理はGreenstoneシステムのデフォルト設定機能で対応している。モンゴル語の単語は分かち書きされるため、空白によって単語が抽出される。

8.1.1 実験結果

最も基本規則になる変換条件を調べ、キリル文字による検索語入力を用い、検索を行った。そして、『アルタン・トブチ』の文学研究書に掲載されている単語リストと検索された単語回数を比較した。全文書中に20回以上現れる単語が127個ある。その中から名詞と数字名を用いて行った検索語の一部を表8.1に示す。

表8.1：検索に用いたキリル文字の例

キリル文字	モンゴル文字(日本語意味)	回数
Эзэн	ᠡᠵᠡᠨ (主人)	146
Жил	ᠵᠢᠯ (年)	86
Энэ	ᠡᠨᠢ (この)	86
Зарлиг	ᠵᠠᠷᠯᠢᠭ (命令)	65

本研究で取り上げたキリル文字からモンゴル文字に変換する基本変換条件をほぼ正しく行うことができた。今後、モンゴル文字の辞書が入手できれば、曖昧性が解消され、他の正字法や不規則な単語を用いた検索が可能になる。

8.2 利用者評価実験

モンゴル語を母語とするモンゴル人の被験者9名に対して利用者評価実験を行った。A~Eはモンゴル文字を読める日本に留学している学生、F

～Iはモンゴルに居住しているモンゴル語・モンゴル文字の研究者らである。この実験はモンゴル文字の他の変換手法に比べ、どのような利点があるかを利用者に評価してもらい、システムの有用性を調べるための実験である。

この実験は、現在の公用文字であるキリル文字の検索語を用いてモンゴル文字で書かれた文書を検索する手法にどのような利点があるかについて、客観的な立場から利用者に評価してもらう。利用者自身が求めている結果であったかを満足度で表し、表8.2に示す5段階で評価してもらった。

調査する項目としては、

- キリル文字のキーワードによる検索
- モンゴル文字の文書を検索する際にこの手法の有用性
- 全体的に表示された画像の表示
- 全体的に表示された文書の表示
- 他の手法と比較した有用性
- システム全体の評価

の6項目についてである。また、システムに関しての意見、改善すべき点について評価してもらった。

8.2.1 実験の結果

表8.3の結果より、どの項目においても検索手法およびシステムが高く評価されていることがわかる。また、モンゴル文字文書のデジタル図書館システムを利用した感想を聞くと、「現在アクセスできなくなっている古文書を利用することができた」「画像の表示が大変よくできているので現物を見たようでよかった」などの良い意見が出

された。しかし、文書が横に表示されている点については評価があまりよくなかった。

表8.2:満足度の評価基準

満足度	点数
非常に良い	5
良い	4
普通	3
悪い	2
非常に悪い	1

9. 考察

ここでは、Greenstoneシステムにおけるモンゴル文字文書のデジタル図書館およびキリル文字の検索語を用いた検索手法について考察する。

利用者評価実験の結果から、古文書のデジタル図書館を利用することで古代史の理解が深まり、古文書の画像を見ることができデジタル図書館の要求が常に高いことがわかった。

利用者評価について考察すると、評価項目の中で満足度が一番良かったのは画像の表示であった。この項目は満点の5点であったので利用者に重要な情報が分かりやすく伝えられたのではないかと考えられる。



また、評価が悪かったのものとして文書の表示が挙げられる。理由としては、本来縦に表示すべきものがブラウザ上では横に表示されていること

表8.3：利用者評価の結果

評価項目	評価者									平均
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
キリル文字のキーワードによる検索	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4.6
モンゴル文字文書を検索する際にこの手法の有用性	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4.5
全体的に表示された画像の表示	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
全体的に表示された文書の表示	4	4	4	4	3	5	5	5	5	4.3
他の手法と比較した有用性	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4.6
システム全体の評価	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4.7

が考えられる。CSS3ではウイグル文字とモンゴル文字の範囲を明示して書字方向（writing-mode: tb-rl）を指定する規格ができていますが、ブラウザによってまだ対応していない。

全体的な評価として、高い評価が得られた。現在の利用者側から見るとキリル文字の検索語を用いることが大変良かったと考えられる。これより、このシステムは利用者には有用な情報を与え、『アルタン・トブチ』という書籍を読むことでモンゴル史に関する情報が得られると考えられる。

しかし、全文検索においてモンゴル語の正字法や文法などを考慮した上でキリル文字からモンゴル文字への変換を処理しなければならない。モンゴル文字の辞書が存在しない現段階では完全な変換が困難となっている。例えば、モンゴル文字では地球の月は「」、年月日の月は「」と書かれる。しかし、キリル文字ではcapと発音され、この発音通りに書かれる。この場合は、辞書を使って意味を調べ、検索する必要がある。

10. おわりに

本研究では、モンゴル文字文書のデジタル図書館の構築について述べ、利用者実験を行った。現代モンゴル語のキーワードでモンゴル文字のテキストを検索するシステムを提案し、それに必要なモンゴル文字テキストの表示および変換方法について説明した。また、モンゴル語の特徴について解説し、基本変換条件を検討した。

キリル文字文書のデジタル図書館は存在するが、近年モンゴル文字のデジタル図書館の利用ニーズが高くなっており、実装が強く要求されている。

Greenstoneシステムにおけるモンゴル文字文書のデジタル図書館を実装し、モンゴル文字の表示や、キリル文字からモンゴル文字に変換する基本変換条件に対応した機能が正しく動作している。しかし、現状では検索語として名詞のみしか

扱えない。現在、デジタル図書館といっても一つの文書を対象にしているため、文書を増やすことが重要である。

提案したシステムの利用により、Unicode規格に登録されたモンゴル文字の利用が活発になると考えられる。ただし、Unicode規格に対応したモンゴル文字のIMEが存在しないため、モンゴル文字文書のデジタル図書館のテキストデータ作成を人手で行う必要があり、相当の時間と労力がかかる。今後の課題の一つとして、モンゴル文字テキストの入力方法の開発が挙げられる。また、モンゴル文字の辞書が実現できれば、モンゴル文字の他の正字法や不規則な単語に適用し、曖昧性などの問題が解決される。

実験では基本変換条件にしたがうキリル文字検索語による検索ができることを確認した。利用者実験では、キリル文字入力を使用し検索を行う手法がとても良かったという点からシステムとしては高い評価が得られた。

Greenstoneシステムの最新の技術であるページめくり（page turning）機能を適用することも考えられる。モンゴル文字の経典は、ページめくりが普通の本と異なり、下から上へとページめくりがされる。また、この研究ではモンゴル文字のみを扱っているが、モンゴル文字から形成された他のスクリプトにも適用可能かどうか検討が必要である。

さらにモンゴル文字の歴史書に登場する人名や地名の検索方法、意味による検索手法の実現が歴史的な研究にも役に立つと考えられる。

このシステムを広く公開することで、図書館に保存されている貴重な資料の利用が活性化でき、またモンゴル国だけではなく世界のさまざまな国にいるモンゴル人が利用できるようになることが期待される。

参考文献

- [1] Тунгалаг, Д.: “Монгол улсын Үндэсний номын сан дахь монголын түүхийн гар бичмэлийн номзүйн судалгаа”, 1-р боть, Тайм принтинг, 2005. (モンゴル語)
- [2] Сэржээ, Ж.: “Монголчуудын номын өв”, 2001. (モンゴル語)
- [3] Garmaabazar, Kh., 前田亮: 伝統的モンゴル文字文書の現代モンゴル語による検索手法の提案, 第5回情報科学技術フォーラム 一般講演文集第4分冊, pp.397-398, 2006.
- [4] Garmaabazar, Kh., Maeda, A.: “Retrieval Technique with the Modern Mongolian Query on Traditional Mongolian Text”, In Proceedings of the 9th International Conference on Asian Digital Libraries (ICADL2006), pp.478-481, 2006.
- [5] ハルタルフー ガルマーバザル, 前田亮: 伝統的モンゴル文字文書のデジタル図書館の構築, 人文科学とコンピュータシンポジウム (じんもんこん2006) 論文集, pp.319-326, 2006.
- [6] Garmaabazar, Kh., Maeda, A.: “Building a Digital Library of Traditional Mongolian Historical Documents”, In Proceedings of the 7th ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL 2007), pp.483, 2007.
- [7] 三上善貴: 「文字符号の歴史—アジア編—」, 共立出版, 2002.
- [8] Чоймаа, С.: “Монгол бичиг”, Сурах бичиг, Улаанбаатар, 2002. (モンゴル語)
- [9] Enkhbayar, S., 宇津呂武仁, 佐藤理史: 音韻論的・形態論的制約を用いたモンゴル語形態素解析, 情報処理学会研究報告, 2004-NL-164, pp.41-46, 2004.
- [10] The Unicode Consortium: “The Unicode Standard 4.0”. Addison-Wesley, Boston San Francisco New York, 2003.
- [11] Erdenechimeg, M., Moore, R., M., Namsrai, Yu. : “UNU/IIST Technical Report No.170 – Traditional Mongolian Script in the ISO/Unicode Standards”, 1999.
- [12] 満都拉, 藤井敦, 石川徹也: 伝統的モンゴル語の電子化方式とテキスト検索への応用, 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol. J88-D-II, No.10, pp.2102-2111, 2005.
- [13] Greenstone Digital Library Software: <http://www.greenstone.org/>
- [14] Насан-Урт, С.: “Монгол хэл бичгийн сураг занги боловсруулах онол практикийн зарим асуудал”, 2004. (モンゴル語)
- [15] Чоймаа, С.: “Хаадын хураангуй алтан товч”, Эх бичгийн судалгаа, 2002. (モンゴル語)
- [16] Ian, H. W., David, B.: “How to Build a Digital Library”, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California, 2003.
- [17] Ian, H. W., Alistair, M., Timothy, C. B.: “Managing Gigabytes”, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California, 1999.