

学術論文閲覧支援インタフェースの試作

前野 明子[†] 太田 学[†] 高須 淳宏^{††}

[†] 岡山大学大学院自然科学研究科 〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中 3-1-1

^{††} 国立情報学研究所 〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2

E-mail: [†]{maeno, ohta}@de.cs.okayama-u.ac.jp, ^{††}takasu@nii.ac.jp

あらまし iPad や Nexus といったタブレット端末、また Kindle や kobo 等で代表される電子書籍端末が普及したことにより、電子媒体で文書を読むことが以前よりも身近になった。電子書籍端末は複数の文書等を携帯する際、紙媒体よりも優位性を発揮するが、熟読する際には依然紙媒体のほうが優位である。そこで本稿では、iPad における電子文書から必要な情報を素早く参照することができる、学術論文の閲覧支援を目的とした学術論文閲覧インタフェースを提案する。提案する学術論文閲覧インタフェースは、学術論文 PDF から抽出した重要語に複数の有用な Web コンテンツへのリンクを生成し、そのリンク先のページを提示する。メディア間の移動が多い読み方に注目し、実験では本インタフェースと ibooks で、被験者が選択した単語の該当ページに到達するまでの擬似インタラクション数を比較した。その実験において、本インタフェースは他リーダーよりも少ない擬似インタラクション数で該当ページに到達することができた。

キーワード HCI, 閲覧支援, 学術論文閲覧インタフェース

A trial interface for support of browsing scholarly papers

Akiko MAENO[†], Manabu OHTA[†], and Atsuhiko TAKASU^{††}

[†] Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

3-1-1 Tsushima-naka, Kita-ku, Okayama 700-8530 Japan

^{††} National Institute of Informatics

2-1-2 Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8430 Japan

E-mail: [†]{maeno, ohta}@de.cs.okayama-u.ac.jp, ^{††}takasu@nii.ac.jp

Key words HCI, browsing support, scholarly paper browsing interface

1. はじめに

電子書籍元年とも呼ばれた 2010 年、Apple 社の iPad 等で代表されるタブレット端末、また Amazon 社の Kindle 等の電子書籍専用端末が発売された。また紀伊国屋書店の「Kinoppy」や角川書店の「BOOK ☆ WALKER」等、多くの出版社が電子書籍ストアを開設し、電子書籍供給の体制が整えられた。

2013 年の電子書籍を象徴するキーワードとして、O2O(Online to Offline) が挙げられる。講談社は BookLive と協力して紙書籍を購入すると同内容の電子書籍が無料でダウンロードできるといったサービスを開始した。三省堂と BookLive が本の表紙を読み取ると、書店の店員が描いた POP や電子書籍でその本の有無を検索するアプリケーション「ヨミ Cam」を作成した。また、株式会社トーハンは電子書籍店頭販売サービス「c-shelf」を開始するなど、オンラインとオフラインを繋げるサービスが

数多く発表された。ICT 総研がまとめた 2013 年度電子書籍コンテンツ市場の需要予測^(注1)によると、タブレット端末普及に伴い、電子書籍コンテンツ市場では 2014 年度には 1220 億円、2016 年には 1850 億円の売り上げが見込まれており、今後も電子書籍は一般に広く普及していくと考えられる。

電子書籍最大のメリットは、複数文書の一つの端末に入れて持ち歩けることである。Amazon 社の「Kindle Paperwhite」は 1000 冊以上の書籍を保存でき、「散歩するときでも、旅行に行くときでも、好きな本を家に置き忘れる心配はありません」と謳っている。実際の本棚を整理、及び管理するのはコストがかかるが、画面上の本棚を整理するのは指先一つで行える。タブレット端末及び電子書籍端末普及に伴い、読書の形態が変わりつつある。

(注1) : <http://www.ict.co.jp/report/20130626000041.html>

電子書籍の主流のファイルフォーマットにはEPUB(Electronic PUblication)とPDF(Portable Document Format)がある。EPUBは小説等、分量が多いものに多く用いられており、PDFは文書内に画像が用いられている場合や、多様なレイアウトを作成する場合など多くの用途に用いられる。Adobe Systems社のAdobe Acrobat等で代表されるPC上のPDFリーダーでは、閲覧だけではなく編集も行うことができる。そのため、著者が任意の箇所にリンクを生成することは容易であるが、読者にとってそれで十分とは限らない。タブレットやスマートフォン対応のPDFリーダーにはGood Readerがあり、ファイル管理やパスワードを付与することでセキュリティを向上させている。また、Apple社のiBooksでは指で任意文字列を選択し、すぐにその文字列でWikipediaやGoogleページを検索することができる。

学術論文のように専門性の高い文書を読む場合、専門用語等の未知語に遭遇する可能性が高い。しかし、その度に辞書を引く、ないしはWebサイトを用いて検索するといった行為は非常に効率が悪い。また、タブレット端末におけるアプリケーションは多くの場合、起動時に画面が占有される。ある未知語に対する該当ページが存在しない場合、他サイトで検索しなければならないため、ユーザのインタラクション数が増える。そこで、その語句に対する関連Webページへのリンクを自動で生成すればPDFリーダーとWebブラウザとのインタラクション数が減り、スムーズな論文閲覧が可能になると考えた。

本研究では、学術論文PDFファイルを用い、論文に出現する重要語にWeb上の有用な情報源との適切なリンクを生成する。PDFは特定の環境に依存せず、どのような環境下でも同様の状態で文章や画像を閲覧できるため、学術論文だけではなく、多くの文書に用いられている。また、フリック等のタッチ操作を用いることで、直感的な操作を実現する。

以下に本稿の構成を示す。2節で本研究に関連する研究を紹介し、3節で提案する学術論文閲覧インタフェースについて述べる。4節で評価実験について述べ、5節で本研究をまとめ、今後の課題について述べる。

2. 関連研究

2.1 論文閲覧支援システム

鉢木ら[1][2]はOCRテキストを用いた学術論文閲覧支援システムを提案した。電子化された論文の閲覧においてオンライン化のメリットが十分に生かされていないと考えた彼らは、Web資源を活用して論文の閲覧支援を行うことを提案した。文書画像から低コストで作成することができるOCRテキストを用い、二つの機能を実装した。まず閲覧論文中からの重要語を抽出し、それらの語についての解説やツールなどの有用なページへのリンクを提供した[1]。更に抽出した各専門用語で検索される論文集合とそれらに出現する重要語集合の二部グラフを作成し、HITSアルゴリズムを適用することで、関連論文をランク付けして推薦した[2]。

2.2 重要語抽出

Web上に存在する文書から重要語を抽出する方法は既に様々

提案されている。

松尾ら[3]は文書だけの情報から、語の共起に基づく統計的な指標を用い、キーワードを抽出した。対象とする文書の頻出語を取り出し、その頻出語との共起頻度を求め、その共起頻度がどの程度偏っているかでその語が重要語であるかどうかの指標とした。湯本ら[4]は出現頻度と接続頻度に注目し、専門用語を専門分野の用語コーパスから自動抽出する方法を提案した。まず単名詞バイグラムを用いた単名詞のスコアを付け、それを拡張し、連続する単名詞のスコアの平均をとることで複合名詞のスコアも定めた。そこから用語候補集合における構造の情報、コーパスにおける個別用語候補の統計的性質を組み合わせ、複合名詞が単独で出現する頻度も考慮して、重要語を抽出した。

2.3 紙媒体と電子媒体の閲覧比較

オフィス等のペーパーレス化が求められ、様々な観点から紙媒体と電子媒体での閲覧比較が行われている[5][6][7][8][9]。

柴田ら[5]は娯楽を目的とした読み方、また業務で頻繁に見られる相互参照の読み方等において紙媒体と電子媒体を比較し、電子書籍端末が紙の書籍に代替できるかを調査した。娯楽を目的とした読み方では、紙媒体での読書速度はKindleやノートPCには劣るが、ページめくりが頻発しない限りはiPadと紙媒体では認知負荷に大きな違いは見られなかった。答えを探すことを目的とした業務での読み方では、紙媒体と目次から各節へのリンクが張られたPC-Linkも同じくらい早かった。彼らはPC-Linkが最も速く作業できるものと考えた。しかし、最初にアクセスしたページに答えがない場合、目次に戻る必要があり、この処理に時間を要した。紙媒体では、被験者の多くが目次の位置に指を挟んでいたため、簡単に目次ページに戻ることができた。そのため、電子端末が現状のままで紙媒体に置き換わることはなく、紙媒体と電子媒体の利点を踏まえて住み分けをすべきであると述べている。

2.4 タブレット端末を用いたPDF閲覧システム

タブレット端末普及に伴い、それを用いた読みやすいPDFリーダーの研究も活発に行われている。

丸谷ら[10]はデジタル文章表示の手法として、ユーザのなぞり動作に応じて文章表示が読文中に動的に変化するソフトウェア「Yu bi Yomu」を提案している。文章中に登場する単語の認識や読文スピード、疲労感などを指標とし、ユーザの読文体験の効率性や快適性を検討した。

大島居ら[11]はBluetooth通信接続されたiPadを複数用い、それぞれのiPadに1ページ分のページが表示され、閲覧できるPDFリーダーを作成した。これにより、従来のPDFリーダーでは同時に1ページしか見られず、タブレット端末を横置きの状態にして縮小2ページ表示を行っても字が小さく見づらいという問題の解決を試みた。

武馬ら[12]は会議における資料管理、資料配布、情報共有、意見交換および資料保護を効果的に支援する機能を実装したシステムを作成した。

表 1 開発環境

OS	Mac OS X バージョン 10.8.5
ソフトウェア	Xcode バージョン 5.0.2
言語	Objective-C

表 2 タッチ操作

タッチ	1本の指で軽く叩く操作
フリック	指で軽くはらう操作

3. 学術論文閲覧インタフェース

3.1 概要

提案インタフェースでは、学術論文 PDF から抽出したテキストを利用して、解説ページ等の論文を閲覧する際に有用となるページを提示する。また、タッチ操作を用いることで、直感的な操作を行えるようにする。本インタフェースは、表 1 の環境で開発した。

3.2 タッチ操作

本稿で用いるタッチ操作を表 2 にまとめる。フリックをスワイプと呼ぶなど指先で行う動作には様々な呼称が存在するが、本稿では表 2 の呼称を用いる。

3.3 学術論文 PDF からのテキスト抽出

論文 PDF からテキストを抽出する際、PDF の内部構造を知る必要がある。よって、この節では PDF の内部構造、特にフォントについて述べる。PDF の内部構造は、Acrobat で容易に確認することができる。

PDF ファイルは全体的に見ると先頭部分、本体部分、末尾部分に分かれる。先頭部分には PDF バージョン、末尾にはファイルの本体部分に並ぶオブジェクトをどれでも直接呼び出せる、相互参照のコマンドが書かれている。本体部分には複数のオブジェクトが定義されている。本研究で必要となるテキストのオブジェクトを抽出する際に用いられる、フォントに着目した PDF コードが表 3 になる。

表 3 の 1 行目はテキストの始まりを示している。2 行目の Tf はフォントを指定するオペレータを示す。ここでオペレータとは処理方法を表す記号である。ここでは、ページ内の情報が存在する \Resources で定義された F13 という名のフォントを用い、12pt の大きさで表示することを示す。3 行目では、Td がフォントの開始位置のオペレータを示す。つまり、左から 4cm(4×72=288)、下から 10cm(10×72=720) が開始位置になることを示す。4 行目では、Tj がテキストのオペレータを示す。つまり、テキスト文字列「ABC」を表示する。5 行目はテキストの終わりを示している。

本研究では、まず PDF のコンテンツデータをスキャンし、指定したオペレータ、テキストデータを示す Tj をトリガーとして登録しておいたコールバック関数を呼び出し、オブジェクト、つまりテキストデータを抽出する。表 3 では、「ABC」をテキストとして抽出する。

表 3 フォントに着目した PDF のコード例

```
1: BT
2: \F13 12 Tf
3: 288 720 Td
4: (ABC) Tj
5: ET
```

3.4 重要語の抽出

3.4.1 抽出する特徴語

本研究では、英文の学術論文のテキストを形態素解析する。専門用語等の重要語はその多くが名詞かつ複合名詞であるため、1-gram だけでなく、2-gram の名詞もしくは未知語を抽出する。英語において長い熟語の場合大文字で省略される場合が多く、省略された大文字における語にはスペースがないので、一語として抽出される。例えば、statistical machine translation は SMT として省略され、SMT systems として扱われる。よって、重要語として抽出する複合名詞は 2-gram を対象とした。形態素解析には Objective-C の NSLinguisticTagger class を用いた。NSLinguisticTagger class では各単語ごとに品詞を決定する。そのため、複合名詞は以下のアルゴリズムを用いて抽出する。

(1) 形態素解析したテキストをテキストごとに 2-gram ずつに分割する

(2) 2-gram の中で名詞もしくは未知語が含まれるものを抽出する

(3) 2-gram の中で、前置詞、冠詞、接続詞が含まれるものを除外する

上記により得られた形態素 2-gram の最後の形態素が名詞、もしくは未知語である場合に複合名詞とする。

3.4.2 重要語の選択

本稿では出現頻度により注目し、1-gram の名詞及び未知語と 3.4.1 節の方法で得られた形態素 2-gram を重要語として選択した。

3.5 解説ページ検索

Wikipedia, Weblio, Google を用いて重要語について解説しているページを検索する。

本研究では、重要語の有用なリンクの先の一つとして、オンライン百科事典である Wikipedia^(注2) を用いる。Wikipedia にはオンライン百科事典として、多くの重要語が解説されているためである。

また、オンライン辞書である Weblio^(注3) もリンク先とする。Weblio は和英及び英和辞書において、Wikipedia に掲載されていない複合語等の重要語も解説されている。

同様に、検索エンジンサイトの Google^(注4) も用いる。Wikipedia 及び Weblio に解説ページがない場合でも、予めクエリを Google の検索エンジンに入力しておくことでユーザのインタラクション数を減少させることができるためである。

(注2) : <http://en.wikipedia.org/wiki/>

(注3) : <http://ejje.weblio.jp>

(注4) : <https://www.google.co.jp>

Wikipedia は、文化、歴史、社会、テクノロジーといった多岐の分野に渡り、解説ページが作成されている。本研究の実験で用いた学術論文では情報工学、通信工学等の分野を扱うが、そういった分野においても数多くの語が収録されている。そこで、提案インタフェースでは、MediaWiki API^(注5) を用いて重要語の Wikipedia 記事を取得する。記事から該当ページの URL を抽出し、リンクを生成する。

重要語の記事が Wikipedia 内に存在しない場合がある。特に学術論文で用いられる複合語は、存在しない場合が多い。そのような場合に備え、Weblio 及び Google に重要語をクエリとして渡し、検索結果の URL を取得する。

Weblio は 76 種類の英和及び和英辞典であり、463 万語の英語と 507 万語の日本語を一度に検索できる。通常の辞書では掲載されていないような複合語の意味も掲載されており、有用なリンク先と考えた。

3.6 学術論文閲覧支援インタフェースの実装

実装したインタフェースの実行画面を図 1 に示す。図 1 の 1 列目上から 2 番目の実行画面において、左側で 1 ページ分の学術論文が画像データとして表示されており、右側には何らかのリンク先をもつそのページ内の重要語が表示されている。以降、学術論文画像データが表示されているページを論文部、重要語が表示されているページを重要語部と呼ぶ。論文部では、左右にフリック動作を行うとページがスライドする。重要語部には、抽出された 20 の重要語にリンクが付与され、網かけされた状態のラベルが並べられている。重要語部の見出し語の Wikipedia 記事が存在する場合には緑色、存在しない場合は黄色で網かけされている。ラベルに対して上にフリックを行うと、Wikipedia の該当ページに移動する。下にフリックすると、重要語が入力された状態の Google の検索結果ページに移動する。右にフリックすると、重要語が入力された状態の Weblio の該当ページに移動する。

4. 評価実験

4.1 実験概要

小説を読むときのような娯楽を目的とした読み方は、後戻りの少ない連続的な読み方である。これに比べ、学術論文等の専門性の高い文書においては、専門用語の意味を検索したり、他ページに戻って内容を確認する等、閲覧の際には異なるページ、また複数文書やメディア間の移動が多い。日本人が英語論文を閲覧する際には、単語の意味を調べることが頻繁に生じるため、日本語論文を読む場合よりもメディア間の移動が多く生じる。タブレット端末を用いて意味を調べる場合、インターネットに接続する環境があれば検索サイトで検索を行う場合が多い。よって、このようなインタラクション数を減らすことができれば、論文理解の時間短縮になる。そこで、インタラクション数に注目して実験を行った。

4.2 実験方法

岡山大学工学部情報工学科の四年生 3 名と同大学院自然科学

研究科の大学院一年生 3 名に NTCIR-9 PatentMT の論文の一つである Jeff ら [13] の論文を読ませ、論文を理解するために、調べなければ支障を来す語を選択させた。被験者が選択した語を元に本インタフェースと比較対象として iPad 用の電子書籍閲覧用アプリケーションの一つである ibooks を用いて擬似インタラクション数を数え、比較した。擬似インタラクション数とは、本実験で定める方法で解説ページに辿り着くまでのユーザの操作回数とする。

ibooks では、文章をタッチするとタッチされた部分の最も近い単語が青く網かけされる。その後選択範囲を変更することができ、テキストのコピーや削除ができる。選択及び入力された文書内に存在する文字列や日本語の Wikipedia ページや Google での検索、辞書を用いて意味調べることも可能である(図 2)。

実験では、提案インタフェースを用いて専門用語等の意味を調べる場合、以下の順番で行うものとした。以降では、日本語の Wikipedia ページを Wikipedia(Ja)、英語の Wikipedia ページを Wikipedia(En) とする。

- (1) Weblio
- (2) ページが存在する場合、Wikipedia(En)
- (3) Google

一方、ibooks を用いて意味を調べる場合、以下の順番で行うものとした。

- (1) ibooks 内の辞書 (Oxford Dictionary of English)
- (2) Wikipedia(Ja)
- (3) Weblio
- (4) Wikipedia(En)
- (5) Google

このように調べる順番を定めたのは、それぞれのインタフェースの自然な利用法を想定したためである。日本語の Wikipedia ページで先に検索するのは、ibooks の初期設定でそうになっているためである。ibooks 内の辞書、Wikipedia(Ja) 検索を用いた後、Apple 社の開発した Web ブラウザである Safari を用いて検索した。ibooks では直接 Google 検索することもできるが、意味を調べるにあたり、Weblio や Wikipedia の結果が検索結果の上位にくることが多い。そのため、Safari で予め Weblio と Wikipedia(En) を表示させておき、Google 検索よりも先にそれらのサイトを閲覧する。

調べる語の意味にたどりつくまでの擬似インタラクション数を I とすると、 I の範囲は $1 < I < 5$ となる。なお、Google で検索した場合は通常なんらかの検索結果が得られるので、語の意味が得られるものとする。また、語の意味が得られれば言語は問わないものとする。

4.3 実験結果

被験者の半数、つまり 3 名以上が選択した語について提案インタフェースと ibooks を用いて、調べながら論文を読むと仮定し、その際の擬似インタラクション数を数えた。なお、語の意味はそれぞれのインタフェースにおいて先に説明したリソースを 4.2 節で述べた順番で参照するものとする。この比較に用いられた選択語と各インタフェースの擬似インタラクション数

(注5) : <http://www.mediawiki.org/wiki/API/ja>

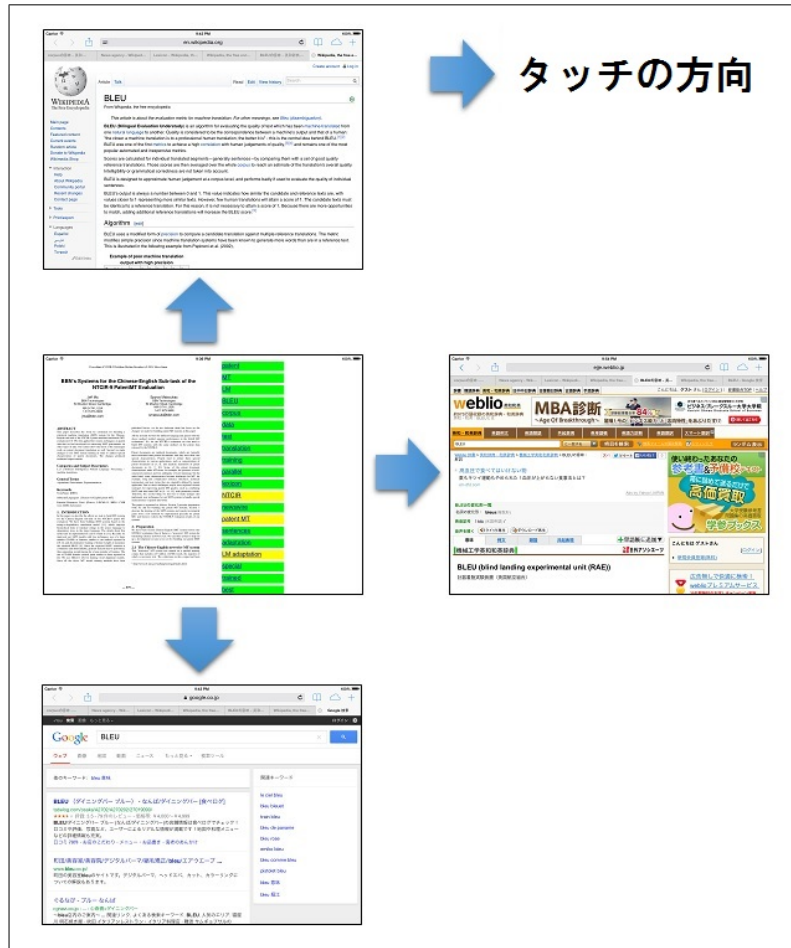


図 1 提案インタフェースの実行画面

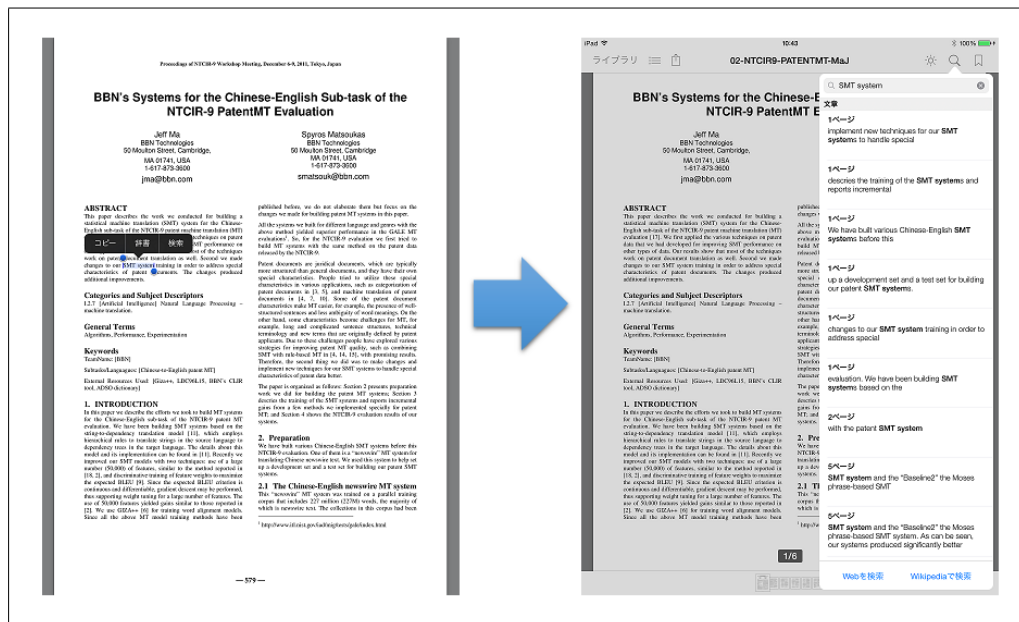


図 2 ibooks の実行画面

を表 4 に示す。

「newswire」のような一般的な語は Oxford Dictionary of English, Weblio いずれでも掲載されていたため、擬似インタラクション数は同じであった。一方、「NTCIR」という語は通常の辞書には掲載されていないが、Weblio には掲載されてい

たため、擬似インタラクション数が ibooks に比べて少なかった。「ADSO」や「CLIR」は提案インタフェースでは出現頻度が少ないためリンクが生成できなかったが、仮にリンクが生成された場合は Weblio や Wikipedia(En) において解説ページ存在するので擬似インタラクション数は ibooks よりも少なくな

表 4 擬似インタラクション数の比較

選択された語	本インタフェース	ibooks
newswire	1	1
lexicon	1	1
corpus	1	1
DARPA GALE	-	5
NTCIR	1	3
BLEU	2(Wikipedia(En))	4
ADSO	-	4
CLIR	-	3
SMT system	-	5
string-to-dependency	-	5

る。「SMT system」は、ibooks において最大擬似インタラクション数となったが、「statistical machine translation」であれば、Wikipedia(En) に該当ページが存在した。また、Weblio で「SMT」を検索した場合、「simultaneous multithread」や「service module technician」等の他の意味しか掲載されていなかった。そのため、このような頭字語については、あいまい性を解消する手段も必要である。

5. ま と め

本稿では、PDF のテキストを用いて学術論文閲覧支援インタフェースを試作した。学術論文 PDF からテキストデータを抽出し、出現頻度に基づいて重要語を選択し、Wikipedia, Weblio, Google へのリンクを生成した。また、メディアの移動が多い読み方に注目し、本インタフェースと ibooks で、被験者が選択した単語の解説ページに到達するまでの擬似インタラクション数を実験により比較した。

今後の課題としては、以下の 3 つが挙げられる。

- (1) 重要語の選択方法
- (2) インタラクション数の数え方の検討
- (3) インタフェースの性能の向上

本稿では、提案インタフェースで示した重要語は出現頻度に基づいて選んだ。しかし、リンク生成において必ずしも頻出語が重要語であるとは限らない。そのため、重要語の選択には tfidf などを用いることを検討する。実験では、提案インタフェースから解説ページ、また ibooks から解説ページと言う一方向のインタラクションしか数えていない。しかし、実際には解説ページからインタフェースへ戻る際にもユーザとのインタラクションが生じる。今後はインタラクション数の数え方も検討する。また、インタフェースの設計等も更に検討する必要がある。現在のインタフェースは論文を表示する部分と重要語を表示する部分に分かれており、ユーザは意味を知りたい重要語を重要語部から探す必要がある。その手間を解消するためにも、インライン表示にするなど、インタフェースの改良も検討する。

謝 辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究 (B)(課題番号 23300040, 24300097)、科学研究費補助金基盤研究 (C)(課

題番号 25330384)、科学研究費補助金若手研究 (B)(課題番号 23700119)、および国立情報学研究所公募型共同研究の援助による。ここに記して深謝する。

文 献

- [1] 鉢木稔浩, 太田学, 高須淳宏, ”Web 資源を利用した学術論文閲覧支援システム”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2009-DBS-149, No. 14, pp. 16, 2009.
- [2] 鉢木稔浩, 太田学, 高須淳宏, ”学術論文閲覧支援システムのための関連論文推”, 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2011), F9-4.
- [3] 松尾豊, 石塚満, ”語の共起の統計情報に基づく文書からのキーワード抽出アルゴリズム”, 人工知能学会論文誌, vol. 17, No. 3, pp. 217-223, 2002.
- [4] 湯本紘彰, 森辰則, 中川裕志, ”出現頻度と接続頻度に基づく専門用語抽出” 自然言語処理, 10, No. 1, pp. 2745, 2003.
- [5] 柴田 博仁, 高野 健太郎, 大村 賢悟, ”電子書籍端末は紙を代替できるか? 電子書籍端末の評価実験にもとづく考察”, 富士ゼロックス テクニカルレポート, No.21, 2012.
- [6] 落合純, 和田裕一, ”電子書籍による読書の人間工学的研究”, 情報リテラシー研究論叢 REVIEW2012」 情報リテラシー研究論叢 No. 1, 2012.
- [7] 宮地忍, ”印刷書籍と電子書籍の将来に関する一所見”, 名古屋文理大学紀要 13(情報メディア学部・基礎教育センター・食と栄養研究所開設記念号), pp. 27-32, 2013.
- [8] 寇冰冰, 椎名健, ”読書における異なる表示媒体に関する比較研究— 呈示条件が読みやすさに及ぼす影響について —”, 図書館情報メディア研究第 4 巻 2 号, pp. 1-18, 2006.
- [9] 深谷拓吾, 小野進, 水口実, 中島青哉, 林真彩子, 安藤広志, ”スクロールとページめくり操作がスマートフォンでのテキストの読みに与える影響: 効果的な電子マニュアルのデザインに向けて”, 情報処理学会第 74 回全国大会, 3F-5, 2012.
- [10] 丸谷和史, 植月美希, 安藤英由樹, 渡邊 淳司, ”なぞり動作で文章を動的に表示するソフトウェア「Yu bi Yomu」” 情, 報処理学会 擬似インタラクション 2012, 1EXB-31, 2012.
- [11] 大島居将, 井上太介, 大谷真, ”マルチタブレット PDF ビューワの開発”, 情報処理学会第 75 回全国大会, 3ZA-1, 2013.
- [12] 武馬賢志郎, 白松俊, 大園忠親, 新谷虎松, ”ペーパーレス会議のための PDF 資料閲覧支援システムの実現”, 第 10 回情報科学技術フォーラム, O-013, 2011.
- [13] Jeff Ma, Spyros Matshoukas, ”BBN's Systems for the Chinese-English Sub-task of the NTCIR-9 PatentMT Evaluation”, NTCIR-9 Workshop Meeting, 2011.
- [14] Annette Adler, Anuj Gujar, Beverly L. Harrison, Kenton O'Hara, Abigail Sellen, ”A diary study of work-related reading: Design implications for digital reading devices”, In Proc. CHI '98, pp. 241-248, 1998.