

学術論文閲覧支援インタフェースにおける備忘録の自動生成の一手法

岩本 拓実[†] 太田 学^{††} 高須 淳宏^{†††}

[†] 岡山大学工学部情報系学科 〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中 3-1-1

^{††} 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: [†]pysj11bh@s.okayama-u.ac.jp, ^{††}ohta@cs.okayama-u.ac.jp, ^{†††}takasu@nii.ac.jp

あらまし 非専門家が学術論文のような専門性の高い文書を読む場合、未知の語に遭遇する可能性が高く、内容を理解するのに時間がかかる。そのため論文中の専門用語等の重要語を予め自動抽出し、ユーザに提示する学術論文閲覧支援インタフェースが開発されている。本研究では、ユーザが閲覧した重要語を用いて重要度の高い文を抽出し、それらの情報を含む備忘録を自動で生成する一手法を提案する。この備忘録により論文を再び閲覧する際の効率化を図る。その有用性を評価するため実験したところ、備忘録に含まれる情報の内、重要文は有用であったが、検索語の履歴は改善の必要性があるという結果になった。

キーワード 学術論文, 閲覧支援, OCR, 備忘録, 重要語, 重要文, 検索語

1 はじめに

近年タブレット端末や電子書籍閲覧端末の普及により、従来紙媒体で読んでいた文書をこれらを用いて読む機会が増加した。この読書形態の変化に伴い、電子文書の閲覧支援に関する研究が行われている。

前野ら [1-3] は英語の学術論文を対象に、タブレット端末による学術論文閲覧支援のためのインタフェースを提案した。具体的には、予め論文中の重要語を自動抽出してユーザに提示する機能や、任意の単語列に対して重要度等の解析結果や Web の関連情報をユーザに提示する機能を提案した。

谷尻ら [4, 5] は前野らのインタフェースを参考に、タブレット端末のカメラ機能を用いて紙媒体の論文のテキストをリアルタイムに検出し、単語の重要度等の解析結果等を表示するリアルタイムマルチインタフェースを提案した。図 1 は、そのブラウザの画面であり、NTCIR-9 の PatentMT で発表された Jeff らの論文 [6] が表示されている。起動時、ブラウザにはカメラの画面と複数のアイコンのみが表示されており、論文の任意のページを画面に映してカメラアイコンを押すと、撮影した静止画が表示される。その後解析アイコンを押すと検出されている画面上の赤い矩形内のテキストが読み込まれ、重要度の算出や重要語の表示が行われる。重要語部やテキスト選択部に表示される語をタップすると、情報提示部にその語の重要度や出現頻度といった解析結果（赤）と Wikipedia¹（橙）、Weblio²（緑）、Google³（青）での検索結果が表示される。論文中の赤い矩形をタップすると矩形内の単語がテキスト選択部に表示される。その他、情報提示部の表示と非表示を切り替える検索アイコンや、赤い矩形の表示と非表示を切り替える選択アイコン



図 1 リアルタイムマルチインタフェースの画面

がある。

学術論文のように専門性の高い文書には、未知の専門用語等が多く含まれる。これらの語句を調べる際に、一々辞書を引いたり Web サイトで検索したりするのは効率が悪いので、前野らや谷尻らのインタフェースは有用である。しかしこれらのインタフェースは履歴機能を持っていないため、論文を再度閲覧する際、論文の内容や専門用語の意味を忘れている場合は、論文の重要な箇所を再び探して読み、専門用語を調べ直す必要がある。もしこのような手間を削減することができれば、論文の

1 : https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

2 : <https://ejje.weblio.jp/>

3 : <https://www.google.co.jp/>

内容を短時間で効率よく思い出すことができる。

そこで本研究では、履歴データをまとめた備忘録を自動生成し、次回以降の閲覧時の効率化を図る手法を提案する。

以下に本稿の構成を示す。2 節で関連研究を紹介し、3 節で提案する備忘録について述べる。4 節で評価実験について述べる。5 節でまとめと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 [7,8] は、電子図書館における文書の閲覧においてオンラインであるメリットが十分に生かされていないと考えた。そこで学術論文から抽出した専門用語に対して、解説などの有用なページへのリンクを提供する学術論文閲覧支援システムを提案した [7]。また抽出した専門用語で検索される論文集合と、それらに出現する専門用語集合の間にリンク関係を定義し、二部グラフを生成した。これに HITS アルゴリズム [9] を適用することで、関連論文をランク付けして推薦した [8]。

2.2 重要語抽出ならびに重要文抽出

小倉ら [10] は、爆発的に増加したテキストデータを扱うには、自動でカテゴリに分類できるような文書分類手法が必要であると考え、潜在的意味を考慮した文書の分類手法を提案した。具体的には、PageRank [11] を用いて重要語を抽出し、それに基づいて重要文を抽出し、重要文によって再構成された文書集合を k-means 法でクラスタリングした。評価実験で TF-IDF [12] と PageRank のそれぞれで重要文を抽出して文書を分類した結果、PageRank を用いた方が分類精度が高かった。

Zechner [13] は、「関連性」という概念に基づきテキストの要約を生成するシステムを提案した。TF-IDF により単語の重み付けを行い、文中に出現する単語の重みの総和を文の重要度とする重要文抽出手法を評価した。再現率、精度を計算した結果、人間による要約と変わらなかった。これは、テキストの先頭のいくつかの文を抜粋し要約とする“lead”と呼ばれる手法よりもはるかに良い結果だと報告されている。

2.3 履歴の抽出と可視化

丹羽ら [14] は、スポーツやものづくりの多視点映像において、自由な視点から映した興味深い映像を探すことに時間を費やしているという観点に着目した。そこで多視点映像視聴の際、視聴者の視聴履歴を視聴頻度データとして解釈し、それを可視化した View-gram を提示する多視点映像視聴支援手法を提案した。実験では、釘付け視聴方式 [15] によって視聴者の興味に沿った View-gram を生成することでより良い支援ができることを示し、その上で実際に被験者に View-gram を提示することで視点選択を支援できることを示した。

3 提案する備忘録

3.1 概要

谷尻らのリアルタイムマルチインタフェースでは、重要語を

始め、重要語に関する解析結果や Web での検索結果が表示される。本研究ではこれらの情報を保存するとともに、備忘録を自動生成し、ユーザに提示する。この備忘録には以下の情報を含める。

- (1) 撮影した論文画像
- (2) 重要文
- (3) 閲覧時にタップして調べた語句
- (4) 語句をタップした際に表示された解析結果や Web での検索結果
- (5) タップした語句の論文画像中での出現箇所

iOS で開発するアプリには、保護された領域であるサンドボックスがそれぞれ存在する。本研究では、UserDefaults クラス⁴を介してサンドボックスにアクセスし、備忘録に含める上記の情報を読み書きする。ただしサンドボックスは画像などの大容量のデータを保存できないため、論文画像は Documents ディレクトリ⁵内に保存する。提案する備忘録の開発環境を表 1 にまとめる。

3.2 重要文の抽出

重要文を抽出するにあたり、まず図 1 に示したような論文画像中に多数存在する赤い矩形のテキストをシリアルライズし、各文を抽出する必要がある。この矩形は、論文画像の左下を (0, 0)、右上を (1, 1) とする座標系の上にある。各矩形の左上の x 座標を画像中央の x 座標である 0.5 と比較し画像の左半分、右半分のどちらに含まれるか判断する。画像の左半分にある赤い矩形の内 y 座標の値が大きいものからテキストを抽出し、次に画像の右半分にある赤い矩形の内 y 座標の値が大きいものからテキストを抽出する。これにより二段組の論文のテキストをシリアルライズし、“.” で区切ることで各文を抽出する。これらの処理は、ユーザがちょうど論文 1 ページを傾きなく画面に収めるように撮影することを想定している。

次に抽出した文の重要度を算出する。Zechner [13] と同様に TF-IDF [12] により単語の重み付けを行い、文中に出現する単語の重みの総和を文の重要度とする手法を用いる。単語 t_i のその TF-IDF 値の算出式を以下に示す。

$$tfidf_i = tf_i * \log\left(\frac{num}{df_i}\right) \quad (1)$$

ここで、 tf_i はユーザが撮影した論文画像中の検出されたテキストにおける単語 t_i の出現頻度、 num は CiNii⁶ における論文の総収録件数 16,831,499 件 (2014 年 6 月 17 日時点)、 df_i は CiNii において t_i を検索した時の検索結果数 (論文数) を表

表 1 開発環境

iMac	macOS Mojave 10.14
ソフトウェア	Xcode 10.1
言語	Swift
タブレット端末	iPad Pro 10.5 iOS 12.1.1

4 : <https://developer.apple.com/documentation/foundation/userdefaults>

5 : <https://qiita.com/nnsnodnb/items/13642c4a8d55641f893e>

6 : <http://ci.nii.ac.jp/>

す。また備忘録では、図2のように重要文の出現箇所を黄色く網かけするため、重要文の出現箇所を特定する必要がある。谷尻らは論文画像中の重要語の出現箇所を特定した [4, 5]。本研究では同様の手法により、各重要文の先頭と末尾の単語の出現箇所を特定し、先頭の単語、末尾の単語、それらの間に出現する単語を網かけする。抽出した文の内、重要度の高いもの上位1/4を重要文とし網かけする。

3.3 備忘録の画面

本研究では、備忘録の選択画面へ遷移するボタンを図1の選択アイコンの下に追加した。これにより画面遷移すると、過去に保存した備忘録の一覧が表示され、この一覧から閲覧したい備忘録を選択すると、図2のような備忘録の画面が表示される。図2では、図1の論文の備忘録が表示されている。備忘録の画面は、主に背景画像と検索語履歴部の二つから構成されている。背景には、以前閲覧した論文画像が表示されており、重要文の出現箇所が黄色く網かけされている。検索語履歴部には、その論文を閲覧した際の重要語部やテキスト選択部でタップした語句が表示されており、重要度が高いほど大きなフォントサイズで表示される。この中から任意の語句を選択すると図1の情報提示部と同じ情報が表示され、論文画像中での出現箇所が青く網かけされる。画面右の緑のボタンをタップすると検索語履歴部を隠し、背景画像のみを表示する。なお本稿の仕様では、備忘録は図1のリアルタイムマルチインタフェースとは独立しており、備忘録の画面を表示している際は、リアルタイムマルチインタフェースの検索などの機能は使用できない。

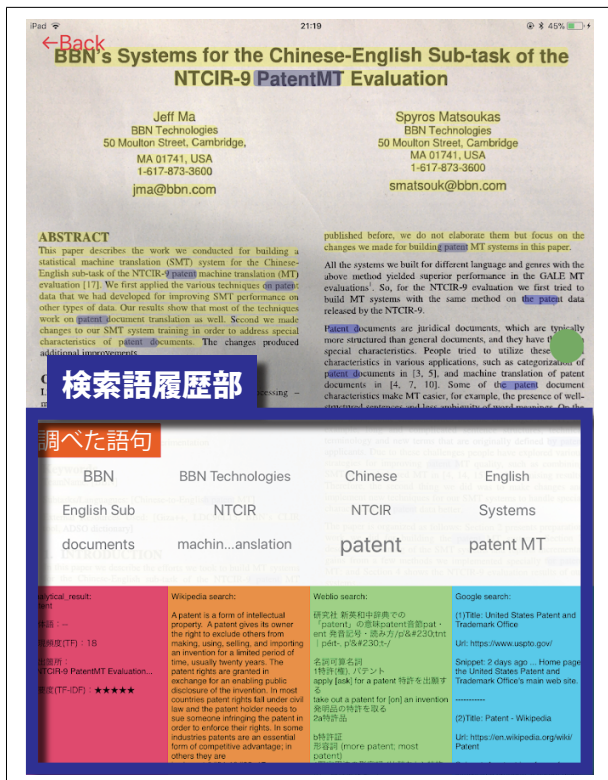


図2 備忘録の画面の例

4 評価実験

4.1 実験概要

評価実験では、生成した備忘録の有用性を評価するために、岡山大学工学部情報系学科の4年生3名と同大学大学院自然科学研究科の博士前期課程の1年生3名と2年生3名の計9名に、NTCIR-13で発表された Sakai らの論文 [16], Yamamoto らの論文 [17], Liu らの論文 [18] の3つの論文を読ませ、その約一週間後に課題に取り組ませた。この課題は、論文の概要や手法、論文内の語句の意味を問う回答させるものである。被験者は各インタフェースを用いて論文の内容などを思い出しながら回答し、思い出す上で備忘録がどれだけ有用かを評価する。以下で各課題の具体的な内容を示す。

● [16] の論文に関する課題

- (1) 著者らは、病気や症状に関するテキストのマルチレベルの分類で複数のアプローチを用いていたが、どのようなアプローチか、その名称をすべて答えよ。
- (2) この論文の2.1節について、このアプローチはツイートをどのような点で評価しているか答えよ。
- (3) “binomial”の意味を答えよ。
- (4) “ipadic”とは何か答えよ。

● [17] の論文に関する課題

- (1) このタスクの背景としてある問題が挙げられている。どのようなことが困難だと述べられているか答えよ。
- (2) 著者は、日常生活におけるユーザの行動や状況を理解する上で最も重要なことは何だと述べているか答えよ。またその上で、何に焦点をあてているか答えよ。
- (3) “HOG feature values”とは何か答えよ。
- (4) “semantics”の意味を答えよ。

● [18] の論文に関する課題

- (1) 著者らは、新しいコメントを考慮して応答を生成する際、どんな方法を採用してシステムを開発したか答えよ。またその上でどんな問題に直面したか答えよ。
- (2) 著者らは、(1)の問題を解決するためにどのような方法を提案したかそれぞれ簡単に答えよ。
- (3) 生成した全ての応答に対して再度ランク付けするために用いた、“DSSM”の特徴を2点答えよ。
- (4) “milestone”の意味を答えよ。

各論文において (1), (2) が論文の概要や手法, (3), (4) が一般的な英単語や専門用語などの語句の意味を問う課題である。

実験では、備忘録の比較対象として、谷尻らのリアルタイムマルチインタフェース、iPadの電子書籍閲覧用アプリケーションの一つであるiBooksを用いる。なお、備忘録とリアルタイムマルチインタフェースでは印刷した紙媒体の論文、iBooksでは論文PDFを被験者に与える。被験者には各インタフェース



図 3 iBooks におけるテキスト選択の例

の使い方及び以下に示す課題の取り組み方について 1 回目の論文閲覧時に説明する。被験者は表 2 に示す課題論文とインタフェースの組み合わせで、各論文の冒頭 1 ページを閲覧する。表 2 では、[16], [17], [18] は閲覧する論文, “備忘録” “谷尻ら” “iBooks” は使用する論文閲覧インタフェースを表す。被験者は、各論文の冒頭ページをいずれかのインタフェースを用いて一度閲覧する。約一週間後、同じインタフェースで同じページを再び閲覧し内容を思い出すとともに課題に取り組む。この時提案インタフェースでは、図 1 の谷尻らのリアルタイムマルチインタフェースではなく図 2 の備忘録を閲覧する。おおよそ被験者は、論文の概要や手法を問う課題は論文中の記載箇所、語句の意味を問う課題は情報提示部や Web ページにおける解説を見つけ、回答用紙に記入する。専門用語などを調べる際、各インタフェースの機能だけでは意味を得られない場合がある。その際は Safari⁷ などの Web ブラウザを自由に用いて良いことにする。各課題において回答時間は最長 10 分間とし、課題を提示すると同時に計測を開始、回答を書き終わった時点で計測を終了する。各課題を回答した後、“検索語履歴部から回答を得た” “重要文から回答が見つからず、論文を最初から読んで見つけた” といった回答にたどりつくまでの過程について著者が被験者に聞き記録する。さらに課題を全て終えた後、インタフェースを用いる上で被験者が感じたこと等を被験者に自由に記述させる。

実験で用いる iBooks の機能について説明する。iBooks では、任意の単語を長押しすると図 3 の左上のようにその語が青く網かけされ、いくつかの操作が表示される。“調べる” を押した場合、図 3 の右のように辞書を用いた検索結果や関連のある Web サイトが表示される。“検索” を押した場合、図 3 の左下のよう

表 2 課題論文と使用するインタフェースの組み合わせ

	[16]	[17]	[18]
被験者 A,B,C	備忘録	谷尻ら	iBooks
被験者 D,E,F	iBooks	備忘録	谷尻ら
被験者 G,H,I	谷尻ら	iBooks	備忘録

“Wikipedia で検索” といったボタンが表示される。青く網かけされた部分は、範囲を広げることで複数の語を対象にすることができる。この機能の他に、PDF 上にメモなどを直接書き込む機能も存在する。

4.2 実験結果と考察

4.1 節で説明した実験を行った結果、各課題の被験者の回答時間は図 4, 図 5, 図 6 のようになった。ただし極端に間違えた回答をしたり課題の意図を勘違いしたりしたデータについては、図 5 の課題 (4), 図 6 の課題 (1), 課題 (2) のように棒グラフの上に×を付け、平均値の算出に用いない。

図 4 を見ると、課題 (1) ではインタフェース間での平均回答時間の差はあまり大きくなかったが、課題 (2) では iBooks, 課題 (3) では備忘録、課題 (4) では谷尻らのリアルタイムマルチインタフェースの平均回答時間が長かった。リアルタイムマルチインタフェースを用いた被験者 G, H, I の平均回答時間に注目すると、課題 (4) 以外では全被験者の平均を下回った。図 5 を見ると、リアルタイムマルチインタフェースを用いた被験者 C や iBooks を用いた被験者 H など、回答時間が長い被験者が何人かいた。備忘録でも、被験者 E は課題 (2) で最も回答時間が長かったが、課題 (1), 課題 (3), 課題 (4) では全被験者の平均回答時間よりも短かった。[18] の論文は [16] や [17] の論文よりも難しい語句が多く含まれ理解するのが難しかったため、図 6 に示すように被験者の回答時間が課題 (1), 課題 (2) で長くなった。

7: <https://www.apple.com/jp/safari/>



図 4 [16] の各課題の回答時間



図 5 [17] の各課題の回答時間



図 6 [18] の各課題の回答時間

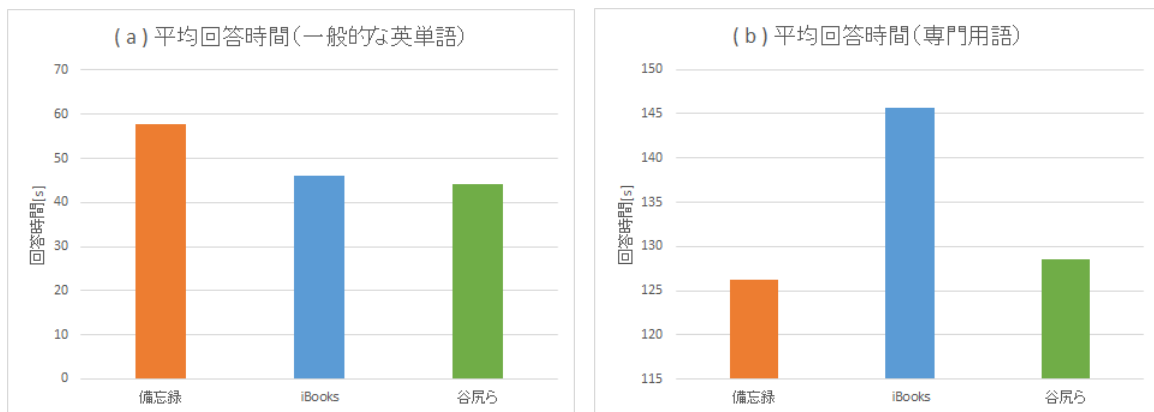


図 7 語句の課題におけるインタフェース毎の平均回答時間

図 7 の (a) は、一般的な英単語の意味を問う課題である図 4 の課題 (3)、図 5 の課題 (4)、図 6 の課題 (4) における各インタフェースの平均回答時間、図 7 の (b) は、専門用語の意味を問う課題である図 4 の課題 (4)、図 5 の課題 (3)、図 6 の課題 (3) における各インタフェースの平均回答時間である。図 7 に示すように、一般的な英単語の意味を調べる課題で最も回答に時間がかかったのは備忘録であり、専門用語の意味を調べる課題で最も回答に時間がかかったのは iBooks であった。

論文の内容に関する課題で被験者の回答状況に差が生じたのは、図 5 の課題 (2) である。被験者 F は備忘録の重要文、被験者 H は 1 回目の閲覧時に iBooks 内に記入したメモを元に回答を探したため、被験者全体の平均よりも回答が早かった。他の被験者には、被験者 B, C, E, I のように回答時間がかかる者や被験者 A, D, G のように回答時間がかからなかった者がいた。彼らは全員、論文を前から順に読んで探していたため、彼らの回答時間の差はインタフェースによるものではなく被験者間の能力の差によるものである。備忘録の重要文や iBooks のメモがこのように有効だった例は、図 4 の課題 (1) や図 6 の課題 (2) にもある。図 4 の課題 (1) では、重要文を元に被験者 A, B が被験者全体の平均よりも早い時間で回答した。他の被験者には、被験者 C, D, F, I のように回答時間がかかる者や被験者 E, G, H のように回答時間がかからなかった者がいた。この回答時間の差についても、図 5 の課題 (2) と同じ理由から被験者間の能力の差である。図 6 の課題 (2) では、iBooks で閲覧した被験者 B も図 5 の課題 (2) の被験者 H と同じくメモを元に回答したため最も早く回答にたどりついた。これらの結果より、備忘録の重要文や iBooks のメモは回答時間を短縮する場合があるということが分かった。

表 3 に示すアンケート結果では、重要文について 8 人が「役に立った」と答えており、論文を再度閲覧する際に重要文は有用であったといえる。しかし、今回の実験は、3 件の論文でしか行っていないため、その他の論文で重要文を適切に抽出できるかを調べる必要がある。

一般的な英単語の意味を問う課題では、図 4 の課題 (3) に対する被験者の回答の過程を例として説明する。備忘録で閲覧した被験者 A, B, C の内、被験者 A は 1 回目の閲覧でその単語の意味を調べたため備忘録から回答できたが、1 回目とその単語の意味を調べなかった被験者 B, C は備忘録に情報が無く Safari で検索したため時間がかかった。iBooks で閲覧した被験者 D, E, F は辞書を用いて検索したため、他のインタフェースを用いた被験者よりも回答時間は短かった。リアルタイムマルチインタフェースで閲覧した被験者 G, H, I は、課題の単語を含んだ赤い矩形をタップしその語をテキスト選択部に表示させ、それを選んで情報提示部に意味を表示させた。彼らの回答は、被験者 B, C よりも早かった。

同じく一般的な英単語の意味を問う課題である図 5 の (4) や図 6 の (4) についても、被験者の回答の過程は似ていた。備忘録を用いた被験者が回答する際、1 回目の閲覧時に調べた単語は備忘録に表示されたが、1 回目の閲覧時に調べなかった単語は備忘録に表示されず Safari などの Web ブラウザで調べる必

表 3 重要文は内容を思い出すのに役に立ったか？

役に立った	役に立たなかった	どちらでもない
8	0	1

表 4 検索語履歴部は役に立ったか？

役に立った	役に立たなかった	どちらでもない
5	1	3

表 5 論文を再度読む際、どのインタフェースが使いやすかったか？

備忘録	谷尻ら	iBooks
6	0	3

要があった。iBooks やリアルタイムマルチインタフェースでは、それぞれ辞書やテキスト選択部で任意の単語をいつでも調べることができるため回答時間は短かった。そのため図 7 の (a) のように、備忘録で一般的な英単語を調べる場合、iBooks や谷尻らのリアルタイムマルチインタフェースよりも時間がかかるという結果になった。

図 4 の (4) や図 5 の (3)、図 6 の (3) は専門用語の意味を問う課題である。これらの課題に対して被験者は、どのインタフェースを使っても回答を得られなかったため、Safari などの Web ブラウザで説明が記載されたサイトを検索した。被験者ごとに閲覧するサイトが異なったため、被験者間の回答時間の差が生じた。また備忘録でも専門用語を履歴として残すことはできるが、情報提示部に表示した情報だけでは不十分なこともあるため、最終的に Safari で調べる被験者が多かった。

一般的な英単語と専門用語を調べるにあたって備忘録では少し不便さを感じる点があった。そのため表 4 のアンケートの結果では、備忘録の検索語履歴部が「役に立った」を選んだ被験者は 9 人中 5 人となり、「役に立たなかった」が 1 人、「どちらでもない」が 3 人となった。自由記述のアンケートでは、「備忘録でも、谷尻らのリアルタイムマルチインタフェースにあるテキスト選択部のように任意の語句を調べる機能が必要だ」という意見が大半を占めた。

表 5 のアンケートの結果として、論文を再度閲覧する際は備忘録が最も使いやすく、次に iBooks が使いやすいという結果になった。しかし「それぞれのインタフェースに良いところと悪いところがあるため迷った」という意見が多かった。自由記述のアンケートではこの他に、「備忘録の重要文が多く感じた」「備忘録で 1 回目の閲覧時に Safari などで調べた情報を保存する機能が欲しい」「備忘録より iBooks の方がシンプルで使いやすい」「それぞれのインタフェースの有用な機能をまとめると良いのではないか」という意見があった。

5 ま と め

本研究では、谷尻らが開発したリアルタイムマルチインタフェースを元に、閲覧した重要語などの情報を含む備忘録を自動生成する手法を提案した。具体的には、最初の閲覧時に谷尻らのインタフェースで撮影した論文画像やそこから抽出した重要語などを保存するとともに、重要語を元に重要文を抽出し、

それらの情報を表示する備忘録を実装した。評価実験では、谷尻らのリアルタイムマルチインタフェース、iPad の電子書籍閲覧用アプリケーションである iBooks と比較することで、この備忘録が論文を再度閲覧する上で有用かどうかを評価した。その結果、備忘録の重要文が有用である場面が見られ、被験者の 9 人中 8 人が重要文が“役に立った”と回答した。しかし、備忘録に表示されない語句や専門用語に関しては、Safari などの Web ブラウザで再度検索する必要があったため不便だという意見が多かった。論文を再度閲覧する上では備忘録が最も使いやすかったという結果となったが、“実験で評価したそれぞれのインタフェースに良いところと悪いところがあるため迷った”という意見が多かったためさらなる検討が必要である。

今後の課題としては、重要文抽出の精度の向上や、谷尻らのリアルタイムマルチインタフェースへの備忘録の組み込み、使いやすさの向上などが挙げられる。

謝 辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究 (C)(課題番号 18K11989) および科学研究費補助金基盤研究 (B)(課題番号 15H02789) の援助による。ここに記して深謝する。

文 献

- [1] 前野明子, “電子書籍閲覧端末による学術論文閲覧支援インタフェースに関する研究”, 岡山大学大学院自然科学研究科修士論文, 2015.
- [2] 前野明子, 太田学, 高須淳宏, “学術論文閲覧支援インタフェースの試作”, 第 6 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 2014), E3-3, 2014.
- [3] 前野明子, 太田学, 高須淳宏, “学術論文閲覧支援インタフェースのための頭字語の活用”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2014-DBS-160, No. 16, pp. 1-8, 2014.
- [4] 谷尻淳喜, “タブレット端末による学術論文閲覧支援に関する研究”, 岡山大学大学院自然科学研究科修士論文, 2018.
- [5] 谷尻淳喜, 太田学, 高須淳宏, 安達淳, “タブレット端末によるカメラ機能を用いた学術論文閲覧支援の一手法”, 第 10 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 2018), E3-5, 2018.
- [6] Jeff Ma, Spyros Matshoukas, “BBN’s Systems for the Chinese-English Sub-task of the NTCIR-9 PatentMT Evaluation”, Proceedings of NTCIR-9 Workshop Meeting, pp. 579-584, 2011.
- [7] 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. 1-6, 2009.
- [8] 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薦”, 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, 2011.
- [9] J.M.Kleinberg, “Authoritative sources in a hyperlinked environment”, Journal of the ACM (JACM), Vol. 46, No. 5, pp. 604-632, 1999.
- [10] 小倉由佳里, 小林一郎, “PageRank アルゴリズムを用いた重要文抽出による潜在意味に基づく文書分類への取り組み”, 第 19 回言語処理学会年次大会, pp. 690-693, 2013.
- [11] Sergey Brin and Lawrence Page, “The Anatomy of a Large-scale Hypertextual Web Search Engine”, Computer Networks and ISDN Systems, pp. 107-117, 1998.
- [12] Gerard Salton, Edward A. Fox, Harry Wu, “Extended Boolean Information Retrieval”, Communications of the ACM, Vol. 26, No. 11, pp. 1022-1036, 1983.

- [13] Klaus Zechner, “Fast Generation of Abstracts from General Domain Text Corpora by Extraction Relevant Sentences”, Proceedings of the 16th International Conference on Computational Linguistics, pp. 986-989, 1996.
- [14] 丹羽宏介, 東海彰吾, 川本哲也, 藤井俊彰, 丸谷宜史, 梶田将司, 間瀬健二, “多視点映像視聴支援の為のソーシャルな視聴履歴の利用”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2011-EC-19, No. 1, pp. 1-6, 2011.
- [15] 間瀬健二, 東海彰吾, 川本哲也, 藤井俊彰, “多視点画像の釘付け視聴方式と操作インタフェースのデザインに関する考察”, Human Interface Society, Vol. 11, No. 1, pp. 7-12, 2009.
- [16] Mamoru Sakai, Hiroki Tanioka, “Keyword-based Challenges at the NTCIR-13 MedWeb”, Proceedings of the 13th NTCIR Conference on Evaluation of information Access Technologies, pp. 50-51, 2017.
- [17] Shuhei Yamamoto, Takuya Nishimura, Yasunori Akagi, Yoshiaki Takimoto, Takafumi Inoue, Hiroyuki Toda, “PBG at the NTCIR-13 Lifelog-2 LAT, LSAT, and LEST Tasks”, Proceedings of the 13th NTCIR Conference on Evaluation of information Access Technologies, pp. 12-19, 2017.
- [18] Xuan Liu, Xueyang Wu, Ruinian Chen, Zijian Zhao, Hongtao Lin, Kai Yu, “splab at the NTCIR-13 STC-2 Task”, Proceedings of the 13th NTCIR Conference on Evaluation of information Access Technologies, pp. 313-316, 2017.