

# 比較タスクにおける検索・閲覧行動分析 に基づく情報再発見支援

武田 裕介<sup>1,a)</sup> 大島 裕明<sup>1,b)</sup> 田中 克己<sup>1,c)</sup>

## 概要：

本研究では、比較タスクを行う際のユーザの行動の分析と、その結果に基づいたページ推薦手法の提案を行う。何かを比較するための情報取得行動（比較タスク）では、例えば、関係する複数のページを Web ブラウザで同時に開き、タブ機能を用いてそれらのタブを切り替えながらページを比較するといったような特徴があると想定される。そこで、ユーザの実際の行動ログの分析を行い、比較タスクに特有な行動の発見を行う。また、一度行った比較タスクが何らかの理由で再開された際に、以前の行動からどのような変化が生じるかを調査する。得られた分析結果に基づき、比較の対象となっていたページの推定や、以前に閲覧したページを再発見するための手がかりとなるページの推定を行い、現在閲覧中のページから次に開くべきページを推薦する手法を提案する。

キーワード：再発見，再検索，比較タスク

## 1. はじめに

現在 Web 上の情報量は増加し続けており、ユーザは莫大な情報を取捨選択して Web を閲覧する必要がある。何らかの情報を比較することは情報を取捨選択する行動の一つである。何かを比較するための情報取得行動では、例えば、関係する複数のページを Web ブラウザで同時に開き、タブ機能を用いてそれらのページを切り替えながらページを比較するといったようなことが想定される。デジタルカメラの購入を検討する際には、LUMIX やサイバーショットなどのそれぞれの商品についてのページを閲覧することがある。タブブラウザを用いて LUMIX のページとサイバーショットのページを異なるタブで同時に開いたとする。このとき、これらのタブのフォーカスを切り替えながら比較を行うことがあるだろう。

ユーザは何らかの理由で以前に閲覧したページを開きたいと思ふことがあるだろう。しかし、そのページを発見できないという問題が生じることがある。あるいは、そのページを発見するのに時間がかかってしまうことがある。例えば、以前に閲覧したデジタルカメラ「サイバーショット

DSC-HX60V」に関するページをもう一度閲覧したいと思ったとする。このとき、「サイバーショット」というブランド名は覚えているが、「DSC-HX60V」という詳しい商品名まで覚えておらず、ページの再発見に時間がかかってしまうことがあるだろう。

閲覧情報の再発見のためには、ブラウザのブックマーク機能を使用したり、閲覧履歴を参照するといった方法がある。しかし、ブックマークしていないページでも再閲覧したいと思うページは存在する。ユーザは大量のページを閲覧するので、閲覧履歴の中から目的のページを探し出そうとしても時間がかかってしまうことがある。

本研究では、情報を比較するタスク（比較タスク）におけるユーザの検索・閲覧行動を分析する。ユーザが以前に閲覧したページをもう一度閲覧したいと思って検索を開始したとする。このときに探しているページを推薦する手法を提案する。以下の2つを行うことにより、目標を達成する。

- 以前に閲覧したページを再発見しようと検索を行うことがある。このとき、ページを再発見するまでに閲覧するページ群があるとする。また、現在探しているページを以前に閲覧した際に同じタスクのもとで閲覧したページ群があるとする。このとき、これらの2つのページ群をひも付ける。
- 比較タスクにおいて閲覧したページ群の中で、有用なページを得る。

<sup>1</sup> 京都大学情報学研究所  
Kyoto University, Yoshida Honmachi, Sakyo, Kyoto 606-8501, Japan

a) takeda@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

b) ohshima@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

c) tanaka@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

以前に閲覧したページ群と再発見を行っている際に閲覧するページをひも付けることができ、比較タスクにおける有用なページを得ることできるとする。このとき、ユーザに以前のタスクにおける有用なページを推薦することができる。

ユーザがページの再発見を行う際に閲覧するページと以前に行ったタスクで閲覧したページ群との関連はいくつか考えられる、例えば、ページの再発見を行うために Google などの検索エンジンにクエリを入力し、検索を行うことがある。このとき検索結果の中に探しているページでは無いが、以前に閲覧したページが存在するという関連がある。あるいは、以前に閲覧したページとの類似度という関連がある。このような関連を調査し、以前に閲覧したページ群とひも付ける方法を発見する。

有用なページに対するユーザの行動の特徴としては、タブのフォーカスを頻繁に切り替えているということが考えられる。また、ページを長時間閲覧していることなども考えられる。このような特徴をユーザの実際の行動を観察することによって取得する。

本論文の構成は以下のようになっている。まず 2 章で関連研究を示す。3 章で情報再発見支援の問題を定義し、4 章で比較タスクに関する実験について述べる。続いて 5 章で実験に基づく分析を行う。そして 6 章でまとめと今後の課題について述べる。

## 2. 関連研究

本研究に関連する研究としては、(比較)タスク、再発見・再検索、タブブラウザについての研究が挙げられる。

比較タスクに関連する研究として、情報を比較できるシステムを提案したものが [6], [8]。Nadamoto ら [6] は 2 画面をもつ Web ブラウザを提案した。片方の画面ではユーザが検索をして表示したページを表示し、もう片方の画面はユーザの閲覧ページに応じてシステムが自動的にページを表示するものである。Sun ら [8] は比較したい情報に関する 2 つのクエリに対して、お互いの検索結果から比較できるページのペアを抽出し、そのペアをランクに従って表示するシステムを提案した。

Kellar ら [4] は Web 上のタスクを 6 つに分類した。それは、閲覧、コミュニケーション、事実探索、情報収集、維持管理、取引である。比較タスクは主に情報収集タスクに分類されると考えられる。

タブブラウザに関する研究としては以下のものが挙げられる [1], [10]。Dubroy ら [1] はタブブラウザは複数のウィンドウを開く必要のある昔のブラウザと比べて「戻る」機能の使用が少なくなっていることを分析した。星加 [10] は、タブブラウジングにおけるタブ操作の 4 つのパターンを分析し、オートマトンを用いて抽出する手法を提案した。

再発見・再検索時のユーザの行動の分析を行った研究は

以下のものが挙げられる [7], [9]。Tyler ら [9] は再検索を行う際のクエリと元のクエリでは、前者のクエリのほうが良いクエリとなっていることを分析した。Pu ら [7] は発見時と再発見時の検索の行動を比較をした。再発見時にはより多くのクエリ、サーチエンジンを使用するという知見を得た。

再発見のためのシステムに関する研究は以下のものがある [2], [3], [5], [11]。内藤ら [11] は、Web ページやオフィス文書など、複数文書を同時に閲覧する際の文書間の関連について 6 つの属性に分け、各文書間の関連を求め可視化した。Morris ら [5] は閲覧履歴をトピックとクエリによって階層化し、表示するシステムを提案した。Kawase ら [3] は過去  $n$  件の閲覧ページと現在閲覧中のページが与えられた際に、次に再閲覧するページを推定し、表示するシステムを提案した。次に再閲覧するページを予測するために、最近閲覧したということ、頻繁に閲覧したということ、そしてページを閲覧した順序に注目した。Eirinaki ら [2] は PageRank とマルコフモデルを用いてユーザの行動を推定し、次、あるいはその少し先に閲覧するであろうページを推薦する手法を提案した。

## 3. 情報再発見支援

### 3.1 問題定義

ユーザは Web 上のページを大量に閲覧する。ここでユーザの閲覧ページ情報集合  $P = \{p_1, \dots, p_n\}$  があるとする。ページ情報  $p_i \in P$  には閲覧時刻やページの URL など、ページに関する情報が含まれるものとする。同じページを複数回閲覧することがあると想定されるが、この場合これらを区別するものとする。ユーザはある一つのタスクを行うために複数のページを連続した期間で閲覧することがある。このような期間をセッションと呼ぶことにする。ここで、閲覧ページ情報集合  $P$  をセッション  $S_k = \{p_{k_1}, \dots, p_{k_m}\}$  に切り分けることができると仮定する。 $S = \{S_1, \dots, S_l\}$  とする。 $P = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_l$  であり、任意の  $i, j$  に対して  $S_i \cap S_j = \emptyset$  であるとする。同じタスクを時間を開けて複数回行うことがあると想定されるが、これらは異なるセッションとして扱う。このとき、情報再発見支援に関する問題を以下のように定義する。

#### 問題 1

現在、あるタスクを行うセッションの途中であるとする。このセッションの途中までの閲覧ページ情報集合  $S' = \{p'_1, \dots, p'_k\}$  が与えられた時に、できるだけ  $|S'|$  が小さい状態で  $\{S'' | S'' \in S \wedge \text{Task}(S'') = \text{Task}(S')\}$  を出力する。なお、 $\text{Task}(S)$  はセッション  $S$  におけるタスクとする。

#### 問題 2

セッション  $S'' \in S$  が与えられたときに、 $\{p'' | p'' \in S'' \wedge p'' \in \text{Goal}(S'')\}$  を出力する。 $\text{Goal}(S)$  はセッ

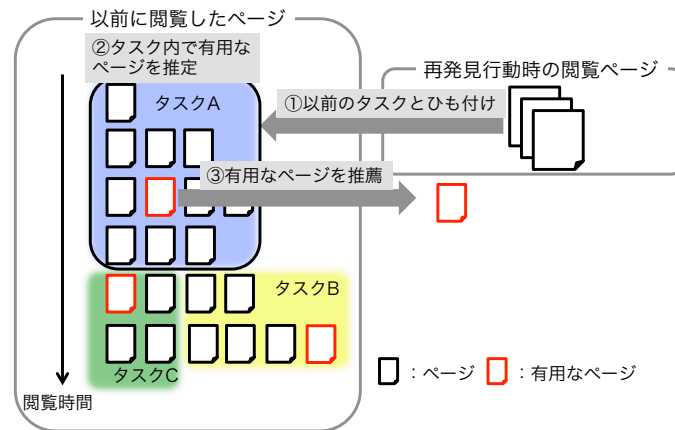


図 1 以前に行ったタスクと現在閲覧中のページをひも付けることによるページ推薦

セッション  $S$  のタスクを達成するために有用だったページに関するページ情報集合とする。

図 1 のように上記の問題を解くことで情報再発見支援を行うことができる。つまり、次の順序で問題を解く。(1) 問題 1 を解き、現在行っているタスクを以前に行った際のセッション  $S''$  を得る。(2) 問題 2 の入力としてセッション  $S''$  を与えて問題を解き、セッション  $S''$  における有用なページ  $p''$  を得る。(3) ページ  $p''$  を推薦する。

### 3.2 問題を解く方針

問題を解くためには、以下の特徴を抽出する必要がある。

- 以前に閲覧したページを再発見する際に閲覧したページと以前のセッションとの関連
- タスクにおいて有用なページ

特に情報を比較するタスクに絞ってこれらの特徴を考える。

## 4. 比較タスクと情報再発見に関する実験

比較タスクの情報再発見に関するユーザの検索・閲覧行動を分析するためにユーザ実験を行った。

### 4.1 実験内容

実験は情報検索に慣れた 20 代の男性 10 名と 30 代の男性 1 名に行ってもらった。

#### 4.1.1 実験で行う比較タスク

実験で行うタスクはページの再発見が困難になるようなものを設定した。そこで、「良いわさびの購入を検討し、どのわさびを購入するか決定する」というタスクにした。実際に良いわさびを購入するとしたらどんなわさびを買うかを想像してタスクを行ってもらった。

このタスクに対して深い事前知識がある人はいなかった。また、わさびに関する比較サイトほとんどない。したがって、様々なページを閲覧する必要があると考えられる。例えば、わさびの商品を調べる前に「良いわさび」と

社会情報学専攻においてデータベースやウェブ、デジタルラに取り組みしております。

図 2 文字列「データベース」のセクション

はどのようなわさびか調べることがあるかもしれない。あるいはわさびの名産地を調べることもあるかもしれない。わさびの比較サイトが少ないので、わさびを販売しているサイトを複数訪れる必要があるだろう。様々なページを閲覧するほど、ユーザはページの再発見することが難しくなると考えた。

#### 4.1.2 実験順序

以下の順序で実験を行った。

- (1) わさびの購入タスクを行ってもらった。時間は 15 分間とする。15 分間が経過したら購入を決定したわさびを教えてもらう
- (2) 1 日以上時間をとる
- (3) (1) で購入を決定したわさびを探してもらった。時間は 15 分間とする。時間が余れば、さらによいわさびがないか探してもらった。最終的に購入を決定したわさびを教えてもらう。
- (4) アンケートを行う

実験に使用したパソコンの OS は Windows8 であり、ブラウザは Firefox\*1 である。ブラウザには、ユーザの行動を記録する拡張機能のみが入っており、その他の拡張機能は入っていない。ユーザに再発見を行ってもらった際には、ブラウザの閲覧履歴が全て無い状態にした。ユーザにはブックマークをすることや拡張機能の導入を禁止した。複数ウィンドウを用いることも禁止した。

#### 4.1.3 記録したユーザの行動

Firefox の拡張機能と閲覧履歴を利用して、表 1 の情報を記録した。

ここでセクション文字列とは図 2 のように、マウスを

\*1 <http://www.mozilla.jp/firefox/>

表 1 取得した情報

閲覧したページ	
ページ ID	
タイトル	
URI	タブのフォーカスの切り替え
中身 (html)	どのタブから切り替えたか
閲覧開始時間	どのタブへ切り替えたか
閲覧終了時間	切り替えた時間
フォーカスしていた時間	
開いているタブの ID	
セレクション文字列	

表 2 閲覧ページ総数と使用クエリ総数とタブの切り替え回数

	1 回目の 15 分間	2 回目の 15 分間	全体
閲覧ページ数	63.55	59.00	61.38
使用クエリ数	9.82	7.40	8.67
タブの切り替え数	34.73	40.20	37.33

表 3 再発見するまでの閲覧ページ数と使用クエリ数

再発見するまでの閲覧ページ数	16.70
再発見するまでの使用クエリ数	2.90
再発見するまでにかかった時間 (秒)	121.90

クリックしたまま文字をなぞったときにハイライトされる文字列のことを指す。

## 4.2 実験結果

### 4.2.1 記録したログに基づく結果

各 15 分間でのページの総閲覧数、総使用クエリ数、タブの切り替えの回数を表 2 に記す。タブの切り替え回数は平均 37 回となっており、ユーザはタブ切り替えを多く行っていることが分かる。購入を決定したわさびに関するページを再発見するために開いたページ数と使用したクエリ数、かかった時間を表 3 に記す。ページを再発見するために用いたクエリ数は 2.9 とそこまで多くはないが、約 17 ページを閲覧してようやく目的のページへたどり着いていることがわかる。

1 分間毎にタブを開いている数に関するグラフを図 3 に記す。ユーザは複数のタブを用いて比較タスクを行っていたことがわかる。全体の時間の内、およそ 10 分後に最も多くタブを開いており、そこから開いているタブ数が少し減っていることが見て取れる。これは、およそ 10 分後まで様々な比較の対象となるページをタブで開き、そこから有用なページを絞っていったためであると考えられる。

ユーザの行動ログから以下のような行動が見られた。

- 同じページから開いた複数のタブをほぼ同時に閉じる検索結果のページでは、検索結果を新しいタブで開くことが多かった。新しいタブで開かれた複数のページはほぼ同時に閉じられていることが多かった。このとき閉じられなかったページには何らかの価値があると考えられる。

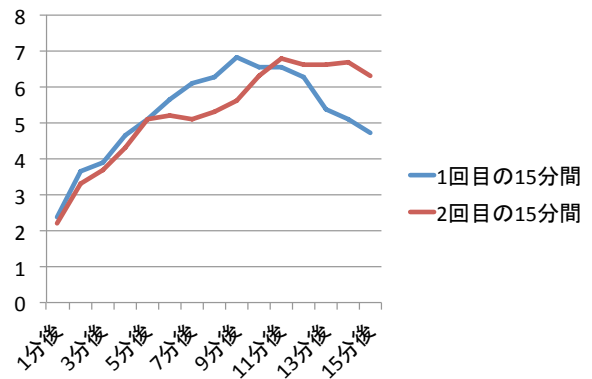


図 3 開いているタブの数

表 4 タスクにおいて有用なページを推定するための特徴

特徴名	特徴の内容
1 TabSelectFrom	異なるページへのタブ切り替えの回数
2 TabSelectTo	ページへのタブ切り替え回数
3 OpenTime	ページをタブとして開いていた時間
4 FocusTime	ページにフォーカスが当たっていた時間
5 OpenPages	ページを開いている間に開かれたページ数
6 OpenTabs	ページを開いている間に開かれたタブ数
7 CloseTabs	ページを開いている間に閉じられたタブ数

- セレクションされた文字列を直後にクエリとして次に用いる

セレクションされた文字列としては「真妻わさび」や「匹見ワサビ」、「有東木ワサビ」などが見受けられた。

- 再発見を行う際に以前と同じクエリを用いていない  
再発見を行う際に以前と全く同じクエリを用いて目的のページへたどり着いた人はわずか 2 人しかいなかった。

### 4.2.2 アンケートによる結果

実験が終わった際に行ったアンケートから以下の情報を得た

- 再発見を行う際はキーワードやどのページからリンクしたかは覚えている
- 再発見を行う際に手がかりのページさえ見つけられれば、目的のページを見つらされた
- 再発見を行う際に手がかりのページを見つらされたが、そこからのリンク方法が分からなかった
- 目的のページの特徴的な情報 (例: 写真が多い, 赤字で書かれた文字等) は覚えている

## 5. 実験結果に基づく有用な特徴の推定

### 5.1 有用なページについて考慮した特徴

得られた実験結果を基に、比較タスクにおいて有用なページかを推定する上でどのような特徴が有効であるかを調べる。実験結果に基づき表 4 の特徴を考えた。

#### TabSelectFrom

別のタブへフォーカスを切り替えたページは、そのペー

ジと何か比較したい情報があつたということが考えられる。あるいは、そのページが有用であるのでタブとして開いておいて、異なるタブで情報収集を行うためにフォーカスを切り替えたとも考えられる。

#### TabSelectTo

他のタブから切り替えられてフォーカスが移ったページは、ユーザが以前にタブとして開いておくことを決めたページであると考えられるので、有用である可能性がある。

#### OpenTime

長時間開かれているページは何らかの理由があつて開かれている可能性が高いので、ユーザにとって価値のあるページであると考えられる。

#### FocusTime

ただ開かれているのではなく、実際にフォーカスが当たっていた時間が長いページはそれだけユーザがそのページを実際に見ていると考えられるので、有用なページである可能性がある。

#### OpenPages

ただ単にページを閲覧した時間ではなく、ページが開かれている間に閲覧されたページの数を考える。もし多くのページが閲覧されているにもかかわらず、閉じられていないページは有用であると考えられる。

#### OpenTabs

ページを開いている間に開いたページ数ではなく開いたタブ数を考慮する。こちらの方がページの有用性を測ることができる可能性がある。

#### CloseTabs

ページを開いている間に多くのタブが閉じられても、なお閉じられていないページがあるとすると、このページはなんらかの理由があつて閉じられていないと考えられるので有用である可能性がある。

## 5.2 タブの切り替えに関する特徴の組み合わせ

5.1 節で提案した特徴の内、タブの切り替えの特徴と他の特徴を組み合わせた特徴を作成した。

図4のようにページ  $p_t$  に対して、 $p_r \in P_r$  の特徴を用いて組み合わせた特徴を作成する。ここで、 $P_r$  は以下のそれぞれの関係を満たすページ集合である。

- (1) ページ  $p_t$  からページ  $p_r$  へフォーカスが移る (From)
- (2) ページ  $p_t$  へページ  $p_r$  からフォーカスが移る (To)
- (3) ページ  $p_t$  からページ  $p_r$  へフォーカスの移動があり、かつページ  $p_r$  からページ  $p_t$  へのフォーカスの移動がある (And)
- (4) ページ  $p_t$  からページ  $p_r$  へのフォーカスの移動、あるいはページ  $p_t$  へページ  $p_r$  からフォーカスの移動がある。(Or)

5.1 節で提案した (3) ~ (7) のページ  $p_r$  の各特徴  $v(p_r)$  に対して以下の計算方法を用いて  $p_t$  の特徴を設定した。

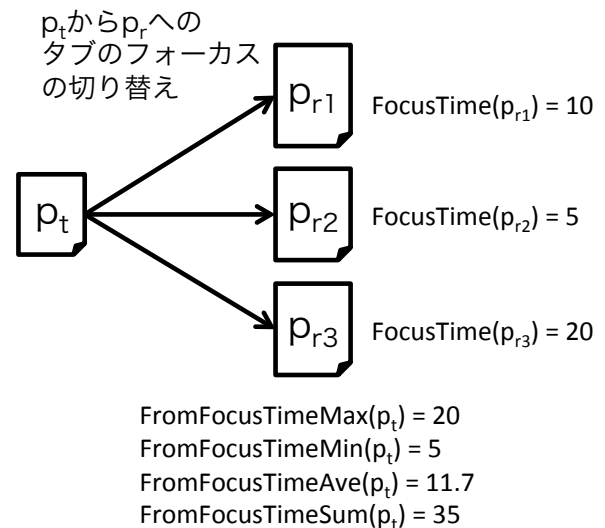


図4 FocusTime と TabSelectFrom を組み合わせた特徴

表5 各特徴の MRR

Rank	特徴	MRR	標準偏差
1	FocusTime	0.412	0.410
2	CloseTabs	0.411	0.245
3	TabSelectFrom	0.383	0.364
4	TabSelectTo	0.377	0.379
5	OpenTime	0.353	0.347
6	OrOpenTimeSum	0.324	0.306
7	FromFocusTimeSum	0.322	0.306
8	FromCloseTabsSum	0.315	0.297
9	OrCloseTabsSum	0.313	0.278
10	OrFocusTimeSum	0.305	0.303
34	OpenPages	0.234	0.289
45	OpenTabs	0.214	0.299

- (1)  $\max(v(p_r))$
- (2)  $\min(v(p_r))$
- (3)  $average(v(p_r))$
- (4)  $\sum_{P_r} v(p_r)$

なお、 $p_r \in P_r$  に対して  $\max(v(p_r))$  は  $P_r$  内での  $v(p_r)$  の最大値、 $\min(v(p_r))$  は最小値、 $average(v(p_r))$  は平均値を指す。また、 $\sum_{P_r} v(p_r)$  は  $P_r$  内の各ページの特徴の和を指す。

## 5.3 評価

5.1 節と 5.2 節で提案した特徴について評価を行った。評価の指標として平均逆順位 (MRR) を用いた。4 章の実験で 1 回目の 15 分間で閲覧した各ページに対して、各特徴を用いてランキングを付けた。正解を最終的に購入を決定したわさびに関するページとして MRR を計算した。

結果を表5に示す。なお、5.2 節で提案した 4 (タブ切り替えの関係数) · 5 (特徴数) · 4 (計算方法) の 80 通りの特徴については、上位 5 件を表示した。

最も良い結果が得た特徴はフォーカスが当たっていた時間であった。ページを開いていた時間よりも、実際にフォーカスが当たっている時間を特徴とした方が良いということが分かる。続いて、開いている間に閉じたタブ数の特徴が良い値をだした。タブの切り替え回数の特徴は方向に関係なく、高い値を出していることが分かる。

各特徴の MRR の分散を見てみると、開いている間に閉じたタブ数の特徴において分散が最も低くなっている。分散が低いほど多くの人に共通する特徴であると考えられる。フォーカスが当たっていた時間の特徴に対する MRR の分散は大きく、この特徴は多くの人で有効であるとはいえない。

組み合わせた特徴は、最も MRR が高いものでも 0.324 と、単なるタブの切り替えの回数を特徴とした MRR と比べて劣る結果が得た。計算方法としては、関連するページの特徴を足し合わせたものが良い結果になっていることが分かる。

#### 5.4 以前行ったタスクと再発見行動時に閲覧したページ

以前行ったタスクと再発見行動時に閲覧したページとのひも付けを行うための特徴を考える。ここでは、再発見行動時に行った検索内容に注目する、実験結果から、例えば、以下の関係が考えられる。

- (1) 検索結果の中に以前に閲覧したページがある
- (2) 検索結果の中に以前に閲覧したページのリンク先のページがある
- (3) 検索に用いたクエリと以前のタスクで用いたクエリが類似している
- (4) 以前のタスクで閲覧したページと再発見時に閲覧したページの内容が類似している。

以上の関係を評価するために、異なる複数のタスクを用意する必要があるが、今回の実験では複数のタスクを用意できていない。これを今後の課題とする。

## 6. おわりに

本研究では、情報再発見支援を行うために、比較タスクを行う際のユーザの行動を分析し、有用な特徴を抽出した。具体的には、比較タスクにおいて有用なページの特徴について分析した。また、以前に閲覧したページを再発見する際に閲覧したページと、以前に行ったタスクとの関連に関する特徴を提案した。

分析結果からはページを開いている際に閉じられたタブ数の特徴は有用であるという結果を得た。単純にページを開いている時間よりも、実際にページにフォーカスが当たっている時間を特徴とした方がページの有用性を測る上で有効であるということが分かった。タブの切り替えの回数を特徴として用いることもページの有用性を測る上で有効であることが分かった。しかし、タブの切り替えの特徴

と他の特徴を組み合わせた特徴はあまり有効でないということも分かった。

今後の課題は、以前に行ったタスクと現在閲覧中のページを正確にひも付けする方法についてより詳細に検討することが挙げられる。

## 謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金（課題番号 24240013、24680008）によるものです。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- [1] Patrick Dubroy and Ravin Balakrishnan. A study of tabbed browsing among mozilla firefox users. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 673–682. ACM, 2010.
- [2] Magdalini Eirinaki, Michalis Vazirgiannis, and Dimitris Kapogiannis. Web path recommendations based on page ranking and markov models. In *Proceedings of the 7th annual ACM international workshop on Web information and data management*, pp. 2–9. ACM, 2005.
- [3] Ricardo Kawase, George Papadakis, Eelco Herder, and Wolfgang Nejdl. Beyond the usual suspects: context-aware revisitation support. In *Proceedings of the 22nd ACM conference on Hypertext and hypermedia*, pp. 27–36. ACM, 2011.
- [4] Melanie Kellar, Carolyn Watters, and Kori M Inkpen. An exploration of web-based monitoring: implications for design. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 377–386. ACM, 2007.
- [5] Dan Morris, Meredith Ringel Morris, and Gina Venolia. Searchbar: a search-centric web history for task resumption and information re-finding. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1207–1216. ACM, 2008.
- [6] Akiyo Nadamoto and Katsumi Tanaka. A comparative web browser (cwb) for browsing and comparing web pages. In *Proceedings of the 12th international conference on World Wide Web*, pp. 727–735. ACM, 2003.
- [7] Hsiao-Tieh Pu and Xin-Yu Jiang. A comparison of how users search on web finding and re-finding tasks. In *Proceedings of the 2011 iConference*, pp. 446–451. ACM, 2011.
- [8] Jian-Tao Sun, Xuanhui Wang, Dou Shen, Hua-Jun Zeng, and Zheng Chen. Cws: a comparative web search system. In *Proceedings of the 15th international conference on World Wide Web*, pp. 467–476. ACM, 2006.
- [9] Sarah K Tyler and Jaime Teevan. Large scale query log analysis of re-finding. In *Proceedings of the third ACM international conference on Web search and data mining*, pp. 191–200. ACM, 2010.
- [10] 星加拓人. タブブラウザ上のウェブアクセス履歴の分析. 修士論文, 法政大学, 2011.
- [11] 内藤稔, 大島裕明, 高橋亜希子, 田中克己. 複数文書閲覧時の文書間の意味的關係の抽出と提示による文書ナビゲーション. 第9回日本データベース学会年次大会, F8-4, 2011.