

関連検索履歴の提示による Web 検索支援手法

田端 道敏[†] 品川 徳秀[‡]

[†] 東京農工大学工学府情報工学専攻 〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16

E-mail: [†] 50008646207@st.tuat.ac.jp, [‡] siena@cc.tuat.ac.jp

あらまし Informational な Web 検索では、適切な検索クエリの考案や有用な Web ページの発見は必ずしも容易ではない。これに対し、他者の検索・閲覧履歴から関連する一連の検索活動を選別し、参考情報として提示する支援手法を提案する。最初に Google Web 履歴から利用可能なユーザの検索履歴を全て取得し、同一目的で行われた検索履歴のグループを抽出する。このとき、同一目的で行われる検索行動が短時間の連続した検索で完了せず、他の検索行動を挟みながら継続的に行われることも考慮する。抽出した検索履歴のグループは Web 検索時に提示する。最終的に、個人の検索履歴全体から同一目的で行われた検索履歴のグループ抽出の評価と、検索履歴の提示することの有効性を確認するための被験者実験を行った。

キーワード ウェブ検索支援, ウェブ検索履歴, ウェブ検索インタフェース

A Web Search Support Method by Hinting Related Search History

Michitoshi Tabata[†] Norihide Shinagawa[‡]

[†] Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

E-mail: [†] 50008646207@st.tuat.ac.jp, [‡] siena@cc.tuat.ac.jp

Abstract In the case of informational Web search, we can not easily describe appropriate search queries and identify useful Web pages. In this paper, we propose a Web search support method by hinting others' search history related to the issued search query. First, we get available users' search history from Google Web History service. Secondly, groups of search actions with the same goal are extracted from their search history. Then, selected search action groups are displayed as hints for somebody's Web search. We have also experimented on our proposal. The experiment shows that our proposal may support well Web search if information requirement of the searcher is unclear.

Keyword Web search support, Web search history, Web search interface

1. 序論

1.1. 研究背景

近年、Web は大きく普及し、ブログに代表される CMS により、個人による情報発信も増加した。それにより、Web 上の情報量はますます増加を続けている。

Web 上の膨大な情報の中から必要な情報を探すために、Web 検索エンジンが広く利用されている。主要な Web 検索エンジンは、クエリ提案やクエリ拡張などが充実してきており、情報要求が明確な場合には、必要な情報をすぐに発見できることも多い。しかし、情報要求が不明確または必要な情報が様々なサイトに散在している場合、主要な Web 検索エンジンでは、その情報を発見するために非常に手間がかかる。それは、Web 検索エンジンが抱える次の 2 つの問題のためである。

問題 1 Google や Yahoo などで使用されているクエリ提案では、検索に使用したクエリと共通のキーワードを含むクエリなど比較的単純な提案しかされない。

そのため、情報要求に対して不適切過ぎるクエリを修正することができない。

問題 2 Web 検索エンジンの検索結果一覧ページには、順位などの一般的な観点での Web ページの価値しか含まれない。しかし、検索者の既得知識や、検索を行なう文脈や観点など、情報要求に影響を与える要因が存在する。これらは多岐にわたるため、検索者にとっての Web ページの有用性や独自性を検索結果一覧ページから読み取ることは難しい。そのため、ユーザ自身が検索結果の個々のページを網羅的に閲覧し、取捨選択をしなければならない。

問題 1 に対しては共通の語を含まないクエリを提案する研究が^[1]、問題 2 に関しては情報推薦^[2-3] や網羅的閲覧支援^[4] などの研究が行われている。クエリ提案や情報推薦では、システムがユーザに代わって Web ページやクエリの有用性を判断する割合が大きく、この判断基準は一般性が重視される傾向がある。そのため必ずしもユーザの観点と一致せず、検索における複数

の観点が見落とされる危険性がある。

また、それらの手法によって有用と判断された結果だけが利用される傾向が高い。この場合、なぜ有用と判断されたのか、どのような文脈で参照された情報なのかが分かりにくくなる。このため、提示結果に納得しにくく、満足度を減じてしまう。これを避けるためには、ユーザに適切な判断材料を示す必要がある。

1.2. 提案手法

本研究では、Web 検索の支援手法として、Web 検索時に使用されたクエリと関連した検索履歴（ジョブ）を提示することを提案する。提示するジョブは、様々な人物の検索履歴の個々のデータを検索目的別にグループ化することで得る。

Web 検索時にジョブを提示することで、検索者は過去に類似した目的で検索を行った人物のクエリの変化の過程を知ることができる。一般的に Web 検索の過程で、クエリはしばしば大幅に変化する。したがって、ジョブを提示することで、検索者が使用したクエリに対して関連性はあるもののキーワードに共通性のないクエリや独創性の高いクエリなど、単独では思い付きにくいクエリを提示することが可能となる。このように関連ジョブの提示は問題 1 の緩和を図るにつながる。

ここで、個々の Web ページやクエリではなく、それらをジョブの一部として併せて提示することは重要である。これにより、前後で閲覧された Web ページやクエリの比較が可能になり、Web ページやクエリがなぜ有用なのか、ジョブの所有者にとってどのような文脈で参照されたかを判断することが容易になる。もし、検索者が使用しているクエリとキーワードが全く共通していないクエリを単体で検索者に提案したとすると、検索者はなぜそのクエリが提案されたか理解できず、困惑するだけの可能性も考えられる。

ジョブを提示する際には、ジョブ中に含まれる Web ページやクエリの重要性を推測し、重要性が高いものは、強調して表示する。これにより、検索者は過去に類似した目的の検索を行った人物にとって価値があった Web ページやクエリを容易に把握可能となる。これらの Web ページやクエリは、検索者自身にとっても価値がある可能性が高い。これは、問題 2 の解決につながる。

提案手法に基づいた検索支援の様子を図 1 と図 2 に示す。図 1 はシステム利用者が Web 検索を行ったときのものである。本システムは、Google の検索結果で本来広告が表示される画面右側の部分に、ジョブを提示する。図 2 は、本システムが提示したジョブの拡大図である。

2 節では関連研究を述べる。3 節では、提案手法の

概要を示す。4, 5 節では、ある個人の全検索履歴から検索目的別に検索履歴をグループ化する方法を詳述する。6 節では、検索履歴から同一目的で行われた検索のグループ化の性能評価と、検索履歴を提示する様々な有効性を確かめるための被験者実験について述べる。7 節では総括と今後の課題を述べる。



図 1 ジョブの提示



図 2 提示するジョブの拡大図

2. 関連研究

2.1. 検索活動の分類

2000 年前後より、Web 検索エンジンに記録された検索履歴を分析する研究が活発に行われている。

文献[5]では Web 検索エンジン AltaVista のクエリログを分析し、Google などの有名サイトや特定のページに訪れるために行われる Navigational、特定のページではなく散在する情報を獲得する目的で行われる Informational、ショッピングサービスなどの Web サービスを利用するために行われる Transactional の 3 つに分類した。これ以降にも、検索履歴の分類は活発に行われ、より進んだ分類も考案されている^[6]。また、ク

エリの分類を自動判別する手法も提案されている^[7-8]。本研究では、検索活動の抽出のためにこれらの分類によって得られた知見を利用する。

クエリログだけではなく、検索を行っているユーザのブラウザ操作やマウス操作を用いた検索活動の分析も行われている^[9]。ブラウザ操作やマウス操作などは履歴内の Web ページやクエリの重要性の判断材料として非常に有効と考えられる。しかし、現時点では、本研究でそれらの情報は利用しない。

2.2. 検索履歴の利用

検索履歴は、様々な形で利用されている。現時点では、間接的に利用することが多い。利用例として、Web 検索の個人化^[10]や、協調フィルタリング^[3]、クエリ提案^[1]などがある。一方、検索履歴を直接的に提示する利用方法も存在する。一例として、比較的小規模のグループ内で検索履歴を共有し、検索を効率化する試みがなされている^[11-13]。

不特定多数で履歴を共有し、検索を効率化するための研究も近年行われ始めている^[14]。文献[14]では、検索履歴をクエリの字面の共通性を判断基準として切り分け、それらをグループ化する手法を提案している。その目指すところは、検索履歴の提示による Web 検索支援を行うことであり、本研究の目的と同じくする。しかし、文献[14]ではユーザの区別なく検索履歴を全体で統合してからグループ化を行い、複数の類似した検索活動を混淆させるアプローチを取っている。本研究では、検索活動の行われた文脈も重要であると考え、検索履歴の所有者を区別し、履歴の所有者にとっての Web ページやクエリの重要性の推測を行う点が異なる。

3. Web 検索履歴の提示による検索支援

3.1. 提案手法概要

Web 検索履歴を提示するまでの流れを図 3 に示す。まず、複数の人物の検索履歴を Google Web 履歴から入手する。そして、個々の検索履歴中からジョブを抽出する。検索活動の網羅性や一般性を高めるとともに、様々な観点からの検索活動を含めるためには、多数の人物の履歴を利用することが望ましい。

システム利用者が Google で Web 検索を行ったときに、そのクエリに適合するジョブの集合を取得し、クエリに対するジョブの適合度をランキングする。その後、上位 k 件のジョブについて、ジョブ内の個々の検索クエリと Web ページの重要性の推測を行う。最終的にそれらのジョブ内の検索クエリと Web ページの重要性に応じた強調表示を行ったものを、図 1 に示したように検索結果一覧ページの右横に表示する。

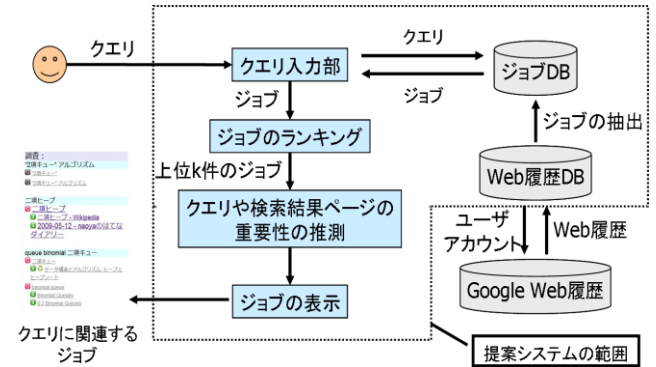


図 3 ジョブの提示までの流れ

3.2. Google Web 履歴

本研究では、Google Web 履歴から検索履歴を取得し、それを利用する。Google Web 履歴は、Google にログインした状態で行われた検索クエリとその検索結果一覧ページの中で実際に閲覧された Web ページ（以下、検索結果ページと呼ぶ）をユーザごとに記録する。記録されているデータとしては、ID、タイトル（クエリ文字列）、URL、訪問時刻（クエリの発行時刻）などがある。検索結果ページについては、元のクエリ ID、Google Bookmark でのブックマーク情報（ブックマークタイトルやラベル）も記録される。なお、閲覧時間は記録されないため、訪問時刻を元に推測する。

Google Web 履歴を利用する最大の利点は、Google ユーザに関しては、履歴サービスの利用登録前から収集されていた履歴も参照可能であるため、長期的な検索履歴を最初から入手できる可能性が高いことである。

ブラウザの環境によっては、検索結果のページだけでなく、その中のリンク先のページの閲覧や、ブックマークの閲覧など、より完全な履歴が保存される。しかし本稿では、検索クエリと検索結果ページのみを使用する。これら以外の訪問ページデータも併せて用いたところ、次のような 2 つの問題があったためである。

1. Web ページの広告や、サーバとのバックグラウンドでの通信などの不要なデータを厳密に区別することが容易ではない
2. ある検索行動中に、ブラウザ上のブックマークからブログにアクセスして、関連性のないブログ記事を閲覧した場合などに、検索活動の境界を判別することが難しい

3.3. ジョブ・タスク・検索行動

情報要求が単純な場合は、少ない回数の検索で目的の情報を発見可能であることが多い。一方、情報要求が複雑であるほど、検索活動は長時間に及ぶ傾向がある。これは informational な検索においてしばしば見られる。この場合、より優先度の作業（休憩や他の検索）

の割り込みによって、断続的に検索が行われやすくなる。しかし、部分ごとに見れば情報要求が単純な場合と同じく、時間的に連続した検索が行われる。

以上に述べたことから、本研究では以下の用語を定義する。各用語の概念を図3に示す。

- ・ ジョブ：同一目的で行われたタスク群
- ・ タスク：時間的に連続した同一目的の検索活動群
- ・ 検索行動：検索の単位行動（検索クエリの発行と検索結果ページの閲覧の記録）

本研究では、情報要求が複雑な場合の Web 検索の支援を主眼に置く。情報要求が複雑な情報探索に対して検索行動やタスクを提示しただけでは情報量が少なすぎる。したがって、ジョブの単位で検索履歴を提示する。

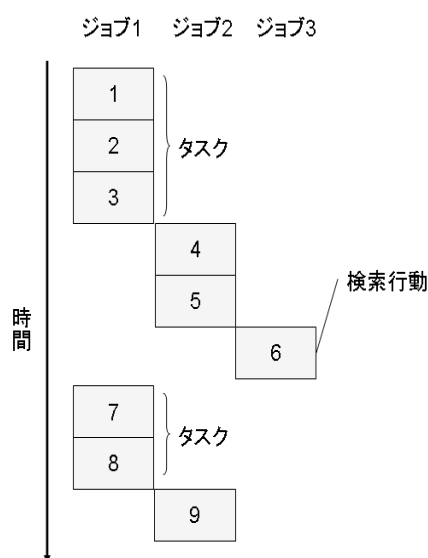


図4 ジョブ・タスク・検索行動

4. 検索履歴の入手と加工

4.1. 検索行動の抽出

事前に個人の検索履歴から、検索行動の抽出を行う。同時に、Google の広告、Google Video 検索、Google Map 検索による履歴は除去する。これは、試用者にアンケート調査を実施したところ、表示しなくてもよいと回答した人数が多かったためである。

後述のタスク生成やジョブ生成において、検索行動間の関連性を判定する必要がある。そこで、各検索行動のテキスト情報を記録し、それを元に検索行動間の関連性の判定を行う。利用するテキスト情報は、以下の2つである。

第1に、クエリ文字列の形態素（名詞と動詞）と文字3-Gramを用いる。文字3-Gramを形態素と併用するのは、履歴中に出現するクエリの打ち間違いや表記揺れに対応するためである。

第2に、クエリによる Google Web 検索結果上位 8

件¹のスニペットとタイトルの形態素（非自立語、代名詞、数詞以外の名詞）を用いる。個人の全検索行動のスニペットとタイトルを元に、形態素の IDF を計算し。IDF が θ ($-\ln 0.05$) 以下のものは除去する。これは、「is」「and」などの英語単語や、「サイト」「ページ」「情報」などの一般名詞、「Wikipedia」などの特定の固有名詞のように、出現率が高い形態素を除去するために行う。これにより、後述のタスク生成段階の誤りを減らすことができる。

4.2. タスクの生成

時間的に連続した検索行動同士の関連性を判断し、関連性が認められた検索行動を1つのタスクにグループ化する。2つの検索行動のクエリについて次の条件を満たすものを関連性があるものとする。

$$c_1 \wedge (c_2 \vee c_3 \vee c_4 \vee c_5) \quad (1)$$

ここで、 $c_1 \sim c_5$ は次のような条件を表す。

c_1 ：クエリの発行時刻の差が1時間以内

c_2 ：クエリ文字列の形態素の tanimoto 係数が θ_q 以上

c_3 ：クエリ文字列の 3-Gram 集合の tanimoto 係数が $\theta_q * 1.3$ 以上

c_4 ：クエリの検索結果上位 8 件の Web ページのスニペットの形態素集合の tanimoto 係数が θ_c 以上

c_5 ：クエリの検索結果上位 8 件の Web ページのタイトルの形態素集合の tanimoto 係数が θ_t 以上

tanimoto 係数とは、2つの集合があるとき、全体集合に対する共通集合の割合である。2つの集合を A, B とおくと、 tanimoto 係数は下式(2)で計算する。

$$T = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad (2)$$

なお、上記の条件で使用している閾値として、 $\theta_q=0.26$ 、 $\theta_c=0.09$ 、 $\theta_t=0.13$ を使用した。これらの閾値は、4名の人物の検索履歴から著者が作成した正解データを元に、簡易的な最適化処理を行うことで決定した。最適化処理では、正解データと完全に一致するタスクを生成することよりも、別目的の検索行動を誤って同一タスクに帰属させないことを優先させた。本来別タスクに帰属すべき検索行動を同一タスクに帰属させた場合、その誤りを後の処理で修正できない上に、ジョブ生成時の誤りを増加させる原因となるためである。

4.3. 不要なタスクの除去

特定のサイトに行くことを目的とした Navigational なタスクは、他者に提示しても有用性は低い。このような要求は現行の検索エンジンでも容易に達成でき、

¹ Google 検索 API において、一度のリクエストで取得できる検索結果数が 8 件であることが理由である。

支援情報を参照するまでもないと考えられる。したがって、以下の条件のいずれかに合致したタスクを Navigational タスクとみなして除去する。

$$c_1 \vee (c_2 \wedge c_3) \quad (3)$$

ここで、 $c_1 \sim c_3$ は次のような条件を表す。

c_1 : タスク内に検索結果ページが 1 つもない

c_2 : タスクを構成する検索行動の数が 2 以下

c_3 : タスク内の検索結果ページ総数が 1 以下

4.4. ジョブの生成

時間的に連続していないが、同一目的で行われたタスクをジョブとしてグループ化する。グループ化は以下の手順で行う。

1. ジョブに未帰属のタスクの中で、最古のタスク一つで構成されるジョブを生成する。
2. ジョブに未帰属のタスクの中で、1 のタスクとの時間差が 3 日以内であるタスクのリストを取得する。タスクの時刻として、タスクを構成する検索行動のクエリの中で最古のクエリの時刻を用いる。
3. 2 で取得したタスクのリストを、古い方から順に 1 のジョブに統合するか否かを判定する。統合条件を式(4)に示す。

$$\frac{(T_q * 4.0 + T_c * 2.0 + T_t * 1.0)}{7.0} \geq 0.2 \quad (4)$$

T_q :クエリ文字列の形態素の tanimoto 係数

T_c :スニペットの形態素の tanimoto 係数

T_t :タイトルの形態素の tanimoto 係数

ここで、ジョブのクエリ文字列、スニペット、タイトルの形態素は、タスクに含まれる各検索行動のクエリ、スニペット、タイトルの形態素を単純に統合したものを使用した。タスクの場合も同様である。

4. 全てのタスクがジョブに帰属されるまで、1~3 の処理を繰り返す。
5. 各ジョブについて、ジョブに含まれるクエリ文字列の形態素と 3-Gram により、索引を作成する。この索引は、システム利用者が Web 検索を行ったときに提示するジョブを検索するときに使用する。

5. ジョブの提示

システム利用者が Web 検索を行ったときに、使用したクエリに関連するジョブを提示する (図 1,2) 。ジョブ内のクエリや検索結果ページで、重要度が大きいものは、フォントサイズを大きくするなどして、強調して表示する。逆に重要度が小さいものは、フォントサイズを小さくし、地味な色で表示することで、目立たなくさせる。

本節では、提示するジョブの決定方法と、ジョブ内のクエリと検索結果ページの重要度を計算する方法を述べる。

5.1. ジョブの検索とジョブのランキング

システム利用者が Web 検索を行ったときに、使用したクエリ文字列の形態素解析を行う。それらの形態素を含むジョブを取得する。各ジョブのランキングには、次の 2 つの要素を利用する。

1. 検索に使用されたクエリとジョブの類似度

各ジョブについて、ジョブに含まれるクエリと検索に使用されたクエリの類似度を式(1)によって計算する。その最大値を、検索に使用されたクエリとジョブの類似度とする。

2. ジョブの所有者の検索スキル

各ジョブの所有者の検索スキルを式(5)で計算する。この式の値は、ジョブの所有者が Web 検索を行う回数が多く、多様な検索オプションを使用するほど大きくなる。

$$\log(\text{density}) + \text{options} * 0.25 \quad (5)$$

density:ジョブの所有者の 1 日あたりの検索回数

options:ジョブの所有者が過去に使用した検索オプションの種類の数

以下、ジョブの所有者の検索スキルをジョブのランキングに利用する理由を述べる。我々が Web 検索を利用して調査を行うとき、時として Web 上の誤った情報や部分的な情報を、本来の目的の情報だったと誤解することが起こる。そのようなジョブを提示すると、検索者を誤った結論に誘導してしまう可能性がある。この対策として、ジョブの所有者の検索スキルを (5) によって計算し、それをジョブのランキングに利用する。なぜなら、検索スキルが高い人物は、誤った結論に到達する可能性が低いためである。

各ジョブを、検索に使用されたクエリとジョブの類似度、ジョブの所有者の検索スキルの順で降順に並び替えて、上位 k 件を実際にシステム利用者に対して提示する。

ジョブが一つも取得できなかった場合は、クエリ文字列の 3-Gram を利用して、同様の処理を行う。

5.2. クエリと検索結果ページの重要度の計算

上位 k 件のジョブ内に含まれるクエリと検索結果ページの重要度を計算する。重要度を計算する際には、ジョブの所有者とジョブを提示されるシステム利用者側の両方の視点を考える必要がある。

ある Web ページがジョブの所有者にとって重要で

あるとき、そのページは熟読されるため、閲覧時間は長くなると期待される。さらに、調査の根拠としてジョブ内で立ち返って複数回閲覧されたり、重要であるためブックマークされたりすることも想定される。また、あるクエリがジョブの所有者にとって重要であるとき、そのクエリによる検索結果ページ群の閲覧時間の合計は長くなるとも考えられる。一方、システム利用者にとっては、同程度に有用な Web ページであれば、Web 検索エンジンのランキングがより下位なもののほど発見しにくいと有用であると考えた。

以上を踏まえて、ジョブ内の検索結果ページの重要度 R_p を表 1 から求める。 R_p が小さいほどその検索結果ページは重要である。

表 1 検索結果ページの有用性 R_p

	TimeRatio > 1/3	TimeRatio ≤ 1/3
順位 8 以上	2	1
順位 8 未満	3	4

ここで、TimeRatio はジョブの中で検索結果ページが閲覧された時間割合の指標であり、次式で計算する。

$$TimeRatio = \frac{\text{検索結果ページの閲覧時間}}{\max(\text{ジョブ内の各検索結果ページの閲覧時間})}$$

クエリの重要度 R_q は次式で計算する。

$$R_q = 1 - \left[\frac{\text{検索行動の時間}}{\max(\text{ジョブ内の各検索行動の時間})} * 4 \right]$$

ただし、 $R_q=0$ のときは $R_q=1$ とする。検索行動の時間は、含まれる検索結果ページの閲覧時間の合計とする。

ここで、計算した検索結果ページやクエリの重要度は、閲覧時間とクエリに対するランキングしか考慮していない。クエリがジョブ内で複数回実行されたか否か、検索結果ページがブックマークされたか否か、検索結果ページのジョブ内で複数回閲覧されたか否かは、どのような点で重要であったかを判断するための参考情報として有用と思われる。履歴を提示する際に、これらをアイコンによってシステム利用者に示す。

6. 評価実験

6.1. タスクの生成の妥当性評価

4.2 節で述べた方法による検索履歴からのタスク生成の結果の評価を行った。まず、Google Web 履歴から 4 名の検索履歴を取得し、著者が手作業でその検索履歴をタスクに分割することで正解データを作成した。そして、4.2 節で述べた方法により、4 名の検索履歴を

自動でタスクに分割した。その結果を表 2 に示す。

表 2 タスク生成の評価結果

user	適合率	再現率	誤り率
1	0.797	0.977	0.0143
2	0.679	0.974	0.0314
3	0.544	0.976	0.00571
4	0.697	0.985	0.0200

ここで、適合率、再現率、誤り率は次のように定義した。

$$\text{適合率} = \frac{\text{正しい検索行動の分割位置の数}}{\text{提案手法によって生成したタスクの総数}} \quad (6)$$

$$\text{再現率} = \frac{\text{正しい検索行動の分割位置の数}}{\text{正解データ中のタスクの総数}} \quad (7)$$

$$\text{誤り率} = \frac{\text{別タスクにすべき検索行動を含むタスク数}}{\text{提案手法によって生成したタスクの総数}} \quad (8)$$

表 2 を見ると、適合率の範囲は 0.544～0.797 であり、再現率は 0.975 以上である。適合率はあまり高くないが再現率は非常に高い。この理由は、提案しているタスク生成方法では、正解データに比べて 1 つしか検索行動を含まないタスクを多数生成するためである。これらの 1 つしか検索行動を含まないタスクの大半は、4.3 節で述べた方法によって除去されるので、ジョブ生成処理への悪影響を及ぼさない。

誤り率は最大で約 0.03 であり、ジョブ生成処理への悪影響も十分に小さい。

6.2. ジョブの生成の妥当性評価

6.2.1. ジョブの正解データの作成

6.1 節と同じ 4 名の人物のタスクの正解データから、著者の手作業により、同一目的で行われたタスクをジョブにグループ化した。次に、各ジョブから 4.3 節の方法により、Navigational なタスクを除去した。そして、各ジョブ内の連続した 2 つのタスクの時間差が 3 日以上以上の箇所は、別々のジョブに分割した。

6.2.2. ジョブの評価用データの生成

6.1 節と同じ 4 名の人物のタスクの正解データから、4.3 節の方法により Navigational タスクを除去した。そして、このデータを元に 4.4 節の方法により、タスクをジョブにグループ化した。

6.2.3. ジョブの生成の評価結果

6.2.2 の方法で作成した評価用データを、6.2.1 の方法で作成した正解データにより評価した結果を表 3 に示す。ここで、提案手法によって生成されたジョブが完全に正解データ中のジョブと一致する場合に正解

とした。表中の各指標は次のように定義する。

$$\text{適合率} = \frac{\text{正解数}}{\text{提案手法によって生成されたジョブの総数}} \quad (9)$$

$$\text{再現率} = \frac{\text{正解数}}{\text{正解データ内のジョブ総数}} \quad (10)$$

$$\text{誤り率} = \frac{\text{別ジョブにすべきタスクを含むジョブ数}}{\text{提案手法によって生成されたジョブの総数}} \quad (11)$$

表 3 ジョブ生成の評価結果

user	適合率	再現率	誤り率
1	0.806	0.900	0.0141
2	0.383	0.666	0.0167
3	0.763	0.853	0
4	0.661	0.872	0.0149

表 3 を見ると、適合率の範囲は 0.383～0.806 であり、再現率の範囲は 0.666～0.900 であり、両方とも良い性能とは言えない。この原因は、正解データに比べて、提案手法では 1 つのタスクしか含まないジョブを多数生成するためである。しかし、事前に Navigational なタスクは除去しているため、残ったタスクは 1 つだけでも十分な情報が含まれている。したがって、タスクを 1 つしか含まないジョブでも提示する価値は十分にある。

誤り率は 0.02 未満であり、十分に低い。また、6.1 節で述べたようにタスク生成時の誤り率も最大 0.03 であり、十分に低い。したがって、全く異なる目的の元で行われた検索行動を含むジョブを提示して、検索者を混乱させる可能性は低い。

6.3. 履歴提示の有効性評価

6.3.1. 実験概要

Web 検索時に関連したジョブを提示することによって Web 検索の効率が向上したかを確認する実験を行った。まず、被験者として情報科学科に所属する大学生 10 名を集め、5 名ずつ 2 グループ A (大学院生 2 名、学部生 3 名) と B (大学院生 5 名) に分割した。そして、4 つの検索課題の解答を Google の検索のみで得られる情報から解答してもらった (

表 4)。

提案手法では、複雑な情報要求の下で行う Web 検索を支援することを主眼としている。したがって、4 つの検索課題には、容易には達成できない課題を選んだ。グループ A の被験者には、検索課題 1 と 2 を提案手法による検索支援がある状態で取り組んでもらい、検索課題 3 と 4 を検索支援がない状態で取り組んでもらった。グループ B は、検索支援の状態に関して、グループ A と互い違いになるようした。

表 4 検索課題

課題番号	検索課題	A	B
1	ベイズ統計が近年まで脚光を浴びなかった理由	○	×
2	クエリ提案とクエリ拡張の違い	○	×
3	2 項キューについて詳述されている Web ページの発見	×	○
4	「やぶをこぐ」という言葉の意味	×	○

(表中の A、B はグループを意味し、○は検索支援有り、×は検索支援無しを意味する)

実験環境を表 5 に示す。実験開始前に 12 名の人物から検索履歴の提供を受け、ジョブ DB を構築し、実験中に提示した。12 名の人物の内、十分な量 (1000 件以上) の検索履歴を取得できたのは 8 名であった。8 名の人物について、検索履歴の記録期間は、最長で 2 年、最短で 2 ヶ月であった。

表 5 実験環境

Web ブラウザ	Chrome 4.0
Web 検索エンジン	Google
検索結果表示件数	10 件/ページ
Web 履歴の提供者の数	12 名 (実質 8 名)

両グループとも、最初に検索支援がない状態で検索課題に取り組んでもらった。この結果として得られた検索履歴は、提示候補が存在しないという状況にならないようにするためジョブ DB に追加し、他方のグループに提示するジョブ候補の一部として利用した。

また、検索課題 3 と 4 については、解答が明確に記述された Web ページが含まれているジョブがジョブ DB 中に存在することを確認した。その後、両グループに検索支援がある状態で検索課題に取り組んでもらった。

6.3.2. 実験結果

正しい解答を発見できた被験者について、課題を発見するまでの平均時間と t 検定の結果を表 6 に示す。

表 6 実験結果²

課題番号	正解者数		平均解答時間 (分)		片側 t 検定の結果
	A	B	A	B	
1	-	-	-	-	-
2	3	3	9.66	6.95	-
3	3	3	8.97	4.99	0.0792
4	4	4	9.33	2.86	0.104

² 検索課題 3 は部分正解者のデータを使用

(色を付けた箇所は支援を受けた状態のデータを表す)

全ての検索課題について、提案手法による支援を受けた被験者は、提示されたジョブをほぼ2回以上閲覧していた。被験者は、提案手法による支援の有無によらず、同程度の割合で正解へ到達した。

検索課題1は、想定していた解答に到達できた被験者が少なかったこと、被験者によって解答が多様であったので、平均解答時間を求めることはできなかった。

検索課題2は、提案手法による支援を受けたグループAの方が平均解答時間は長くなった。この理由は、グループBの被験者は全員大学院生であり、検索課題に対する事前知識がグループAの被験者に対して多かったためと考えられる。

検索課題3と4については、有意差はなかったが、支援を受けたグループBの方が、平均解答時間は大幅に短くなった。

6.3.3. 結論

平均解答時間が短くなった検索課題3と4の共通点は、被験者の情報要求は曖昧であっても課題の解答が明確に記述されたWebページがWeb上に存在することである。実際に、これらが支援情報として提示された時に参照する者も多く、正解への到達に寄与した。したがって、情報要求は曖昧であっても、目的の情報を明確に記述したWebページが存在する場合は、提案手法によってWeb検索の効率を向上できる可能性は高い。

7. 総括および今後の課題

本研究では、Web検索を支援するための手法として、Web検索時に、使用されたクエリと関連したジョブを提示する手法を提案した。ジョブは、Google Web履歴から抽出した。ジョブを提示する際に、ジョブ内に含まれるクエリと検索結果ページの重要度計算し、それに応じた表示を行った。

被験者実験の結果より、情報要求が曖昧であっても目的の情報を明確に記述したWebページがWeb上に存在する場合、提案手法によってWeb検索の効率を向上できる可能性が高いことが分かった。

今後の課題は2つある。1つは、ジョブを提示することで検索者を本来の情報要求に対して誤った結論に誘導する可能性があることである。その対策として、ジョブの所有者の検索スキルを式(5)で計算し、ジョブのランキングに利用した。しかし、式(5)は検索スキルを十分に表しているとは言い難く、より適切に検索スキルを勘案できる方法の検討が必要である。

もう1つの課題は、現状では提示するジョブの情報が多すぎることである。今後、よりよい重要性の推

測を行い、それに基づき不要な情報を減らすことが必要である。よりよい重要性の推測を行うためには、Web検索を行っているときのユーザの興味や関心の変化を知る必要がある。

謝 辞

本研究の一部は、文部科学省 科学技術振興調整費 新興分野人材養成の補助による。

文 献

- [1] 大塚慎吾, 豊田正史, 喜連川優, 大城ウェブアクセスログを用いた関連語の発見法に関する一考察, 情報処理学会論文誌 (トランザクション) データベース, Vol.46, No.SIG 8 (TOD 26), pp.82-92, 2005.
- [2] Folksonomy マイニングに基づく Web ページ推薦システム
- [3] 高須賀清隆, 丸山一貴, 寺田実, 閲覧履歴を利用した協調フィルタリングによる Web ページ推薦とその評価, 情報処理学会研究報告 (DBS), Vol.2007, No.65, pp.115-120.
- [4] 山中岳用, 中村聡史, 田中克己, Rerank-By-Example: 編集操作の意図伝搬に基づく検索結果の網羅的閲覧, 情報処理学会論文誌研究報告, Vol.2007, No.65, pp.447-452.
- [5] Andrei Broder, A Taxonomy of Web Search, ACM SIGIR Forum, Vol.36, No.2, pp.3-10, 2002.
- [6] D.E. Rose, D. Levinson, Understanding User Goals in Web Search, In proceedings of the 13th conference on World Wide Web, pp.13-19, 2004.
- [7] Uichin Lee, Zhenyu Liu, Junghoo Cho, Automatic Identification of User Goals in Web Search, In proceedings of the 14th International conference on World Wide Web, pp.391-400, 2005.
- [8] Bernard J. Jansena, Danielle L. Booth, Amanda Spinkb, Determining the informational, navigational, and transactional intent of Web queries, Information Processing & Management Vol.44, Issue.3, pp.1251-1266, 2008.
- [9] Kellar Melanie, Watters Carolyn, Shepherd Michael, A Field Study Characterizing Web-Based Information-Seeking Tasks, Journal of the American Society & Technology, Vol.58, No.7, pp.999-1018, 2007.
- [10] <http://www.google.com/history/>
- [11] Meredith, Ringel Morris, and Eric Horvitz, SearchTogether: an interface for collaborative web search, In proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology, pp.3-12, 2007.
- [12] 伊豆陸, 中島伸介, 田中克己, グループ支援型 Web 閲覧における閲覧履歴の視覚化と共有, 日本データベース学会論文誌 (DBSJ Letters), Vol.3, No.1, pp.121-124, 2004.
- [13] 武田達弥, 五十嵐建夫, グループでウェブの探索を効率化する検索共有インタフェース, 情報処理学会研究報告 (HCI), Vol.2003, No.11, pp.93-98, 2008.
- [14] 山口雄大, 新美礼彦, 小西修, Web 検索効率改善のための Web 履歴の分類とグループ化, The 23rd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2009.