

情報探索における欠落した情報の想起を促す視覚的フィードバック

椎名 智紀[†] 松村 敦^{††} 宇陀 則彦^{††}

[†] 筑波大学情報学群知識情報・図書館学類 〒 305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

^{††} 筑波大学図書館情報メディア系 〒 305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

E-mail: [†]sl1411532@u.tsukuba.ac.jp, ^{††}{matsumur,uda}@slis.tsukuba.ac.jp

あらまし Web における情報探索行動においてユーザは探索の内容を完全に記憶しておくことができず、情報の欠落が発生してしまう。情報の欠落によって同一のキーワードで繰り返し検索を行うなどの非効率的な行動が発生する。本研究では、履歴を元に探索行動を可視化してユーザに提示する事で欠落した情報の想起を促す方法を提案する。提案手法の実現のためにユーザの探索行動を可視化してユーザにフィードバックするシステムを実装して評価を行なった。その結果、提案したシステムを利用することで特定の場合における情報探索を効率化することが出来た。

キーワード 情報探索, 想起, 可視化, フィードバック, インターフェース

1. はじめに

現在, Web を利用した情報探索は一般的なものとして行われている。日本におけるインターネットの利用者数は, 1 億 46 万人にのぼり, 人口普及率は 83 % を占めている [1]。これに伴い, インターネット上に存在する情報も増加傾向にある。米 EMC によると, 世界中で年間あたりに生産されるデータの総量は 2 年毎に 2 倍になっており, 2013 年時点では 4.4ZB であったデータの総量は 2020 年時点で 44ZB にまで到達するだろうと推測されている [2]。しかし, Web 上に存在する情報が爆発的に増加するに伴い, 求める情報を適切に収集することが難しくなっている [3]。現状の情報探索において, ユーザはキーワードを用いてクエリを作成し検索を行う, 検索結果一覧ページからスニペットによって Web ページを判断し選択する, Web ページから目的の情報を探すとといった複数の探索行動を組み合わせ, 繰り返して情報を探索する。そのため, ユーザの探索行動も複雑になる傾向がある。このようなことから, 現状の情報探索は長期化する傾向にあり, ユーザは自身の行なった探索を把握することが難しいという問題がある。

この問題に関連して, 本研究では情報探索の際に発生する取得した情報を忘れてしまうというユーザの特徴に着目する。ユーザは情報探索において, 入力したキーワード, 閲覧した Web ページの情報, Web ページのアクセスした順番など求めている情報以外の多くの情報を取得することになる。情報探索を行う際に, ユーザはそれらの情報の全てを保持することはできず, 部分的に取得した情報を忘れてしまう。このように情報の欠落が発生することによって, 同一のキーワードで繰り返し検索を行う, 過去に閲覧した Web ページへの再訪行動を行うなどの効率的でない行動が起きる。

そこで, 本研究では情報探索の過程で失われる情報の想起を促す事で情報探索の効率を向上させることを目的とする。そのために, 本研究ではユーザの探索行動を可視化してフィードバックすることで情報の想起を促すシステムを開発し, その効果を

検証する。

2. 関連研究

ユーザの探索履歴を可視化する研究はすでに多く存在しており, それらの研究で用いられているシステムの特徴や改善点を考慮することで, 本研究におけるシステムを検討する。

米島らは, 探索と振り返りの融合を目的としたインターフェース “べたたつ” を開発した [4]。べたたつでは, 履歴を意識的に見るだけでなく視界に入れながら探索を行うことを可能とする See 型インターフェースを用いて Web ページの閲覧と探索の振り返りの融合を目指した。実験の結果, See 型インターフェースにより探索の振り返りが促されている可能性が示唆された。一方で, システムにタブ機能が実装されていなかったことなど通常と異なる環境であることの影響を考慮しなければならないことが今後の課題として挙げられている。

斎藤らは, リフレクティブな活動を支援するためのシステムを構築することを目的に “探索プロセスフィードバックシステム” を開発した [5]。探索行動フィードバックシステムでは, 2 つのディスプレイを左右に並べて使用し, 左のディスプレイにウェブブラウザとプロンプトブラウザを表示し, 右のディスプレイにプロセスブラウザを表示している。プロセスブラウザではウェブブラウザで行われた探索行動を基に情報探索プロセスの記述を行い, プロンプトブラウザは一定間隔毎に情報検索プロセスの参照を促すプロンプトの提示を行う。実験の結果, システムを利用することで情報検索のパフォーマンスが向上すること, ユーザは自発的にメタ認知活動を行なわず外部からの働きかけが必要であるということが分かった [6]。

また, Aula からユーザが Web ページの再訪問を行う際, どの機能をどの程度用いるか 236 名を対象にアンケート調査を行った [7]。使用頻度は, 1: “ほとんどしない”, 2: “めったにしない”, 3: “時々”, 4: “しばしば行う”, 5: “いつも行う” の 5 段階から選択させている。調査の結果, 再訪のために用いる行動として, 履歴を使用するかという質問に対しては平均して 2 ~ 3

のスコアになり時々と答えた人が最も多かった。また再訪のための行動として、複数のタブやウィンドウを使用するというのが、最も用いられる行動であるということが分かった。Aulaらは履歴が再訪問のために使用されない要因として、履歴のリスト型表示がユーザの情報探索をサポートしにくいということとタイトルの文字情報だけでは Web ページを表現できないということを述べている。

“べたたつ”と“探索行動フィードバックシステム”では、いずれもユーザの情報探索行動をフィードバックすることで探索の振り返りを促している。結果として、情報探索のパフォーマンスに対して一定の効果が示されている。しかし、そのどちらのシステムでも実験において、現在一般的な機能としてブラウザに搭載されているタブ機能は使用することができなかった。Aulaのアンケート調査結果で述べたように、タブ機能はユーザ自身が用いる再訪のための探索戦略に用いられることが多い。タブ機能を含む普段使用しているブラウザとの機能面での違いが与える影響が考えられるため、実験で使用できるウェブブラウザの機能は出来る限りユーザが普段使用しているものと同じものが使用できることが好ましいと考えられる。

ユーザは Web ページの内容を判断する際、Web ページのサムネイルを与えられるとその情報を Web ページの判断材料として使用する [8]。また、通常の履歴データの他にサムネイルを判断材料とすることで、情報の検索が容易になること、情報を瞬時に把握できるようになることが分かっている [9] [10]。

3. 提案手法

本研究ではユーザの探索行動をユーザに視覚的にフィードバックする。これによって、探索過程で情報の欠落が発生することに対して「手がかり再生 [11]」をユーザーに促す。手がかり再生とは心理学分野における情報の想起の手法の一つであり、想起したい情報に関連した情報を与えることによって、情報の想起を促すという手法である。ここでは、情報探索に関連する情報をユーザにフィードバックすることによって情報の想起を促す。それにより情報探索における効率を向上させる。

本手法でユーザにフィードバックする情報は大きく分けて 2 つある。ユーザの探索プロセスを可視化したネットワーク図と検索に用いた検索キーワードの情報である。これらの情報をユーザの探索を阻害しないように簡潔に表示しユーザにフィードバックする。

探索行動の視覚的フィードバックでは、先行研究によって示された「普段の探索環境との違いから生じる影響がある [4]」、「タイトルの文字情報だけでは Web ページの判断材料として不十分である [7]」という問題を考慮する。

普段の探索環境との違いから生じる影響を抑えるために、本研究では実際に情報探索を行うブラウザとは別の独立したシステムを作成する。これにより、ユーザが普段用いている検索システムの環境を変えずに情報探索を行うことができる。

Web ページの判断材料として文字情報だけでは不十分であるという問題について、情報をネットワーク図の形で表示することでこの問題を解決する。ネットワークにおけるノードとして

タイトルの情報とそれぞれの Web ページのサムネイルを合わせて表示する。また、エッジには Web ページ同士の関係性を示すアクセス経路の情報を表示する。

4. RecallAssistanceGuide

4.1 概要

本研究では、提案手法に基づき探索行動の可視化による探索補助システム“RecallAssistanceGuide”を考案し、開発した。以降、本論文内ではこのシステムのことを“RAG”と呼称する。システムでは一目で情報の概要を把握できるように履歴が視覚的に表示されている。システムに表示される情報行動は、Web ページ同士のリンクによる繋がりによって連結されたネットワーク図の形で表示される。また、ネットワーク図は自動で更新が行われ、常に最新の探索プロセスが自動でユーザにフィードバックされるようにした。

4.2 インターフェース

システムのインターフェースを図 1 に示す。



図 1 RAG のインターフェース

本システムはブラウザとは別の独立したシステムとして作成した。情報探索に使用するブラウザとは独立しているため、ユーザは普段使用しているブラウザ環境で情報探索を行うことができる。ブラウザ上でユーザがキーワードの入力や Web ページの遷移などの行動を行うと、RAG に Web ページのサムネイルが追加される。また、アクセス経路の情報がサムネイルの間に矢印によって表現される。本研究では、ユーザの行動を可視化したネットワーク図を探索プロセス図と呼ぶ。

4.3 探索プロセス図

図2はシステムの一部を切り取ったものである。本システムがユーザにフィードバックする情報は主に探索プロセス図である。情報探索を行う際、本システムを画面内に配置することによって、ユーザは探索行動のフィードバックを受けながら情報探索を行うことができる。探索プロセス図を見ることで探索が阻害されないように、できる限り簡潔にかつ十分な情報をユーザに提供する。



図2 探索プロセス図

4.3.1 探索プロセス図の表現

本システムでは履歴をネットワーク図の形で表現する。各ノードはページのタイトルおよびサムネイルによって構成され、ページ間の関係性はアクセス経路を示す矢印で表現されている。

また本研究で独自に実装した機能として、探索プロセス図をユーザが入力したキーワードで分割して検索キーワードごとの探索プロセス図を生成するという機能がある。Tiernanらの研究[12]によると履歴のクラスタリングでは検索結果ページが一つの大きなクラスタを形成する場合があります。その場合、探索の把握が難しくなるとされている。そこでユーザが情報探索の際に検索に使用したキーワードを用いて探索プロセスを区別して表示する。分割されて小さく分けられた探索プロセス図であれば閲覧にかかる労力が軽減できると考えられる。また、キーワードを用いた分割により個々の探索プロセス図が入力したキーワードに関連付けられ、探索プロセス図の理解の促進が期待できる。各探索プロセスを区別するボックスの上部には区別けに用いられたキーワードを記載する。

探索プロセス図および情報を受け取るユーザの立場において、ノード間に存在するアクセス経路を意味するエッジの情報もまた重要である。どのWebページからどのWebページにアクセスしたのかというページ遷移の連続性を示すことで探索プロセス図とユーザが持つ知識構造を一致させることができる。これによりユーザは円滑な情報の取得を行うことができると考えられる。

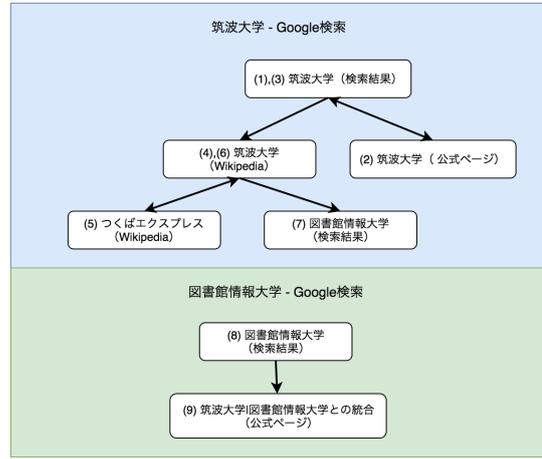


図3 本システムが提案する表示形式

例として、表1で示す通りに閲覧が行われた場合に生成される探索プロセス図を図3に示す。表1に示される閲覧順序1-3のプロセスでは筑波大学の検索結果を始点にWebページの閲覧を行ない元の検索結果一覧ページに戻っている。この場合、図3で示される右上の部分がこのプロセスを描写している。検索結果からWebページへの遷移とWebページから検索結果への遷移が両方向行われているため、2つのノードの間には双方向の矢印が表示される。4および7のプロセスではリンクを辿ってページ遷移をしているがブラウザバックなどで元のページに戻る行動していない。そのため一方の矢印でページ遷移が表示される。8のプロセスでは、新しい検索キーワードを用いて検索を行なっている。本システムでは、新規キーワードで検索を行うとそれ以前の探索プロセス図での表示を区切り、新しい探索プロセス図を生成して表示する。図3の上側で表示される青色の枠に囲まれた部分が区切られる前の探索プロセス図であり、下側の緑色の枠に囲まれた部分が新しい検索キーワードの探索プロセス図である。

表1 探索行動の例

閲覧順序	閲覧ページ	遷移に用いられた機能
1	筑波大学 (検索結果)	キーワード検索
2	筑波大学 (公式ページ)	リンク
3	筑波大学 (検索結果)	戻るボタン
4	筑波大学 (Wikipedia)	リンク
5	つくばエクスプレス (Wikipedia)	リンク
6	筑波大学 (Wikipedia)	戻るボタン
7	図書館情報大学 (Wikipedia)	リンク
8	図書館情報大学 (検索結果)	キーワード検索
9	筑波大学—図書館情報大学との統合	リンク

4.3.2 サムネイルのリンク機能

探索プロセス図のサムネイルをクリックすることで、ブラウザ上で対応するWebページを表示させる機能を持たせた。この機能は過去に閲覧したWebページを探し直接遷移することができるという点で、一般的なブラウザに実装されている履歴と同等のものである。

4.4 入力キーワードの一覧

図4は実際にシステム上でキーワードの一覧を表示している図である。情報探索において繰り返し同じキーワードで検索を行うというような効率的とはいえない行動を行う場合がある。その原因として、探索が長期化することで入力したキーワードを把握できないという問題がある。この問題を解決するために、ユーザの入力したキーワードを時系列に沿って提示し、それによって探索行動の把握を促進する。

4.4.1 一覧表示

図4に示すように入力したキーワードは画面右上のアイコンをクリックすることでシステム右側にメニューの形式で表示される。表示の形式はリスト型でユーザが検索のために用いたキーワードを時系列順に降順に並べて表示してある。この機能を用いることでユーザは自身が探索において何を検索したかということを把握することができる。キーワードを探索プロセスと同じ空間に配置しなかったのは、キーワードを可視化することは難しく、また文字情報のまま探索プロセス図と同じ空間で表示を行うと画面が煩雑になり理解の妨げになると考えたためである。



図4 入力したキーワードの一覧

4.4.2 キーワードと探索プロセス図のリンク機能

4.3の探索プロセス図の表現方法で述べたように、探索プロセス図は入力キーワードによって分割されており、両者はリンク付けが行われている。そのため、入力キーワードを選択することで、システム内の対応する探索プロセス図を表示することができる。これによって、探索プロセス図を検索することが可能になる。キーワードをクリックしてリンクの機能を使用した際は、対応する探索プロセス図の最上部に移動するように設計した。キーワードの上にカーソルを移動してマウスオーバーするとキーワードが太字で表示される。これによって選択が可能であることを暗示し、直感的な操作ができるようにした。

4.5 システム構成

本システムは、探索を行うブラウザとは別に独立したアプリケーションとして設計・開発した。システムの実装には electron を使用した。システムの主な機能については JavaScript および Node.JS にて作成した。またサムネイルの取得については

CasperJS を用いた。

システムの内部動作を以下に示す。また図5は内部動作を図にしたものである。

- 1) キーワードの入力やリンクの選択
- 2) ブラウザの履歴が更新される
- 3) システムのサーバサイド (Node.js) がブラウザの履歴の変更を感知する
- 4) ブラウザの履歴の変更を受け取って RAG のデータベースを更新する
- 5) バックグラウンドでサムネイルの取得を行う (非同期)
- 6) 探索プロセス図の再描写を行う
- 7) ユーザに探索行動を反映した探索プロセス図をフィードバックする

本システムはブラウザから基本的に独立している。情報探索において画面遷移が起きるとブラウザの履歴データが更新される。システムはブラウザの履歴の変更を監視しており、変更を感知すると最新のデータを履歴から取得して RAG のデータベースを更新する。そのデータを用いて探索プロセス図やキーワード一覧などの再描写を行う。また、非同期的にサムネイルの取得を行い、取得が終わったものから更新の際に表示される。

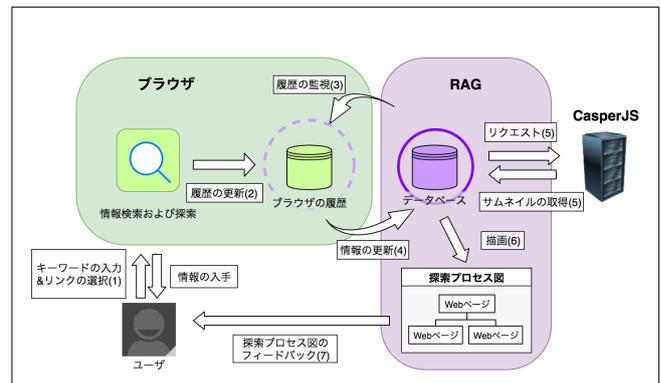


図5 システム構成

5. 評価

5.1 実験概要

本研究において提案したシステムの有用性を検証するために、筑波大学の学生 14 名を対象に実験を行なった。実験参加者の所属はいずれも知識情報・図書館学類であり、学年は 3 年生が 8 人、4 年生が 6 人であった。実験内容は実験参加者に情報探索タスクに取り組んでもらい Web ページの閲覧履歴を収集するものである。また、タスクに取り組んでいる際のディスプレイおよび手元をビデオカメラで撮影し、履歴に残らない画面内の動作や課題の回答のタイミングなどを記録した。

5.1.1 実験手順

1) 事前アンケート

事前アンケートでは、実験参加者が普段インターネットを利用する際に使用している探索環境について尋ねた。アンケートは Web 上で回答してもらった。

2) 実験に関する教示

実験においてシステムを使用する実験群を対象に、システムの操作方法やシステム内の要素についての説明を行なった。

3) 情報探索タスク

本実験における探索タスクには、旅行タスクを用いた。これは、高久ら [13] が設定した Web 上で日常的に行われる典型的な 2 つの情報収集タスクの 1 つである。旅行タスクはレポートタスクよりも検索結果一覧ページから見てリンクを辿ってより深い階層で Web ページの閲覧回数が多くなる傾向がある。旅行タスクを用いることで、情報探索の深度を深くし、実験参加者が自身の探索行動を把握することを難しくするという狙いがある。それにより、システムを用いる場合と用いない場合の違いが現れやすくなると考えたためである。

本研究では探索タスクを 2 段階に分割した。タスク 1 の探索では Web 空間で探索を行い自身の興味のあるものを発見・選択する。タスク 2 の探索ではタスク 1 の探索で選択したものについて、その内容を掘り下げてより詳細に検索する。このように 2 段階に分けて探索を行うことで 2 段階目の探索において 1 段階目で閲覧した Web ページへの再訪行動が起りやすいようにタスクを設定した。

探索タスクの制限時間はタスク 1,2 ともに 30 分とし、2 つのタスクの間には 5 分の休憩を挟んだ。タスクの提示は、それぞれの実験の前に行い、タスク 2 はタスク 1 が終了するまで実験参加者に見せないようにした。実験で使用した課題を以下に記す。

タスク 1

あなたは、同行人と一緒に東北に観光旅行に行くことになりました。

期間は 3 日間です。1 日目、2 日目、3 日目でそれぞれ山形県と秋田県と青森県を訪れることが決まっています。時期は 12-3 月の間とします。

あなたは旅のしおりを作成する係です。行き先を決めてタイムスケジュールを作成してください。

一箇所の観光に 3 時間かかるものとし 1 日間で行ける場所の数としては 4 箇所とします。

行き先については、施設間の距離を無視して連続して設定しても良いとします。

タスク 2

作成したスケジュールの行き先それぞれについて、詳細な情報をまとめてください。

情報の内容としては、行き先の正式名称、概要、住所、電話番号、ホームページの URL、費用、その他の備考について欄に当てはめるように埋めてください。

必ず全てを埋める必要はないですが、可能な限り埋めるようにしてください。また、情報が存在しない場合には「なし」のように記載してください。

〇〇地域のように行き先を大まかに設定している場合は、備考欄にその地域内で行きたい場所などについての情報も載せてください。

5) 事後アンケート

事後アンケートでは、実験で行なったタスクについてと使用したシステムの使用感などを尋ね、主観的な評価を行ってもらった。それぞれの項目について 5 段階で評価を行ってもらった。

5.1.2 実験参加者

本実験は、大学生 14 名を対象に実験を行なった。また、実験は被験者間実験の形式を取り、実験参加者をシステムを利用する実験群とシステムを用いない統制群に分けた。さらに、実験群の利用するシステムをハイパーリンク機能を有りとし無しの 2 種類用意し、2 つのグループに分けた。統制群のグループをグループ A に、実験群のうちハイパーリンク機能無しのグループをグループ B、ハイパーリンク機能ありのグループをグループ C とした。グループごとの実験の内容および人数を表 2 に示す。

表 2 実験グループ

	システムの使用	ハイパーリンクの機能	
グループ A	無	-	4 人
グループ B	有	無	5 人
グループ C	有	有	5 人

6. 結果

6.1 Web ページの閲覧数による分析

実験参加者の各タスクにおける Web ページの閲覧数を表 3 に示す。

それぞれの実験参加者について、タスク 1 と 2 における Web ページの合計閲覧数を基準にして外れ値の検出を行う。表には実験参加者 1 人 1 人について、タスク 1、タスク 2、その合計の Web ページ閲覧数が示されている。各グループのタスク 1,2 のそれぞれにおいて、平均を \bar{x} 、標準偏差を σ とし、外れ値の範囲を $y < \bar{x} - (3/2)\sigma$, $\bar{x} + (3/2)\sigma < y$ とする。この範囲に当てはまるデータは、グループ C に所属する C-1 の 1 人のみであった。実験におけるデータの解析では、C-1 のデータを外れ値として除外した。

タスク 1 における Web ページの平均閲覧数は、グループ A が 137.25、グループ B が 77.8、グループ C が 96.5 であった。タスク 1 において Web ページの平均閲覧数は、グループ A が最

も多く、続いてグループ C、グループ B の順に多かった。また、タスク 2 における Web ページの平均閲覧数は、グループ A が 72.75、グループ B が 65、グループ C が 53.25 であった。タスク 2 において Web ページの平均閲覧数は、グループ A が最も多く、続いてグループ B、グループ C の順に多かった。

タスク 1 とタスク 2 のそれぞれにおいて、グループ間の Web ページの閲覧数に有意な差が示されるかどうかを判定するために分散分析を行った。その結果、タスク 1 の各グループ間における分散分析で、グループ間には有意な差が存在することが明らかになった ($p < .01$)。そのため、各グループの Web ページ閲覧数を用いて Tukey 法による多重比較を行った。その結果、グループ B の Web ページの平均閲覧数よりもグループ A の Web ページの平均閲覧数の方が有意に多く ($p < .05$)、グループ C の Web ページの平均閲覧数よりもグループ A の Web ページの平均閲覧数の方が有意に多い ($p < .05$) が示された。

表 3 閲覧した Web ページ閲覧数

グループ	ID	タスク 1	タスク 2	合計
A	A-1	125	65	190
	A-2	131	100	231
	A-3	153	75	228
	A-4	140	51	191
	平均	137.25	72.75	210
	分散	111.1875	320.1875	381.5
B	B-1	79	86	165
	B-2	69	70	139
	B-3	83	29	112
	B-4	76	75	151
	B-5	82	65	147
	平均	77.8	65	142.8
	分散	25.36	372.4	308.16
C	C-2	107	36	143
	C-3	77	49	126
	C-4	95	56	151
	C-5	107	72	179
	平均	96.5	53.25	149.75
	分散	150.75	168.6875	366.6875

6.2 クエリの数による分析

実験参加者毎の各タスクにおける検索に使用したクエリ数を表 4 に示す。タスク 1 における検索に使用したクエリの平均数は、グループ A が 29.25、グループ B が 20、グループ C が 25.4 であった。タスク 1 において検索に使用したクエリの平均数は、グループ A が最も多く、続いてグループ C、グループ B の順番で多かった。また、タスク 2 における検索に使用したクエリの平均数は、グループ A が 13、グループ B が 10.8、グループ C が 8.2 であった。タスク 2 において検索に使用したクエリの平均数は、グループ A が最も多く、続いてグループ B、グループ C の順番で多かった。

タスク 1 とタスク 2 のそれぞれにおいて、グループ間の検索に使用したクエリ数に有意な差が示されるかどうかを判定するた

めに分散分析を行なった。結果として、タスク 2 においてグループ間には有意な差が存在することが示された ($p < .05$)。そのため、各グループの検索に使用したクエリの数を用いて Tukey 法による多重比較を行ったが、いずれのグループ間にも有意な差は示されなかった。

表 4 検索に使用したクエリの数

グループ	ID	タスク 1	タスク 2	合計
A	A-1	38	6	44
	A-2	29	17	46
	A-3	36	18	54
	A-4	14	11	25
	平均	29.25	13	42.25
分散	88.6875	23.5	113.1875	
B	B-1	13	13	26
	B-2	40	9	27
	B-3	18	10	50
	B-4	13	11	24
	B-5	16	11	27
	平均	20	10.8	30.8
分散	103.6	1.76	93.36	
C	C-1	37	12	49
	C-2	13	6	19
	C-3	32	10	42
	C-4	7	3	10
	C-5	38	10	48
	平均	25.4	8.2	33.6
分散	165.84	10.56	257.04	

6.3 課題達成数による分析

実験参加者毎の課題の達成数を表 5 に示す。タスク 1 では 12 箇所の旅行先での行き先をピックアップする課題であるため、タスク 1 において達成数の最大値は 12 である。また、タスク 2 に関してはタスク 1 で設定した行き先について詳細検索を行うタスクであるため達成数の最大値はタスク 1 の達成数になる。しかし、タスク 2 において最大値までタスクを達成した実験参加者はいなかった。

タスク 1 における課題達成数の平均数は、グループ A が 11.5、グループ B が 12、グループ C が 12 であった。どのグループにおいてもほぼ全ての参加者が最大値である 12 件のピックアップを行っており、全て行えなかった参加者でも 11 件のピックアップを行っていた。

タスク 2 における課題達成数の平均数は、グループ A が 5.75、グループ B が 8、グループ C が 6 であった。また、課題達成数の平均値は、グループ B が最も多く、続いてグループ C、グループ A の順番に多かった。

タスク 1,2 においてグループ間の課題達成数に有意な差が示されるかどうかを判定するために分散分析を行なった。結果として、いずれの場合でも有意な差は示されなかった。

表 5 課題達成数

グループ		タスク 1	タスク 2
A	A-1	11	5
	A-2	12	8
	A-3	12	6
	A-4	11	4
	平均	11.5	5.75
	分散	0.25	2.1875
B	B-1	12	9
	B-2	12	7
	B-3	12	6
	B-4	12	9
	B-5	12	9
	平均	12	8
	分散	0	1.6
C	C-1	12	7
	C-2	12	3
	C-3	12	6
	C-4	12	7
	C-5	12	7
	平均	12	6
	分散	0	2.4

7. 考 察

7.1 情報探索の効率化

6.1の表3で示したように、タスク1におけるWebページの総閲覧数に関して、グループBのWebページの平均閲覧数よりもグループAのWebページの平均閲覧数の方が有意に多く($p < .05$)、グループCのWebページの平均閲覧数よりもグループAのWebページの平均閲覧数の方が有意に多い($p < .05$)ことが示された。この結果から、RAGによる支援を受けない場合よりも支援を受けた場合の方がWebページの閲覧数が少ないことが示された。一方、6.3の表5で示したように、タスクの達成数には有意な差は示されなかった。以上のことから、システムによる支援の結果、より少ないWebページの閲覧でシステムを用いなかった場合と同じ成果を生み出すことができること示された。そのため、タスク1については情報探索における効率化に一定の効果があったと考えられる。

しかし、タスク2の場合ではWebページの閲覧数の有意な差は示されなかった。タスク1,2はそれぞれ、答えのない情報探索と答えのある情報探索を取り扱っており、タスクの違いが結果に影響を与えた可能性が考えられる。

7.2 欠落した情報の想起

6.1の表3で示したように、タスク1におけるWebページの総閲覧数に関して、グループAの閲覧数がグループB,Cの閲覧数に比べて有意に多かった。Webページの閲覧数が有意に少なかった原因として、以下の2つの事が考えられる。

(1) Webページ選択の精度が向上し、より適切なWebページを閲覧できる

(2) 重複行動や再訪のための探索行動などの効率的でない探索プロセスが減少した

また、6.2の表4に示したように、タスク1,2において入力したクエリの数はいずれの場合でも有意な差が示されなかった。一般的に(2)の重複行動や再訪のための探索行動が起きなくなっている場合、検索のためのクエリの入力回数もまたWebページの閲覧数に比例して減少するはずである。しかし、入力したクエリの数には有意な差は確認されなかった。そのため、本実験におけるWebページの閲覧数の差は、Webページ選択の精度向上により発生している可能性が高いと考えられる。

7.3 今後の課題

7.3.1 タスクの種別が与える影響の調査

7.2で示したように、タスク1においてWebページの閲覧数に有意な差が示されたのに対し、タスク2の場合では有意な差は示されなかった。実験環境や探索の所要時間などのその他の要因に関しては差異が存在しないため、情報探索のタスクの違いが実験に影響を及ぼしていたと考えられる。情報処理的な問題解決には、解決に必要な情報が問題の中に含まれており、客観的に正しい答えが存在する良定義問題と、正しい答えがひとつに定まらない不良定義問題がある[14]。本実験では、タスク1において不良定義問題を取り扱い、タスク2において良定義問題を取り扱った。このタスクが取り扱っている問題の違いが、タスク1のみ閲覧数が少なかったという実験の結果に表れているのではないかと考える。しかし、タスクの違いが具体的にどのようにシステムの効果に影響を与えているのかということは明らかにできていない。また、本実験ではタスクを2段階に分けることでタスクの違いによる影響は考慮したが、タスクの順序に関しては考慮していない。

以上のことを踏まえ、タスクの違いおよび順番によるシステムの効果への影響について、詳細な実験を行う必要性が示唆される。

7.3.2 システムの改善

本システムによる支援で、Webページの選択精度が改善され、少ない探索プロセスで目的の情報を持つであろうWebページにアクセスする事が可能になった。しかし、Webページから目的とする情報を探し出すことに関しては支援を行なっておらず、検索キーワードをハイライトするなどのWebページでの情報収集に対する支援を行うことでさらなる情報探索の効率改善が行えると考えられる。

8. おわりに

本研究では、情報探索における欠落した情報の想起を促す探索補助システム“RecallAssistanceGuide”が情報探索の効率を改善できるかどうかを検証した。“RecallAssistanceGuide”は、ユーザの探索行動をネットワーク図の形で可視化し、探索において使用したキーワードの一覧と合わせてフィードバックするシステムである。本研究では、実験においてブラウザと同じディスプレイ内に本システムを配置した上で情報探索を行ってもらい、実験を行なった。

評価実験では、筑波大学の学生14名を対象に、自身の興味に

従って旅行の行き先を決め、次に、設定した行き先についてそれぞれ詳細に検索するタスクを行なった。本実験では、実験参加者をシステムを使用しないグループ A、ハイパーリンクの機能がないシステムを使用するグループ B、ハイパーリンクの機能を持つシステムを使用するグループ C に分けた。実験参加者に、事前アンケートに答えてもらった後、旅行先で訪れる施設を決めてもらい、それぞれの行き先について詳細検索してもらった。その後、実験終了後に事後アンケートに回答してもらった。

評価実験の結果、タスク 1 で閲覧した Web ページの総数について、グループ A に比べてグループ B、グループ A に比べてグループ C は Web ページの閲覧数において有意に少なかったと示された。また、タスク 1,2 における課題の達成数にはいずれのグループ間にも有意な差はなかった。以上のことから、システムによる支援により、より少ない Web ページの閲覧でシステムを用いなかった場合と同じ成果を生み出すことができると示された。システムを用いない場合よりも少ない Web ページの閲覧で同じ成果を生み出すことができるため、本システムによって情報探索の効率が改善されたと示された。

本研究が目的としたのは、情報の欠落に起因する効率的でない行動を減らすことにより、情報探索の効率化を行うことである。実験の結果、システムを利用することで、情報探索の効率化を達成することが出来た。

本研究では、探索行動をフィードバックするシステムを用いて情報探索の効率化に貢献した。今後の課題として、システムの改良、詳細実験の実施が挙げられる。

謝 辞

本研究は科学研究費補助金（研究課題番号:17K00450）の補助を受けています。

文 献

- [1] 総務省. “総務省—平成 28 年度 情報通信白書—インターネットの普及状況”. <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc252110.html>, (参照 2017-12-16).
- [2] IDC Analyze the Future. “Executive Summary Data Growth, Business Opportunities, and the IT Imperatives”. The Digital Universe of Opportunities: Rich Data and the Increasing Value of the Internet of Things. <https://japan.emc.com/leadership/digital-universe/2014iview/executive-summary.htm>, (参照 2017-12-16).
- [3] 喜連川優. 情報爆発のこれからとこれまで. 電子情報通信学会誌. 2011, 94(8), p.662-666.
- [4] 米島まどか, 松村敦, 宇陀則彦. 探索と振り返りの融合を目指した履歴可視化インタフェース. 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2012), (2012.3).
- [5] 齋藤ひとみ, 三輪真木子. Web 情報探索におけるリフレクションの支援: 探索行動フィードバックシステムの構築. 人工知能学会誌. 2004, 19(4), p.214-224.
- [6] 齋藤ひとみ. 特集, 特集 第 11 回 情報知識学フォーラム「情報の観察と計測」— Web の情報知識学 —: Web 情報探索における認知プロセスの理解とその応用. 情報知識学会誌. 2006, 16(4), p.51-62.
- [7] Aula, Anne.; Jhaveri, Natalie.; Kaki, Mika. Information Search and Re-access Strategies of Experienced Web Users. The International World Wide Web Conference Committee.

- [8] 井原伸介. 画像情報を含むブログ記事検索システム: もぶろげっと. 電気通信大学, 2016, 6p.
- [9] 新美礼彦, 片山悠樹, 小西修. “サムネイル表示によるブラウザ履歴情報の可視化”. 22nd Fuzzy System Symposium. Sapporo, 2006-07-06/08, 日本知能情報フェジ学会. 2007, p.273-278.
- [10] 森田哲之, 倉恒子, 日高哲雄, 大浦啓一郎, 田中明通, 加藤泰久, 奥雅博. Memory-Retriever: 体験獲得情報を想起させる行動検索手法. 情報処理学会誌. 2007, 48(3), p.1197-1208.
- [11] 月浦崇. “想起・誤想起 (記憶)”. 脳科学辞典. <http://bsd.neuroinf.jp/wiki/%E6%83%B3%E8%B5%B7%E3%83%BB%E8%AA%A4%E6%83%B3%E8%B5%B7%EF%BC%88%E8%A8%98%E6%86%B6%EF%BC%89>, (参照 2017-12-17).
- [12] Tiernan, Scott Lee.; Farnham, Shelly.; Cheng Lili. Two Methods for Auto Organizing Personal Web History. In Proceedings of CHI '03: CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems. 2003, p.814-815.
- [13] 高久雅生, 江草由佳, 寺井仁, 齋藤ひとみ, 三輪真木子, 神門典子. タスク種別とユーザ特性の違いが Web 情報探索行動に与える影響: 眼球運動データおよび閲覧行動ログを用いた分析. 情報知識学会誌. 2010, 20(3), p.249-276.
- [14] 科学事典. “情報処理的な問題解決 — 認知心理学”. 科学事典. <https://kagaku-jiten.com/cognitive-psychology/higher-cognitive/information-processing.html>, (参照 2017-12-21).