

何気ないブラウジング過程で記録された ブックマークの想起を容易にする可視化手法

佐藤 理子¹ 中島 誠² 佐藤 慶三²

概要 : Web ブラウザを利用した情報収集では、膨大な情報量のなかからユーザにとって重要な情報や興味深い情報をスムーズに見つけ出すことができる上、過去に訪れた Web ページを記録するブックマークの仕組みによって、重要な情報を容易に再見することが可能である。しかしながら、人間の想起力の限界から、時間が経過するとどんな内容をなんのためにブックマークしたのかを忘れてしまう。本論文では、何気ない Web ブラウジングの過程で得られたブックマークを、容易に想起することができる効果的な方法とはどのようなものかを明らかにすることを旨とし、このようなブックマークの想起のし易さに関して立案した仮説に基づいた、ブックマーク可視化手法を提案する。

キーワード : ブックマーク可視化手法, 記憶想起, Web ブラウジング, 閲覧履歴, 想起特性

Visualization Methods to Facilitate Recall of Bookmarks Recorded During Casual Browsing

RIKO SATO^{†1} MAKOTO NAKASHIMA^{†2}
KEIZO SATO^{†2}

Abstract: Thanks to the vast amount of information on the web, people can smoothly find and gather the information they want. Furthermore, bookmarks are the most convenient way to save such collected information to review later. However, as more bookmarks are saved over time, it becomes difficult to remember their purpose due to the limitations of human memory. This study aims to explore effective methods for visualizing and recalling bookmarks during casual web browsing. We propose novel bookmarking methods that visualize information collection paths and allow gathered information reallocation based on two hypotheses for ease of recall of the bookmarks. We also verified their validity, which arranges the browsing history and crucial portions of the bookmarked webpage, and found their possibility to support recalling old bookmarks.

Keywords: bookmark visualization methods, human recall, web casual browsing, browsing history, characteristics of human recall

1. はじめに

日常的な情報収集の手段として Web を利用することが一般的となった。Web にある膨大な情報量のなかから重要な情報や興味深い情報をスムーズに見つけ出すことができる上、過去に訪れた Web ページを記録するブックマークの仕組みによって、再見したい Web ページへの容易なアクセスが可能である。しかしながら、人間の想起力の限界から、時間の経過や収集した情報の増大によって、どんな内容をなんのためにブックマークしたのかを忘れてしまう [1][2][3]。特に、ユーザが何気ないブラウジング過程で得られたブックマークについては、一度ブックマークした情報の手がかりが失われると、再びその Web ページを再見する必要性を思い出すことが難しい。本研究では、何気ない Web ブラウジングの過程で得られるブックマークを容易に想起

することができる効果的な方法とはどのようなものかを明らかにすることを旨としている。本稿では、ユーザが Web ページをブックマークするまでの過程と人間の記憶や想起特性に着目し、このようなブックマークの想起のし易さに関する仮説 [4] をもとに、仮説検証のための機能を有した、新たなブックマーク可視化手法を提案する。被験者実験で作成されたブックマークに対する、被験者の想起性の割合や想起時間、総合評価アンケートの結果から、仮説および提案したブックマーク可視化手法の有効性を評価した。

2. 関連研究

本章では、収集した情報に対する想起支援と、整理方法に着目した関連研究や従来システムを紹介する。

¹ 大分大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Oita University
² 大分大学 理工学部
Faculty of Science and Technology, Oita University

2.1 収集した情報の想起支援

Hwang と Ronchetti[5]は、ユーザがブックマークした情報の再見を容易に行うために、記憶の手がかりとしてコンテキストを用いた MemoryLane を構築した。このシステムでは、ブックマークする際、なんのために Web ページを保存するのかを表す「目的」や、どのようにして現在の Web ページを見つけたのかを表す「経路」などといった文脈的な情報（コンテキスト）を自動的に抽出、またはユーザ自身が編集し、Web ページとともに保存する。MemoryLane を用いて、ユーザにとってどのようなコンテキストが、収集した情報への想起に役立つのかを明らかにする実験[3]では、なんのためにブックマークしたのかを表す「目的」が記憶のための重要な手がかりとなることが明らかになった。

操作性においては、しかしながら、毎回 Web ページをブックマークする際に、コンテキストとともに保存することはユーザの負担となる。加えて、過去に保存した同じような目的でブックマークする際、はじめは想起のし易さを考慮してブックマークする新たな目的を考えるが、次第にすでに保存した目的に頼ってしまい、最終的には想起のしづらさにつながる恐れがある。本研究では、Web ページをブックマークするまでの過程を記憶の手がかりとして活用することで、同じような目的であっても、閲覧した過程がもつ、Web ページの変化や関係性からブックマークしたきっかけを探し出すことができると考える。

2.2 収集した情報の整理方法

Web から収集した情報の整理方法のひとつに、Web ページ上の画像や動画、テキストから必要な領域の情報のみを部分領域として抽出し、まとめて保存するといった、Web キュレーション[6][7][8]の方法がある。これは、様々な Web ページから必要な情報のみを含む部分領域を収集し、それらを視覚的に表現しつつ、ユーザ自身が配置してまとめるという 3 つの観点から、ビジュアルシンキングを支援する役割を果たす。部分領域の配置は、複数の情報を利用者の考える流れをもとにユーザ自身や他者の理解のしやすさを考慮して決める。この行為は、一種の物語に相当し、他者への情報提供という観点に立った明示的なストーリーテリングであると考えられる。本研究では、何気ない Web ブラウジングの結果から得られるブックマークを想起することができるためのきっかけとして、情報収集の過程で得た情報を視覚的に表現し、まとめることで構築されるストーリーを活用する。

3. 記憶想起のための仮説[4]

提案するブックマーク可視化手法のための、人間の記憶特性に関する 3 つの考え方をもとにした記憶想起のための 2 つの仮説[4]を以下に示す。

3.1 データストーリーテリング

データストーリーテリングは、膨大な量のデータに対して、さらに物語を組み合わせることで、有意義で記憶に残る、魅力的な洞察を抽出するための効果的なアプローチ手法の一つである[9]とされ、実際に記憶、さらには情報の想起力を高めることができる[10]と考えられている。Nowak[11]らは、データをストーリーとして語るためのナラティブテクニック（物語技法）がメッセージをよりよく伝えることへの有効性を示している。

3.2 チャンキング

チャンキング(Chunking)とは、人間が言語を理解する際に、入ってきた情報を、無意識のうちに適当な部分により高度なレベルでまとめることを指す。チャンキングにはレベルがあり、例えば、語レベルでは文字列を語としてまとめ、文レベルでは、句レベルでまとめられた語の集まりを動詞中心で結びつけるというものである。このように、まとめる範囲が大きくなる（チャンキングレベルが上がる）ほど、深い意味処理が行われていると言われている[12]。

3.3 人間の想起と情報処理の特徴

伊東[13]は、人間の想起について、どのような形の想起であっても、想起にはかならずなんらかの手がかりが存在すると述べており、市川[14]は、人間の情報処理の特徴として、知識を使って入力情報を理解（解釈）し、思い出すときには、また知識を使って再構成するというのが人間の本質的な特徴であると述べている。また、なにか記憶する際には、ただ見るのではなく自らの手を動かすことで、手と脳が連携され、より長期的な記憶に残りやすくなるといわれている[15]。

上記に基づき、何気ない Web ブラウジングの過程で得られるブックマークを対象とした、想起のしやすさに関する 2 つの仮説[4]を以下に示す。

仮説1. 閲覧履歴を可視化すると、コンテンツやコンテキストが明確化され、ブックマークの作成や重要と感じたきっかけや手がかりを想起しやすくなる

仮説2. Web ページ上に表示された情報を意味のあるまとまりへ配置し直すと、コンテンツやコンテキストが記憶として定着しやすくなり、収集しやすくなる

4. ブックマーク可視化手法

3章で述べた仮説をもとに、2つの機能を有したブックマーク可視化手法を提案、実現する。

4.1 閲覧履歴の可視化機能

仮説 1 に基づき、ブックマークを想起するための手がかりとして、閲覧履歴を使用する。読み手が理解できるような優れたストーリーを提供するためには、起承転結[16]が重要である。ここで、閲覧履歴とストーリーを掛け合わせ、ユーザが収集した情報の容易な振り返りや理解を深め、ブックマークしたきっかけを見つけ出すことを可能にするため、一般的な物語の 3 部構成である「はじめ」、「中間」、「おわり」[17][18]に着目し、3 つの Web ページの閲覧履歴を可視化する。使用する 3 つの Web ページの内訳は、ユーザがブックマークした Web ページと、ブックマークする Web ページの直前に閲覧した 2 つの Web ページとする。図 1 に、3 つの Web ページを可視化させた例を示す。閲覧履歴の可視化機能には、訪れた Web ページの最上部のスクリーンショットを用いる。このとき、訪問の過程を明確に記録するため、ブックマークのストーリーを構成する「はじめ」、「中間」、「おわり」の部分には、サーチエンジンの検索結果画面は取得しない。



図 1 3 つの Web ページを可視化させた例

4.2 情報の再配置機能

仮説 2 に基づいて、意味のあるまとまりへ配置し直す対象を、ブックマークする Web ページにおいて、ブックマークをするきっかけとなった情報を含む部分領域とする。図 2 に、部分領域の例を示す。部分領域は、ユーザが任意の数を、任意の大きさで切り取ることができるようにし、ブックマークした Web ページのスクリーンショットを背景に、任意の位置へ再配置できるようにすることで、暗黙のうちに構築されるストーリーが収集した情報へのユーザの理解を意識的に深め、容易な想起を支援する。作成する部分領域は、Web ページの URL と部分領域の座標によるロケーション情報、部分領域到達までに行われた各操作によるアクション情報で構成される、パーシャルブックマーク [7][8]の概念に基づく。

4.3 ブックマーク可視化手法の全体のながれ

図 3 に、提案するブックマーク可視化手法を用いて作成されたブックマーク例を示す。閲覧履歴の可視化機能によって、ブックマークするまでの過程を可視化された画像を背景に、情報の再配置機能によって作成された部分領域を表示することで作成される。



図 2 部分領域の例



図 3 ブックマーク可視化手法を用いて作成されたブックマーク例

図 4 に、ブックマーク可視化手法を導入した、Web ブラウザ上でブックマークを保存する流れを示す。画面は、ブラウジング画面と部分領域配置画面から構成される(図 4(a)). ブラウジング中は、閲覧している Web ページの最上部を部分領域配置画面に反映(図 4(b))させ、ブックマーク時に作成する部分領域を配置するための背景として用いる。任意の Web ページに対してブックマークを作成するタイミングで、ブラウジング画面上部の Clip ボタン(図 4(c))の赤

枠をクリックし、取得したい部分領域の左上(図 4(c)の点 A)から右下(図 4(c)の点 B)にかけてマウスをドラッグすることで、矩形の部分領域を作成することができる。作成された部分領域は、ブックマークする Web ページが反映された部分領域配置画面上で、任意の位置へ配置し直すことが可能である(図 4(d))。★ボタンをクリックするとブックマークが保存領域へ保存され、図 4(e)の赤枠のボタンをクリックすることで、ブックマーク(図 4(e) 赤枠①・赤枠②)を確認することができる。



図 4 ブックマーク可視化手法を用いた操作のながれ

5. 評価実験

提案するブックマーク可視化手法(以下、提案手法と呼ぶ)の、何気ない Web ブラウジングの過程で得られたブックマークを容易に想起することへの有効性を検証するため、大学生 32 名(大分大学理工学部の大学院生および学部生、福祉健康科学部の大学院生)を対象に評価実験をおこなった。

5.1 実験概要

被験者には、以下に述べる 2 つのタスクをおこなってもらった。

5.1.1 タスク 1: ブックマークの作成

提案手法の機能である、閲覧履歴の可視化機能と情報の再配置機能が何気なく閲覧した過程で得られたブックマ

ークの想起にどのような有効であったかを検証するため、提案手法のほかに図 5 に示す 2 つの比較用手法を用意した。

図 5(a)は、閲覧履歴の可視化機能のみを用いる手法で、図 5(b)の手法では、閲覧履歴の可視化機能と情報の再配置機能で構成されているが、閲覧履歴の可視化機能においては、ブックマークした Web ページのスクリーンショット 1 つのみを表示する。



図 5 比較用手法

被験者には、提案手法および 2 つの比較用手法からランダムに 1 つを割り当て、1 時間でできるだけ多くのブックマークを作成してもらった。なお、何気なくブラウジングした結果から得られたブックマークや情報を想起することへの妨げとならないよう、テーマを定めず、自由にブックマークの作成をおこなってもらった。タスク終了後には NASA-TLX[19]を用いて、ブックマークを作成した際の負荷を計測した。

5.1.2 タスク 2: ブックマークの想起

それぞれの手法を用いて作成されたブックマークの想起性を検証した。被験者には、作成されたブックマークを表示し、なぜブックマークしたのか、どのような Web ページであったかなど、ブックマークに関する事柄について自由に思い出した事を声に出してもらったのちに、アンケート用紙に記入してもらった。想起性は、どのくらい覚えていたかの程度を表す、「正確で具体的」、「あいまい」、「まったく思い出せなかった」の 3 段階からなる被験者の自己評価と、想起するまでに要した想起時間の計測によって評価した。想起時間とは、被験者がブックマークを表示してから思い出した旨を声に出すまでの時間とした。全タスク終了後には、各手法のユーザビリティを評価する、SUS(System Usability Scale)[20]を用いたアンケートと、総合評価アンケート(5 段階のリッカート尺度を用いた)に回答してもらった。

5.2 実験結果

5.2.1 ブックマーク作成結果

図 6 に、各被験者が作成したブックマークの個数（小数点第 2 位を四捨五入，以下同様）についての箱ひげ図を示す。図より，作成されたブックマークの平均個数は，3 背景が最も多く，提案手法が最も少ないことがわかるが，クラスカル・ウォリス検定を用いて平均値の比較を行ったところ，有意差は見られなかった（ p 値 >0.05 ）。

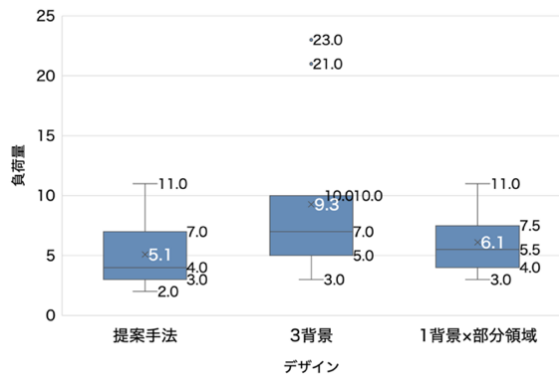


図 6 ブックマーク作成個数 (手法ごと)

5.2.2 ブックマークの想起結果

図 7 に、作成したブックマークについて，各被験者が「正確で具体的」に想起できた割合についての箱ひげ図を示す。図より，1 背景×部分領域を用いたブックマークに比べ，提案手法および，3 背景を用いたブックマークの割合が高いことがわかる。しかしながら，一元配置分散分析では，3つの手法に有意差は見られなかった（ p 値 >0.05 ）。

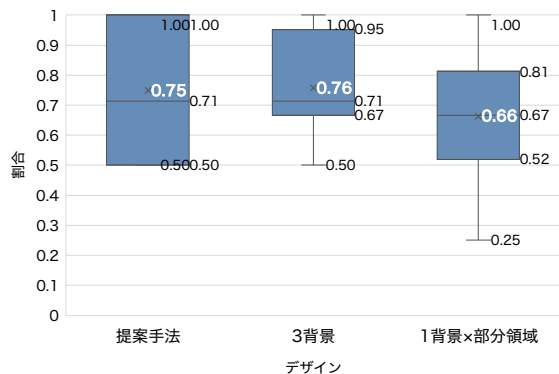


図 7 「正確で具体的」に想起できた割合

図 8 に、各被験者が「正確で具体的」に想起できた際の平均想起時間の箱ひげ図を示す。図より，提案手法の平均想起時間が最も長いことがわかる。しかしながら，クラスカル・ウォリス検定を用いて平均値の比較を行ったところ，有意差は見られなかった（ p 値 >0.05 ）。

5.2.3 NASA-TLX の回答結果

図 9 に、タスク 1 終了後に回答してもらった NASA-TLX の平均負荷量を示す。図より，3 手法それぞれの NASA-TLX

のスコアは，提案手法が最も高く，3 背景が最も低いことがわかるが，一元配置分散分析では，3 つの手法に有意差は見られなかった（ p 値 >0.05 ）。

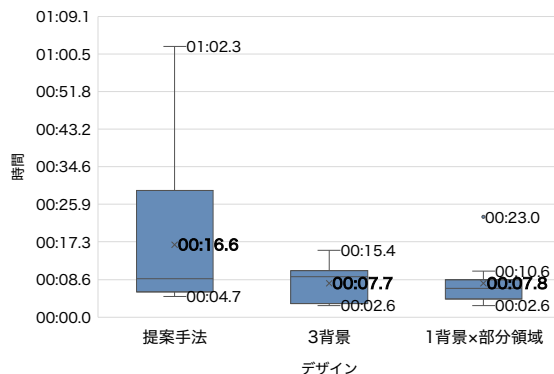


図 8 「正確で具体的」に想起できた際の平均想起時間の箱ひげ図

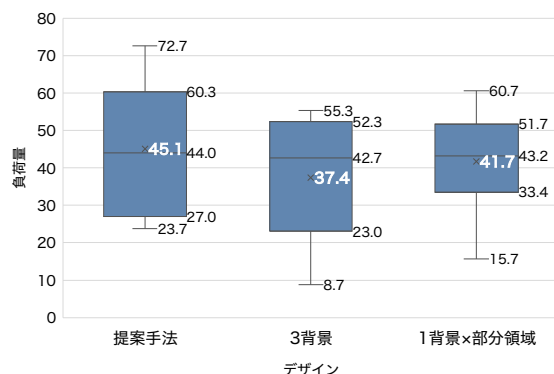


図 9 NASA-TLX のスコア

5.2.4 総合評価アンケート結果

各被験者に，利用した手法を今後も使用したいかを聞いた。図 10 に，手法それぞれの回答結果を示す。すべての手法において，肯定的な回答が有意に多かった（評価値 5,4 を肯定，1,2 を否定意見とした二項検定，有意水準 0.05）。特に，提案手法を用いたすべての被験者が肯定的な回答であった。

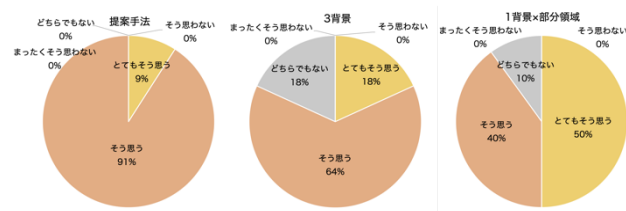


図 10 回答結果「利用した手法を今後も使用したいか」

また，被験者に，利用した手法を既存のブックマークツールよりも使用したいかを聞いた。図 11 に，手法それぞれの回答結果を示す。図 10 では，ほとんどの被験者から肯定的な回答が得られていたものの，既存のブックマークツールとの比較となると，回答が分かれる結果となった。ただ

し、提案手法、1 背景×部分領域では、否定的な回答も見受けられたものの、肯定的な回答が有意に多かった（評価値 5.4 を肯定、1, 2 を否定意見とした二項検定、有意水準 0.05）。

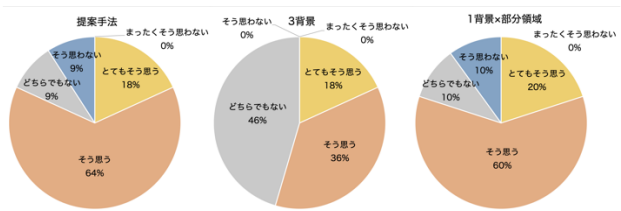


図 11 回答結果「既存のブックマークツールよりも使用したいか」

全タスク終了後に回答してもらった、SUS の平均スコアでは、提案手法は 72 ± 9.3 、3 背景は 79.5 ± 12.1 、1 背景×部分領域は 81.3 ± 13.2 であった。平均の 68 点より高いスコアであれば、よいユーザビリティであり、80.3 点を超えていけば、非常に優れたユーザビリティとされる。3 つの手法ともに平均を超えていたことから、よいユーザビリティであり、特に、1 背景×部分領域は、非常に優れたユーザビリティであった。

5.3 考察

5.3.1 仮説 1 について

仮説 1 の実現における有効性を検証するにあたり、「正確で具体的」な想起に着目する。図 12 に、「正確で具体的」に想起できたブックマークの割合の手法ごとの集計を示す。図より、提案手法および、3 背景を用いて作成されたブックマークの約 7 割が「正確で具体的」に想起できており、1 背景×部分領域を用いて作成されたブックマークより割合が高いことがわかる。また、図 7 で示した作成したブックマークにおける、各被験者が「正確で具体的」に想起できた割合の平均についても、1 背景×部分領域を用いたブックマークに比べ、提案手法および、3 背景を用いたブックマークの割合が高かった。

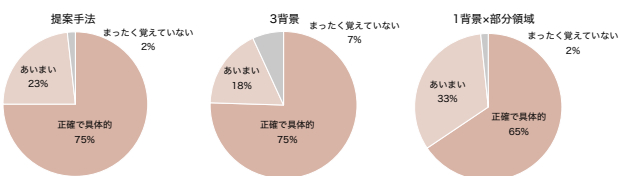


図 12 「正確で具体的」に想起できたブックマークの割合

図 13 に、NASA-TLX で求めた被験者の負荷量と「正確で具体的」に想起できた割合の相関を示す。図より、1 背景×部分領域の相関に比べ、提案手法ならびに 3 背景では、負荷量が大きかったとしても「正確で具体的」に想起できている割合が高いところに分布されていることがわかる。

提案手法および、3 背景の閲覧履歴の可視化機能では、3 つの Web ページを可視化していることから、閲覧履歴をストーリー立てて可視化することが、「正確で具体的」に想起することへ有効であることが考えられる。

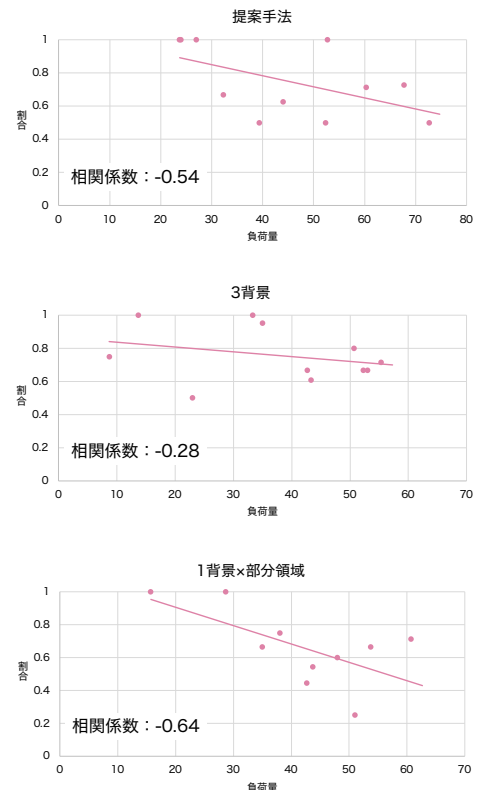


図 13 被験者の負荷量と「正確で具体的」に想起できた割合の相関

5.3.2 仮説 2 について

仮説 2 の実現における有効性を検証するにあたり、「まったく思い出せなかった」ことに着目する。図 12 より、「まったく思い出せなかった」割合は、3 背景が 7% と最も高く、提案手法、1 背景×部分領域では 2% と低い結果となった。また、作成されたブックマークに対し、被験者ごとに「まったく思い出せなかった」割合の平均を表 1 に示す。

表 1 「まったく思い出せなかった」平均割合

	提案手法	3 背景	1 背景×部分領域
割合	0.015	0.042	0.001

表 1 より、3 背景での割合が最も高かったことがわかる。提案手法および、1 背景×部分領域では Web ページから任意に部分領域を作成し、まとめ直す情報の再配置機能を有していることから、「まったく思い出せなかった」を減らすためには、Web ページの任意の領域から部分領域を作成し、まとめることが有効であると考えられる。

5.3.3 提案手法の評価

図 14 に、各被験者のブックマーク作成個数と、「正確で具体的」に想起できた割合の相関を示す。

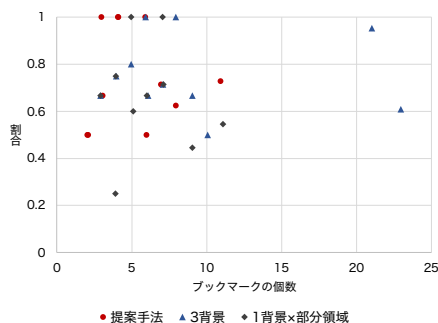


図 14 各被験者のブックマーク作成個数と「正確で具体的」に想起できた割合の相関

このとき、作成されたすべてのブックマークについて、「正確で具体的」に想起できた（割合が 1 であった）被験者の人数に着目し、3 つの手法ごとの相関を図 15 に示す。

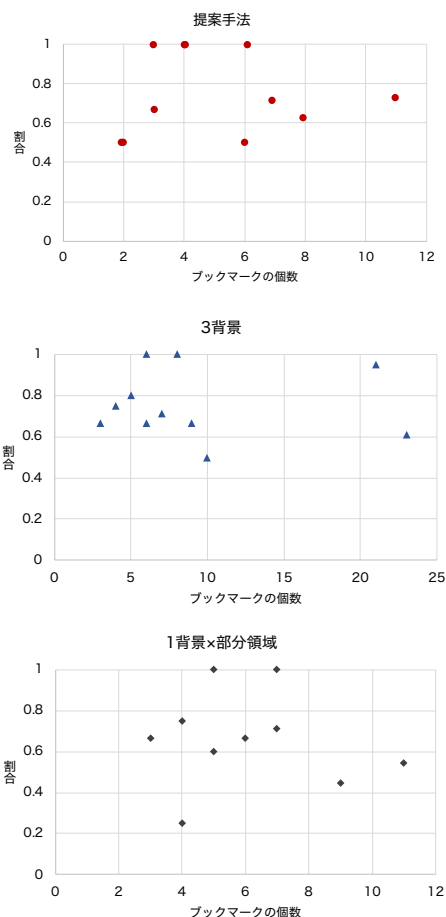


図 15 3 つの手法ごとの相関

図 14 および図 15 より、作成されたすべてのブックマークの、「正確で具体的」に想起できた人数について、提案手法は 11 人中 4 人、3 背景は 11 人中 2 人、1 背景×部分領域は 10 人中 2 人であり、提案手法の人数が最も多かった。ま

た、図 10 および図 11 で示した、総合評価アンケートにて、肯定的な回答は、提案手法を用いた被験者が最も多かった。提案手法は 3 つの手法のなかで「正確で具体的」に想起するための最も有効な手段であったと考えられる。

5.3.4 負荷量

図 16 に、タスク 1 にて、ブックマークを作成した際の、被験者の負荷量と「正確で具体的」に想起できた割合の相関を示す。

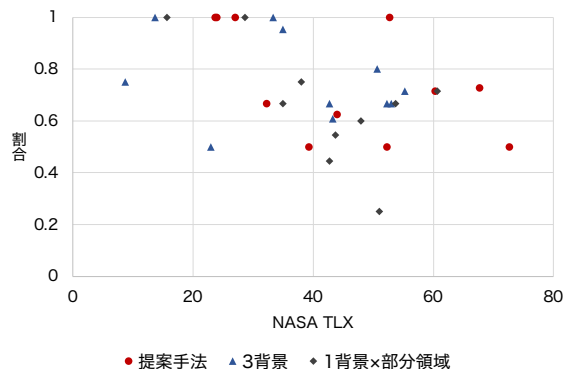


図 16 被験者の負荷量と「正確で具体的」に想起できた割合の相関

作成されたブックマークについて、すべて「正確で具体的」に想起できた（割合が 1 であった）被験者の平均負荷量を表 2 に示す。

表 2 すべて「正確で具体的」に想起できた被験者の平均負荷量

	提案手法	3 背景	1 背景×部分領域
負荷量	31.9	23.5	22.2

図 16 および表 2 より、すべて「正確で具体的」に想起できている被験者の負荷量が 20~30 と、小さすぎず、かつ大きすぎないことがわかる。このことより、「正確で具体的」に想起するためには、ある程度の負荷が必要であることが考えられる。しかしながら、図 16 に示しているように、負荷量が大きいかからといって「正確で具体的」に想起できた割合が大きいわけではないことから、想起を妨げない、適度な負荷量について検討する必要がある。

6. おわりに

何気ない Web ブラウジングの過程で得られるブックマークを容易に想起することができる効果的な方法とはどのようなものであるかを検証するため、本稿では、ユーザが Web ページをブックマークするまでの過程と人間の記憶や想起特性をもとにした、ブックマークの想起のしやすさに関する仮説をもとに、ブックマーク可視化手法を提案した。被験者実験では、想起性や想起時間について、本提案手法と比較手法間で有意差は見られなかった。しかしながら、

作成されたブックマークの想起性の割合や総合評価アンケートから、提案したブックマーク可視化手法が何気ないWebブラウジングの過程で得られるブックマークの容易な想起を支援する可能性があることを明らかにした。

今後、より多くの被験者数とブックマーク数をもとに、長期的な実験を行う必要がある。また、多くのブックマークを容易に想起することができるための適切な負荷量の検討や、収集した情報を視覚的にわかりやすい表示方法の検討が必要である。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 22K12704 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Shuya Ochiai, Makoto P. Kato, and Katsumi Tanaka. “Re-call and Recognition in Episode Re-retrieval: A User Study on News Re-finding a Fortnight Later,” ACM CIKM, pp. 579-588, 2014.
- [2] David Elswiler, Ian Ruthven, and Christopher Jones, “Towards Memory Supporting Personal Information Management Tools,” J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol. 58, 7, pp. 924-946, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/asi.v58:7>
- [3] H. K. Hwang, E. Herder, and M. Ronchetti, “A Link Back to MemoryLane: The Role of Context in Bookmarking and Refinding,” In Proceedings of the 12th Biannual Conference on Italian SIGCHI (CHIItaly '17). ACM, NY, USA, pp. 1-10, 2017.
- [4] Riko Sato, Makoto Nakashima and Keizo Sato, “Visualization Methods for Bookmarks to Facilitate Recall Them Recorded During Casual Web Browsing,” In Proceedings of the 42nd IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE 2024). IEEE, NY, USA, 2024.
- [5] H. K. Hwang and M. Ronchetti, “Contextualizing Bookmarks: An Approach Based on User Context to Improve Organization and Retrieval of Bookmarks,” In Proceedings of the 8th ACM Conference on Web Science (WebSci '16). ACM, NY, USA, pp. 338-339, 2016.
- [6] Nic Lupfer, Andruid Kerne, Andrew M. Webb, and Rhema Linder, “Patterns of Free-form Curation: Visual Thinking with Web Content,”. In Proceedings of the 24th ACM international conference on Multimedia (MM'16). ACM, NY, USA, pp. 12-21, 2016.
- [7] Takehiro Nagatomo, Takahiro Tachibana, Keizo Sato and Makoto Nakashima. “Partial Bookmarking: A Structure-independent Mechanism of Transclusion for a Portion of any Web Page,” In Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on User Interface Software & Technology (UIST'2016), ACM, NY, USA, pp. 185-186, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1145/2984751.2984761>
- [8] Takehiro Nagatomo, Takahiro Tachibana, Keizo Sato and Makoto Nakashima. “Creating learning materials by learners themselves using partial bookmarking for web curation,” In Proceedings of the 11th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS-2017), Torino, Italy, pp. 721-731, 2017.
- [9] Dominyk Zdanovic, Tanja Julie Lembcke and Toine Bogers. “The Influence of Data Storytelling on the Ability to Recall Information,” In Proceedings of the 2022 Conference on Human Information Interaction and Retrieval, ACM, NY, USA, pp. 67-77, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1145/3498366.3505755>
- [10] J. Liem, C. Perin, and J. Wood. 2020. “Structure and Empathy in Visual Data Storytelling: Evaluating their Influence on Attitude,” Computer Graphics Forum, vol.39, no. 3, pp.277-289, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/cgf.13980>
- [11] Stanislaw Nowak, Lyn Bartram, and Thecla Schiphorst. “A Micro-Phenomenological Lens for Evaluating Narrative Visualization,” IEEE Evaluation and Beyond - Methodological Approaches for Visualization (BELIV), 2018. DOI: 10.1109/BELIV.2018.8634072
- [12] 横山哲也, 井上雅夫, 井村英夫, “談話理解におけるチャンキング過程についての一考察,” 情報処理学会第 33 回全国大会講演論文集, pp.1231-1232, Sept. 1986.
- [13] 伊東裕司, “想起のメカニズム,” 認知心理学を知る, 市川伸一, 伊東裕司(編), pp.48, プレーン出版, 東京,1989.
- [14] 市川伸一. “記憶の心理学”. 公益社団法人日本心理学会, <https://psych.or.jp/publication/world098/pw21/>. 2023-05-17.
- [15] 株式会社フロムページ夢ナビ編集部, “人は手を動かして記憶する | 夢ナビ講義 | 夢ナビ 大学教授がキミを学問の世界へナビゲート,” <https://yumenavi.info/vue/lecture.html?gnkcd=g013402>, Jan 2024.
- [16] Miro Kazakoff, “The Next Chapter in Analytics: Data Storytelling,” <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/next-chapter-analytics-data-storytelling> Accessed on Jan 21, 2024.
- [17] Edward Segel and Jeffrey Heer. “Narrative Visualization: Telling Stories with Data,” IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol.16, no.6, pp.1139-1148, 2010.
- [18] B. Tversky, J. Heiser, S. Lozano, R. MacKenzie, and J. Morrison. En-riching animations. In R. Lowe and W. Schnotz, editors, Learning with animation. Cambridge University Press, 2007.
- [19] 芳賀 繁, 水上直樹, “日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定—各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度—”, 人間工学 vol. 32 no. 2, pp.71-79, 1996.
- [20] SUS, <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>, Jan 2024.