

Web 探索のためのページ遷移履歴共有システム

飯塚真菜美[†] 松田駿一[†] 藤本敬介[†] 中山泰一[†]

[†] 電気通信大学 情報工学科

近年、ブラウザによる Web ページの閲覧が一般的になってきていると同時に、動的コンテンツなどの登場によりブラウザで閲覧できる Web ページが多様化してきた。このような Web ページを固有の URL を持つ単独なものとして扱うと、再び訪れる際や他の人に伝えたい場合に URL だけでは辿り着けない。さらにブラウザ標準搭載の履歴表示機能では訪問した日付やドメイン毎にまとめられてしまうことが多く、ドメインの枠を越えた幅広い繋がりを持つ Web の特徴が無視されているため、目的のページを探しにくい。

本論文では履歴表示や共有に対応できるよう、Web ページの履歴を閲覧した順番そのままに表示及び共有できるシステムを提案する。必要最低限の経路選択と通信相手の限定、サーバに履歴情報を渡さない手法によって、プライベートな情報である履歴をセキュアに共有できる。また、本手法によって初心者が熟練者の遷移を学習でき、より効率の良い情報収集方法を学ぶことが期待できる。履歴表示が十分に機能し、共有機能もただ教え合うだけにとどまらない幅広い応用が可能であることがわかった。

Browsed Route Sharing System for Web Exploration

Manami IIZUKA,[†] Shunichi MATSUDA,[†] Keisuke FUJIMOTO[†] and Yasuichi NAKAYAMA[†]

[†] Department of Computer Science, The University of Electro-Communications

Web has grown in the last few years through many kind of new web pages (e.g. dynamic contents). Most of Internet users browse many web pages everyday. In case of a page which isn't located in unique URL, however, the user may not be able to share it or visit there again. Such pages have been stored in browser as their own *history*, but the history depends on only URL. When the user wants to find a page in his history, it costs much time and effort.

We propose the system storing *browsed route* and sending part of the route just only to friends, family and so on. Our system prevents leak of personal information because of using no server-client system, and naive user can learn how to get information in Internet better than traditional way.

1 はじめに

近年、インターネット利用者の中でも、今まで少なかった中高年層の利用者が激増している¹⁾。家庭内でインターネットに接続できる機器はパソコンや携帯電話にとどまらず、家庭用ゲーム機やテレビなどの家電にも及び、インターネット利用者は現在よりもさらに幅広い年代で増加していくと考えられる。

同じ中高年層でも、仕事場でコンピュータを活用している熟練者とパソコンを買ったばかりの初心者では、コンピュータを扱えるレベルは大きくかけ離れている。また、現在のように学校でインターネットについての教育を受けているわけではないため、インターネットが身近になればなるほど、基

本的な扱いかたを知らないまま利用する初心者は増える一方である。

Web を利用した情報収集には、熟練度に限らず Google²⁾ や Yahoo!³⁾ などのサーチエンジンを用いるのが一般的であるが、これらの多くはクエリとして入力された語句が全て含まれるページを検索結果として表示する。このような原理を知らない初心者の中には、「地デジ対応のテレビが欲しい」などの文をクエリに用いてしまう人もいる。クエリに対して構文解析をおこなうような自然言語処理システムを介入させない限り、サーチエンジンはこのクエリに含まれた単語全てを含むページを検索するため、目的の情報を得られるページにたどり着くことが難しくなってしまう。実際にいくつか

の内容について、文と複数の単語をそれぞれ検索クエリとして用いた。Google および Yahoo!における検索結果の総数を表 1 に示す。

また、同じように初心者に見られる傾向として、検索結果から 1 ページ分探索しただけで、目的の情報があるかどうかを判断する傾向がある。例えば検索結果が 3 件である場合、その 3 件を順に見て回るだけで終了してしまうような傾向である。Web の構造を把握しているような熟練者であれば、そのサイトのトップページを訪問したり、上位のディレクトリを見たりと、さらに探索を進める。

このように、熟練者は初心者の知らない一種のコツのようなもので、情報探索の効率を高めている。反対に言えば、初心者は Web 上に無数に点在する有益な情報を手に入れにくいともいえる。

ブラウザには、過去に訪問したページの URL をある期間分保存しておくような、履歴表示機能が備わっている。この履歴一覧のソート方法はブラウザによってさほど違いはなく、どれも「日付とサイト名順」「サイト名順」「日付順」「アクセス回数順」「最終アクセス日時順」で統一されている。

ところがこのソート方法では、どのページからどのページへリンクがつながっていたのかを理解することができない。ドメインや訪問日時にこだわらないはずの“蜘蛛の巣”のような Web 探索の世界の構造を完全に無視した表示となってしまう。そのため訪問したサイトが膨大になると、最悪の場合、ブラウザの履歴に存在していても発見することができない。

また近年、コンテンツの多様化に伴い、動的コンテンツも増加している。ユーザの選択や入力によって、動的にコンテンツを生成するものである。選択や入力を生成結果に反映させる手段として、URL の後ろに情報を付加する方法と、情報を付加しない方法の 2 種類がある。前者では例えば

```
.../cgi-bin/yourpage.cgi?a=one&b=2&c=true
```

などのように、等号で結んだ式をアンパサンド記号 (&) でつなげることで、 a, b, c という 3 つの変数にそれぞれの値を代入できる。値は文字列、数値、Boolean などそれぞれ適したものに型変換されて処理される。再び訪問する際にこの URL を再び用いれば、前回と同じ結果を与えたことになり、同じコンテンツを生成させることができる。

ところが URL の後ろに情報を付加しない場合は、前述のように一意に生成結果が求められるような URL が存在しない。ユーザによって選択や入力を受け付けるページで全く同じ回答をおこなわない限り、同じコンテンツは生成されない。URL を伝えることで他のユーザと共有ができないだけでなく、URL に依存している現在のブラウザの履歴表示機能からでは再び訪れることができない可能性がある。

本研究の目的は、Web 探索中の遷移そのままの順番を利用した新たな履歴表示の手法の提案と、その探索経路を他のユーザと共有するシステムの実現である。本システムを用いることで、同じような情報収集をおこなっている複数のユーザが各々探索した履歴を共有できる。さらにそれだけでなく、初心者が熟練者の Web 探索履歴を参考にしてコツを習得すれば、Web 探索の効率の向上を期待することができる。

この論文ではまず、現在履歴の共有についてどのような取り組みがなされているのかに触れ、次に本システム独自の遷移履歴と共有の提案及びそれに基づいた本システム的设计について説明する。最後に本システムを使用した被験者の感想を紹介し、より効率の良い情報収集に活かせることを確認する。

2 関連研究

2.1 ソーシャルブックマーク

あるユーザが見たページを他のユーザと共有する方法として現在一般的になってきているのは、ブックマーク共有である。実際にサービスとして運用されている例として、はてなブックマーク⁴⁾ や Yahoo! ブックマーク⁵⁾ がある。任意のページにおいて他のユーザが何人ブックマークしているかを集計しているため、この数字がそのまま人気サイトの指標となる。またブックマーク登録の際にそれに関するコメントも追記できるため、1 つのサイトに対する様々なユーザの意見を読むことができる。

この 2 つ以外にもブックマーク共有サービスは数多く存在しているが、ブックマークという性質上、ユーザの「このページは重要である」という意図的なマーキングが必要不可欠である。

2.2 サーバに履歴を蓄積する研究

履歴を活用する方法は、ユーザの意図的なマークを必要としない点でブックマークよりも優れてい

表1 検索クエリとその検索結果総数 (2009年1月現在)

検索クエリ	Google(件)	Yahoo!(件)
地デジ対応のテレビはいくらですか	138,000	129,000
地デジ テレビ 価格	762,000	7,190,000
インターネットが使える家庭用ゲーム機は何?	383,000	1,790,000
インターネット ゲーム機	919,000	2,590,000
フラッシュプレーヤーを入れたい	366,000	39,800
Flashplayer ダウンロード	59,700,000	1,980,000

る。探索した本人がさほど重要だと思わなくても、他のユーザが重要であるというページであれば、まずブックマークとして残ってはいない。そのようなページでも遡れるのが履歴の利点である。

現在は多くのユーザの履歴を匿名でサーバに蓄積し、他のユーザの探索の今後に活かす研究がいくつかおこなわれている。

今枝ら⁶⁾はユーザをソフトウェア開発従事者に限定し、ソースコードを読む動作と未知なる関数の意味について情報収集する動作を平行におこなうためのWebブラウザを試作した。

ユーザの履歴は全てサーバに蓄積され、参照されるごとに推薦値が加算される。あるユーザが次に参照するであろうページをサーバが予測、推薦し、この繰り返しにより有用なページが推薦されやすくなるシステムである。

ところがジャンルが限定されない場合には、全てのユーザが得たい情報はばらばらで、推薦値は意味を持たない。さらに非常にプライベートな情報である履歴をサーバに蓄積することも、セキュリティの観点から不安が残る。

高須賀ら^{7, 8)}はWebページの履歴をサーバに蓄積させ、多くのユーザに閲覧されているような人気サイトを発見するシステムを提案した。ユーザはこの蓄積により、閲覧が多いサイトのランキングを見ることが可能となっている。推薦システムとしての性格上、接続している全ユーザに対して全ユーザの履歴がわたる構造にする必要があるため、やはりセキュリティ面に乏しい。

2.3 現行ブラウザの拡張機能

DejaClick⁹⁾とiMacros¹⁰⁾は、ブラウザ上でユーザがおこなった動作そのものを記録するサービスである。

DejaClickはブラウザのツールバーに録画、再生のようなボタンを追加したインターフェイスを持つ。まるで映像の録画のように、録画をしている間のユーザの動作を記録し、再生をすればそれを再現する。

iMacrosはFirefox上でのユーザの動作をマクロとして、ユーザが登録を開始してから終了させるまでの間の処理をiMacros固有の言語に書きためる。

共にFirefoxの拡張機能であり、無料で配布されている。どちらもそれぞれに独自の形式のファイルに保存することが可能で、そのファイルを転送することで、同じ拡張機能を導入した他のユーザと共有することができる。しかしどちらも録画や登録をせずに閲覧したページについては、遡って録画、登録をすることはできない。

2.4 履歴を視覚化する拡張機能

Web Map¹¹⁾は、あるユーザのFirefoxの履歴を2次元空間上に視覚化するための拡張機能である。閲覧したページを1つのノードとして、遷移がある度にノード同士を線でつなぎ、あたかも街と街とを結ぶ地図のように表現する。

同じ遷移が複数回おこなわれた場合は、結びついた線を太くし、その太さによってノードの接続の強さが表されるようになっている。また、太い接続のページ同士の距離を近づけることで、関連性の強い大雑把なコミュニティが形成されていく。

一方で閲覧した日付や、どちらのページからどちらのページへ遷移したか等は省いているため、時系列によらない無方向グラフであるといえる。他のユーザとの通信はおこなわず、あくまでも1人のユーザの履歴について着目している。

3 本システムの特徴

ブラウザ標準搭載の履歴の改善とユーザ同士の履歴の共有を実現するため、本システムの特徴として以下の3つを掲げる。

- Web 探索の中で遷移した実際の順番を重視した新たな「遷移履歴」の導入
- FlashPlayer を用いた P2P 通信
- 初心者にも使いやすい操作性

それぞれについて説明する。

3.1 遷移履歴

Web 探索はあるページを起点として、そのページからリンクを辿ることでおこなわれる。この場合の「辿る」とは一方通行ではなく、ブラウザの「戻る」や「進む」による移動も含まれる。

起点とするページがサーチエンジンである場合、例えば図1のような探索になることが多い。起点となるページをルートノード、それ以上先に遷移しなかったページを葉ノードとして見ると、この探索は図2に示す木構造モデルに帰着することができる。

本研究ではこの木構造を、履歴表示の新しい形式「遷移履歴」として用いる。

遷移履歴の共有が最も活かされると考えられるのは、2人以上の人物が同じような課題の解決をはかる場合である。課題の解決のための情報収集では、単一または複数の Web ページの情報が必要となる。単一かつ URL に依存するページであれば、単純に URL を共有相手に伝えるだけでいいが、それ以外の場合は共有が難しい。

本システムでは、あるユーザが遷移したその順番通りに共有するため、もし URL に依存しないためや URL の変更によって最終地点のページが閲覧できなくても、そこにたどり着く前の探索からやり直すことができる。

3.2 FlashPlayer による P2P 通信

本システムでは、松田ら¹²⁾の提案する Flash-Player を用いた P2P 技術を、共有システムとして用いる。現在 FlashPlayer で可能な、サーバに対する TCP 通信を応用し、接続時にのみ仲介サーバを用いた上で P2P 通信をおこなう手法を提案している。

FlashPlayer を用いた P2P 通信を用いることには、以下のメリットがある。

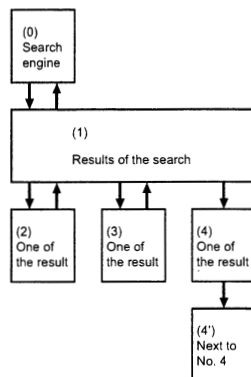


図1 進む戻るを用いた Web 探索の例

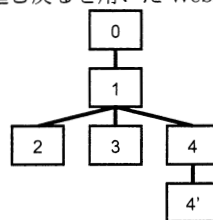


図2 図1の木構造モデル

- ブラウザと FlashPlayer のプラグインのみで実行できる
- 履歴の通信にサーバが関与しない
- 無関係なファイルが利用されない

Flash 形式によるストリーミングを用いる YouTube¹³⁾ などの動画コンテンツが身近な存在となっている昨今、初心者であっても FlashPlayer のプラグインをブラウザに導入しているユーザは多いと考えられる。FlashPlayer を提供する Adobe によれば、インターネット接続が可能なコンピュータに対する FlashPlayer の導入率は 2009 年 1 月現在 99.0% にも及ぶという¹⁴⁾。すなわち実質、共有のための特別なソフトウェアのインストールが不要であるといえる。

またこの通信手法では、接続時には仲介サーバを用いるものの、各ピア同士の接続が確立すればサーバは不要となる。これは履歴情報がサーバに渡らないことを意味する。匿名性を排除している本研究の共有システムにおいて、履歴という非常にプラ

イバシーな情報を扱う際に、セキュリティ面は軽視できない。

さらなるセキュリティの強化として、ファイルへのアクセス制限が挙げられる。近年、P2P 通信のファイル共有ソフトを導入したコンピュータにウイルスが感染し、機密情報などを含む全てのファイルが無断で他人に公開されてしまうという事例が増えている。Flash ではセキュリティの観点から他のファイルへのアクセスに制限をかけているため、余計なファイルの流出が起こることはない。

3.3 初心者への配慮

第 1 章で述べたような初心者は、熟練者に比べて、Web 探索を効率よくおこなうための一種のコツのようなものを知らない。本システムによって、Web 探索を効率よくおこなう熟練者の遷移履歴を初心者へと伝えることで、より有用な検索クエリの特徴を掴むなどの学習ができる。

また、FlashPlayer を用いた P2P 接続にはサーバへの接続とピアとの接続という複雑な接続手法が使用されているが、ユーザは単純な操作だけおこなえば内部的に接続が確立できるように配慮されている。

4 設計

本システムは大きく分けて 2 つのシステムから構成されている。ブラウザの履歴を遷移した順に記録するシステムと、この記録システムで得た経路を共有するためのシステムの 2 つである。

4.1 記録システム

記録システムでは、ユーザの履歴から図 2 のような木構造を成すように親子関係を形成し、記録する。

あるページに対し、異なる日付に 2 回以上訪問することが考えられるが、本システムではそれぞれを別のノードとして記録していくこととする。これはブラウザ起動 1 回分を 1 回の探索としてカウントし、1 回の探索における各ページの親子関係を重要視するためである。

異なる日付に訪問している同一ページを同一のものとして木構造の形成をおこなうと、本システムの手法よりも大規模な木が形成されと考えられる。2.4 章で紹介した Webmap では、この大規模な木のほうを用いている。

2 種類の木形成方法の違いを図 3 に示す。例え

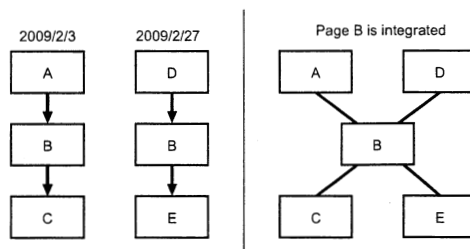


図 3 同一ノードの統合有無による木構造の違い

ば図 3 の左の図のように、2 月 3 日に $(A \rightarrow B \rightarrow C)$ という遷移がおこなわれ、2 月 27 日に $(D \rightarrow B \rightarrow E)$ という遷移がおこなわれたとする。同一ノードの統合をおこなうと右の図に示す木が生成される。本システムではあくまでもユーザがおこなったとおりの遷移のみを扱うため、 $(A \rightarrow B \rightarrow E)$ 及び $(D \rightarrow B \rightarrow C)$ という探索を含まないよう、左の図の木構造をそのまま用いる。

4.2 共有システム

共有システムでは、記録システムで形成した木構造のうち、

1. ユーザが共有したいページのノード
2. 1 の遷移元ノード、つまり親ノード
3. さらに 2 の親ノード
- ...
- n. 探索を開始したルートノード

という経路を他のユーザへ転送することで共有をおこなう。

また、遷移履歴だけでなくコメントも送受信できる機能、送信側の機能として共有したくないページの排除ができる機能、受信側の機能として転送されてきた遷移経路をすぐにブラウザで開ける機能も実装することにする。

5 実装

5.1 記録システム

ページ探索の履歴をリアルタイムに記録するため、オープンソースのブラウザである Firefox の拡張機能として実装する。

実績のあるブラウザをベースとして用いることは、ゼロからブラウザを自作するよりも安定かつ安

全であり、開発者は独自機能の開発のみに集中できるというメリットがある。さらに、すでに Firefox をブラウザとして使用しているユーザにとって、拡張機能の追加はドラッグアンドドロップ程度の簡単な手続きで済む。本システムのターゲットである初心者が利用する上で、難易度の高いインストール作業を簡略化できることは重要である。

5.1.1 内部構造

記録システム内ではページ閲覧の度に

- URL
- タイトル
- 訪問日時
- 通し番号
- 親ノードの通し番号

を配列に記録し、それに基づいて親子関係を形成していく。

また、ブラウザ終了時に配列のデータを XML ファイルに書き込み、ブラウザ起動時にそれを復元することで、古い履歴も最新の履歴と同様に扱うことができる。

5.1.2 インターフェイス

記録システムのインターフェイスのスクリーンショットを図 4 に示す。Firefox やその他ブラウザの履歴機能と同じように、Web 探索の途中で探索履歴を見返すことができ、任意のページを再び新しいタブで開くことができる。

あるノードに対し、その直下にインデントを下げて表示されたノードが子ノードである。この親子関係がそのまま探索した遷移の前後関係を示している。次項で説明する共有のための経路の選択も、この画面でおこなう。

5.2 共有システム

記録システムで共有したい探索経路のゴール地点となる任意のノードを選択すると、記録システムが閉じると同時に共有システムが起動する。

5.2.1 共有システムの機能とインターフェイス

ユーザがおこなう動作は

1. 自分のユーザ名を入力し、接続ボタンを押す

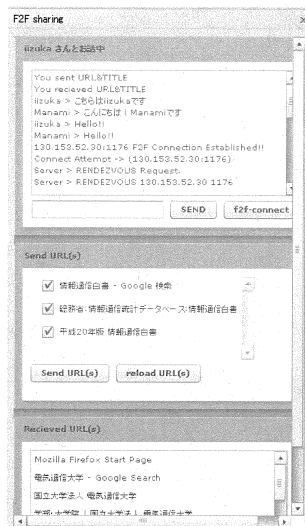


図 5 共有システム（チャット画面）のスクリーンショット

2. メンバーリストから、チャット及び遷移履歴共有をしたいユーザを指名する
または誰かに指名されるのを待つ
3. チャット画面でチャットをする
4. 記録システムで選択した遷移履歴を送信する
ただしこのとき、送信側ユーザがチェックマークをはずしたページは送信されない
5. チャット相手の遷移履歴を受信すると、リスト形式で全ページのタイトルが表示される
タイトルをクリックすることで任意のページを、「全て開く」ボタンで受信した全てのページを、新しいタブで開く

の 5 つである。

共有システムのチャット画面のスクリーンショットを図 5 に示す。画面上部はチャット用パネル、中部は遷移履歴送信用パネル、下部は遷移履歴受信用パネルとなっている。

6 評価

評価として本システムの使用感を聞くため、20代の男女に実際に使用してもらい、意見を聴取し

Title	Date	Uri	Parent	No.	Type
電気通信大学 - Google 検索	2009/01/23 08:11:34	http://www.google.co.jp/search?hl=...	4	5	2
国立大学法人 電気通信大学	2009/01/23 08:11:38	http://www.ucc.ac.jp/	5	6	2
学部 大学院 国立大学法人 電気通信大学	2009/01/23 08:12:02	http://www.ucc.ac.jp/institution/ind...	6	7	2
電気通信学部 学部 大学院 国立大...	2009/01/23 08:12:09	http://www.ucc.ac.jp/institution/de...	7	8	3
情報工学科 電気通信大学	2009/01/23 08:12:13	http://www.ucc.ac.jp/institution/inb...	8	9	1
図書館 学部 大学院 国立大学法...	2009/01/23 08:12:39	http://www.lib.ucc.ac.jp/my/medico/...	9	10	2
資料検索	2009/01/23 08:12:42	http://www.lib.ucc.ac.jp/my/medico/...	10	11	3
資料検索	2009/01/23 08:12:55	http://www.lib.ucc.ac.jp/my/medico/...	11	12	3
資料検索	2009/01/23 08:13:02	http://www.lib.ucc.ac.jp/my/medico/...	12	13	1
資料検索	2009/01/23 08:14:31	http://www.lib.ucc.ac.jp/my/medico/...	12	14	2
The Library of the Uni...	2009/01/23 08:14:38	http://www.lib.ucc.ac.jp/	14	15	2
Mozilla Firefox スタートページ	2009/01/23 00:41:36	http://www.google.co.jp/firefox	Root	20	1
Google Scholar	2009/01/23 00:41:45	http://scholar.google.co.jp/schhp?hl...	Root	21	2
Adobe - サポート - Adobe Flash Player のバージョンリスト	2009/01/23 00:51:53	http://www.adobe.com/jp/support/fl...	Root	29	1
Adobe - Flash Player: 設定マネージャー - クローム/リセキ...	2009/01/23 00:52:24	http://www.macromedia.com/suppo...	Root	30	1
情報工学科 電気通信大学	2009/01/23 01:06:08	http://www.cs.ucc.ac.jp/	Root	34	2
教職員 教員 情報工学科 電気通信大学	2009/01/23 01:06:16	http://www.cs.ucc.ac.jp/profile/staf...	34	35	3
CiNii - 現実世界との関連を豊にしたSpeak 対話システム	2009/01/23 01:10:06	http://cinii.ac.jp/naid/11000622696...	Root	40	1
CiNii - WWWを用いた講義支援システムの運用	2009/01/23 01:12:34	http://cinii.ac.jp/naid/11000277618...	Root	41	2
Adobe	2009/01/23 01:16:27	http://www.adobe.com/jp/	Root	44	2
Adobe	2009/01/23 01:17:21	http://www.adobe.com/jp/	Root	45	2
xul - Google 検索	2009/01/23 02:57:00	http://www.google.co.jp/search?orx...	Root	48	2
XUL/Micro - Google 検索	2009/01/23 02:57:44	http://www.google.co.jp/search?hl=...	48	49	1

図 4 記録システムのスクリーンショット

た。全員、大学では情報工学科に属し、情報収集にはインターネットが欠かせない熟練者である。

6.1 基本動作の確認

実際に Firefox の拡張機能として導入し、以下の機能が正常に動作することを確認した。

- 親子関係を視覚化した配置で Web ページのタイトルを表示する
- 選択したページを新しいタブで開く
- ルートとなるページから選択したページまでの経路上のページを全て新しいタブで開く
- 履歴中の全タイトルから任意の文字列を含むページを抽出する
- 葉ノードである任意のページを履歴から削除する

抽出と削除はブラウザ標準搭載の履歴表示機能にも備わっているため、最低限の履歴表示としての機能は兼ね備えているといえる。

ページを選択して SendTest ボタンを押すことで、Firefox のサイドバーとして共有システムが起動する。ユーザ名の入力のもと、相手ピアを指名するもしくは指名されるまで待機することで、チャットと遷移履歴共有をおこなうための画面へと進む。

共有システムでは自分が選択した経路のタイトル一覧が並び、好きなタイミングで送信することが

できる。また、相手ピアから受信した経路は即座に画面下部のリストに反映され、任意のページを1つずつもしくは全てのページを一括で開くことができる。

6.2 通信シミュレーションの評価

6.2.1 評価方法

ユーザの接続環境によって P2P 接続に不具合が生じるなどのばらつきが出たため、あたかも P2P 接続をおこなっているかのようなサーバクライアントシステムのデモを作成し、通信システムのシミュレーションをしてもらった。

6.2.2 結果と考察

最も多い意見は「3人以上で同時共有したい」というものだった。現状では本システムは1対1の接続のみに限られているが、さらに他のピアとも同時接続ができるようになると利用できる場面が飛躍的に拡大する。大学のゼミナールのような場面でのグループワークでのブラウザを介したディスカッション、コンピュータを用いた授業での参考資料配布など、リアルタイムの共有が利用者のさらなる理解の手助けとなる場面は多く考えられる。

遷移履歴を親子関係を形成しつつ記録していくことについての感想として、「ブラウザの履歴を見失わずに済んだ」などの好意的な意見を聞くことができた。しかし履歴としての使用の期間が短いユーザからは「さほど活用できなかった」という

意見もあった。

ある Web ページで得た知識が頭の中に残った状態でさらに情報収集を続けるとき、前に見たページに戻りたいと思うことがある。ブラウザ標準搭載の履歴機能では、一日のうちに大量の情報収集をおこなった場合にソートがほとんど意味をなさなくなるため、履歴中の見たいページを見失ってしまうことが多い。本システムではそのようなふとした瞬間の手助けになりうるが、これは必ずしも全てのユーザに等しく頻繁に起こる状況ではないため、このような異なる意見が出たと考えられる。

遷移履歴共有については、ブラウザ一体型のチャットシステムという形の実装になったこともあり、「ブラウザだけなので気軽にできそう」と好評であった。

7 おわりに

本論文では、Web の構造を活かした「遷移履歴」という概念を提案した。また、P2P 接続のシステムと併用して遷移履歴によって作られた経路を共有できるようにし、Firefox の拡張機能として遷移履歴共有システムを実装した。本システムを用いることで

- 探索の遷移通りの履歴の記録
- 遷移履歴中の最短経路のみのセキュアな共有

が可能となるだけでなく、初心者が探索の方法を学習できる、授業での参考資料配布や質問ツールとして利用できるなどの応用も可能となる等、本システムの将来的な有用性を示した。

被験者からの感想や意見から、改善すべき今後の課題として、3 人以上の接続による同時共有の実現と、ブラウザに依存しない全てのユーザが利用可能な環境の構築が挙げられた。今後、FlashPlayer を用いた P2P 通信の安定化や、3 人以上の接続による同時共有の実現に取り組む予定である。

本システムがさらなる進化を遂げ、色々なレベルのユーザ同士の交流に活かされることで、インターネット利用の技術格差を狭めるだけでなく、幅広い分野での活用が期待できる。

参考文献

- 1) 総務省：平成 20 年度版情報通信白書 (2008).
- 2) Google, <http://www.google.co.jp/>
- 3) Yahoo!Japan, <http://www.yahoo.co.jp/>

- 4) はてなブックマーク, <http://b.hatena.ne.jp/>
- 5) Yahoo!ブックマーク, <http://bookmarks.yahoo.co.jp/>
- 6) 今枝誉明, 早瀬康裕, 松下 誠, 井上克郎: 閲覧状態復元機能付き Web ブラウザの試作, 電子情報通信学会技術研究報告, SS2005-9, Vol.105, No.25, pp.13-18 (2005).
- 7) 高須賀清隆, 白井雄一郎, 丸山一貴, 寺田実: 閲覧履歴を共有するウェブブラウザ, FIT2005, pp.355-356 (2005).
- 8) 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, DBWS2007, vol.107, No.131, pp.115-120 (2007).
- 9) AlertSite : dejacklick, <http://www.alertsite.com/dejacklick.shtml>
- 10) iOpus : iMacros, <http://www.iopus.com/imacros/>
- 11) Outsider Reflex : Web Map, <http://piro.sakura.ne.jp/xul/webmap/>
- 12) 松田駿一, 中山泰一: 仲介サーバを用いて FlashPlayer 同士を直接接続させる手法の提案, 日本ソフトウェア科学会第 25 回大会 (2008).
- 13) YouTube, <http://jp.youtube.com/>
- 14) Adobe: Flash Player Penetration, http://www.adobe.com/products/player_census/flashplayer/