

RerankEverything: ランキング結果を自由に閲覧するための再ランキングインタフェース

RerankEverything: A Reranking Interface for Browsing Ranked Results

山本 岳洋 中村 聡史 田中 克己*

Summary. 本稿では、様々なランキング結果をユーザのインタラクションに応じて自由に再ランキングできるシステム「RerankEverything」を提案する。既存の検索エンジンやウェブサービスでは、ユーザ側が自らの興味に応じてランキング結果を変更することは困難である。RerankEverything では、ユーザはランキング結果に対して「この単語を含む結果を上位・下位に再ランキングしたい」とあるとか、「この尺度でランキング結果を並び替えたい」といった意図を簡単なインタラクションを介して伝えることができる。RerankEverything を利用することで、ユーザはウェブ検索結果のみならず、動画・商品・ホテル・ニュースなど様々なランキング結果について再ランキング可能となる。本稿ではシステムを（１）直接操作による再ランキングインタフェース、（２）タグクラウドによるランキング結果閲覧支援、（３）ランキング認識のためのパーサ作成インタフェースという３つの観点から設計した。

1 はじめに

近年、ちょっとした調べ事から、物品の購入、旅行の計画に至るまで、インターネットは情報取得の手段として欠かせないものとなりつつある。ユーザは WWW 上のコンテンツを広く網羅しているウェブ検索エンジンや、画像や動画コンテンツを対象としたマルチメディア検索エンジン、物品販売やホテル予約などに特化した各種ウェブサービスを利用することで情報収集を行ったり、物品の購入やホテルの予約などをしたりする。一般にこうしたサービスでは、ユーザの入力したクエリに基づき膨大なページや物品などがある尺度でランキングし、ランキング結果としてユーザに提示する。

しかし、ユーザにとって、そうしたサービスを利用して満足のいくランキング結果を得ることは容易ではない。まず、ユーザにとって自らの求める情報を上手く表したクエリを作成することは難しい。また、初めから求める情報が具体的に決まっていないことも多く、ユーザが初めに入力するクエリは短く曖昧なものであることが多い。そのため、サービス側がクエリのみからユーザの検索意図を推定し、全てのユーザが満足するランキング結果を返すことは難しい。結果として多くのユーザが、サービスが返した初めのランキング結果を上位数件閲覧しただけで、それ以上情報を収集することをあきらめてしまう。たとえランキング結果の下位の方にユーザの興味を引く情報が存在したとしても、既存のシステム

ではそうした情報にユーザが気付くことは難しい。

ユーザの意図があいまいな場合、ユーザは受け取ったランキング結果を閲覧しながら、「こんな結果をもっと見てみたい」「やっぱりこんな結果はいらない」「こんな尺度で結果を並び替えたい」というように、検索意図をどんどん変化、具体化させていく。しかし、現状のシステムではユーザがこうした意図をシステムに伝達するためには、わざわざウェブページを先頭や最後までスクロールしたり、あるいは新しいページを開いたりしてから、新しいクエリを入力し直したり、価格順や人気順といった並び替えリンクをクリックしたりする必要があり、ユーザにとって負担が大きい。さらに、そうしたインタフェースはサービスごとに異なることも多く、ユーザを困惑させてしまう。

我々は、こうした問題は「ユーザ側でランキング結果を自由に変更することができない」ことに起因していると考えている。ユーザのその場の興味に応じて様々な観点からランキング結果を並び替える事ができれば、より効率的にランキング結果を閲覧することができると思われる。

そこで本稿では、様々なランキング結果を自由に再ランキングできるシステム「RerankEverything」を提案する。提案するシステムでは、ユーザはウェブ検索結果ページや商品のランキングページといったコンテンツの種類を気にすることなく、どのようなランキング結果に対しても再ランキング可能となる。また、RerankEverything は再ランキング機能だけではなく、多様な観点でランキング結果を閲覧するためのタグクラウド、サイトごとに異なるランキング構造を認識するためのパーサ作成・共有機能をユーザに提供する。

Copyright is held by the author(s).

* Takehiro Yamamoto, 日本学術振興会特別研究員 DC
Takehiro Yamamoto, Satoshi Nakamura and Katsumi
Tanaka, 京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻

これまでユーザはクエリを入力しランキング結果をただ閲覧することしかできなかったが, RerankEverythingにより, 移り変わる検索意図を手軽に伝達し, ランキング結果に反映することが可能となる.

2 関連研究

我々の提案するシステムと類似のシステムとしては, Sifter[1]がある. Sifterはブラウザの拡張機能として実装されており, 検索結果ページの構造を自動的に解析することで, 検索結果に対してソートやフィルタリングの機能をユーザに提供する. しかし, Sifter上でユーザが実際に検索結果の再ランキングを行うには, システムが提示するブラウザのサイドバー上で複数回のインタラクションを経る必要があり, ユーザにとって再ランキングのコストが高かった. それに対して, 我々のシステムは, ユーザはページ上に表示されているランキング結果そのものに対してインタラクションを行う事で再ランキングを行うものであり, より直感的で少ないインタラクションで検索結果の再ランキングを行う事が可能である.

検索結果をインタラクティブに再ランキングするためのシステムがいくつか提案されている. 著者らは過去にウェブ検索結果を再ランキングする手法を提案し [5], 実現したシステムを Rerank.jp¹として広く一般のユーザに公開している. 軽部らも同様に, ウェブ検索結果を再ランキングするためのシステム [4] を, 塩沢らはレシピ検索のためのシステム [3] を提案している. しかし, これらのシステムはウェブ検索やレシピ検索といった特定の検索結果のみを扱ったシステムである. また, システムを利用するためには専用のプログラムやウェブサービスが必要になるなど柔軟性に欠ける. 一方, 我々の提案するシステムはウェブ検索やレシピ検索といった種類を問わず, ランキング結果を再ランキング可能なシステムであり, これらのシステムに比べ柔軟性が高い.

3 設計

本研究の目的は, 様々な種類のランキング結果を自由に再ランキング可能とするシステムを実現することである. 本章ではまず, システムの実現に必要な要件を整理し, その後実際のアプローチについて説明を行う.

3.1 必要要件

現状の検索エンジンやウェブサービスでは, クエリを修正したりランキング結果を並び替えたりといった検索意図伝達のためのインタラクションが煩雑である. また, そうしたインタラクションがサイトごとで勝手が異なることもユーザを困惑させている. また, これまで提案されてきたシステムの多く

は, ユーザにサイドバー上での操作を要求したり, 多数のチェックボックスを1つ1つチェックすることを求めたりするなど, ランキング結果を閲覧する行為と, システムに意図を伝達する行為が分離されているものが多かった. しかし, ユーザの検索意図はランキング結果を閲覧している最中に移り変わるものである. そのため, もっと直感的にシステムに対して意図を伝達できるインタフェースが必要である.

また, 様々なサービスが何万, 何億という膨大なコンテンツをランキングしユーザに提示する一方で, 現状では多くのユーザはランキング結果の上位数件しか閲覧しない. そのため, 多くのユーザは受け取ったランキング結果のごく一部の情報しか閲覧しておらず, たとえ下位の方にユーザの興味を引くであろう情報が存在したとしても, そうした情報に気付くことは難しい. この問題を解決するためには, ユーザに再ランキングインタフェースを提供するだけではなく, それを用いてクエリ入力時には思ってもいなかったような潜在的な興味を引き出し, 手軽に下位の検索結果を閲覧できる仕組みが必要である.

さらに, そうした再ランキング機能を様々なランキング結果ページ上で適用するためには, サービスごとに, ランキング結果部分を認識するための仕組みが必要である. しかし, 無数にあり, かつ変わっていくサービス全てに対してシステム作成者があらかじめパーサを用意しておくことは不可能である. そのため, ランキング認識を行うためのパーサを, システムを利用するユーザ側で作成できる仕組みが必要となる.

以上の要件を満たすため, 本研究では下記の3つのアプローチでシステムを実現した.

- 直接操作による再ランキングインタフェース
- タグクラウドによるランキング結果閲覧支援
- ランキング認識のためのパーサ作成インタフェースおよび, パーサ共有システム

3.2 直接操作による再ランキングインタフェース

ランキング結果の閲覧中に移り変わるユーザの意図を上手くシステムに伝達するためには, 意図伝達のための機能がランキング結果に溶け込んでおり, 直感的に利用できることが重要であると我々は考えている. そこで, 我々はランキング結果ページに対して, ユーザがランキング結果のコンテンツのそのものに対して直接インタラクションすることで, システムに再ランキングの意図を伝達するインタフェースを提案する. システムでは, 図1のように, ユーザはランキング結果の中から直接気になった単語を選択したり, 数値にマウスカーソルを合わせることで, 再ランキングの機能を利用することができるようにする. たとえば, 興味のある文字列をランキング結果から直接選択し「強調 (削除)」するこ

¹ Rerank.jp, <http://rerank.jp>



図 1. ランキング結果に直接働きかけることによる再ランキング

とで、選択した文字列を含むランキング結果を上位(下位)に再ランキングすることや、気になった数値で「昇順(降順)」することによりランキング結果を指定した属性値で並び替えることを可能とする。さらにユーザはどのようなサービスのランキング結果に対しても同一のインタフェースで再ランキング可能であり、ウェブサービスごとに異なるインタフェースを使用する必要がない。

3.3 タグクラウドによるランキング結果閲覧支援

ランキング結果を多様な観点から閲覧するために、本研究ではランキング結果集合から単語をいくつか抽出し、ユーザに再ランキング単語の候補として提示することを提案する。システムは、抽出した単語集合を、各単語を2次元的に配置したタグクラウドとしてランキング結果ページに表示し、ユーザにタグクラウド中の単語を用いてランキング結果を再ランキングできるようにする。このように単語をユーザに明示的に提示することで、上位のランキング結果を閲覧するだけでは気付かなかった観点でランキング結果を閲覧することが可能となると考えられる。

3.4 ランキング認識のためのパーサ作成インタフェースおよび、パーサ共有システム

パーサを作成する一般的なアプローチは、HTMLソースからランキング結果のような目的の要素(集合)を抽出するスクリプトを記述することである。しかし、一般のユーザにとって、スクリプト言語を用いてパーサを記述することは困難である。また、スクリプト言語に慣れたユーザであっても、それぞれのサービスごとに数行~数十行のプログラミングを繰り返すことは負担である。そこで、もっと手軽にランキング結果を解析可能な仕組みが必要である。

そこで、本研究ではプログラミングの知識を必要とせず、簡単なマウス操作のみで視覚的にランキング結果ページのパーサを作成可能な機能を提案する。ユーザにとって、ページ中のどの部分がランキング結果かを判断することは容易である。そこで、システムはユーザのマウス操作に応じて、システムが今現在認識している構造情報をページ上に視覚的なフィードバックとして提示する。ユーザはマウスを動かしながらシステムからのフィードバックを得

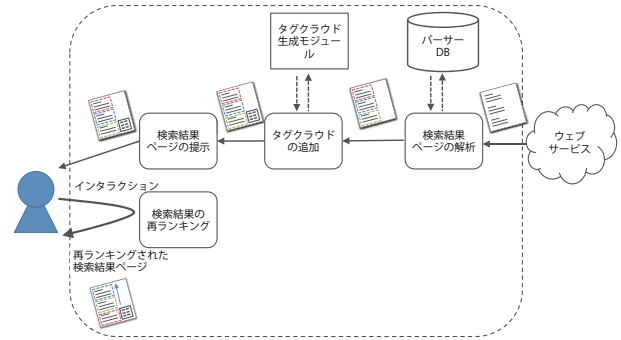


図 2. 再ランキングまでの流れ

ることで正しいパーサを直感的に作成できると期待される。

また、作成したパーサをシステムを利用するユーザ間で共有することで、より多くのユーザがより多くの種類のランキング結果ページで再ランキング可能となるようにする。

ウェブページから目的のコンテンツを抽出するため類似の仕組みはいくつか存在するが、ランキング結果の単位や、ランキング結果がどのような属性を持っているのかという部分にまで踏み込んでインタラクティブにパーサを作成・共有可能なシステムは著者らの知る限り存在しない。また、こうしてユーザが作成した様々なサイトのランキング結果のパーサは、単に再ランキング機能を付加するだけではなく、今後ランキング結果を対象とした様々なアプリケーションにも有用であり、本機能の有効性は高い。

4 プロトタイプシステム

我々は提案するシステムをウェブブラウザの1種である Firefox の拡張機能として実装した²。システムをブラウザの拡張機能として実装することで、ユーザは普段から使い慣れているブラウザ上でシステムの機能を利用できるという大きな利点がある。主な機能は JavaScript を用いて実装した、タグクラウド生成機能、パーサの共有機能に関してはサーバ上で PHP および MySQL を用いて実装を行った。

4.1 再ランキングまでの流れ

図 2 にユーザが再ランキングを行うまでの流れを簡単に示す。まず、ユーザはブラウザ上で新しいページを開く。すると、システムは今開かれたウェブページの URL を取得し、システムに蓄えられたパーサ DB から、そのウェブページを解析可能なパーサがあるかどうかを検索する。解析可能なパーサを見つけるとシステムは、パーサに登録されている XPath を用いて、ウェブページの HTML ソースからランキング結果要素集合を抽出する。システム

² RerankEverything, <http://rerank.jp/everything/>



図 3. ランキング結果の再ランキング例

は抽出された要素から再ランキングのために文字列情報や数値情報を抽出するとともに、それぞれの要素に対してマウスイベントを割り当て、ユーザのマウス操作を監視する。次に、自動的にシステムはランキング結果要素からタグクラウドを生成し、ウェブページにオーバーレイ表示する。最終的に、システムはユーザのマウス操作に応じて再ランキングインタフェースをユーザに提示し、ユーザの操作に応じて再ランキング結果をユーザに提示する。

4.2 再ランキングインタフェース

図 3 (a) は「豚肉 ピーマン」というクエリで得られたウェブ検索結果を再ランキングする様子である。ユーザが検索結果を閲覧するなかで、検索結果中に出現している「チンジャオロース」というキーワードを発見し、「チンジャオロースを使った料理をもっと見てみたい」と考えたとする。その場合、ユーザは検索結果中の「チンジャオロース」を選択する。すると、システムは「強調・削除」というボタンをユーザに提示する。ユーザが強調を押すと、システムはユーザが現在閲覧している検索結果集合の中から、「チンジャオロース」を含む結果を上位に再ランキングし、ユーザに提示する。同様にユーザは「削除」を押すことで、「チンジャオロース」を含む検索結果を下位に再ランキングすることができる。

図 3 (b) は論文の検索結果を論文の引用数に基づき再ランキングする様子である。ユーザが「引用数 55*」という箇所にもマウスを移動すると、「昇順・降順」という 2 つのボタンが提示される。ユーザが降順ボタンを押すと、システムはランキング結果を引用数の多い順で再ランキングし、ユーザに提示する。

4.3 タグクラウドを用いた再ランキング

タグクラウド生成は下記の通りである。まず、ランキング結果から全文字列を抽出し、形態素解析器 MeCab³を用いて名詞、形容詞、動詞を抽出する。その後、ストップワードを除去した後、それぞれの単語についてランキング結果中における出現頻度を計算する。そして、各単語のうち、一定数以下の頻度

であり、かつ出現頻度が多い単語を順に 25 個タグクラウドに表示する単語として抽出した。単純に、出現頻度順に単語を選択してしまうと、「キャッシュ」や「関連ページ」のように全てのランキング結果要素に含まれ、再ランキングの役に立たない単語を抽出してしまう。そのため、中頻度の単語を優先的に選択するようにしている。

ユーザがランキング結果ページにアクセスすると、システムはタグクラウドを図 4 のようにランキング結果ページにオーバーレイ表示する。図はユーザが Google にクエリ「豚肉 ピーマン」を入力した際のウェブ検索結果 100 件から生成されたタグクラウドである。この例では、「豚肉 ピーマン」というクエリに対して、「中華料理」、「甘辛い」、「照り焼き」といった、料理に関する単語がタグクラウドとして表示されていることが分かる。ユーザはこのような単語で検索結果を再ランキングすることによって、気になった検索結果を手軽に上位に再ランキングすることができる。

4.4 パーサ作成インタフェース

図 5 に実際に Google のウェブ検索結果ページで利用するパーサを作成する様子を示す。

ユーザがシステムからパーサの作成機能呼び出すと、システムはユーザに対し現在閲覧中のページにおいて、ランキング結果が表示されている部分をクリックするよう促す。ユーザがページの一部をクリックすると、システムは HTML ソースの body ノードから、クリックされたノードまでの DOM ツリーを図 5 左下部のように表示する。たとえば、div.s と表示されている箇所は、「クラス名が s であるような div 要素」を表している。その後、ユーザはシステムが表示したツリー上でマウスカーソルを移動する。すると、システムはマウスカーソルの位置に応じて、その DOM 上で認識可能な要素集合をウェブページ上に表示する。たとえば、図 5 左部の例では、マウスカーソルは div.s 上にあるが、システムの提示を見ると、システムは検索結果のタイトルの部分まで囲めておらず、ランキング結果の単位を正しく解析できていないことがわかる。そこで、ユーザは図 5

³ MeCab, <http://mecab.sourceforge.net/>

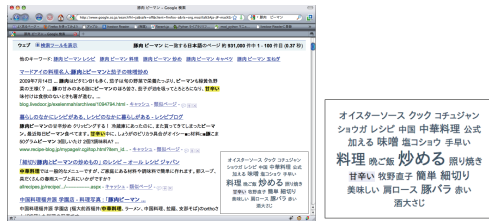


図 4. タグクラウドを用いた再ランキングの様子

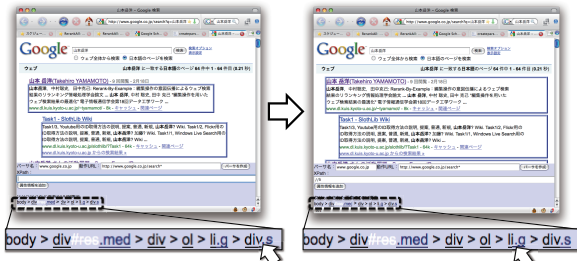


図 5. パーサ作成の様子

右部のように `li.g` ノード上にマウスカーソルを移動する。すると、システムはランキング結果を正しく認識できていることが分かる。この箇所で作成ボタンを押すことで、システムはランキング結果を解析する XPath を自動的に作成する。同時に、システムはパーサが動作する URL や、パーサの名前などを自動的に生成しパーサを作成する。このパーサを利用することによって、Google のウェブ検索結果ページの構造をシステムは認識することが可能となり、ユーザはランキング結果の再ランキングが可能となる。

数値情報の追加も、図 5 と同様の操作で行うことが可能である。本システムでは数値情報の種類を自動的に推定する。数値情報の種類とは、「1,000 円」のような整数値、「2009 年 8 月 3 日」のような日付情報などのことである。システムは、あらかじめ用意した正規表現を利用することでこれらの数値の型を自動的に推定し、システム内で数値情報の大小を正しく比較できるように内部で変換する。この機能により、ユーザは数値がどのような種類であることを気にすることなく、ランキング結果要素にどんな数値情報が存在するかという複雑な情報を持ったパーサを、スクリプトを一切記述することなく作成することができる。

5 議論

5.1 実験

まず、本システムの有用性を調べるため、システムの実行速度について実験を行った。実行速度を調査するため、ランキング結果ページをパースし、パースされた要素に対してマウスイベントを付与するま

での時間、タグクラウドを生成するためにかかる時間、文字列による再ランキングにかかる時間、および数値による再ランキングにかかる時間という 4 つの項目の実行時間を計測した。実験は、Yahoo! のウェブ検索結果ページ⁴を対象とし、ランキング結果ページの検索結果件数を 10 件、40 件、100 件と変更しながらそれぞれの実行時間を計測した。表 1 はそれぞれの実行時間を 10 回ずつ計測した平均である。表にあるように、ランキング結果数が 100 件でも 200ms 程度でパースや再ランキングが終了するのが分かる。また、タグクラウドに関しても数百 ms 程度で生成可能である。従って、一般的なランキング結果ページにおける再ランキングでは、ユーザはストレスをほとんど感じることなく再ランキング機能を利用できると考えられる。

次に、本システムのパーサ作成機能の適用範囲を調査するため、どの程度の割合のウェブサービスで正しくパーサが作成できるかの調査を行った。実験にあたり、Wikipedia に存在する「検索エンジン」ページ⁵中の「主な検索エンジンサイト」に記載されている検索エンジン上位 20 件のランキング結果ページを対象に、正しくパーサを作成できるかを調査した。表 2 にあるように、75% の検索エンジンのランキング結果ページに対して正しくパーサが作成できおり、多くのサービスについて本システムのパーサ作成機能が適用可能であることがわかる。一部作成可能だった検索エンジンには、ランキング結果以外のコンテンツも一緒に抽出してしまうもの、ランキング結果が 2 段組で表示されておりランキング結果の一部しか抽出できなかったものがあった。また、作成不可能だった 3 件の検索エンジンは、複数の兄弟ノードで 1 つのランキング結果要素を表しており、本システムで提案した機能では正しく認識できなかった。このような構造のランキング結果ページを正しく認識するためには、ユーザにランキング結果要素を直接範囲選択してもらい、複数の兄弟要素が 1 つのランキング結果要素であることをシステムに伝達可能にする仕組みが必要となるだろう。

5.2 利用で得られた知見

著者が 1ヶ月程度の期間にわたり実現したシステムを使用した。以下に得られた知見を簡単に述べる。

まず、よく利用する検索サービスに対して、新しい尺度での再ランキング機能を付与できるという点が本システムは非常に有用であることがわかった。たとえば、論文検索サービスである Google Scholar では、論文の引用数や発表年度による再ランキングはできない。しかし、あらかじめパーサを作成することでこのような属性で検索結果を再ランキングできるため、重要な論文や最新の論文を探す上で非常

⁴ <http://x.search.yahoo.co.jp/>

⁵ <http://ja.wikipedia.org/wiki/検索エンジン>

表 1. システムの実行時間

	ランキング結果の要素数		
	10 件	40 件	100 件
ランキングページのパス	23.3 ms	76.5 ms	180.6 ms
タグクラウドの生成	232.8 ms	299.7 ms	414.8 ms
文字列による再ランキング	13.6 ms	40.7 ms	54.1 ms
数値による再ランキング	26.7 ms	91.8 ms	189.8 ms

表 2. パーサ適用可能性

作成可能	一部作成可能	作成不可能
15 件	2 件	3 件

に有用であった。

また、文字列の再ランキングに関してはタグクラウドが有用であった。操作ログによると、筆者らが実際に行った文字列による再ランキングのうち、79%はシステムがタグクラウドとして提示した単語を選択して行ったものであった。タグクラウドにより、再ランキングの敷居を下げ、普段は気付かなかったであろうランキング結果に対する偶然の出会いの機会を提供できる可能性がある。

一方で、パーサの作成機能に関しては、いくつか課題が見つかった。パーサ作成のインタフェースに関しては、ランキング結果の単位を作成するまでは分かるものの、数値情報の付加に関しては操作方法が煩雑であるとの意見もあった。1度きりしかアクセスしないようなサイトに関しては、わざわざパーサを作成して再ランキングしながらコンテンツを閲覧するよりも、そのままランキング結果を閲覧した方がコストが低い。今後は、自動的な構造推定手法[2]も組み合わせながら、どのような手法でパーサを作成するのが良いのかを考えていく必要がある。また、広くシステムを公開し、本システムがユーザの検索行動にどのような影響を与えるのかを調査していく予定である。

5.3 ランキング結果以外のコンテンツへの応用

本システムは、ランキング結果を再ランキングすることを目的に実装したシステムであるが、実際に使用していくなかで、ランキング結果の再ランキング以外にも有用なケースがあることが分かった。

本システムのパーサ作成機能は、コンテンツの単位がシンプルなりスト構造になっていればどのようなコンテンツでも再ランキング対象のコンテンツとして扱える。従って、掲示板の書き込みや、表データのコンテンツなどについても再ランキングの対象とすることが可能である。たとえば、掲示板の書き込みの中から特定の人物の書き込みやスパムコメントを下位に落とすことで可読性を向上させることができる。また、1日ごとのアクセス解析ログのような膨大な表データに対して、指定したIPを選択し強調することで、特定のユーザの行動を追うといった利用方法があることがわかった。タグクラウドに関して

も、掲示板の内容や表データの内容に基づいてタグクラウドを生成することで、実際にコンテンツを閲覧せずとも内容の俯瞰がある程度できるなど、再ランキング以外の目的にも使用できることが分かった。

6 おわりに

本稿では、様々な検索結果をユーザのインタラクションに応じて再ランキングできるシステム「RerankEverything」を提案し、プロトタイプを実装した。

今後は、システムを広く公開することでユーザから多数のフィードバックを収集する予定である。我々のシステムはクライアント側で動作するシステムであり、サービス横断的にユーザは利用できる。そうした操作ログを集約、分析することによってウェブサービスを横断したパーソナライズが可能になると考えている。また、操作ログを共有できると、ソーシャルなランキングの可能性も見出せるだろう。

これまで、検索結果のランキングは検索エンジン側であらかじめ決められたものであり、ユーザ側はそのランキングを受け入れることしかできなかった。しかし、提案システムの仕組みを利用することで、ユーザ側で検索結果のランキングを「作っていく」ことができる可能性がある。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金特別研究員奨励費「ユーザインタラクションに基づく情報検索」(研究代表者：山本岳洋、課題番号 09J55302)、グローバル COE 拠点形成プログラム「知識循環社会のための情報学教育研究拠点」、独立行政法人情報処理推進機構「IPA」未踏 IT 人材発掘・育成事業 2008 年度上期未踏ユースによるものです。また、本研究を進めるにあたり、慶應義塾大学 安村通晃教授からさまざまなご指導ご助言を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- [1] D. Huynh, R. Miller, and D. Karger. Enabling web browsers to augment web sites' filtering and sorting functionalities. In *Proc. of UIST2006*, pp. 125–134, 2006.
- [2] Y. Zhai and B. Liu. Web data extraction based on partial tree alignment. In *Proc of WWW2005*, pp. 76–85, 2005.
- [3] 塩澤秀和. キーワードとその優先度による対話的な料理レシピ検索. In *WISS2007*, 2007.
- [4] 軽部孝典, 志築文太郎, 田中二郎. 検索結果のインタラクティブな評価に基づくリランキングインタフェース. In *WISS2007*, 2007.
- [5] 山本岳洋, 中村聡史, 田中克己. Rerank-By-Example: 編集操作の意図伝播によるウェブ検索結果のリランキング. 情報処理学会論文誌 (トランザクション) データベース, TOD37, pp. 16–28, 2008.