

Web 閲覧コンテキストおよびマウスイベントを考慮した ユーザプロフィール抽出方式の提案

宮脇 佑介[†] 張 建偉[†] 河合由起子[†] 中島 伸介[†]

[†] 京都産業大学コンピュータ理工学部 〒603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山

E-mail: [†]{g0847254,zjw,kawai,nakajima}@cc.kyoto-su.ac.jp

あらまし インターネットの普及に伴い、ユーザが取得可能な情報が溢れるようになった。これに対して、ユーザの嗜好情報に応じて適切な情報を提供する情報推薦手法が注目されている。しかし、従来の情報推薦手法におけるユーザの嗜好情報の推定や、情報推薦の対象はまだ限定的である。もし普段のユーザのウェブ検索行動からそのユーザの嗜好情報を推定することが出来れば、ユーザの嗜好情報に沿った精度の高い情報推薦が可能であると考えられる。そこで我々は、ユーザの普段のウェブ検索の行動履歴であるコンテキストを解析することで、高度なユーザの嗜好情報やウェブページの特徴を得られる手法を提案する。

キーワード 情報推薦, コンテキスト, マウス履歴, プロファイル抽出

User Profile Extraction Considering Web Browsing Context and Mouse Event

Yusuke MIYAWAKI[†], Jianwei ZHANG[†], Yukiko KAWAI[†], and Shinsuke NAKAJIMA[†]

[†] Faculty of Computer Science and Engineering, Kyoto Sangyo University Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto-City, Kyoto, 603-8555 Japan

E-mail: [†]{g0847254,zjw,kawai,nakajima}@cc.kyoto-su.ac.jp

Abstract Information that users can acquire is overflowing as the Internet spread. The information recommendation technique for providing the relevant information suitable for users' preference has attracted a lot of research interests. However, the technique for estimating users' preference in the existing information recommendation methods is still limited. If users' preference information can be inferred from users' web searching behavior, information recommendation with high precision satisfying users' preference will become possible. Therefore, we propose a method which can acquire users' advanced preference information and web pages' features by analyzing users' web searching behavior history (context).

Key words Information recommendation, context, mouse movement history, profile extraction

1. はじめに

近年、インターネットの普及に連れ、ユーザが取得可能な情報が溢れるようになった。それに伴い、ユーザの嗜好情報に応じて適切な情報を提供する情報推薦手法が注目されている。

現行のウェブサービスには、情報推薦手法を採用して成功を収めている Amazon.com が挙げられる。Amazon.com はサイト内でのユーザの商品閲覧履歴や購入履歴からユーザの嗜好情報を読み取り、好みに沿った商品を推薦する、協調フィルタリングを採用している。反対に、Amazon.com では、ユーザの Amazon.com のウェブサービスの外での行動履歴を考慮できないと言える。したがって、従来の情報推薦手法におけるユーザ

の嗜好情報推定手法は、まだ限定的である。

もし、普段のウェブ検索の行動履歴である、ウェブページ閲覧時のマウスの行動履歴を含めた、ユーザの詳細なウェブページの閲覧履歴からユーザの嗜好情報を推定することが出来れば、より精度の高い嗜好情報の推定が行える可能性がある。

既に我々は、インタラクションの分析に基づくソーシャルリレーションの発見手法について提案している [18] しかしながら、概念のみの提案であり、詳細なインタラクションの分析に対する検討が不十分であった。

そこで我々は、より詳細なインタラクションの取得・分析について検討したので、本稿にて報告する。

2. 関連研究

これまでの情報推薦の既存研究として、ユーザの特徴やウェブページの特徴を基にしたウェブページ検索のパーソナライズ化（個人々々に適した情報推薦）が数多く行われている。

既存の研究ではウェブ検索のパーソナライズ化の手順として、はじめに、ユーザやウェブページの特徴を抽出する。次に、抽出されたユーザやウェブページのデータを独自に解析してプロフィールとして記録する。記録されたプロフィールの要素から類似性を発見し、情報推薦へと発展させる。以下に既存研究のユーザやウェブページの特徴抽出や、クラスタリングの手法を挙げる。

- ウェブページのコンテンツを用いたウェブページの特徴抽出
 - 語句の意味的階層を用いたウェブページの特徴抽出 [2]
 - 語句の組み合わせを用いたウェブページの特徴抽出 [4]
- ユーザの身近なコンテンツを用いたユーザの特徴抽出
 - ウェブ閲覧履歴（検索クエリー・URL・クリック数）などからユーザの特徴抽出 [7], [8]
 - ローカルデータ（メール・ローカルファイル）などからユーザの特徴抽出 [12]

特徴抽出の結果を用いた、重要度の付加やテキストの表記ズレによる特徴誤検出などを考慮したプロフィールの生成法（重み付け）として以下が挙げられる。

- ユーザのウェブ閲覧回数を用いたウェブページの重み付け [7], [8]
- 類義語を用いたクエリーの曖昧な表記の修正 [10], [13], [14]
- 用語の重要度による重み付け [3], [11]

また、プロフィールを用いたユーザやウェブページのクラスタリングを行う手法として次が挙げられる。

- 語句のカテゴリ分類を用いたコサイン距離によるクラスタリング [17]

その他、調査としてユーザの視線とマウスの位置の相関関係を明確にした報告もいくつかあり、情報推薦の精度向上に繋がる可能性があることを示唆しているものもある。以下には本稿の研究と関連の深い既存研究の紹介を記す。

2.1 テキストデータから適切なキーワードの抽出

前田ら [21] は、言選 Web（日本語文献の検索を対称に専門用語抽出システム）を使用した日本語文献情報のナビゲーションシステムを作成した。これによりウェブページ抜粋のような少ないテキストデータからでも、より細かい重要度ランキングを得ることができるため、実現が容易で拡張も行うことができる検索システムが作成できるとしている。

成田ら [20] は、単語の上位概念（与えられたテキストデータからのタグ抽出）に着目している。単語 A の上位概念として存在する単語 B は、A をより一般的・抽象的・総称的に表現した単語であると考えられる。そこで、テキストデータから特徴語を抽出し、特徴語の中からオンライン辞書である Wikipedia に存在する単語の親カテゴリ（上位概念）を抽出する。これにより、従来の特徴語抽出によるタグ付けより正確なキーワードの

抽出が可能としている。

近藤ら [15] は、与えられたテキストデータ内に含まれる Wikipedia の見出し語をテキストデータの重要語候補として抽出する。次に、共参照処理による人物などの略称の出現頻度修正を行い、後に BM25・TF-IDF に基づく出現頻度による重要度算出を行う。これにより高い精度で重要語を抽出し、高精度な関連コンテンツを推薦できることを示した。

2.2 ユーザのウェブ検索の行動履歴を用いた関連コンテンツの推薦

鶴原ら [22] は、ウェブブラウザの拡張機能を用いて各ユーザの閲覧履歴を収集し、それらの各ユーザの閲覧履歴（閲覧ウェブページの URL のみ）を利用して、類似度を計算することで協調フィルタリングによるウェブページの推薦を行う。

高須賀ら [16] は、鶴原ら [22] と同じく、ウェブブラウザの拡張機能を利用して収集した閲覧履歴を使用した協調フィルタリングを用いた推薦手法を評価している。ただし鶴原らの手法ではユーザの閲覧したウェブページの URL を基に協調フィルタリングを行っていたが、高須賀らは有名サイトの除外や、単語抽出を用いた検証を行うことでユーザの特徴を記したユーザプロフィールを自動生成させ、ユーザプロフィールを用いて類似度の高いユーザを発見することを明らかにしている。また、単語抽出処理には、一般性の高い単語を除外するフィルタ機能の必要性を示した。

Matthijs ら [5] は鶴原ら [22] や高須賀ら [16] のように、ユーザのウェブ検索行動をウェブブラウザの拡張機能によってデータ収集を行い、それらを解析することで、ユーザの特徴を記したユーザプロフィールを自動生成する。生成されたユーザプロフィールには前記のように、ユーザが閲覧したウェブページの URL や、抽出された単語だけでなく、ユーザが利用した検索サイトから目的のウェブページを発見するまでのウェブページの遷移経路も記録することで、より詳細な類似ユーザの発見を行うことができたとしている。

Hamid ら [9] は Matthijs ら [5] のようにユーザのウェブ検索行動をユーザプロフィールとして記録し、ユーザプロフィールを情報推薦に利用する。ただしウェブページの URL やウェブページの遷移経路といったユーザの履歴を基に情報推薦を行うのではなく、ユーザの履歴の解析から得られる、ユーザがあるキーワードでウェブ検索を初めてからの経過時間やウェブページのクリック数などを分析する。これにより得られるユーザの興味を示すキーワードとその度合いをユーザプロフィールとして記録することで、従来より精度の高い情報推薦ができるとした。今後の発展として、より多くのユーザのウェブ閲覧履歴を利用すれば、今以上の推薦精度も期待できるとしている。

2.3 ユーザの視線とマウスの位置に見られる相関

Chen ら [1] は、マウスの位置と視線には相関があり、マウスの位置からユーザの興味を示す部分を予測することができるとしている。

Muller ら [6] は、実験の結果から、35%のユーザはウェブページを閲覧する際にマウスで閲覧部分をなぞることがわかっている。

既に我々は、インタラクションの分析に基づくソーシャルリ
レーションの発見手法について提案している [18], [19]

これらはユーザのウェブ検索時の行動履歴から、コンテキストを取得することが出来れば、高精度な情報推薦やコミュニティ支援などのインタラクションの取得・分析が行えるとした。ただし提示しているのは概念に留まっており、明確に機能するシステムとしての提案まで至るには、コンテキストの定義や、インタラクションの分析に対する検討などが不十分である。

3. 提案システム

本章では提案システムの処理手法について記す。ただし、まだ検討途中の手法であり、正当性が確認できていないものが含まれる。

3.1 システムの概要

本稿での提案システムは、まず正確にユーザの嗜好情報やウェブページの特徴を抽出するため、ユーザの通常のウェブ検索行動による、マウスの動きに着目した行動の移り変わりを示すコンテキストを利用することを検討した。

提案システムの概要は 図 1 を想定している。

本稿の提案するシステムはクライアントサーバシステムである。各ユーザのウェブブラウザにインストールされた拡張機能を利用することで、システム利用ユーザのウェブページの閲覧履歴や、閲覧時のマウスの動きなどのウェブ検索の詳細な行動履歴を、定期的、または任意のタイミングにサーバへ送信して蓄積する。蓄積されたウェブ検索行動履歴を基に、ユーザの特徴やウェブページの特徴を記す各種プロファイルを生成し、ユーザからの情報推薦のリクエストがあればプロファイルのクラスタリング結果から、ユーザの嗜好情報に沿ったウェブページの推薦を提供する。

システムの特徴として、ユーザがシステムを利用するためにはウェブブラウザへ拡張機能をインストールする必要があるが、それ以外にはユーザによるユーザアカウントの作成や、ウェブページへの評価、視線の測定装置などは必要としない。また、ウェブ閲覧時のマウスの行動履歴や操作時間を含めた、詳細な閲覧履歴であるコンテキストを利用した各種プロフィールの生成を行う。これによりユーザの嗜好情報やウェブページの特徴を的確に捉えて、推薦制度の向上を目指す。

3.2 コンテキストの取得手法

ユーザのウェブ検索の行動履歴からコンテキストを取得するため、ウェブ検索の行動履歴となるユーザがウェブページ上でマウスで操作したテキストや、その時間などを記録する必要がある。そこで本稿では、ユーザの行動履歴の取得に Google が提供するウェブブラウザ Google Chrome の拡張機能で取得・記録を利用する。

Google Chrome の拡張機能は、開いているウェブページに任意の Javascript を組み込むことができる。これを利用し、閲覧されているウェブページの各 HTML 要素（以降は HTML 要素を総してエレメントとする）に Javascript のライブラリである jQuery を利用して、親エレメントへのイベント伝搬を無効

にしたマウスイベントを付与する。またイベントは追加されるため、予めウェブページにマウスイベントが付与されていても、そのウェブページの本来の動作に影響はしない。

エレメントへ付与したイベントがユーザのマウス操作によって発生すると、イベント発生元のエレメントのテキストデータや時間などをデータをウェブブラウザ側のデータベース（Web Storage）へ蓄積される．以下にエレメントへ付与するマウスイベントと、動作概要を一覧と図2で示し、データベースのテーブル定義を表1で示す．

4- エlementへ付与するマウスイベント：一覧

- `MouseClicked`
 - コンテンツがマウスによってクリックする度に発生するイベント
- `MouseMove`
 - マウスがコンテンツ上で動く度に発生するマウスイベント

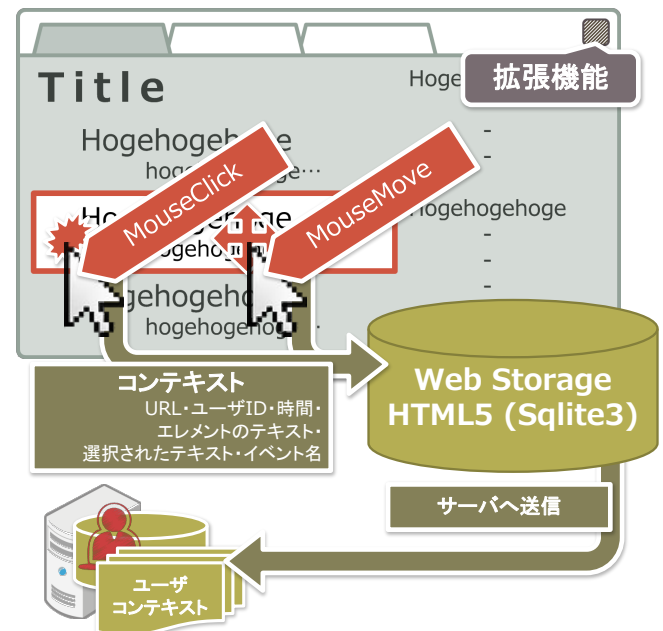


図 2 ユーザコンテキスト取得時の動作

上記にしたがって、ウェブブラウザ側で記録されたユーザのウェブ検索の行動履歴は、定期的、またはユーザの任意のタイミングで JSON 形式へ変換されシステムのサーバへ Ajax 送信を行い、システム側のサーバへユーザコンテキストとして記録しデータを蓄積させる。

これにより、ユーザがウェブ検索を行うに連れ、ユーザが注目した部分のテキストの特徴や注目した時間などから、ユーザの嗜好情報の特徴や移り変わりを特定することができる。

3.3 システムの新規性

本稿の提案するシステムが既存研究と異なる点は、ウェブページ上でのマウスのイベント履歴から、ユーザが注目したコンテンツ部分や、その時間などを抽出し、それらの履歴をコン

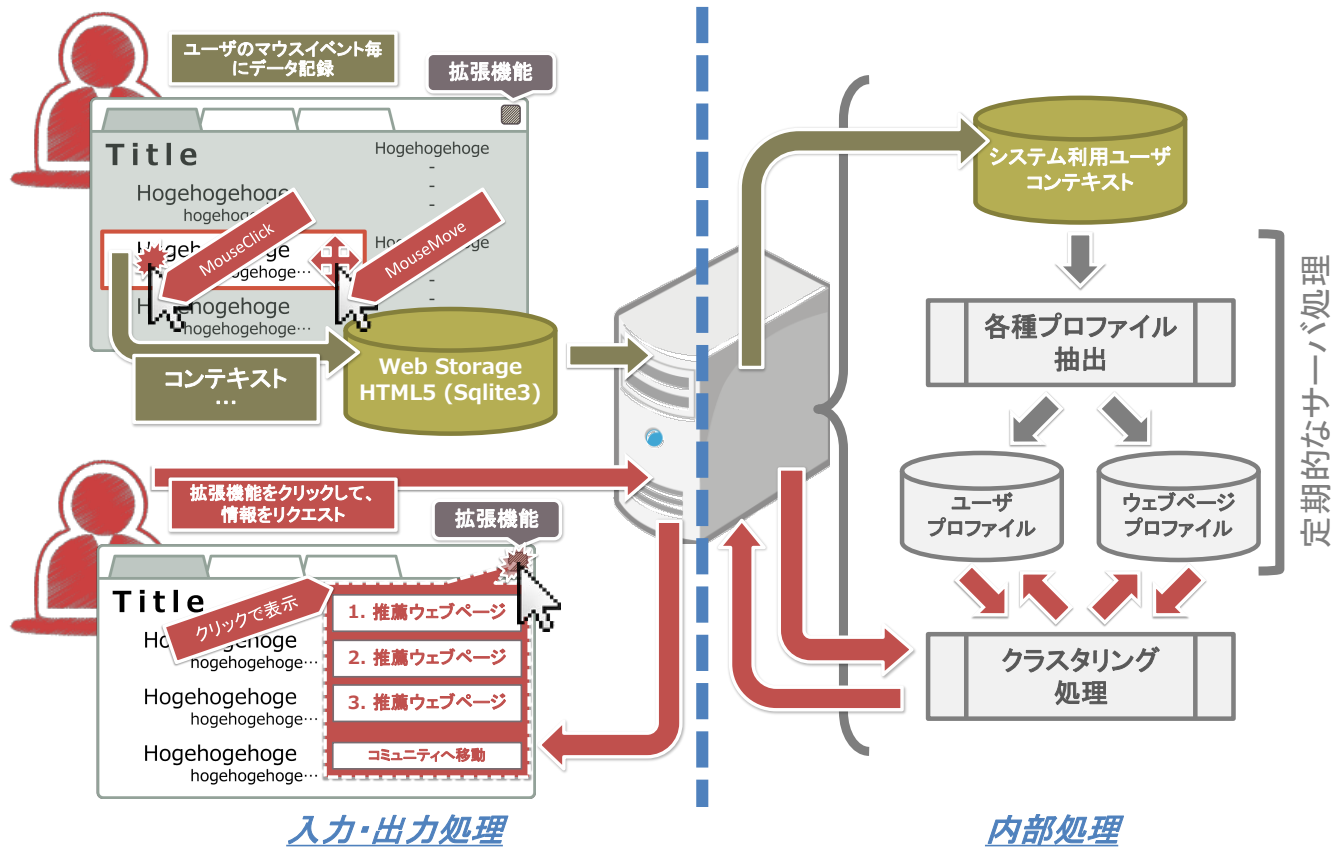


図 1 提案システムの概要

テキストとして捉えて情報推薦に活かすことである。既存研究では、協調フィルタリングに用いるユーザーの特徴として、ユーザーのウェブページ閲覧履歴や、ウェブページのブックマークの登録情報、測定機によるユーザーのウェブ閲覧時の視線などを利用した手法などが挙げられるが、ユーザーのウェブ閲覧時のマウスの動きからテキスト抽出を行う手法はまだ提案されていない。本稿で提案する手法では、ウェブページに対する評価、ブックマークへの登録、ユーザーの視線を計測する特殊な機器などを必要としない。提案システムはユーザーの普段のウェブ検索からユーザーの嗜好情報を読み取り、ユーザーの嗜好情報や現在の検索状況などに応じたウェブページの推薦が可能となる。

4. プロファイルの生成

前章 3.2 はユーザーコンテキストとしてユーザーのウェブ検索行動の履歴を取得し、サーバへ記録することを示した。本章ではサーバに記録されたユーザーコンテキストを利用して、ユーザープロフィールと、ウェブページプロフィールの生成について説明する。以下に各種プロフィールの抽出処理の概要を図 3 で記す。

4.1 ユーザプロフィールの生成

ユーザープロフィールに記録されるデータは、前章 3.2 でサーバへ記録されたユーザーコンテキストからテキストデータを抽出し、TermExtract（専門用語抽出）を行った結果と、処理を行った時間をセットにしてユーザーコンテキストに追加記録する。以下にユーザープロフィールのテーブル定義 表 2 を示す。

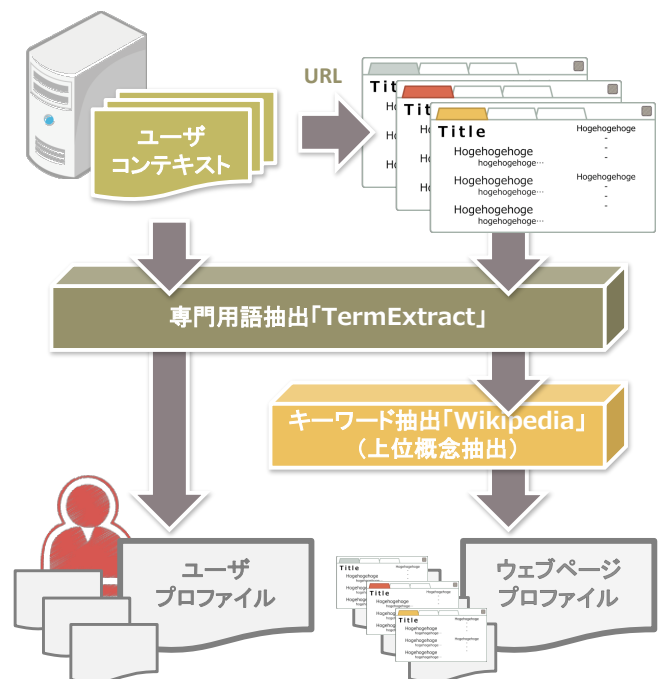


図 3 各種プロフィールの抽出処理の概要

4.2 ウェブページプロフィールの生成

ウェブページの協調フィルタリングを行う場合、ウェブページの URL やタイトルを対象とすると、存在するウェブページの数が増大するため特徴を把握し切れず、効果的なフィルタリングが行えない問題が確認されている。

表 1 ユーザコンテキストを記録するテーブル定義

ユーザがウェブページ内で操作した テキスト記録するテーブル		text
カラム名(論理名)	カラム名(物理名)	
ウェブページURL	url	
ユーザID	user	
エレメントテキストのハッシュ	hash	
イベントの発生したエレメントのテキスト	text	

ウェブページでのイベント発生を 記録するテーブル		event
カラム名(論理名)	カラム名(物理名)	
ウェブページURL	url	
ユーザID	user	
エレメントテキストのハッシュ	hash	
イベントの発生した実時間	time	
発生したイベントの名前	name	

ユーザがウェブページ内で選択した コンテンツを記録するテーブル		select
カラム名(論理名)	カラム名(物理名)	
ウェブページURL	url	
ユーザID	user	
イベントの発生した実時間	time	
選択されたエレメントのテキスト	text	

そこで、ユーザのコンテキストやコンテキスト内のウェブページから適切なキーワード抽出を行うために、提案手法として Termextract と Wikipedia を用いた、上位概念抽出のキーワード抽出手法を提案する。

4.2.1 上位概念の抽出によるクラスタリング精度の向上

既存研究では、ウェブページに出現する特徴語を用いた情報推薦が行われている。抽出される特徴語は、TF・IDF などによる、ウェブ上に存在する語句から出現が珍しいものを特徴語として捉え、情報推薦に活用している。しかし、ウェブページの掲載内容にあまり関わりのない、ウェブページの作者による独自の語句や、顔文字、技術的な正式名などの語句なども、ウェブページの特徴語として活用してしまうため、推薦制度の低下につながる問題が確認されている。そこで、推薦精度の低下の原因となるノイズを除去して推薦できるように、多くのフィルタリング手法が取り入れられていた。

本稿では、フィルタリングによる推薦制度の向上ではなく、ウェブページの掲載内容を的確に捉えて、なおかつその語句の表記ズレを抑えるため、Termextract と Wikipedia を用いた上位概念の抽出によるタグ付を行う。

4.2.2 ウェブページのキーワード抽出手法の概要

以下にウェブページからキーワード抽出の概要図 図 4 と処理手順 一覧を示す。

表 2 ユーザプロフィールのテーブル定義

ユーザがウェブページ内で操作した テキスト記録するテーブル		text
カラム名(論理名)	カラム名(物理名)	
// (ユーザコンテキスト)	//	
抽出処理を行った実時間	profile_time	
イベントの発生したエレメントのテキストを専門用語解析した結果	text_term	

ウェブページでのイベント発生を 記録するテーブル		event
カラム名(論理名)	カラム名(物理名)	
// (ユーザコンテキスト)	//	
抽出処理を行った実時間	profile_time	

ユーザがウェブページ内で選択した コンテンツを記録するテーブル		select
カラム名(論理名)	カラム名(物理名)	
// (ユーザコンテキスト)	//	
抽出処理を行った実時間	profile_time	
選択されたエレメントのテキストを専門用語解析した結果	text_term	

処理手順：一覧

- Step 1. システムのサーバに記録されているユーザコンテキストのウェブページ URL を基に、ウェブページに記載されているテキストデータを取得する
- Step 2. ウェブページから取得したテキストデータを TermExtract を使用して専門用語を抽出し、複合名詞のみを抽出して特徴キーワードとする（ここでの複合名詞は、キーワードを構成する語句の品詞がすべて名詞であるものとする）
- Step 3. 抽出された特徴キーワードで Wikipedia 検索を行い、Wikipedia 検索結果の検索候補とそのカテゴリを一時記録する
- Step 4. 一時記録された検索候補や各キーワードのカテゴリから出現頻度の高いカテゴリを上位特徴キーワードとする

この処理から抽出された特徴キーワードと、上位特徴キーワードを、ウェブページプロフィールとして 表 3 のテーブル定義に従い蓄積される。

4.2.3 ウェブページのキーワード抽出手法の実行サンプル
本章では前章 4.2.2 のウェブページキーワード抽出手法の実行例を 図 5 で示す。

4.3 類似性の抽出（今後の課題）

従来手法でウェブページをクラスタリングする場合、ウェブ

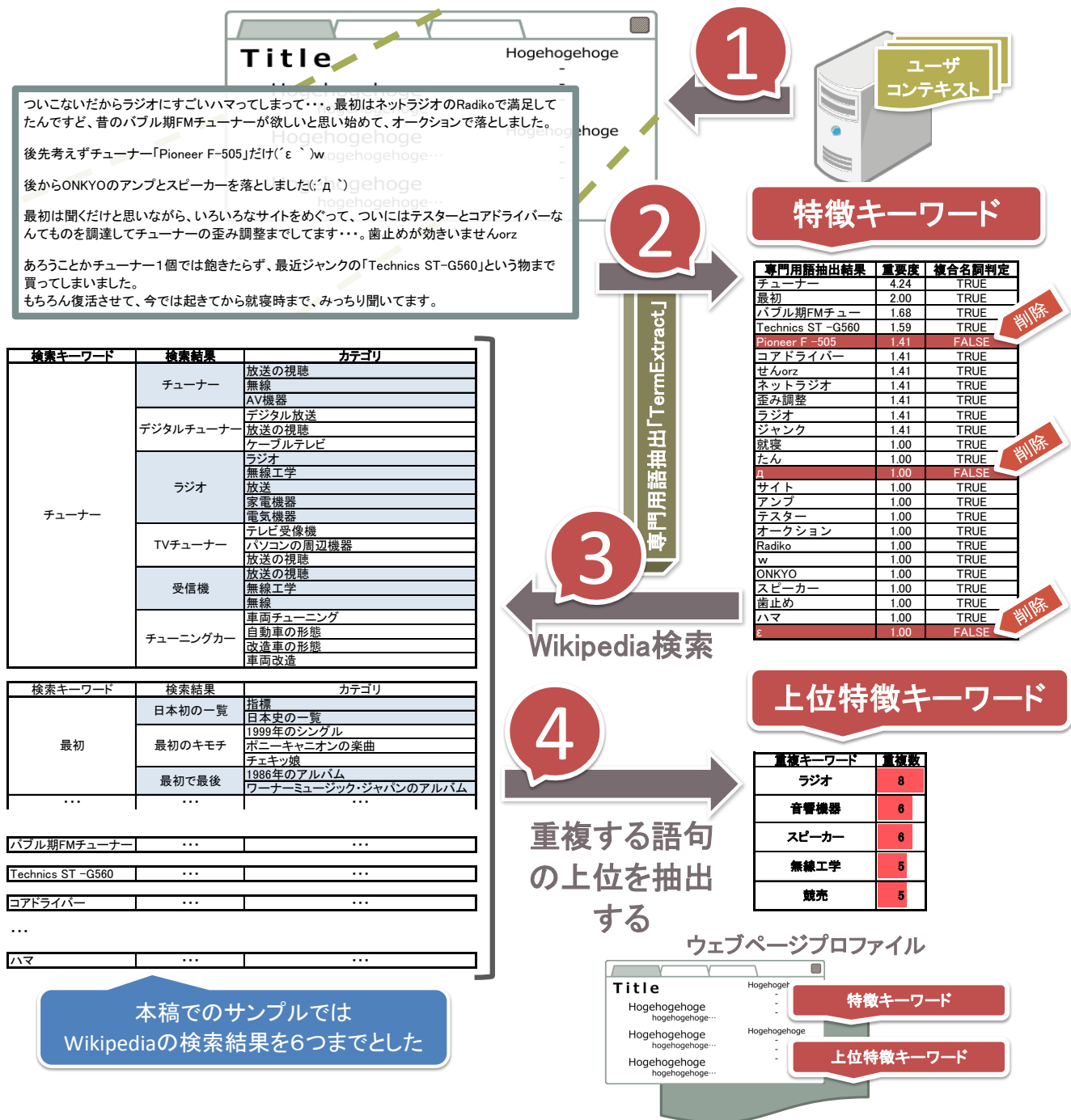


図 5 キーワード抽出手法の実行サンプル

ページのコンテンツから専門用語を抽出し、共起語などから類似度の算出を行なってクラスタリングを行なっている。そのため、ウェブページの掲載内容にあまり関わりのない、ウェブページの作者による独自の語句や、顔文字、技術的な正式名などの語句に集力した情報推薦になる。

本手法のウェブページやユーザのクラスタリングでは、各種プロファイル間での単純な文字列の比較と N-gram によるテキスト解析を行うことで実現させることを想定している。

本手法ではユーザプロファイルにおいて、ユーザがウェブページ内で操作した部分や、その時間などを取得しているため、複数のユーザ間でプロファイルの類似するユーザ、すなわち嗜好

好情報の類似するユーザ間であると推定することができる。また、ウェブページプロファイルにおいて、ウェブページの専門用語に加えて上位概念を抽出している。そのため、ウェブページの掲載内容の特徴的な単語と、掲載内容の表記ズレを解消した一般化した単語の取得を行なっているため、ウェブページ間での掲載内容の特徴と概念によるクラスタリングができる。

5. まとめと今後の課題

以下に現在プログラムとして実装できている機能と、今後実装予定の機能を、概要図である 図 1 を基に 図 6 で示す。本稿では普段のユーザのウェブ検索行動を解析することで正確に

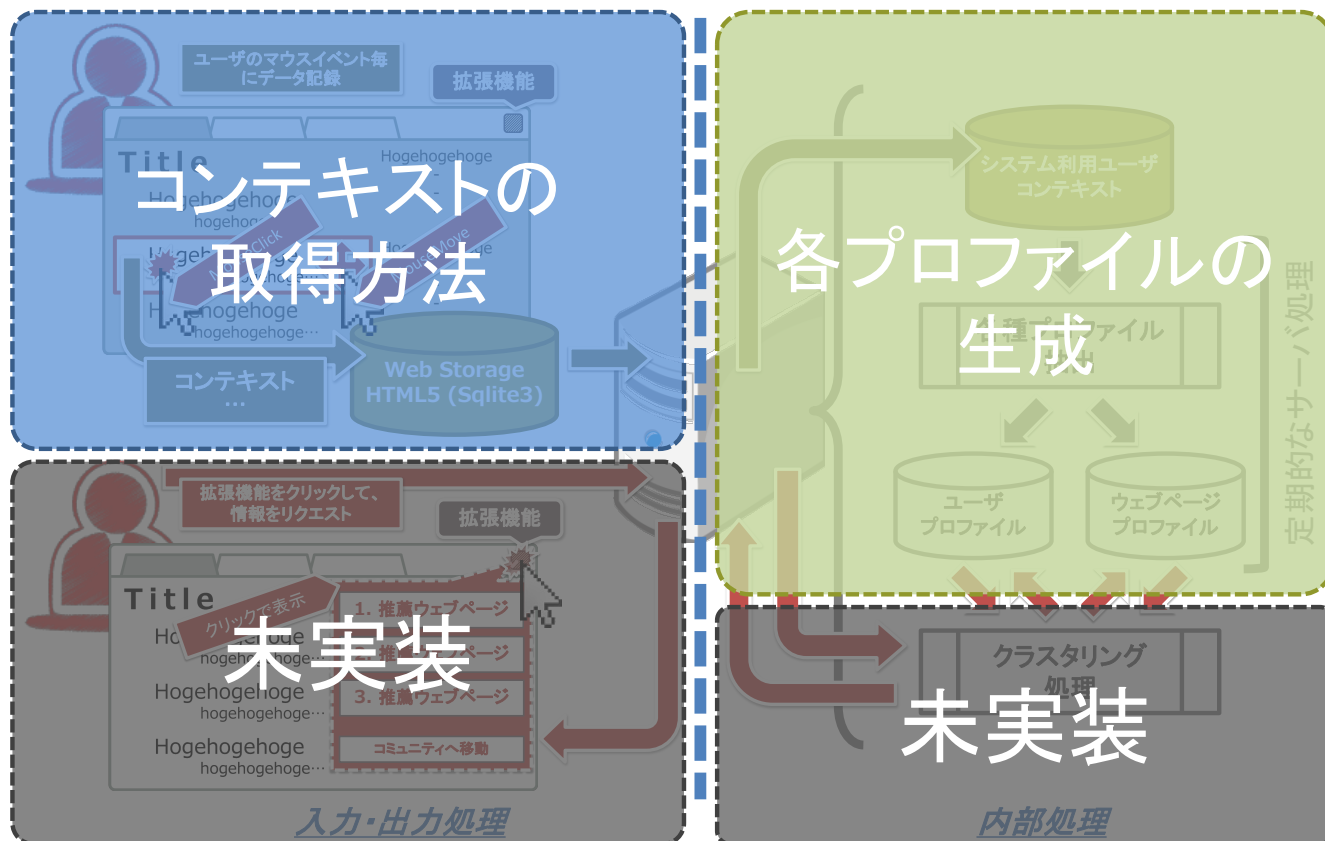


図 6 現在実現している機能

表 3 ウェブページプロファイルのテーブル定義

ウェブページの専門用語抽出結果を特徴キーワードとして記録するテーブル

カラム名(論理名)	カラム名(物理名)
ウェブページURL	url
抽出処理を行った実時間	profile_time
専門用語:特徴キーワード (配列をセミコロンで管理)	terms

抽出された専門用語とWikipediaを用いた上位特徴キーワードを記録するテーブル

カラム名(論理名)	カラム名(物理名)
ウェブページURL	url
抽出処理を行った実時間	profile_time
上位特徴キーワード (配列をセミコロンで管理)	top_terms

ユーザの興味の特定ができると仮定し、ユーザのウェブ検索時のマウスの動作履歴を基にした推薦手法の提案を行った。

提案システムはユーザに負担をかけることなく、正確にユーザへ情報推薦を行うことを目標とした。そのために必要な機能として、ユーザのマウス行動履歴を取得する仕組みと、ウェブページのキーワード抽出の機能を示し、各種のプロファイルを

作成する手法の提案を行った。

今後は各提案手法の改良として、厳密なプロファイルの定義を行うこと。また、取得したプロファイルから特徴の変化であるコンテキストを的確に捉え、実際にユーザへの情報推薦が行えるシステムの構築などが挙げられる。

謝 辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）基盤研究（C）（課題番号：23500140）による。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] Mon Chu Chen, John R Anderson, and Myeong Ho Sohn. What can a mouse cursor tell us more?: correlation of eye/mouse movements on web browsing. *CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 281–282, 2001.
- [2] Chirita, Paul Alexandru and Nejd, Wolfgang and Paiu, Raluca and Kohlschütter, Christian. Using ODP metadata to personalize search. *Proceedings of the 28th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pp. 178–185, 2005.
- [3] Susan Gauch, Jason Chaffee, and Alexander Pretschner. Ontology-based personalized search and browsing. *Web Intelli. and Agent Sys.*, Vol. 1, No. 3-4, pp. 219–234, 2003.
- [4] Fang Liu, Clement Yu, and Weiyi Meng. Personalized Web Search For Improving Retrieval Effectiveness. *IEEE Trans. on Knowl. and Data Eng.*, Vol. 16, No. 1, pp. 28–40, 2004.
- [5] Nicolaas Matthijs and Filip Radlinski. Personalizing web

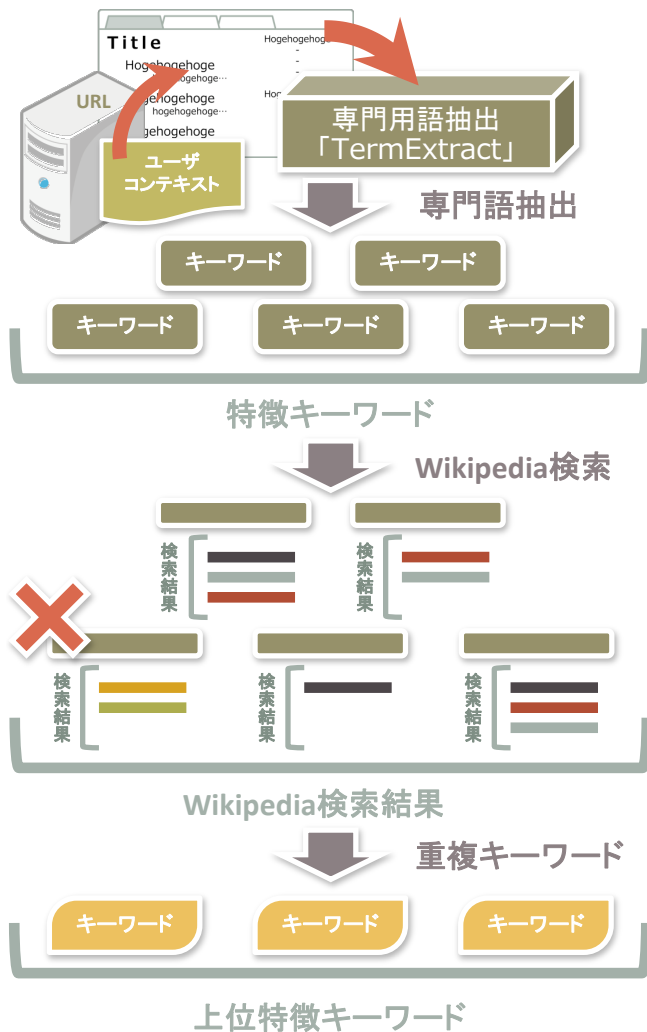


図 4 キーワード抽出の提案手法

search using long term browsing history. *Proceedings of the fourth ACM international conference on Web search and data mining*, pp. 25–34, 2011.

- [6] Florian Mueller and Andrea Lockerd. Cheese: tracking mouse movement activity on websites, a tool for user modeling. *CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 279–280, 2001.
- [7] Filip Radlinski and Nick Craswell. Comparing the sensitivity of information retrieval metrics. *Proceedings of the 33rd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pp. 667–674, 2010.
- [8] Filip Radlinski, Madhu Kurup, and Thorsten Joachims. How does clickthrough data reflect retrieval quality? *Proceedings of the 17th ACM conference on Information and knowledge management*, pp. 43–52, 2008.
- [9] H Rastegari and S M Shamsuddin. Web Search Personalization Based on Browsing History by Artificial Immune System. *Int. J. Advance. Soft Comput. Appl.*, Vol. 2, No. 3, 2010.
- [10] Mark Sanderson. Ambiguous queries: test collections need more sense. *Proceedings of the 31st annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pp. 499–506, 2008.
- [11] Ahu Sieg, Bamshad Mobasher, and Robin Burke. Web search personalization with ontological user profiles. *Proceedings of the sixteenth ACM conference on Conference on information and knowledge management*, pp. 525–534,

- 2007.
- [12] Jaime Teevan, Susan T Dumais, and Eric Horvitz. Personalizing search via automated analysis of interests and activities. *Proceedings of the 28th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pp. 449–456, 2005.
- [13] Jaime Teevan, Susan T Dumais, and Eric Horvitz. Potential for personalization. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, Vol. 17, No. 1, pp. 4:1—4:31, 2010.
- [14] Ryen W White and Steven M Drucker. Investigating behavioral variability in web search. *Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web*, pp. 21–30, 2007.
- [15] 近藤光正, 中辻真, 田中明道, 内山匡. 重要語抽出を用いた外部 API からの関連コンテンツ推薦. 2010.
- [16] 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. 2007.
- [17] 山中努, 田中祐也, 土方嘉徳, 西田正吾. 時空間情報を伴うテキストデータをを用いた状況把握支援システム. 知能と情報 : 日本知能情報ファジィ学会誌 : journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Intelligent Informatics, Vol. 22, No. 6, pp. 691–706, 2010.
- [18] 宮脇佑介, 中島伸介, 張建偉, 河合由起子. インタラクションの文脈理解に基づくソーシャルリレーションの発見. 第 9 回日本データベース学会年次大会, 2011.
- [19] 宮脇佑介, 中島伸介, 張建偉, 河合由起子. ユーザの Web インタラクション履歴の分析に基づくソーシャルリレーション発見手法の提案. 情報処理学会関西支部, 2011.
- [20] 成田雄一, 増田英孝. 特徴語の上位概念を表すタグの自動生成. 2006.
- [21] 前田朗, 中川裕志. 関連学術用語による日本語文献情報への簡易ナビゲーションシステム. 2010.
- [22] 鶴原翔夢, 高須賀清隆, 丸山一貴, 寺田実. 独立成分分析を用いた Web 閲覧履歴の解析と Web ページ推薦への応用. 2008.