

# 探索アクティビティの共有と視覚化に基づく協調型情報探索

上田 正明<sup>†</sup> 中島 伸介<sup>‡</sup> 角谷 和俊<sup>‡</sup> 田中 克己<sup>‡</sup>  
<sup>†</sup>神戸大学大学院自然科学研究科 <sup>‡</sup>京都大学大学院情報学研究科

## 1 はじめに

ユーザが個人としてではなく、グループにとって価値のある情報を探し出そうとすることがある。例えば、グループ旅行のプランなどである。この時、1人のメンバーが情報を探索する場合、全員の合意を得ることは非常に困難である。メンバー全員で情報探索したとしても、合意が得られやすい訳でもなく、情報探索の効率が向上するとは思えない。

このように、複数ユーザが共同で情報探索を行おうとする際に、お互いの探索結果を持ち寄るのみでは、効果的な探索が行うことはできない。したがって、我々は、効果的な協調型情報探索を行うための仕組みを提案することを目標としている。

グループによる協調型情報探索のメリットは、①個々の得意不得意分野などに応じた作業の分担が可能、②お互いの探索結果やプロセスを指摘し合うことが可能、等があり、情報探索の方法として有効であると考えられる。

協調型情報探索に関する従来までのアプローチとしては、エージェントを協調させたマルチエージェントシステムとしての研究[1]が多い。しかしながら、情報探索および収集だけならともかく、フィルタリングやグループとしての意思決定までをエージェントシステムで行うことは非常に難しいといえる。

また、協調フィルタリングに関する研究[2]もあるが、手法としても、プロフィールの共通点を探して

ユーザ同士を関連付けるというように単純であり、精度が高いとは言えず、人間が積極的に行う情報探索に適用することはできない。

さらに、Webブックマークに関する研究[3][6]も非常に数多くある。これらは、ブックマークを効率的に利用できるような仕組みの提案という意味では研究の目的に共通点があるが、それらはコンテキストデータの解析に基づくブックマークの価値や意味を算出して利用するようなアプローチではない。ましてやユーザの探索アクティビティとして協調型情報探索に利用することではないので、本研究とは異なる。

本研究では、基本的にはユーザ同士が協調し意思決定を行うということを前提とし、この複数ユーザによる協調型情報探索支援システムを提案する。ここでは、グループのメンバー数名が協調してWeb上から必要な情報を探索するにあたって、図1でも示す通り、以下の手順で情報を探索を進める、といった状況を想定している。

1. 各ユーザが個別にWebページの探索を行う。
2. 探索を行う中で、「自分が気に入った」または「他の人にも勧めたい」と思うものに対して、ブックマークをつける。
3. 各々が探索を行う中でつけたブックマークを、本研究で提案するシステムに登録する。
4. システムは、各ユーザから得たブックマークを、検索エンジンによる検索結果と統合して、Webページとしてブラウザで提示する。
5. 提示内容から、自分と他のユーザの探索結果を比較する。

---

Collaborative Information Search Based on Sharing and Visualization of Search Activities

Masaaki Ueda<sup>†</sup>, Shinsuke Nakajima<sup>‡</sup>, Kazutoshi Sumiya<sup>‡</sup>, Katsumi Tanaka<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Graduate School of Science and Technology, Kobe University

<sup>‡</sup>Dept. of Social Informatics, Graduate School of Informatics, Kyoto University

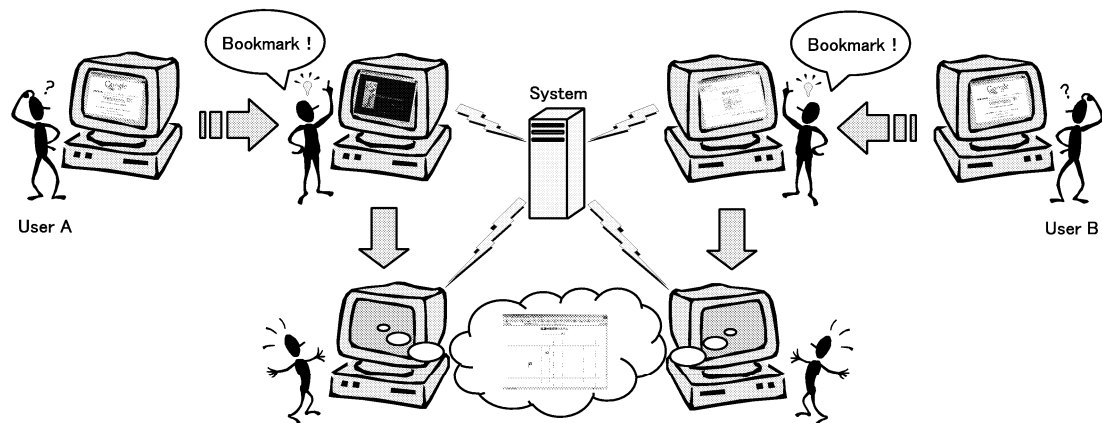


図 1: 協調情報探索の手順

協調して情報探索を行うにあたっての最初の課題として、いかに各ユーザが他のユーザの探索アクティビティを容易に把握し、その内容を評価できる状態で保存するかという問題があるが、我々は、2章で述べるコンテキスト依存型ブックマークというものをを用いることで、ユーザの探索アクティビティを保存する。

## 2 コンテキスト依存型 Web ブックマーク

本システムは、各ユーザの探索結果であるブックマークを共有することにより、協調作業を支援しようとするものである。しかしながら、従来のブックマーク機能は、Web ページのタイトルや URL を保存するのみであり、各ユーザの探索アクティビティを表現するには不十分である。そこで、我々はユーザの探索アクティビティを保存することを可能とする、閲覧履歴を反映したコンテキスト依存型 Web ブックマーク（以後、コンテキストブックマークという）[5] を提案した。

### 2.1 コンテキストブックマークの概要

Web の情報探索時のブックマークは、「ブックマークをつけるまでのプロセス（コンテキスト）の中で気に入った Web ページ」と考えられる。したがって、「ブックマークしたページ」の特徴と、閲覧したが「ブックマークしなかったページ」の特徴の違いを明

らかにすることにより、ユーザが「何が必要」で「何が不要」であったかを明らかにする。この特徴の違いこそが、ブックマークに対するユーザの判断基準であり、ブックマークの意味と考えることができる。

したがって、ブックマークまでのコンテキストにおけるユーザの意図、すなわち「何が必要」で「何が不要」であったのかを明らかにするために、ブックマークしたページと、閲覧したその他のそのコンテキストに関する情報をも同時に持たせたものである。この手法によって、そのブックマークの持つ意味や重要性を表現することができるだけでなく、他のユーザがそのブックマークはどのような範囲を閲覧して選んだものかを知ることができるため、従来では困難であった探索結果の妥当性やその価値も正当に評価することができるようになる。ここで、具体的にはどのように探索アクティビティがコンテキストブックマークとして保存されるかについて簡単に述べる。

コンテキストブックマーク生成までの流れは、図 2 の様に、

1. 検索エンジンでキーワード検索を行う
2. 得られた結果の中から必要な情報が含まれていると思われるものを順に閲覧していく
3. その中で、自分が気に入ったもの（協調探索の場合は他の人にも薦めたいもの）にブックマークを付ける

と、従来通り個人で情報探索を行うときと同様の手

順で行う。このときにシステムは、閲覧履歴に含まれる各Webページにおいて、 $tf \cdot idf$  値の高い単語を代表的キーワードとして求める。そして、これらのキーワードと閲覧履歴のURL、閲覧範囲と閲覧内容の類似度から算出されるブックマークのランク値、はじめの探索キーワードをコンテキストブックマークはコンテキストデータとして保持する。

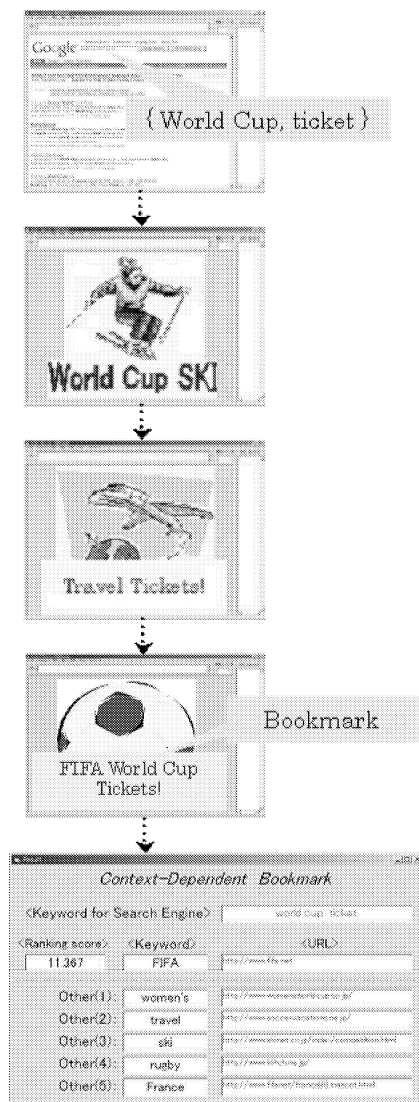


図 2: ブックマーク生成までの流れ

本研究では、各ユーザの探索アクティビティを、このコンテキストブックマークを用いて表現する。ここで、コンテキスト集合  $C_i$  (閲覧した Web ページ集合) を閲覧した後に、ブックマーク集合  $B_i$  (1つの場合もある) を選択した場合の探索アクティビティ

$A_i$  は、

$$A_i = (C_i, B_i)$$

と表現され、コンテキスト集合とブックマーク集合が決まれば、一意に決定することができる。

なお、ブックマーク  $B$  に対するランク値  $R_B$  は、

- 多くのページを閲覧した中から選んだブックマークはランク値が高くなる。
- 閲覧したページ群が、ブックマークされたページに似たものを多く含んでいるほど、ランク値は高くなる。

という観点から考え、ブックマークされたページの特徴ベクトルを  $\vec{b}$ 、コンテキスト集合  $C_B$  に含まれる各ページの特徴ベクトルを  $\vec{c}_i$  とすると、

$$R_B(\vec{b}, C_B) = \sum_i \frac{\vec{b} \cdot \vec{c}_i}{|\vec{b}| |\vec{c}_i|}$$

という式から算出する。

## 2.2 コンテキストブックマークの問い合わせ利用

ここでは、コンテキストブックマークからユーザの意図を抽象化し、未探索領域に対する質問を生成することで、未探索領域を効率的に探索することを実現する。

本研究では、各ユーザの探索アクティビティをコンテキストブックマークとして、表現している。コンテキストブックマークは、単に閲覧範囲 (コンテキスト) とブックマークした Web ページを表現しているだけではない。すなわち、「どのようなコンテキスト集合を閲覧し、どのような情報にブックマークを付けたのか」という情報を保持しており、この時の情報探索におけるユーザの意図や目的が込められていると考えている。この時のユーザの意図や目的を抽象化することができれば、Web 情報に対する問い合わせとして利用することができる。

図 3 は、コンテキストブックマークの抽象化と、それについて他の領域に対して問い合わせを行う場合のイメージである。コンテキストブックマークにおいて、ブックマークされたページの特徴キーワードは、コンテキスト集合  $C$  に対してはブックマークされたページを選ぶという振る舞いから得られたユー

ザの意図と考えられるので、その情報の利用方法を定式化することによって、クエリを生成することで抽象化を行う。そして他の領域  $C'$  に対して生成したクエリを適用することで、他のユーザのコンテキスト集合ではどのようなものを選ぶのであるかといったことをユーザは知ることが可能となる。

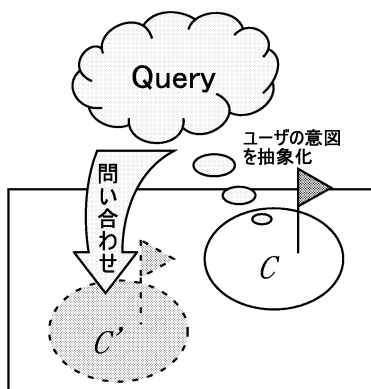


図 3: ブックマークの抽象化と問い合わせ

探索アクティビティの抽象化の方法としては、いろいろと考えられるが、コンテキストブックマークの機能の1つである、「ブックマークした Web ページとコンテキスト集合内のその他のページの特徴キーワードを利用した問い合わせ質問生成」や、「ブックマークした Web ページの特徴ベクトルの差異増幅による問い合わせ質問生成」等も考えられる。

ブックマークした Web ページとコンテキスト集合内のその他のページの特徴キーワードを利用した問い合わせ質問生成は、

1. ブックマークされたページの特徴キーワードの出現頻度が最大
2. コンテキスト集合内のブックマークされなかったページの特徴キーワードの出現頻度が 0
3. 上記いずれにも該当しないキーワードの出現頻度は不問

という条件を満たすページを問い合わせる質問を生成するものである。

また、差異増幅による問い合わせ質問生成の算出式は、問い合わせ質問となる特徴ベクトルを  $\vec{q}_i(A_i)$

とすると、以下のように表すことができる。

$$\vec{q}_i(A_i) = \vec{b}_i + \alpha \sum_j (\vec{b}_i - \vec{c}_{ij})$$

ただし、 $\vec{b}_i$  はブックマークした Web ページの特徴ベクトル、 $\vec{c}_{ij}$  は  $\vec{b}_i$  のコンテキストである Web ページの特徴ベクトル、 $\alpha$  は定数、である。

求める特徴ベクトルは、ブックマークした Web ページの特徴ベクトルがベースとなるが、閲覧した Web ページとブックマークした Web ページとの特徴ベクトルの差異を加えたものを、ユーザの本来の目的に近い Web ページの特徴ベクトルであると考え、つまり、閲覧した Web ページとブックマークした Web ページの特徴の差異こそが、ユーザが注目した特徴であると考え、この差異をブックマークした Web ページの特徴ベクトルに上乗せすることにより、問い合わせ質問としての特徴ベクトルを算出している。

### 3 協調型情報探索

本章では、これまで述べてきたコンテキストブックマークを用いた協調型情報探索およびそれを支援するためのシステムについて述べる。

本研究では、複数ユーザが協調して情報探索を行うにあたって、探索だけでなくグループ全体の意思決定までも効率よく行えるように支援することが目的である。

目的を達成するために我々は、

- 探索アクティビティの視覚化  
探索アクティビティの直観的把握が可能。
- 探索アクティビティの共有  
他のユーザの探索アクティビティの関係を把握し、各ユーザの探索ノウハウの相互利用が可能。
- 探索アクティビティの合成  
他のユーザと合意した新しい探索アクティビティを生成可能。

という、単にブックマークを共有するだけでなく、グループとしての意思決定の支援を行うことも意識した手法を提案する。

### 3.1 探索アクティビティの視覚化

探索アクティビティの視覚化を行うことで、「自分が探索を行った範囲」を視覚的に理解することができ、さらに、その中で自分はどのようなものを選んだのかということを知ることができる、というメリットがある。

視覚化の方法としてはいろいろと考えられるが、類似情報が周辺にマッピングされるSOM (Self-Organizing Maps: 自己組織化マップ) のような手法も1つの有効な手法であると考えている。

図4はSOMを用いて探索アクティビティの視覚化を行った例である。1つのマスセルとよび、その中には複数の検索結果のページが含まれている。この例では、類似情報のまとまりごとに色分けしてある。

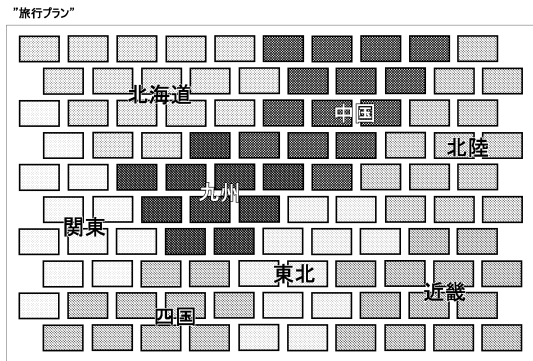


図4: 「旅行プラン」で検索した結果の提示例

また図5は、図4にコンテキストブックマークも同時に提示した例である。旗の絵があるセルは、ブックマークをつけられているページを含んでいることを示す。さらに、旗からでている吹き出しは、ブックマークのメタデータ（ブックマークされたページのタイトル、ランク値、代表的キーワード、URL）であり、ブックマークのコンテキスト集合に含まれるページを含むセルには色がついている。

### 3.2 探索アクティビティの共有

他のユーザと探索アクティビティの共有を行うことで、

- 他の人が行った探索の範囲も視覚的に理解することができ、互いの範囲を比較することで、相

手との探索内容の関係を知ることができる。

- 相手の探索の不足している部分を重点的に探索したりすることで、個々の得意不得意分野などに応じた作業の分担ができる。

ということが考えられるので、複数ユーザにて協調型情報探索を行う場合には必要不可欠なものであるといえる。

ここで、複数ユーザにて協調型情報探索を行う場合、探索アクティビティのコンテキスト集合やブックマーク集合がお互いに重なりを持つ場合がある。すべての場合を考慮すると、図6に示すように8つのパターンになる。これは、コンテキスト集合の関係

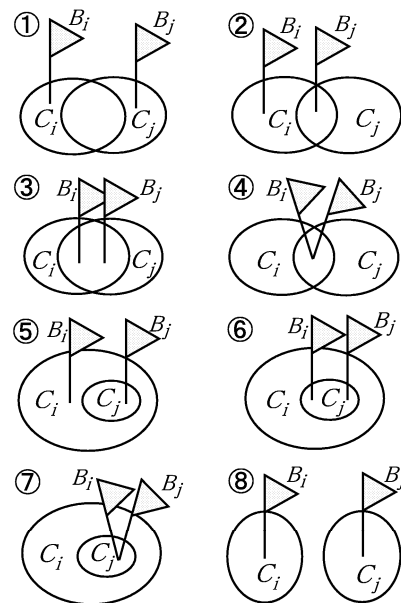


図6: 探索アクティビティ間の関係の種類

としては、

- お互いの一部が重複している場合 (図6①~④)
- 片方のコンテキスト集合がもう一方のコンテキスト集合を完全に包含している場合 (図6⑤~⑦)
- 共通部分が存在しない場合 (図6⑧)

の3通りが考えられる。また、ブックマークの立ち方の関係としては、

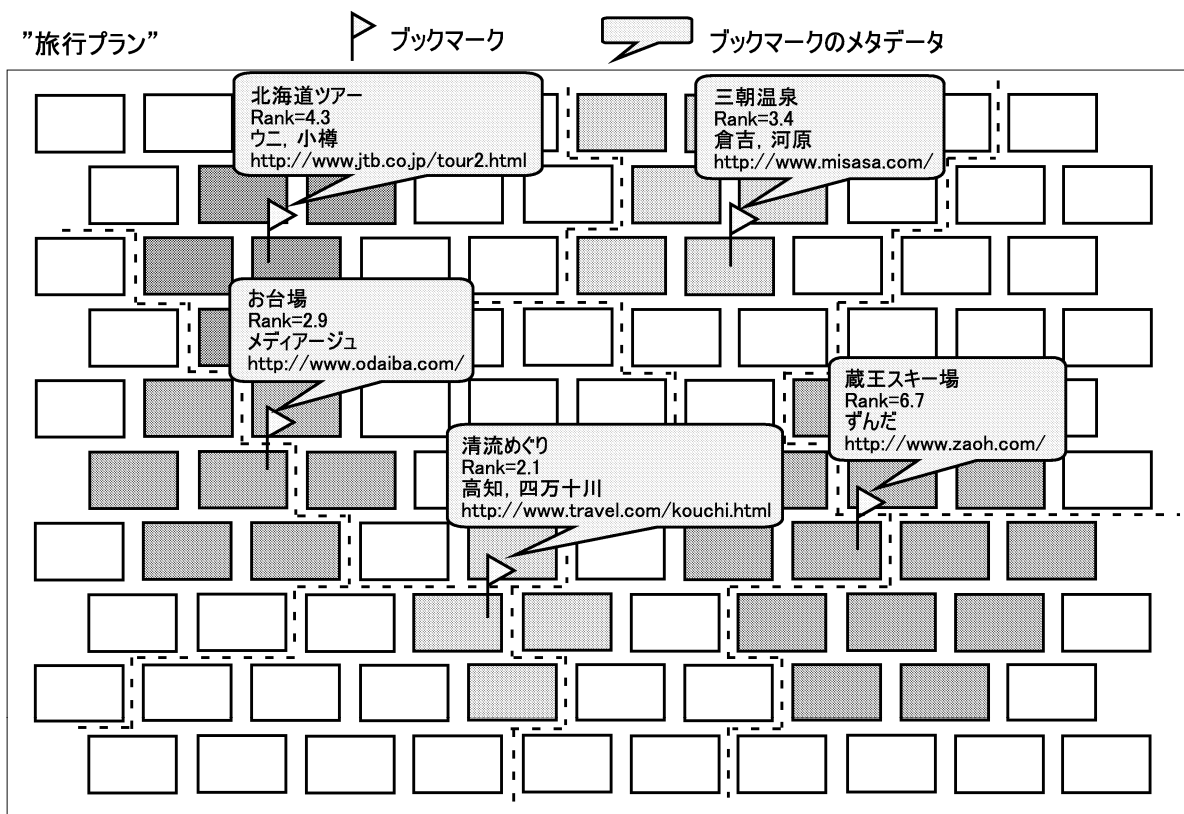


図 5: 「旅行プラン」で探索する場合の提示例

- 共通しない集合に 2 つ共が立っている場合 (図 6①, ⑧)
- 共通しない集合に片方が立っている場合 (図 6②, ⑤)
- 共通集合のなかで違う場所に立っている場合 (図 6③, ⑥)
- 全く同じものに立っている場合 (図 6④, ⑦)

の 4 通りが考えられる。

また、2 つのコンテキスト集合の重複の度合いによっても、探索アクティビティの関係も異なってくる。  $C_i$  および  $C_j$  2 つのコンテキスト集合の重複の度合いが大きいか小さいかということについては、以下の式を用いて判定することができる。

$$\frac{|C_i \cap C_j|}{|C_i \cup C_j|} > \theta \quad (\theta \text{は閾値})$$

探索グループのメンバーは探索アクティビティを共有し、協調しながら、最終的にはグループとして

の意見調整を行うので、他のユーザとの探索アクティビティの関係についても、把握出来ている方が良い。例えば、図 6②の場合、ユーザ  $U_j$  がブックマークとして選択した Web ページを、ユーザ  $U_i$  は閲覧しているにもかかわらずブックマークすることなく、別の Web ページにブックマークしている。したがって、ユーザ  $U_j$  はユーザ  $U_i$  との関係を把握した上で、ブックマーク  $B_i$  とブックマーク  $B_j$  を比較検討すべきである。また、図 6⑧においては、コンテキスト集合は共有していないが、両者のブックマークの類似度がある閾値よりも高い場合には、探索アクティビティ間の関係が深いと考えることができる。

### 3.3 探索アクティビティの合成

この合成の機能を実現することで、他のユーザと合意したブックマークを生成することができる。また、繰り返し行うことで、多くのブックマークを 1 つにまとめ、グループ全体の意見をまとめることを

支援できる。

ここでは、2人のユーザの探索アクティビティ $A_i = (C_i, B_i)$ と $A_j = (C_j, B_j)$ から、両者の合意のもと、新しく $A_{new}$ を合成する場合を考える。これを式で表すと、

$$A_{new} = (C_i \text{ op}_c C_j, B_i \text{ op}_b B_j)$$

となる。ただし、 $op_c$ 、 $op_b$ は“ $\cap$ ”、“ $\cup$ ”、“ $-$ ”などの演算子である。したがって、 $op_c$ 、 $op_b$ の演算子の組み合わせの数と合成をする2つの探索アクティビティ $A_i$ と $A_j$ の関係(図6)の数を掛け合せた数だけの種類の合成が考えられる。そのうち2種類の例を示す。

- “ $A_{new} = (C_i \cap C_j, B_i \cup B_j)$ ”

$A_i$ と $A_j$ との両方で閲覧されたページの集合が $A_{new}$ のコンテキストで、その集合の中にある $A_i$ と $A_j$ 両方のブックマークが $A_{new}$ のブックマークとなる合成。

例 図6② $\rightarrow A_{new} = (C_i \cap C_j, \{B_j\})$

図6③ $\rightarrow A_{new} = (C_i \cap C_j, \{B_i, B_j\})$

- “ $A_{new} = (C_i \cup C_j, B_i \cup B_j)$ ”

$A_i$ と $A_j$ と閲覧範囲を合わせた範囲のページ集合が $A_{new}$ のコンテキストで、その集合の中にある $A_i$ と $A_j$ 両方のブックマークが $A_{new}$ のブックマークとなる合成。

例 図6①~⑧ $\rightarrow A_{new} = (C_i \cup C_j, \{B_i, B_j\})$

さらに、各探索アクティビティは、ランク値を持っているため、合成を行う場合にはそのランク値を重み付けとして演算に反映させることも可能である。

## 4 プロトタイプ

本章では、これまでに提案した協調型情報探索支援システムのプロトタイプシステムについて述べる。

### 4.1 システムイメージ

現在はまだ実装中であるが、現在のところの画面イメージは、図7の通りである。

画面内の旗のイメージがコンテキストブックマークであり、それにマウスポインタを合わせることで、コンテキスト集合に含まれるページを含むセルの色

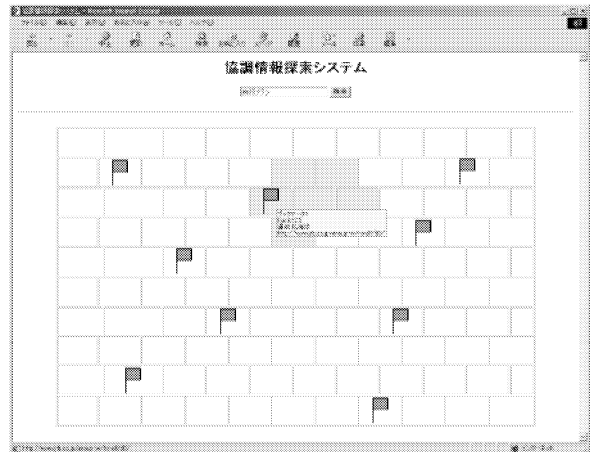


図7: 実装中のシステムイメージ

が変わるようになっている。また同時に、そのコンテキストデータ(ブックマークされたページのタイトル、ランク値、代表的キーワード、URL)も表示される。

### 4.2 特徴抽出

Webページの特徴ベクトルは、そのページ内のテキストを「茶筌」[7]で形態素解析して得られた「名詞」の各単語を1次元とし、出現頻度をその次元の値としたものを用いた。

### 4.3 今後の課題

現在考えられるプロトタイプに関する問題点として、以下のようなものが挙げられる。

- 特徴量

単にWebページの特徴量としてそのページのtfだけで決める方法の他にも検討が必要である。

- 計算時間

検索結果の各ページを取得、ページ内のテキストを解析、SOMでマッピング、のそれぞれの計算時間が非常に長いので、工夫が必要である。

- 評価方法

このシステムを構築したことで得られる成果を、どのように数値化して評価するかということを検討する必要がある。

## 5 おわりに

本稿では、複数ユーザを対象とした協調型情報探索支援システムの実現を目指し、システムに必要な機能とその実現方法について述べた。

検索エンジンによる検索結果を情報共有空間に配置し、コンテキストブックマークをユーザが行った探索の結果として同じ情報共有空間に反映させることで、グループの各ユーザは、個々の得意不得意分野などに応じた作業の分担を可能にした。

また、情報共有空間に「探索アクティビティの合成」「探索アクティビティに基づく質問生成」のそれぞれの機能をさらに追加することで、お互いの探索結果やプロセスを指摘しあうことが可能にした。

今後の検討課題として、次のようなものが挙げられる。

- 今回は視覚化を行うためのマッピング手法に SOM を用いたが、本研究はこれにとらわれるものではないため、他のマッピング手法に対しても検討する必要がある。
- ある人が作った「コンテキスト依存型ブックマーク」を他人が評価する方法は、これまで述べた以外にも検討する必要がある。
- 情報共有空間において、他のユーザの探索結果に対してコメントしたり、自分の探索結果に対する注釈を添えたりすることができるようにすることを検討している。  
注釈付けの方法としては、あらかじめ用意された評価語句（「良い」、「悪い」等）を選択、または評価点数を与えることや、自然言語による自由な注釈付けなどを考えている。

今後はプロトタイプの実装の完成とシステムの評価を行うことで、提案するシステムの情報探索の方法としての有用性を検証する予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費「分散型ハイパーメディアからの構造発見とアクセス管理」（課題番号 1268416）、「Web の意味構造発見に基づく新しい Web 検索サービス方式に関する研究」（課題番号 13224054）の援助を受けており、また、日本学

術振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「マルチメディア・コンテンツの高次処理の研究」（プロジェクト番号 JSPS-RFTF97P00501）によっております。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- [1] Marko Balabanović, Yoav Shoham : "Content-Based, Collaborative Recommendation" : COMMUNICATIONS OF THE ACM (March 1997/Vol.40,No.3)
- [2] Mikihiro MORI, Seiji YAMADA : "Information Sharing of URLs", www8/web Document Management(1999)
- [3] Takano, H. and Winograd, T.: "Dynamic Bookmarks for the WWW" : Proceedings of the ninth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia(1998)
- [4] Wen-Syan Li, Quoc Vu, Divakant Agrawal, Yoshinori Hara, Hajime Takano : "Power Bookmarks: A System for Personalizable Web Information Organization, Sharing, and Management" : www8/Web Document Management(1999)
- [5] 中島伸介, 黒田慎介, 田中克己 : "閲覧履歴を反映したコンテキスト依存型 Web ブックマーク", Proc.of DBWeb2001, 情報処理学会シンポジウムシリーズ Vol.2001, No.17, pp.201-208 (2001)
- [6] Wen-Syan Li, Quoc Vu, Divakant Agrawal, Yoshinori Hara, Hajime Takano : "Power Bookmarks: A System for Personalizable Web Information Organization, Sharing, and Management" : www8/Web Document Management(1999)
- [7] 「茶筌」: <http://chasen.aist-nara.ac.jp/>