

## グループ支援型 Web 探索における ナビゲーションのための既閲覧ページ群の同期化提示

伊豆 陸† 中 島 伸 介†† 田 中 克 己†

Web 情報検索は、単に個人のための情報収集にとどまるものではない。個人が Web 閲覧をする事で得た Web コンテンツを推薦し、グループで共有する状況が考えられる。他のユーザから、推薦された Web コンテンツを共有する状況では、コンテンツが選ばれた背景を知る事は重要である。この選ばれた背景とは、ユーザの Web 検索目的や、類似 Web ページの閲覧数、閲覧した内容の範囲等の情報である。この背景を理解する事によって、ユーザの閲覧がいかに目的に対して俯瞰的な範囲に及んでいるか、また、推薦されたコンテンツが、いかに閲覧した中から精選されているかについて知る事ができるからである。そこで初めて、推薦ページに対する信頼度を推定する事ができ、他のユーザの探索のために効果的に利用する事が可能になる。本論文では、Web ページが推薦されるまでの履歴から Web 探索の俯瞰度や精選度を計算する事で、ユーザの探索履歴を評価し、その指標を用い、他人の既閲覧ページ群の中から、ユーザの探索を補足する有用なページを発見、提示する手法について提案する。

### Synchronized Browsing of Shared Navigation Histories for Group-Based Web Exploration

ATSUSHI IZU, † SHINSUKE NAKAJIMA†† and KATSUMI TANAKA†

Recently, information retrieval on Web browsing is not only for single user but also for multiple users. Then, it is required methods for sharing Web content that a user obtains through the Web navigation. In such case, it becomes important for others who see a recommended content to understand the background (navigation history) until finding out the content. Because we can understand whether the recommended content are selected carefully and investigated extensively if we understand the background. And when we can understand the background, we can estimate for the recommended content and the background and use them for other's Web search. In this paper, we propose a way to estimate Web exploration and discover the support page to show others.

#### 1. はじめに

WWW の急激な発達に伴い、Web での情報検索は身近なものになりつつある。職場や教育現場でのグループワークにおいて、また Web ショッピングや旅行先決定などで、他人から教えられた Web 情報を参考にする場面は多い。つまり、個人が Web 探索により得たコンテンツをグループで共有するという Web 利用法が求められている。

本論文では、ユーザが Web 探索により得たコンテ

ントをグループ内に推薦するモデルを想定している。これを現状のメールやチャット等の方法で行おうとすると、ユーザの選択理由や推薦を行うまでの Web 探索範囲が明確でなく、推薦情報の価値がわかりにくい。つまり、グループでの探索という事を考えた場合、他のユーザによって推薦されたページを見ても、自分の探索の手助けにはなり難い点が問題であると考えられる。

協調作業を支援する従来のシステムとしては、いわゆるグループウェアがあるが、Web 探索を対象としたものではない。また、各ユーザのブックマークを共有するような Web サイトも存在するが、タイトルと URL のみを保持するブックマークの共有ではグループを支援する事は難しい。また、ユーザへのコンテンツ提案手法として、ソーシャルフィルタリング<sup>1)</sup> や様々な推薦システム<sup>2)</sup> もある。しかし推薦される Web ペ

† 京都大学大学院 情報学研究科 社会情報学専攻  
Department of Social Informatics,  
Graduate School of Informatics, Kyoto University  
†† 独立行政法人情報通信研究機構  
National Institute of Information and Communications  
Technology (NICT)

ジの関連分野は自分で探さなければならないという問題点がある。また、Web ページ自体を評価するものであって Web 探索行為そのものを評価したものではない。

本論文では、探索結果のみではなく、探索結果に至るプロセスやその行為を含めて共有する手法を用い、ユーザの Web 探索履歴を評価する。探索履歴を利用する事により、ユーザの探索目的や探索範囲を把握し、探索履歴と共にグループ内で共有する。その評価情報を用い、ユーザの探索に同期して、有用な Web ページを共有データ内から検索、提示することで、ユーザの探索を支援する事を目的とする。

以降、2章ではグループの定義、探索履歴の位置づけについて述べ、3章では個人の探索の目的の推定手法と探索履歴の評価方法について触れる。4章ではユーザの探索行動に合わせた既閲覧ページの検索方法と、同期化提示の手法を提案する。最後に5章で結論を述べる。

## 2. 閲覧履歴の利用

最初に、他のユーザの既閲覧ページを利用する手法を説明する前段階として、ユーザが行った Web ページの探索履歴を評価する手法について述べる。本節では、グループでの探索を定義し、探索履歴を利用する事による利点について述べる。

### 2.1 グループ支援型 Web 探索

本論文では個人の Web 探索による情報をグループ内で共有する環境をグループ支援型 Web 探索<sup>4)</sup>と呼んでいる。グループ旅行の行き先を決定するために、各人が Web 探索を行うといった状況である。つまり、本論文においては、グループは特定多数を対象としている。グループは、同じ目的を持って探索を行っているユーザ群から明示的に定義する。

本システムとしては、クライアント端末を持つユーザグループと、情報を蓄積、共有するサーバマシンから構成する。各ユーザは Web 閲覧を従来のように行い、他のユーザにも薦めたいと思った情報 (Web ページ) をサーバに送信する。また、その時同時に、履歴情報やクリックしたアンカー情報など、解析に必要な情報もサーバに送る。解析に必要な情報の詳細は後述する。サーバは送信された情報を保存、解析し、グループ内で利用できる環境にするものである。

### 2.2 閲覧履歴の利用価値

まず具体例として、北海道のスキー場のページが推薦されている場合を考える。スキー場を探しているユーザが、その推薦ページを見た時に、その推薦ページだ

けで行きたいスキー場を決定するという事は想定し難い。推薦されたスキー場が、他所に比べてどのように良いのかが、明記されていない限り判別しにくいからである。結果、ユーザはその推薦ページ以外のページも見たいと考えても、どこをさらに調べれば効率的なのかは不明である。ユーザは結局、ページの推薦者と似たような Web 探索を行う事になる。

この問題を解消するため、推薦者の Web 探索の評価情報から、他のユーザに提示すべきページを発見し、提示する事で Web 探索を効率化する事を本論文の目的としている。そこで、ユーザの Web 探索を評価する尺度として俯瞰度、精選度を以下に定義する。

- 俯瞰度: 検索目的から考えられる Web ページ集合に対して、どの程度多くのページを閲覧したかを表す指標。
- 精選度: 推薦ページはどの程度他の類似 Web ページと吟味されて選ばれたのかを表す指標。

図 1 にユーザの Web 探索における Web ページの包含関係についての概要を示した。Web ページ全体と適合ページ、検索結果、実際に見たページ、推薦ページとの関係を模式的に示した図である。適合ページとはユーザの探索目的に合致したページである。俯瞰度は、適合ページをどれくらい実際に閲覧したのかを表す指標である。精選度は推薦ページが閲覧ページ内でどれくらい比較検討されたのかを表す指標である。

ここで、俯瞰度と精選度を算出するに当たって、適合ページを知る事が必要不可欠がある事がわかる。しかし、広大で、動的に変化している Web において、ユーザの目的に適合する Web ページ数を知る事は不可能である。そこで本論文ではユーザの閲覧目的を推定する事により、近似的に適合ページを把握する。

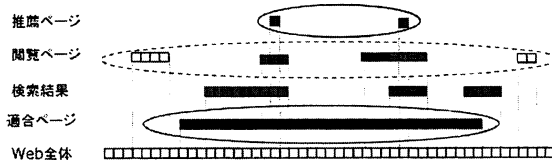


図 1 包含関係

### 2.3 ユーザの閲覧目的

ここで、図 2 にユーザの探索目的の相違について示した。同じ Web ページに別々の Web ページからユーザが来た事を示している。一方のユーザは、京都府にあるホテルを探しており、京都府のホテルのボー

タルサイトからターゲットページにきている。京都府にあるホテルを見たいという目的でこのページを見に来た事がわかる。他方のユーザは、良い温泉を紹介するページからターゲットページにやってくる。温泉を目的として見に来た事がわかる。

このように、同じ Web ページを取ってみても、ユーザのそのページに期待する閲覧目的は異なる。そこで、目的を推定するに当たって、ユーザのこれまでたどってきた Web ページだけではなく、Web ページの前後関係、どのリンクアンカーをクリックしたかを考慮する事が重要である事がわかる。

次節で、実際に探索履歴から探索目的を特徴ベクトルとして抽出し、探索履歴を評価する手法について提案する。

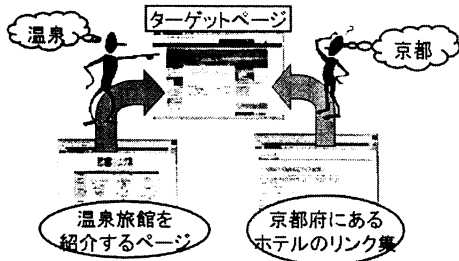


図 2 目的の相違

### 3. 閲覧履歴のトラッキング

#### 3.1 特徴ベクトルの抽出

目的を推定するために、ユーザの閲覧行動から特徴となるキーワードを抽出し、いくつかの特徴ベクトルを作成する。以下では、その手法について説明する。

対象とする履歴としては、ユーザが Web 閲覧を始めてから、検索サイトを利用したり、リンクナビゲーションを行ったりしながら辿り着いた、あるページを推薦するまでである。Web 閲覧で用いられる検索キーワードとユーザがクリックしたアンカーの文字列のキーワードからユーザの閲覧目的を抽出する。

ユーザがクリックし、ナビゲーションが行なわれたリンクアンカーの文字列から形態素解析<sup>8)</sup>により単語を抽出し、その単語と出現頻度を要素として取り出し、閲覧においてクリックされたすべてのクリックアンカーについて収集する。また、検索キーワードに出現頻度としての重みをつけ、単語集合に含める。これらの単語集合から単語と出現頻度を要素とした特徴ベ

クトルを作成する。この特徴ベクトルを”トラッキング特徴ベクトル”と呼び、ユーザが推薦を行うまでの、一連の探索における探索目的を表すものとする。

各閲覧 Web ページについても、トラッキング特徴ベクトルと同様に各閲覧 Web ページの文章から単語を抽出し、その単語と出現頻度を要素として”ページ特徴ベクトル”を作成する。ページ特徴ベクトルはユーザの閲覧順序に依らないページの静的な特徴を表すものである。

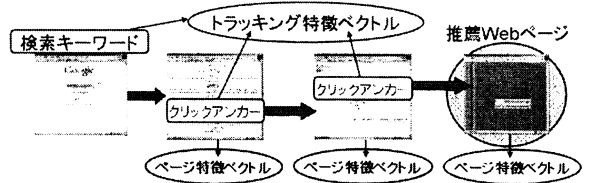


図 3 特徴ベクトル

#### 3.2 俯瞰度

前節で、各ユーザが推薦 Web ページを探し出すまでの目的を推定する方法を述べた。また、2.2 節の定義から、ユーザが適合ページをより多く見ている場合に、その探索の俯瞰度は高い。そこで、本論文では、ユーザの閲覧 Web ページが適合ページであるかを近似的に表すために、トラッキング特徴ベクトルと、各ページ特徴ベクトルの類似度を用いる。これは、目的に近い Web ページであるほど、適合ページである可能性が高いと考えられるからである。つまり、この類似度の高い Web ページを多く見ている Web 探索は、俯瞰度が高いといえる。よって、俯瞰度を表す式は、トラッキング特徴ベクトル  $T$  と、各閲覧 Web ページのページ特徴ベクトル  $P$  の類似度の平均値と閲覧ページ数  $S$  の積を取って、次のようになる。

$$Extensivity = |S| \cdot \frac{\sum Sim(T, P)}{|S|} \quad (1)$$

$$= \sum Sim(T, P) \quad (2)$$

類似度計算にはコサイン類似度を用いている。特徴ベクトル  $T, P$  の類似度  $sim(T, P)$  は以下の通りである。

$$sim(T, P) = \cos(T, P) \quad (3)$$

$$= \frac{T \cdot P}{\|T\| \|P\|} \quad (4)$$

### 3.3 精選度

2.2 節より、ユーザが推薦ページを類似ページと吟味するほど精選度は高い。つまり、ユーザが推薦する Web ページを探し出すまでに、類似したページを多く見てから選んだ場合に、精選度は高いと考えられる。そこで、これらの客観的な類似度を求めるために、推薦 Web ページとその他の各閲覧 Web ページそれぞれのページ特徴ベクトルの類似度を求める。この類似度の和が大きいくほど精選度は高いといえる。よって、俯瞰度と同様に考えて、精選度を表す式は、推薦ページのページ特徴ベクトル  $rP$  と、各閲覧 Web ページのページ特徴ベクトル  $P$  を用いて、次のようになる。

$$Selectivity = \sum Sim(rP, P) \quad (5)$$

この俯瞰度と精選度の二つの基準によりユーザの Web 閲覧を評価する。

## 4. 既閲覧ページの同期化提示

前節までで、ユーザの目的を推定し、閲覧履歴を評価した。本節では、本論文の目的である、他のユーザにグループ内の既閲覧ページを提示する手法について述べる。ユーザが閲覧を行うにつれて、その閲覧目的の変遷を読み取り、補足的な Web ページをリアルタイムで他のユーザの閲覧履歴から抽出する手法についてである。

### 4.1 ユーザの行動に沿った Web ページの提示

本論文では、ユーザの探索に沿って、他のユーザの閲覧履歴から効果的な Web ページを検索し、提示する事を考えている。この時、時間と共に変遷していくユーザの探索目的を探索行動から推定する事で、何を提示すべきかの判断を行う必要がある。本節では、ユーザの探索行動によって提示するページを変える手法について述べる。ユーザの行動によって提示するページは大きく 3 種類のフェーズに分けられる。3 種類とは以下の 3 つである。

- (1) 内容の似通っていないページをいろいろ見ている時  
この時は、ユーザはなかなか目的が絞りがきれていないと考えられるため、ユーザの探索目的に合致した、ユーザの探索の指針となるようなページを発見するよう促したい。そこで、ユーザの目的にあったいろいろなページを提示する”発散”フェーズとする。
- (2) 類似ページを続けて見ている時  
この時、ユーザの探索は気に入った一つの内容のページを発見し、他の似た様なページを見て

精選しようとしている状態といえる。よって、一つ目の推薦がなされるまでは、その精選する探索を支援する事が効果的であると思われる。そこで、より探索の精度を上げるために、現在閲覧しているページ群に対して、類似度の高いページを提示する”収束”フェーズとする。

- (3) ある程度ユーザの考える範囲は調べた時  
推薦ページを送った後などにこの状況になる。ユーザがいままで関心がなかった部分であるが、グループ内の探索としては閲覧すべき内容の部分提示する事で、新たな分野の関心を促す事ができると考えられる。そこで、今まで探索していなかった内容のページを提示する”補完”フェーズとする。

### 4.2 フェーズの決定

前節述べたフェーズのそれぞれの決定方法について述べる。決定に当たっては精選度 (Selectivity) と俯瞰度 (Extensivity) を利用した S-E グラフを導入する。図 4 に探索履歴の精選度と俯瞰度についてをあらわす S-E グラフの実例を示した。ここで、探索中のユーザはまだ推薦を行っていないため、現在の閲覧ページを仮想的に推薦したと仮定した時の精選度と俯瞰度を、ユーザの閲覧する Web ページが変わるごとに算出する。そこで、ユーザが現在のページを見るまでの Web 探索に対して、履歴 Web ページを 2 次元平面上に配置したものとしている。

S-E グラフの横軸は閲覧中の Web ページと各履歴 Web ページとの類似度、縦軸は Web 探索におけるトラッキング特徴ベクトルと各履歴 Web ページの特徴ベクトルの類似度である。ユーザの Web 探索履歴がこのグラフの何処に偏っているかを見る事により、ある程度ユーザの Web 探索状況を推定する事ができる。グラフの A, B, C, D の各部分に偏った時の意味合いは次の通りである。

- A :ばらばらにいろいろなページを見ている。
- B :現在の閲覧ページの関連ページは多く見ているが、内容は似通っており俯瞰的ではないページ群である。
- C :目的に沿って様々なページを見ているが、現在のページは今までに閲覧したページとあまり類似しておらず、比較検討という点であまり深く考慮されていない。
- D :目的に沿ったページ群を多く閲覧しており、現在の閲覧ページも多くのページと見比べている。  
B,D に多くページが分布している Web 探索は精選度が高く、C,D に多くページが分布している Web 探

索は俯瞰度が高いと言える。S-E グラフを作成する事により、ユーザの Web 閲覧探索を俯瞰度、精選度の面から評価する事ができ、このグラフを利用することでユーザの行動モデルを推測できる。

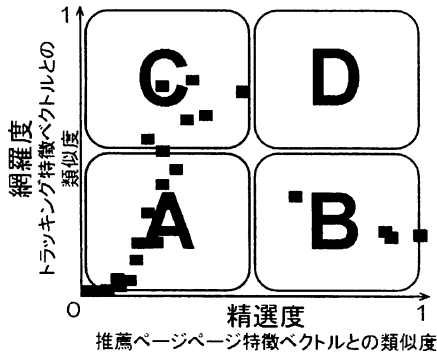


図 4 S-E グラフ

ここで、前節で定義した分類に沿って、ユーザの行動を S-E グラフに当てはめて考えたい。そこで、各フェーズについての精選度、俯瞰度について考える。

(1) 発散

ユーザの探索行動の初期で、あまり多様なページを閲覧していないため俯瞰度は低く、ひとつの内容に絞っての取捨選択もなされておらず、精選度も低い状態であると思われる。つまり S-E グラフにおいては A に多くのページが分布している状態である。この時はユーザの目的に関連したページを多く見せて C に分布が移るよう支援する。

(2) 収束

ひとつの内容に絞り、類似ページを見ようとしているため、精選度が高い状態であると考えられる。つまり、AC に分布していたページが BD の方に移行してきた状態である。ここで、AC から BD への分布の変化はユーザが探索において気に入ったページを発見し、それに類似したページを閲覧しなければ起こらない。よって、この部分はユーザが気に入るページを見つけなければならぬので支援できない。そこで、BD に探索が推移してきた時点で、類似ページを見せてより精選度を上げる (BD でもより右の方へ移る) よう支援する。

(3) 補完

ある程度自分の中の目的について調べ終わっており、俯瞰度、精選度が共に高い状態であると考えられる。ある程度 D に分布してきた状態である。この時はユーザの目的はある程度達成されたと思われるので、ユーザが探索していなかった内容のページを提示する。

A,B,C,D の範囲を決める閾値は実験的に決める。

4.3 補足ページの検索

本節では、各フェーズでの補足ページの検索方法について述べる。検索対象は、グループ内ユーザによってサーバに蓄積されている推薦ページと、それに付随する履歴ページ群である。この一つの推薦ページと、それに対応する履歴ページ群を履歴セットと呼ぶ。

フェーズに関係なく共通する検索方法としては、まず履歴セットを検索し、履歴セットの中から適当であると思われる Web ページを検索してくるという流れである。

ここで、履歴セットの検索方法を説明する前に、検索で使用するために俯瞰度の定義を二つに拡張する。

3.2 節で述べたように、俯瞰度はユーザが考える目的に対して、どの程度の範囲調べているかを表す指針として考えてきた。本節からは、これまで考えてきた俯瞰度を個人俯瞰度とする。これに対して、グループとしての閲覧目的の内、各ユーザがどの範囲を閲覧したか、という指針を導入する。個人の目的に対する個人俯瞰度に対応して、これはグループ俯瞰度と呼べるものである。次節で、グループの目的とグループ俯瞰度の算出法について述べる。

4.4 グループとしての目的

3.1 節で、各ユーザの探索における個々の探索目的を特徴ベクトルによって表す方法を述べた。今、グループとしての閲覧目的の内、各ユーザの Web 閲覧によってどの程度閲覧されているのかを知りたい。そこでグループ全体としての目的を定義する。

本論文では、グループは同じ目的を持ったユーザ群と明示的に定義してあるので、多数のユーザから同じ目的を持つユーザグループを決める必要はない。そこで、グループ内の各ユーザのトラッキング特徴ベクトルを足し合わせる事によって、グループとしての目的が表す事ができる。各ユーザのトラッキング特徴ベクトルの次元を合わせ、その要素を足し合わせた特徴ベクトルを“グループ特徴ベクトル”とし、グループとしての目的を表すものとする。グループにおける最初の探索では、その 1 人のユーザのトラッキング特徴ベクトルがグループ特徴ベクトルとなる。その後、参加す

るユーザが増えるほどグループ特徴ベクトルの要素は増えていくものである。

よって、各ユーザの探索におけるグループ俯瞰度は、グループ特徴ベクトル  $G$  と、探索履歴の各閲覧 Web ページのページ特徴ベクトル  $P$  を用いて、個人俯瞰度と同様に次のように定義する事ができる。

$$\text{Group Extensivity} = \sum^n \text{Sim}(G, P) \quad (6)$$

以下で、各々のフェーズに対しての検索方法を具体的に説明する。

#### 4.5 フェーズにおける検索方法

##### 4.5.1 発散フェーズ

図 5 において、Web 空間内のページの分布を模式的に表した。実際の Web はこのように連続的に分布していないが、模式的に考え、Web ページの集合であると考えられる。図で、ユーザが考える情報範囲とは、個人が個人の探索目的から探索すべきであると推定される Web ページ集合を表す範囲である。また、グループにとっての情報範囲とは、グループの各ユーザが考える探索範囲の和である。この図内で、近くにあるページほど類似している。また、より広範に渡るページ集合ほど、俯瞰的である。

このフェーズでは、ユーザはまとまりのない範囲を閲覧しているため、ユーザの目的に適合するページをいろいろ提示する事で発散させる事を考える。図において、閲覧範囲と提示すべきページの関係を表している。具体的な手法としては、トラッキング特徴ベクトル同士の類似度を用いて検索する。この類似度が高い履歴セットは、現ユーザと似通った目的で探索が行われた履歴であると考えられるからである。その履歴セットから、ユーザのトラッキングベクトルとの類似度が高いページから提示する。

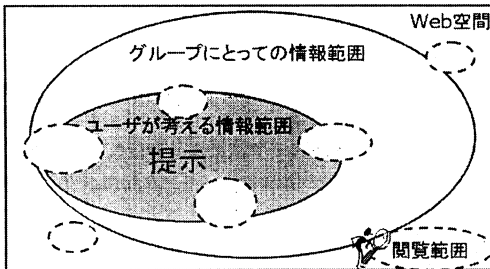


図 5 発散

##### 4.5.2 収束フェーズ

前節の図と同様に図 6 に示した。図にあるように、ユーザが類似度の高いページ同士ばかりを見て、探索が収束している時のフェーズである。この時は、現在閲覧しているページとの類似ページを提示する事でユーザの探索の精選度をより上げる事を考える。この時、ユーザの閲覧するページと類似した内容で、多くの類似ページを見た精選度の高い履歴セットから検索をしたい。そこで、検索方法としては、まず、トラッキング特徴ベクトル同士の類似度がある閾値以上の履歴セット集合の中で、精選度の最も高い履歴セットを検索する。その履歴セットから現在閲覧しているページとの類似ページ群を提示する。

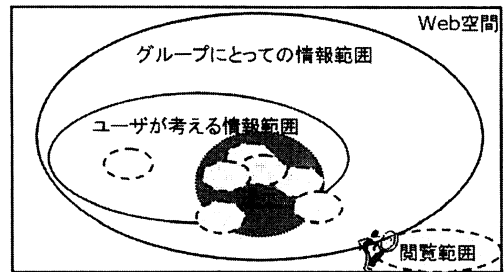


図 6 収束

##### 4.5.3 補完フェーズ

図 7 に示した。図にあるように、ユーザはある程度、自分の目的から考えられる範囲を探索したと思われるフェーズである。この時は、ユーザが考えていた目的からは少し外れているかもしれないが、グループの目的には入っている部分をユーザに提示する事により、ユーザの探索の視野を広げると共にグループの目的を補完する事ができると考えられる。

そこで、4.4 節で定義したグループの目的を表すグループ特徴ベクトルを利用する。ユーザのトラッキング特徴ベクトルとの類似度が低く、かつグループ特徴ベクトルとの類似度が高い、トラッキング特徴ベクトルを持つ履歴セットを検索する。その中からより吟味されているページ群を提示するために、精選度の高いページ群を検索する。

#### 4.6 インターフェイス

前節で検索方法について述べたが、検索結果のページのユーザへの提示方法として、どういう順序で、どういうタイミングで提示するかというインターフェイス

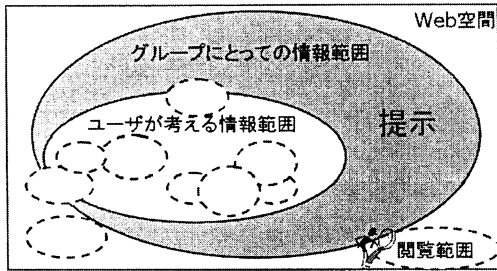


図 7 補充

スの問題がある。前節の定義から、検索結果は履歴セットとその中のページがランキング形式で抽出される事がわかる。そこで、検索結果のページをランキング順に提示する。

提示するページ数としては1ページとした。これはユーザが自身の閲覧に対して補助的なページであり、閲覧と同時に参照できるページ数は、高々1ページであると考えたからである。また、別の理由として、多くのページを提示すると、それぞれのページウィンドウを小さくするか、もしくはウィンドウをユーザに切り替えさせなければならず、閲覧に対して負荷となると考えたからである。

また、ユーザの Web 探索と提示されるページの関係を理解できるように、S-E グラフを同時に表示する。S-E グラフにより、提示されたページがユーザの現在の探索に対してどういった位置づけであるのかを見る事ができると考えられる。この時、4.4 節でも述べたとおり、俯瞰度として、個人俯瞰度とグループ俯瞰度があるため、補充フェーズでは2種類の俯瞰度を軸とした S-E グラフをそれぞれ表示する。図 8 にアプリケーション例を示した。

## 5. 終わりに

本論文では、ユーザの探索を効率化する探索履歴の共有と提示方法について提案した。まず、個人の Web 探索の背景を知るために、グループで共有する際の評価方法として、精選度と俯瞰度という指針を導入した。それら2つの指針を利用して S-E グラフを作成し、ユーザの閲覧行動の様子を推定し、動的にユーザの行動に応じた補足ページを検索し、提示する方法について提案した。

今後の課題としては、今回は簡単な特徴ベクトル間の類似度で検索を行ったが、実際には特徴ベクトルの

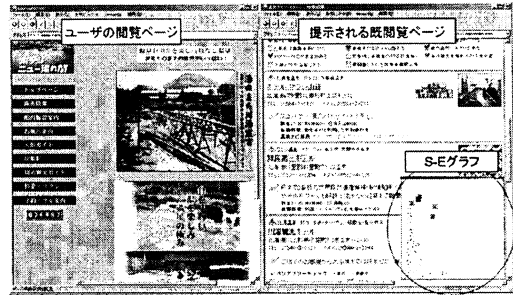


図 8 アプリケーション例

要素の内容によって分類して考える必要があると思われるので検討したい。また、評価実験を行いたい。評価方法としてはユーザの行動に対するフェーズの正確性、提示ページの有用性について検討したいと考えている。また、グループとしての探索の範囲が、より俯瞰的にわかりやすく見えるような視覚化構造を検討したいと考えている。

## 謝 辞

本研究の一部は、平成 16 年度文部科学省科学研究費特定領域研究 (2) 「Web の意味構造に基づく新しい Web 検索サービス方式に関する研究」(課題番号: 16016247)、および 21 世紀 COE プログラム「知識社会基盤構築のための情報学拠点形成」による。ここに記して謝意を表す。

## 参 考 文 献

- 1) U. Shadanand, et al. Social Filtering: Algorithms for Automating 'Word of Mouth', CHI'95, pp.210-217, ACM Press.
- 2) P. Resnick ed. Recommender Systems, CACM Vol.40, No.3, pp.56-89, March 1997.
- 3) Shinsuke Nakajima, Satoshi Oyama, Kazutoshi Sumiya and Katsumi Tanaka: "Context-Dependent Web Bookmarks and Their Usage as Queries". Proc. of the 3rd International Conference on Web Information Systems Engineering. WISE2002, pp.333-340 (2002).
- 4) 伊豆 陸, 中島伸介, 田中克己. グループ支援型 Web 閲覧における閲覧履歴の視覚化と共有. DBSJ Letters, Vol.3, No.1
- 5) 中島伸介, 上田正明, 田中克己: 検索内容・アクティビティの共有と視覚化に基づくグループ型情報探索システム, Proc. of DBWeb2002, 情報処理学会シンポジウムシリーズ Vol.2002, No.19, pp.129-136 (2002)

- 6) Henry Lieberman, Neil Van Dyke, and Adriana Vivacqua: Let's Browse: A Collaborative Web Browsing Agent  
International Conference on IUI 1999.
- 7) Federico Bergenti, Agostino Poggi, Matteo Somacher: A collaborative platform for fixed and mobile networks  
ACM Press ,NY, November 2002, pp.39-44 .
- 8) 奈良先端科学技術大学松本研究室 茶筥ホームページ:  
<http://chasen.aist-nara.ac.jp/index.html>