

Web 上での散策行動を支援する周辺情報提示機構

是 津 耕 司^{†,††} 田 中 浩 也^{††} 池 田 新 平^{††}
金 星 鏞^{††} 田 中 克 己^{††}

Web ブラウジングでは、現在閲覧している Web ページの Web 空間における位置付けやリンク先の情報を把握することが重要である。筆者らは、これまで、現在閲覧している Web ページの周辺を様々な形式で呈示してユーザをナビゲーションするシステムを提案してきた。一方、こうした周辺情報に基づくナビゲーションは、人間の都市的行動における“散策行動”を Web 上で支援するものと考えられ、ユーザに当初目的としてなかった情報への発見や遭遇を促す。本論文では、これらの機構を体系化し、新たな Web ブラウジングの方式を提案する。

The Methods for Visualizing Peripheral Information for “Web Strolling”

KOJI ZETTSU,^{†,††} HIROYA TANAKA,^{††} SHINPEI IKEDA,^{††}
SUNGYONG KIM^{††} and KATSUMI TANAKA[†]

In Web browsing, it is important to capture information about relations between current Web page and other Web contents, as well as pages that the links in current page represent. The authors have proposed the mechanisms that navigate users by visualizing peripheral information of current Web page in various forms. It is supposed that the navigation mechanisms help a user “strolling” the Web, that is analogous to a human strolling a city. The navigation mechanisms enable the user to discover or encounter new information on the Web. This paper proposes a novel Web browsing approach based on the navigation mechanisms.

1. はじめに

Web は、様々なユーザによって公開されたコンテンツが、Web の構成要素 (HTML/XML, ハイパーリンクなど) によって相互に関連付けられ、ひとつの巨大な情報空間を構成している。従来の Web ブラウジング手法では、Web コンテンツは Web ページ単位に独立して扱われていた。そのため、現在閲覧中のページがどの様な情報の中でどう位置づけられ、次にどのページに向かってブラウジングを進めていけばよいかは、ユーザ自身が個々のページ間の関連性を試行錯誤して調べ判断しなければならなかった。その結果、(1) どこへ行くか不明、(2) どう行くか不明、(3) データの境界が曖昧、(4) 現在どこにいるのかも不明になってしまう問題があった (ハイパーメディアの失方位性

問題¹⁾)。

そこで本研究では、現在閲覧中のページの“周辺空間”を呈示しながら、Web ブラウジングをナビゲーションする方法について研究を行っている。ある Web ページの周辺空間とは、そのページと関連性を持つ Web コンテンツ集合のことを指す。例えば、リンク元/リンク先ページのコンテンツや、類似ページのコンテンツなどである。周辺空間を呈示したブラウジングにより、ユーザは、現在閲覧中のページの位置づけを確認できるとともに、現在のページとの関連性を維持しつつ興味あるコンテンツへと漸進していくブラウジングが可能になる。こうしたブラウジング・スタイルは、人間の都市的行動における散策行動と類似していることから、我々はこれを“Web の散策”と呼んでいる。

本論文では、新しい散策型の Web ブラウジングのコンセプトを提案するとともに、様々な方法で周辺空間を呈示しナビゲーションを行うプロトタイプ・システムについて説明する。

[†] 独立行政法人 通信総合研究所

Communications Research Laboratory

^{††} 京都大学大学院 情報学専攻 社会情報学専攻

Department of Social Informatics, Graduate School of Informatics, Kyoto University

表 1 閲覧中に参照したい周辺情報に関するアンケート結果
Table 1 A survey on peripheral information during Web browsing.

周辺情報の種類		回答例
閲覧中の内容を補強する情報	解説	新聞のホームページの内容に物足りなさを感じる、これを補うものが欲しい。
	補足情報	当日の天気予報、食べるところ・遊ぶところの候補、イベント情報・交通情報。
閲覧中の内容との比較	意思決定	競合製品の比較提示とユーザの評判情報。
	内容の信憑性・有用性の評価	何か新しいニュースが上がってそれを見ているときに他のニュースサイトの同じニュースを伝える記事を比較表示してくれるようなもの。
閲覧目的を誘発する情報	興味をわかせる情報	<ul style="list-style-type: none"> ● PC を購入した人の感想。 ● 最近人気のおすすめの場所や穴場スポット。
	代替情報の探索	類似する商品のオークション一覧。

2. 周辺情報による Web の散策

従来、Web ブラウジングにおけるナビゲーションは、グローバルな情報から直接 Web ページへナビゲーションする方法や、閲覧履歴から過去に訪れたことのある Web ページへナビゲーションする方法が採られてきた。グローバルな情報からのナビゲーションは、例えば、Web ディレクトリ、キーワード検索、Web 構造提示 (Web マップ、Web グラフ) などが挙げられる。また、閲覧履歴からのナビゲーションとしては、ブックマークが代表的である。これらのナビゲーション手法では、ユーザが予め閲覧したい Web ページの具体的な内容を決めておかなければならないことや、既知のページにしかナビゲーションすることができないなどの制約がある。

一方、多くのユーザが、Web ブラウジングの際に、現在閲覧中の Web ページだけではなく、関連する周辺情報も同時に参照してその後の閲覧行動を決めている。ユーザがブラウジング中にどのような周辺情報を参照するかを確認するため、我々は簡単な予備調査を行った。予備調査では、研究室の学生約 20 人に対し、どのような時にどのような周辺情報を参照するかについて質問し、回答の分類を行った。調査の結果、表 1 に示すケースで、特に周辺情報に対する要求が高いことが分かった。

この様に、現在閲覧中のページに関連する周辺情報によって次に閲覧するページが決められていく形態の

ブラウジングに対して、従来のナビゲーション手法では十分に対応することができない。こうした Web ブラウジング形態は、人間の都市的行動における散策行動と同じである。いずれの散策行動も、以下のことを繰り返し行う：

- (1) 周辺に対する相対的關係から現在地の位置付けを確認。
- (2) 現在地から得られる情報を取得する。
- (3) 次に移動できる場所を探索し、選択肢の中からどれかを選択し、興味ある周辺へと移動する。

散策行動の特徴は、現在地の周辺空間を観察し移動先を事前に確認することで、移動先を自由度高く選択できることである。Web の散策行動では、ブラウジングの最中に新たなページを閲覧する度に、そのページの周辺を調べ興味のある方へと進んでいく。Web の散策行動は、局所的な情報を頼りに、より興味に近い、あるいはより興味のある情報へと漸近し続けていく“ブラウジング行為”である。そのため、Web 検索や Web 探索など、Web から特定の情報を取得する“手段”とは異なる。一方、Web の散策を続けて行く中でユーザの興味を表すキーワードが発見されれば、そのキーワードに基づいて Web 検索が行われる。

3. アプローチ

3.1 周辺空間によるナビゲーション

ある Web ページの周辺には、構造的周辺と内容的周辺が存在する。構造的周辺とは、Web の構成要素によって予め関連付けられた Web コンテンツを指す。例えばリンク元やリンク先の Web ページなどである。内容的周辺とは、ユーザの要求に応じてページの内容と関連付けられる Web コンテンツを指す。例えば類似したキーワードを持つページや、ページのメタデータなども含む。こうした周辺コンテンツの集合を、この Web ページの周辺空間と呼ぶ。図 1 に、都市の散策における周辺空間と Web の散策における周辺空間を対比させた様子を示す。

Web の散策行動では、現在閲覧中の Web ページの周辺空間に存在する Web コンテンツを並列に観察し、現在地の確認と移動先の選択を行わなければならない。散策行動におけるナビゲーションの目的は、(1) 閲覧中のページと各々の周辺コンテンツとの間の相対的な関係を呈示し周辺空間における位置付けを確認できるようにすることと、(2) 複数の周辺コンテンツを同時に比較できる形で呈示し次の移動先を選択できるようにすることである。閲覧中のページの位置づけには、以下のようなものがある：

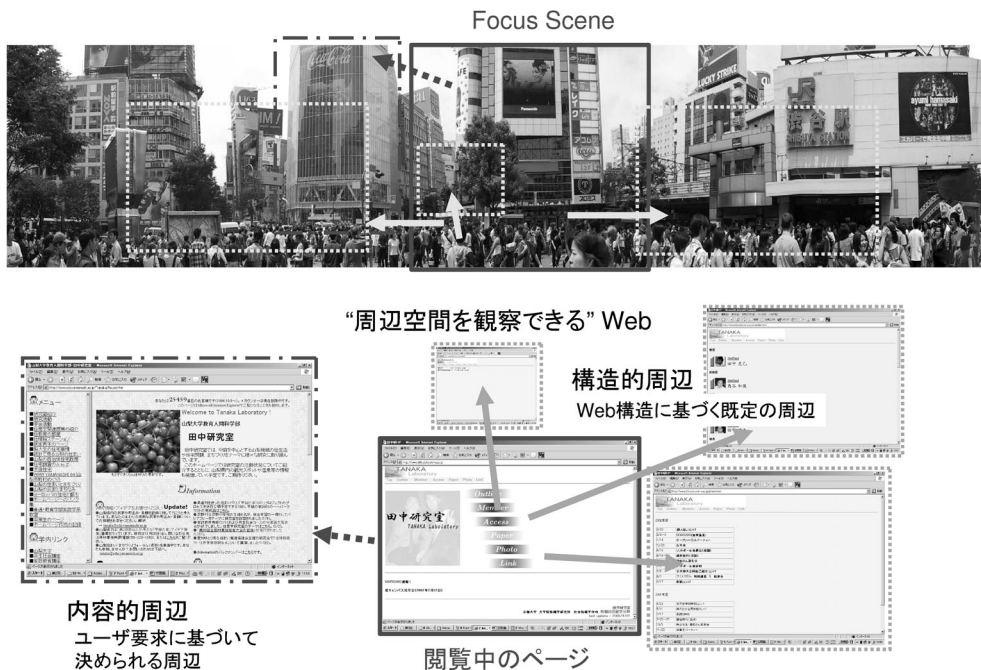


図 1 都市の散歩行動と Web の散歩行動
Fig.1 Strolling a city vs. strolling the Web.

- Web ページが周辺コンテンツからどのような内容で関連付けられているか、即ち、この Web ページの対外的な見られ方 (Web におけるパブリックな関係)。
- Web ページが周辺コンテンツをどのような内容で関連付けているか、即ち、この Web ページ固有の Web コンテンツの見方 (Web におけるプライベートな関係)。

3.2 周辺空間の可視化

周辺空間の可視化の目的は、Web ページの閲覧と並行して、閲覧ページの位置付けの確認とその周辺の比較を行えるようにすることである。そのために、可視化では、(1) 従来の Web ページの閲覧を損なわない形態で、(2) 到達可能な範囲の局所的な周辺コンテンツを、(3) 閲覧中のページとの相対的な関係が分かる形で表示することがポイントとなる。

周辺空間の可視化の基本モデルは、現在閲覧中のページを中心に、(a) 閲覧中のページと個々の周辺コンテンツとの相対的な関係を奥行き方向で表現し、(b) 比較対照となる周辺コンテンツ集合を広がり方向で表現し、両者を同時に表示することである。可視化技法は、(α) 閲覧中のページと周辺コンテンツとの関係の表現方法、(β) 周辺コンテンツの配置方法、および (γ) 周辺コンテンツの表示方法の 3 つの観点から、以下の

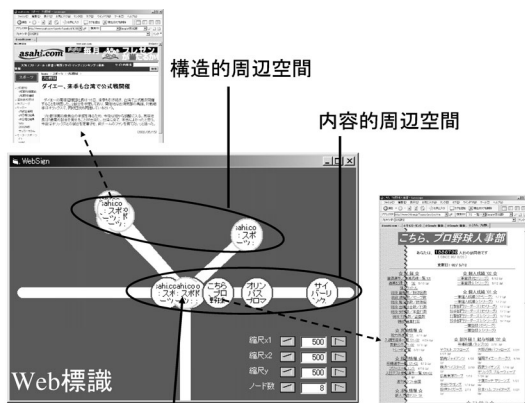
ように整理することができる。

3.2.1 周辺コンテンツとの相対関係の表現方法

閲覧中のページとその周辺コンテンツの相対的な関係は、一般的なコンテキスト情報の可視化技法を使って表現することができる。これらは、次の 3 つに分類される²⁾。 **Zooming** は最もシンプルな方法であり、対象の周辺情報を必要な分だけ表示する。表示の調節はシーケンシャルに行われ、対象に向かってズームインすれば狭い範囲の周辺情報を詳細に表示し、対象からズームアウトすれば広範囲の周辺情報を粗く表示する。 **Focus + context** は、1 つのウィンドウの中で対象の詳細な情報と周辺の粗い情報を位置関係を失わずに重ね合わせて表示する方法である。全体の中で対象の情報だけを拡大して表示する方法 (fisheye view³⁾) や、対象を中心に周辺情報を放射状に表示する方法 (hyperbolic browser⁴⁾) などが代表的である。 **Overview + detail**⁵⁾ は、複数のウィンドウを使った方法で、周辺情報を含む全体の概観を表示するウィンドウ (overview) と、対象の詳細情報を示すウィンドウ (detail) から構成される。Overview には対象の位置がマーカーなどで示され、全体の中での対象の位置付けを把握することができる。

3.2.2 周辺コンテンツの配置方法

周辺空間を表するために周辺コンテンツを配置する



閲覧中のページ

図 2 Web 標識の画面

Fig. 2 WebSign screen image.



周辺ブラウザ

閲覧中のWebページに合わせて変化

図 3 WebDriving の画面

Fig. 3 WebDriving screen image.

方法は、視覚的効果に応じて以下のように分類される：

- 1 次元配置: Sequence (前後)
- 2 次元配置: Map (俯瞰的な視線から見た上下左右)
Panorama (現在の視界から見た上下左右)
- 2.5 次元配置: Collage & morphing (変形 + 重なり)
- 3 次元配置: Virtual space

3.2.3 周辺コンテンツの表示方法

周辺空間上に配置された周辺コンテンツを表示する方法は、元の内容をそのまま使って表示する直喩的周辺コンテンツ表示と、元の内容を違うものに置き換えて表示する暗喩的周辺コンテンツ表示に分類される。直喩的周辺コンテンツ表示の例としては、周辺コンテンツから代表的なキーワードを抜き出して要約 (summarization) する方法が代表的である。一方、暗喩的周辺コンテンツ表示では、周辺コンテンツをアイコンなどを使って記号化 (symbolization) する方法や、音として表現する可聴化 (sonification)⁶⁾ などがある。

4. システム

本章では、これまでに我々が実装してきたプロトタイプ・システムを示し、様々な周辺空間の呈示方法を用いて Web ブラウジングのナビゲーションが実際にどの様に行われるかを説明する。

4.1 Web 標識と WebDriving

Web 標識⁷⁾ は、周辺空間を交通標識メタファーを用いてナビゲーションするシステムである。図 2 に、Web 標識を使って実際に周辺空間を表示した例を示す。図 2 では、Web 標識の中心が現在閲覧中の Web ページを表しており、横方向に内容的周辺空間の Web ページが、縦の進行方向に構造的周辺空間の Web ページが、それぞれページタイトルの付けられたノード (丸

印) として表示されている。これらのノードをクリックすると、対応する Web ページにジャンプすることができる。ここで、Web 標識における内容的周辺空間とは、現在閲覧中のページと類似した内容を持つページ集合を指す。また、構造的周辺空間は、閲覧中のページのリンク先ページ集合を指す。

Web 標識上への各周辺ページの配置は、ページの内容をキーワードベクトルで表し、それらを FastMap⁸⁾ を用いて平面上に射影することを行う。直感的には、標識中央に近い周辺ページほど現在閲覧中の Web ページに類似していることになる。なお、構造的周辺空間のキーワードベクトルは、これまでの閲覧履歴に含まれる Web ページのキーワードベクトルによって重み付けされており、直感的には、Web 標識中央から近い周辺ページほどこれまでの閲覧履歴と内容が類似していることになる。

WebDriving⁷⁾ は、Web 標識のコンセプトを発展させたものである。WebDriving では、周辺ページを閲覧中の Web ページの上下左右に表示し、Web ブラウジングと同時進行しながら周辺ページを自動的に切り替える。これにより、Web ブラウジングと並行した周辺空間ナビゲーションが可能になる。図 3 に、WebDriving によって実際に周辺空間を表示した例を示す。図 3 では、メインブラウザに現在閲覧中のページが、周辺ブラウザに周辺空間内のページが表示されている。WebDriving の特徴として、ユーザが周辺ブラウザ上の周辺ページを選択すると、メインブラウザにそのページが即座に表示されるのではなく、現在閲覧中のページから選択されたページに至るまでのリンク経路上に存在する Web ページを順次メインブラウ

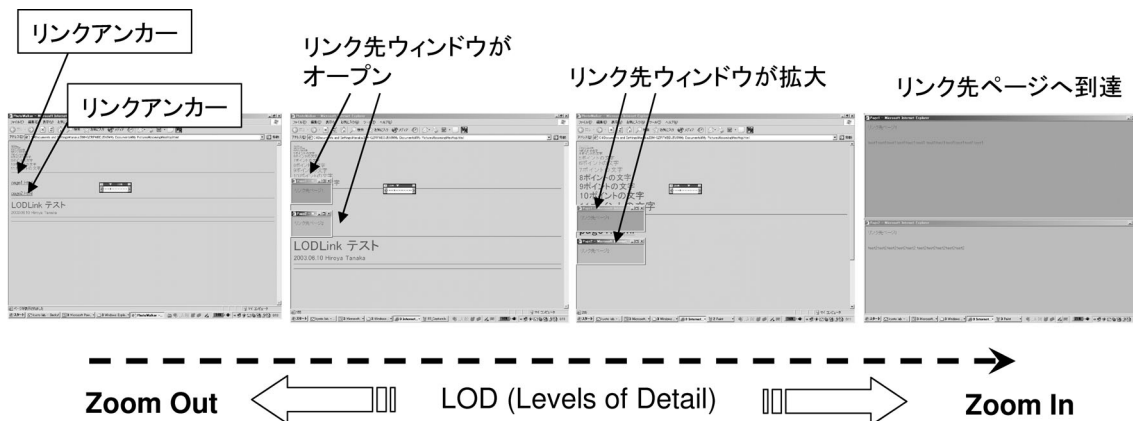


図 4 LinkLOD システム
Fig. 4 LinkLOD system.

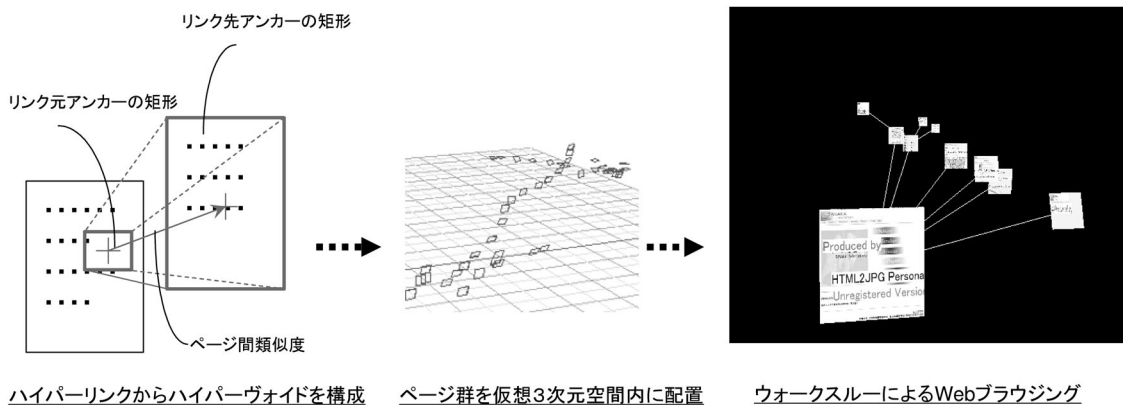


図 5 WebWalker の概要
Fig. 5 WebWalker overview.

ザ上に表示する。こうすることにより、ユーザは現在のページとジャンプ先のページ間のつながりを把握しながら次のページへと移動することができる。

4.2 ズーミング・ウォークスルーを用いた周辺情報の呈示

本節では、ユーザのズーミング操作に応じて連続的に周辺情報を呈示する *LinkLOD*、および周辺情報を仮想3次元的空間に呈示してウォークスルーによる閲覧を可能とする *WebWalker* システムについて述べる。これらの手法に共通する点は、平面的なスクロールや画面切り替えに基づく従来の Web ブラウザとは異なり、空間的に“奥”に進行するような呈示方法を採用し、現在閲覧している Web ページと周辺情報との関係性を、立体的・漸次的に見せていく点にある。これによってユーザは、確認したい周辺情報の分量を連続的に切り替えていくことができる。

LinkLOD システムでは、ユーザは Web ページに

対してズームイン/ズームアウト操作を行うことができる。ズームインを行い、あるリンクアンカーに接近すると、そのアンカーの位置にリンク先ページが小さなウィンドウとして表示され、その内容の一部が呈示される。ズーム倍率を高くするに従って漸次的にウィンドウが拡大し、最終的にはページの内容がすべて閲覧できる状態となる。このように、対象との距離に応じて呈示する情報の詳細度を変更する機構のことを *LOD(Levels of Detail)* と呼ぶが、本システムはその原理を Web ブラウジングに導入したものである。従来のブラウザのように断続的にページを切り替えていく呈示方法とは異なり、連続的に次のページへと移動していくことが可能となる。

Web Walker は、Web ページ群を仮想3次元空間内に配置し、ウォークスルーによる Web 閲覧を可能としたシステムである。仮想3次元空間内にページ群を配置する際には、ひとつのハイパーリンクをハイパー

ヴォイドと呼ぶ3次元立体に変換する操作を行う⁹⁾。ハイパーヴォイドとは、リンク元アンカーの矩形領域を前面、リンク先アンカーの矩形領域を後面、それらの距離をページ間類似度として構成される直方体状の立体であり、このハイパーヴォイドをブロックのように組み合わせていくことでWebページ群の位置座標を確定し、3次元空間内に配置する。現在のプロトタイプでは、仮想3次元空間はVRML形式で出力することとしている。

4.3 WebSENSOR

WebSENSOR¹⁰⁾は、現在閲覧中のWebページのリンク先のページに関する情報を音で表現し、周辺空間の可聴化(sonification)⁶⁾を行う。可聴化による周辺空間表示の特徴は、視覚によるWebページの閲覧と並行して聴覚によりユーザの周辺情報への注意を引くことができる点である(バックグラウンド性)。WebSENSORでは、周辺空間の可聴化のために、音の大きさ(volume)、音程(pitch)、多声(polyphonic)および音色(timbre)を用いる。可聴化は、可視化に比べ情報の重ねあわせの自由度が高いことが特徴である(和音など)。

図6に、WebSENSORによる周辺空間の可聴化の概要を示す。WebSENSORでは、閲覧中のページ中のリンクを質問センサーでなぞると、各リンク先ページのメタデータをWeb検索エンジン*から取得し、メタデータを可聴化した結果をMIDI形式やWAVE形式の効果音として出力する。例えば、図6のように多数のリンクが載っているリンク集を閲覧している場合、各リンク先ページの人気度(ポピュラリティ)をメタデータから抽出して音で表現し、複数のリンク先ページのポピュラリティを音で比較する。ユーザが質問センサーをアンカー文字列に近付けると、次第に各リンクアンカーから聞こえてくる音のボリュームが大きくなる。ポピュラリティの高さは音のテンポで表現され、テンポの速いリンクアンカーほど人気が高いことになる。ユーザは、質問センサーを置いたリンクアンカー付近の説明を読みながら、耳から聞こえてくる音のテンポによりそのページの人気度を同時に把握することができる。また、質問センサー周辺のリンクアンカーのポピュラリティを可聴化した結果を重ね合わせ(和音)、質問センサー付近のリンクアンカーが指す複数のリンク先ページの人気度を一度に把握し、効率よく選び出すことができる。

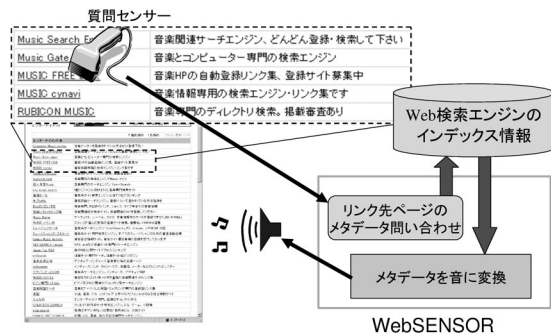


図6 WebSENSORの概要
Fig. 6 WebSENSOR overview.

4.4 Webページのアスペクトの抽出と比較

Webページのアスペクト¹¹⁾とは、あるページへの各リンク元ページからの参照内容を表すWebコンテンツであり、直感的にはそのページが周辺のWebページからどの様に見られているかということを表す。前節までに説明してきた各ブラウジング・システムがリンク先を対象に閲覧中のページから見た周辺コンテンツの位置付け(Webとのプライベートな関係)を表してきたのに対し、本システムでは、リンク元から見た閲覧中のページの位置付け(Webとのパブリックな関係)を表す。

図7に、アスペクト抽出の概要を示す。アスペクト抽出では、閲覧中のページへのリンクアンカーだけでなく、アンカーの前後、およびアンカーを含む上位段落の見出しからも階層的にWebコンテンツを抽出する。プロトタイプ・システムでは、上位段落の見出し語はHTMLの木構造に従って親(先祖)ノードに属するWebコンテンツから特定のタグ(事前に定義した見出しタグ:<TH>, <H1>など)で囲まれた部分を抽出する。抽出されたコンテンツは、図7に示す形式で表示される。これにより、アスペクトによって閲覧中のページのこのリンク元ページにおける参照のコンテキストを把握することができる。更に、抽出された複数のアスペクトを比較するため、アスペクトをリストし、アスペクト中に出現するキーワードの出現頻度に基づいてソートする。この結果、典型的な見られ方を示すキーワードの順にソートされ、同じキーワードで特徴付けられるアスペクト間で実際のコンテキストを比較することができる。

5. おわりに

本論文では、Webブラウジングにおいて、閲覧中のWebページの周辺空間を呈示する新しいナビゲー

* Google Web API, <http://www.google.com/apis>.

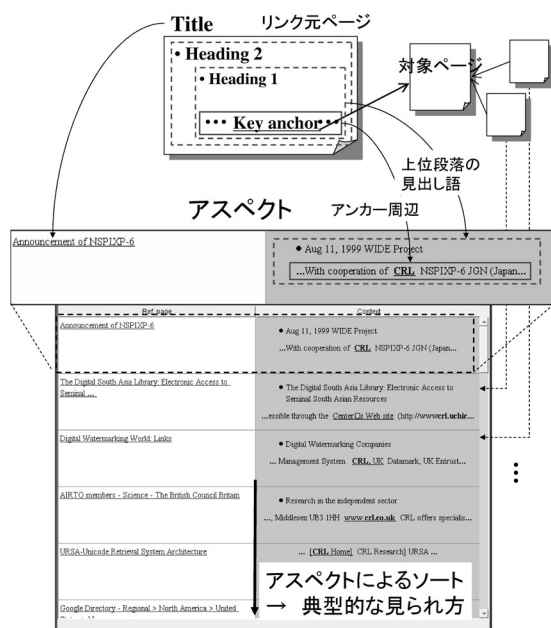


図 7 Web ページのアスペクトの抽出と表示・比較

Fig. 7 Extracting, visualizing and comparing Web page aspects.

ション手法を提案した。また、提案手法による Web ブラウジング形態として、人間の都市空間行動における散策行動を Web 上で実現する“Web の散策”というコンセプトを提案した。更に、様々な周辺空間の呈示方法に基づくプロトタイプ・システムについても説明した。

謝 辞

本研究は、一部平成 15 年度科研費特定領域研究「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：14019048, 15017249 代表：田中克己）による。ここに記し謝意を表します。また、本研究は、一部独立行政法人通信総合研究所と京都大学の共同研究「インターネット・コンテンツの意味構造発見に基づく新しいコンテンツ検索・配信方式の研究」による。ここに記し謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) Utting, K. and Yankelovich, N.: Context and orientation in hypermedia networks, *ACM Transactions on Information Systems*, Vol. 7, No. 1, pp. 58–84 (1989).
- 2) Baudisch, P., Good, N., Bellotti, V. and Schraedley, P.: Keeping Things in Context: A Comparative Evaluation of Focus Plus Context Screens, Overviews, and Zooming, *Proceedings*

- of the SIGCHI'02 Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.259–266 (2002).
- 3) Furnas, G.: Generalized Fisheye Views, *Proceedings of the ACM SIGCHI '86 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 16–23 (1986).
- 4) Lamping, J., Rao, R. and Pirolli, P.: A Focus+Context Technique based on Hyperbolic Geometry for Visualizing Large Hierarchies, *Proceedings of the ACM SIGCHI '95 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 401–408 (1995).
- 5) Baldonado, M. Q. W., Woodruff, A. and Kuchinsky, A.: Guidelines for Using Multiple Views in Information Visualization, *Proceedings of the AVI 2000 Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, pp. 110–119 (2000).
- 6) et. al., G. K.: *Sonification Report: Status of the Field and Research Agenda*, <http://www.icad.org/websiteV2.0/References/nsf.html> (1997).
- 7) 池田新平, 是津耕司, 小山聡, 田中克己: Web コンテンツの周辺情報提示によるナビゲーション支援, 日本データベース学会 Letters, Vol. 2, No. 1, pp. 139–142 (2003).
- 8) C.Faloutsos and K.I.Lin: FastMap: A fast algorithm for indexing, data-mining and visualization of traditional and multimedia datasets, *Proc.ACM SIGMOD June*, pp. 163–174 (1995).
- 9) 田中浩也, 有川正俊, 柴崎亮介: WWW 上の写真を再利用した擬似 3 次元空間, 日本ヴァーチャルリアリティー学会論文誌, Vol. 8, No. 2 (2003).
- 10) Kim, S., Sumiya, K. and Tanaka, K.: Sonification of Unvisited Web Pages by “Query Sensors”, *ISPJ Reports*, Vol. 2003, No. 5, DBS, pp. 147–154 (2003).
- 11) 荒木良, 是津耕司, 角谷和俊, 田中克己: リンク参照と文書構造に基づく Web ページのアスペクト抽出, 第 14 回データ工学研究会 (DEWS2003), pp. 2P–3 (2003).