

特集 「ソーシャルネットワーク時代の Web インタラクション」

# Web におけるヒューマンインタラクション技術

## Human Interaction Techniques on the Web

土方 嘉徳  
Yoshinori Hijikata

大阪大学大学院基礎工学研究科  
Graduate School of Engineering Science, Osaka University.  
hijikata@sys.es.osaka-u.ac.jp, <http://www.nishilab.sys.es.osaka-u.ac.jp/people/hijikata/index.html>

松下 光範  
Mitsunori Matsushita

日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所  
NTT Communication Science Laboratories, NTT Corporation.  
mat@cslab.kecl.ntt.co.jp, <http://www.kecl.ntt.co.jp/csl/msrg/members/mat/index-j.html>

**Keywords:** web, human interaction.

### 1. Web の使い方

Web が本格的に普及し始めてから、およそ 10 年が経過した。この間、進化し続けてきた Web を、現在我々はどう利用しているのだろうか？ 今ここで、見直してみたい。

Web の最も基本的な使い方は情報探索にあるといえる。Web はそもそもインターネットプロトコル上の分散型ハイパーテキストシステムとして誕生したものである。ハイパーテキストの目的は、情報と情報を人間が結びつけておくことで、ユーザに関連する情報を次々と閲覧していくこと（情報探索）を可能とすることである。少し見方を変えてみると、ハイパーテキストでない文書は連続的（sequential）に読み進めていくことを強いられるが、ハイパーテキストではユーザが次に読むものをいくつかの選択肢から選択しながら非連続的に（non-sequential）読むことができる。すなわち、ハイパーテキストの特徴は、ユーザは常に文書を自分好みにカスタマイズしながら閲覧することができる点にある。

ハイパーテキストの研究の初期の頃（1980 年代後半）は、教材やマニュアル、電子美術館など、閉じられた比較的小規模のコンテンツが多かった。その当時でも、自分が情報空間のどこにいるのかわからなくなる“getting lost”と呼ばれる現象が問題視されていた [Egan 89, Nielsen 90a, Nielsen 90b]。いざハイパーテキストシステムがインターネット上で実現されると、膨大な量の文書に直接的にアクセスする必要が出てきた。そこで、登場したのが検索エンジンである。検索エンジンは、世界中の Web 文書をあらかじめクロールして索引付けしておき、ユーザから検索クエリが入力されると、適合する文書を即座に返す（情報検索）システムである。それ以降、情報探索と情報検索が、主とした Web の使い方となったといえる。

しかし現在では、その使われ方は単純な情報探索や情

報検索にとどまらなくなっている。航空券の予約や保険の見積りのようなサービスを受ける際の申込み窓口として Web を利用したり、共通の趣味をもつ友人を発見し、その関係を維持するのに Web を利用することもある。あるいは同じ情報獲得であっても、ビジネス上の問題を解決するために Web からその解となる情報を探すような、より目的のはっきりした情報獲得である場合もあり得る。逆に、家で横になりながら何か知的な刺激を与えるような情報を、ほんやり閲覧したい場合もあり得る。また、研究者であれば、英語の論文を書くときに、「on the Internet」と“in the Internet”と、どちらが正しいのだろう？といった疑問を、検索エンジンのヒット数で判断するような使い方をする人も多いだろう。このように利用形態が多様化したのは、Web が単なるインターネット上のハイパーテキストシステムにとどまらず、データベースシステムと結合した点や、新たな情報提供・編集の枠組みが出現した点なども、理由としてあげられる。

これまで、単純な情報検索に対しては、テキストの内容やリンク構造などを解析することで、飛躍的に検索エンジンの性能を向上させてきた。しかし、もう少しユーザのコンテキストに依存した情報検索を考えたり、上述のようなさまざまなユーザの Web に対する利用を支援しようとしたらすると、ユーザが Web 上でどのような振舞いをしているのかを観察して、それを利用した支援技法を考案する必要が出てくる。一般に、このようなユーザのシステムに対してのやり取りは、ヒューマンインタラクションと呼ばれる（ユーザインタラクション、あるいは単にインタラクションとも呼ばれる）。現時点では、Web におけるインタラクションをモデル化したり、そこから汎用的な手法を論じるのは難しい。しかし、最近では、Web におけるさまざまなユーザのインタラクションを分析した研究や、インタラクションをうまく利用した手法に関する研究などは、いくつか出てきているように思う。本稿では、それらの事例を、近年の Web 研

究のトレンドごとに、紹介したい。

本稿の執筆にあたり、著者らは WWW Conference, ACM CHI, UIST, IUI, CSCW の各国際会議、および国内の主要な論文誌とシンポジウムの論文を、2000年から2006年度分にかけて調査した。その中で、顕著な方法論や知見を報告しているものを紹介することとした。以降では、ヒューマンインタラクションを考慮することの重要性が理解できるよう、各トレンドごとに一つないし二つを深く掘り下げて解説している。

## 2. Web 研究のトレンド

今回注目する、Web 研究のトレンドとして、以下の五つを取り上げる<sup>\*1</sup>。

- (1) ごろみ Web
- (2) どこでも Web
- (3) ともだち Web
- (4) おしえて Web
- (5) おはなし Web

ごろみ Web とは、ユーザの Web における比較的受動的な情報探索・検索スタイルを指すものである。これまでの Web における情報獲得は、キーワードを入力することによる情報検索と能動的なリンクのクリックによる情報探索を前提としていた。ごろみ Web ではこれとは異なるインタラクションも許した情報獲得を検討する。

どこでも Web とは、情報空間の情報と実世界で獲得される情報を結びつけるものである。これまでの Web では、情報空間に対するアドレス (URL) やキーワードから、目的の Web 文書を取得してきたのであるが、どこでも Web では実世界で取得される情報から Web 文書にアクセスできる仕組みも検討する。

ともだち Web とは、ユーザのインターネット上での人間関係の構築とその維持を支援するものである。さらにはその人間関係を用いたほかのサービスの実現を目指すものである。このような人間関係は、掲示板や blog, SNS などでも存在しているが、ともだち Web ではその人間関係ややり取りをほかの機械処理に適用することも検討する。

おしえて Web とは、問題解決中のユーザが Web からその答えを発見することを支援するものである。これまでの Web では、解決の手がかりも内容語と区別なくキーワードとして表現し、検索を行ってきたのであるが、おしえて Web では、問題解決におけるユーザのコンテキストを利用することまで含めて検討する。

おはなし Web とは、インターネット上におけるオンラインでの議論を支援することを意味する。CSCW などの研究分野では、議論構造を明確にしてやり取りする

方法論などが検討されたが、おはなし Web では動的かつ明確でない人間関係において、柔軟な議論構造を反映できることも検討する。

## 3. ごろみ Web

### 3.1 閲覧スタイルの種類

現在の主要なメディアであるテレビと Web を比較したときに大きな違いが一つある。それは視聴スタイルである。パソコンは能動的に検索キーワードを入力したり、リンクをクリックしたりする必要があるのに対し、テレビは電源を入れて、チャンネルを回すだけでよい。すなわち、Web は能動的な視聴スタイルをとっていたのに対し、テレビは受動的な視聴スタイルをとっていたといえる。

これまでのメディアでは、ユーザがとる視聴スタイルは、能動的か受動的かのどちらかであることを前提としていたといえる。しかし、実際には我々はそのモードを切り換えたいと思うこともある。例えば、テレビを見ていたときに、「聞いたことはあるけれど、場所がわからない地名」が出てきたときに、地図でその場所を調べたくなるようなときである。あるいは、ふと仕事に疲れたときに、何でもよいので Web のコンテンツを眺めたいようなときである。現在、テレビは Web を、Web はテレビを目指しているのは、両方の視聴スタイルに対する需要が無視できないからだと思われる。

ところで、Web のテレビ化は今に始まったことではない。1990年代後半に、受動的な視聴スタイルをもつインターネットメディアが流行しかけたことがある。ただし、そのときはそれほど普及はしなかった。それでも、ここにきて Web の受動的な視聴を目指す研究が多く出てきている [Henzinger 03, 大坪 04, 渡邊 02, Woodruff 01]。当時と現在との違いは、当時は受動的な Web のために専用のコンテンツを作成していたのに対し、現在では既存の Web のコンテンツを応用しようとする傾向にある。この変化の理由としては、テレビも負けないくらいのコンテンツが Web にも蓄積されてきたことにあると思われる。

### 3.2 Goromi

Goromi[大坪 04]はその代表例である。Goromi のスクリーンショットを図 1 に示す。Goromi を利用するには、画面上部の入力フィールドに、シードとなる興味のあるキーワードを入力する。システムは、そのキーワードを検索エンジンに送信し、検索結果を得る。検索結果から Web ページを辿り、タイトルとそのページに存在する画像を抽出し、画面左側に表示する。これらのタイトルと画像は、ユーザは何もしなくても延々と流れ続けるものである。また、上記の検索結果から題名とスニペットを抽出し、それらのテキストからキーワードを抽出する。それらのキーワードをクラスタリングし、代表的

\*1 これらの名前は、実現しようとする機能をイメージしやすいように、著者が付けたものである。



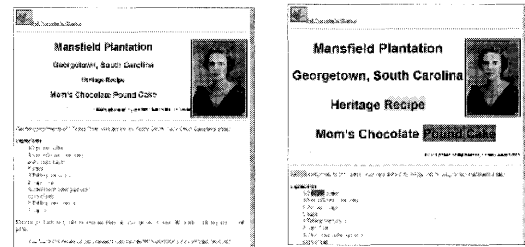
図 1 Goromi の画面例 (デンソーアイティラボラトリの好意により写真掲載)

なキーワードをリンクとともに示したものが、画面右側のキーワードのネットワークである。これは、テレビというチャンネルに相当するもので、興味の方向性を変えるものである。すなわち、ユーザは初期のシードとなるキーワードさえ入力してしまえば、あとはテレビのようにただらと視聴することができ、飽きてきたりほかのことに興味を抱いたときのみ、キーワードのネットワークから流れる情報の種類を変えればよいのである。

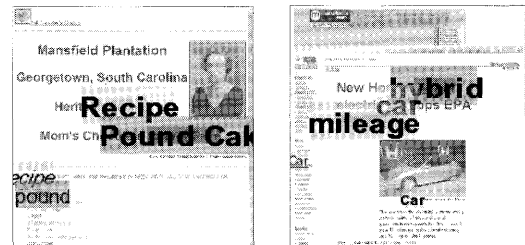
Goromi の興味深い特徴は、自然言語処理では問題となる多義語の問題を考慮していないことが、ほど良くユーザの知的好奇心をくすぶる効果を出している点である。例えば、「皇帝」というキーワードを入れれば、あとは「ナポレオン」が出てこようが、「ペンギン」が出てこようが、何かの製品名が出てこようが、何でも構わない。最初は、「ナポレオン」のような皇帝に関して興味があったとしても、途中で「ペンギン」に興味に移り、さらに「ペンギン」というキーワードをクリックしたとしても、それはそれで成功といえる。受動的な視聴スタイルでは、興味の変遷や情報の発見性が重要となるといえる。

### 3.3 知的好奇心を喚起する視覚効果

前節のようにユーザの知的好奇心を刺激するためには、獲得した情報をうまく見せてやる必要がある。Goromi はそれら情報の中で画像を積極的に利用したものであるが、獲得した情報をいかに見せるかは学術的な研究においても重要となる。例えば、Woodruff らの研究 [Woodruff 01] では、Web ページ全体をサムネール (小さな画像) にしている。Web ブラウザにレンダリングされたページ全体をサムネールとして提供する検索サービスはすでに商用のものも存在するが、時として何が書いているのが読み取れず、ほとんど新たな情報を獲得できない Web ページ (図 2 (a) 参照) も多い。Woodruff らは、ヘッダやユーザの普段から興味をもっているキーワードなどを DOM [W3C 98] を用いて拡大表示したり (図 2 (b) 参照)、callout と呼ばれるテキストを Web ペ



(a) プレーンなサムネール (b) DOMを用いて拡張したサムネール



(c) ウォッシュとcalloutを用いて拡張したサムネール (d) その他の拡張型サムネールの例

図 2 通常のサムネールと Woodruff らの拡張型サムネールの例 (Xerox PARC の好意により写真掲載)

ージ上に浮遊する画像として表示したり (図 2 (c), (d) 参照) している。

Woodruff らは重要部分を拡大表示するうえで工夫を行っている。DOM を用いてテキストを拡大すると、その拡大した後の Web ページだけを見ると、それが後から修正されたものなのか、もともとこのサイズであったのかがわからなくなる。そこで、表示用に精緻にレンダリングされたフォントを用いて透過型の画像として追加している。これにより、既存の Web ページに対し、誰かがほかのユーザのために後から情報を付加してくれたような雰囲気を出している。また、callout を際立たせるために、もとの画像にはややくすんだ色でウォッシュ (ややぼかした画像処理) を施している。これにより、より芸術的な雰囲気を増している。このような工夫により、ユーザの興味を喚起している。現時点では、ユーザの振舞いについて深い分析はなされていないのであるが、視覚的效果とユーザの新たなドメインへの探索の関係の調査など、多くの研究テーマが存在していると思われる。

## 4. どこでも Web

### 4.1 実世界におけるユーザモデリング

非接触型の識別タグや空間位置測定技術の開発が進むにつれ、ユビキタスコンピューティングが現実のものになりつつある。実世界の環境およびオブジェクトに対してタグを埋め込むことができれば、それら環境やオブジェクトを手がかりに、情報空間中の情報にアクセスすることも可能となる。あるいは、空間位置測定技術により実世界中の絶対座標が取得され、なおかつ情報空間中の情報に実世界の絶対座標が関連づけられていれば、絶対

座標から情報空間中の情報にアクセスすることができる。

すでに、実世界の位置情報から情報空間の情報にアクセスすることを目指す研究も報告されてきている。例えば、郡らは代表的な地名の絶対座標を手でデータベースに記述しておくことで、取得した実世界の空間位置から周辺の地名を取得し、Blogを検索できるようにしている[郡06]。また、ユーザの実世界中での行動をもとに、情報空間の情報を記述することを支援する研究も現れ始めている。例えば、上松らが提案する場logでは、ユーザが携帯端末で撮影した写真を添付したメールをサーバに送信することで、自動で実世界の位置情報も含んだBlogのエントリを生成できるようにしている[上松04]。

このような実世界の情報を用いたWeb検索・探索において、既存のWebと同様にユーザ適応を行おうとすれば、実世界の行動からユーザの興味や目的などをモデル化する必要がある。実世界中に十分に識別タグが設置されれば、実世界においてもユーザの行動履歴が獲得できる。現在の行動認識システムにおいては、センシング機器により獲得されたタグの履歴に対して人手でその意味を付与したり、履歴から行動を推定するモデルを手で構築したりしている。すなわち、限られた環境においては行動の意味を獲得しているが、任意の実世界に拡張するような試みは少ない。

これに対してPerkowitzらは、Webの情報からユーザの行動の一般的なモデルを作成することを試みている[Perkowitz04]。Perkowitzらの手法は、実世界におけるオブジェクトと仮想世界における情報とを結びつける一つの方法論になり得るもので、注目に値する。次節で詳しく説明する。

#### 4.2 Webを利用した実世界ユーザモデリング

実世界のオブジェクトにRDIDタグを付けておけば、人がそのオブジェクトに触れたり、それを移動させたりすると、どのオブジェクトに対して操作を行ったかという履歴が取れる。IDの履歴だけでは意味がないが、Perkowitzらは一連の履歴から人が何をしているのかを推定するための行動のモデルをWeb上の情報から獲得している。

具体的には、人の行動に関する記述のあるWebサイトの箇条書き部分（以下、directionと呼ぶ）などを利用する。例えば、日常生活のHow-toについて集めたWebサイトや料理のレシピについて集めたWebサイトを利用する。directionが獲得できれば、その中に書いてある実世界にあるオブジェクトの名前（すなわち種類）を取り出す。また、実世界のオブジェクトに付けられたRDIDタグからは、オブジェクトの種類が特定できるものとする。ユーザがこれらのオブジェクトを操作すればその履歴が取れるのであるが、その一般化した行動モデルをベイジアンネットワークで表す（図3参照）。この例では、目玉焼きをつくるステップを表している。

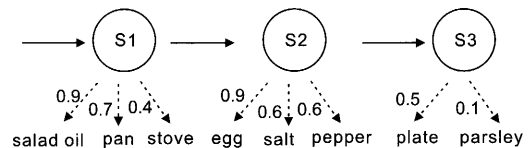


図3 Perkowitzらの実世界におけるユーザ行動モデルの一例

一つの行動プロセスは一つの箇条書きで表されているものと仮定し、箇条書きの各項目を一つの状態とみなす。各状態には関連する実世界のオブジェクトの生起確率を付加する。一般にはこのような生起確率は、実際に起こった事象から統計的に計算しておいたり、人が何らかの知見に基づいて付与したりするのであるが、本研究のポイントは、この生起確率を検索エンジンを用いて計算している点にある。すなわち、行動プロセスの名前で検索エンジンに検索をかけたときのヒット数と、行動プロセスの名前と抽出した実世界のオブジェクトの名前で検索エンジンに検索をかけたときのヒット数から、このプロセスでそのオブジェクトが生起する確率を求める。

オブジェクトの操作履歴 $z_{1:t}$ が与えられたときの $x_t$ という状態が生起する確率は以下の式で表される。

$$P(x_t | z_{1:t}) \propto P(z_t | x_t) \int P(x_t | x_{t-1}) P(x_{t-1} | z_{1:t-1}) dx_{t-1}$$

上式では、観測が始まってから現在までの時間について、 $t-1$ 時間までのオブジェクトの操作履歴が生きたときに状態 $x_{t-1}$ が生起する確率を出し、そこからもともと状態間のもつ遷移確率をかけて次の状態 $x_t$ が生起する確率を算出し、その積分を取る。さらに、その時点でオブジェクト $z_t$ が操作される確率を求めている。この計算をあらかじめモデル化しておいたすべての行動モデルについて計算し、最も値の高いモデルを、現在その人が取っている行動と判断するものである。

いくつかの観点から評価実験を行っているのであるが、中でも注目するのは、108個のRFIDタグを設置した家を用意し、6週間で14人の被験者から利用履歴を集めて、各利用履歴からユーザのモデルを予測し、その精度を算出する実験である。行動モデルの生成はehow.comと呼ばれる人の日常行動について記述したWebサイトから2300のdirectionをマイニングしている。行動把握の精度としては50%となっている。これほど多種類の行動の中からその一つを予測するようなタスクにおいて、これほど高い精度を示した既存の研究はなく、アプローチとしての有望さを示すものである。

## 5. ともだちWeb

### 5.1 社会的関係の導入

ほかの人間とのコミュニケーションや、その人間関係の維持・管理におけるWebの役割が大きくなりつつある。もともと大規模な分散型ハイパーテキストにおいては、

著者の数も多数に及ぶ。そのため、そのリンクの形成においても緩い人間関係が存在するといえる。また、掲示板や Blog、最近ではソーシャルネットワーキングサービス (SNS) など、もっと直接的にメッセージを投げ合うシステムも人気を呼んでいる。これらのシステムにおいては、人から人へメッセージを送ったり、ある人の記述した文書にメッセージを書き込んだりする。これらの記述関係は人間関係を表すものといえる。

これらの人間関係をほかの情報処理に応用したシステムも出現し始めている。PageRank は最も成功した研究であろう [Page 98]。これは、被リンク数の大きさをそのページへの支持の大きさとみなして、検索エンジンの検索結果のランキングに利用したものである。また、初期の頃の研究としては、Schwartz らの研究がある [Schwartz 93]。Schwartz らは、電子メールのやり取りをリンクとみなしてグラフを構築し、あるユーザグループにおける共通の興味の対象を発見することを試みている。ここでは、リンクを共通の興味をもつことで生じた結果としてみなしている。

協調フィルタリング [Resnick 97] も、その先駆的な研究の一つといえる。協調フィルタリングでは、ユーザがこれまでに購入したり、閲覧したりしたアイテムを利用して、同様の嗜好をもつユーザグループを発見し、そのユーザグループが高く評価したアイテムで、まだ対象のユーザが購入・閲覧していないアイテムを推薦する。直接ユーザ間でメッセージやリンク付けのやり取りしているわけではないが、アイテムを媒介した隠れた人間関係を発見することで、従来の推薦手法では推薦が困難であったテキスト情報以外のアイテムの推薦も可能としている。

これらの研究に共通して言えるのは、リンクを肯定的に捉えている点にある。すなわちリンクはその人に対する支持として考えているのである。しかし、インターネット上ではリンクが肯定的な意味をもたない場合もある。そのようなケースに焦点を当てたのが Agrawal である。

## 5.2 リンク解析による発言の賛否の判定

Agrawal らは、ニュースグループのあるトピックに対する発言を肯定的なものなのか、否定的なものなのかについて、人を単位とした発言のリンク関係だけを用いて分類することを試みている [Agrawal 03]。彼らの方法論で最も興味深いことは、通常人はニュースグループにおいて発言をするときには、前の人が発言した内容に対して反対する内容を述べるときであるという性質を利用している点にある。

先に結果から説明すると、彼らの方法により分類した発言のリンク関係を図 4 に示す。この図は、ある保険会社のクレーム処理に対する議論を表現したものであるが (わかりやすいようにオリジナルの結果を簡略化している)、ノードが発言に相当し、色がついているノードが

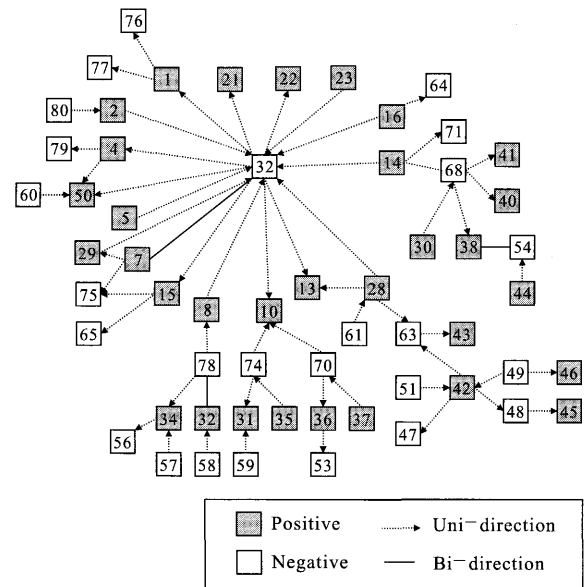


図 4 Agrawal らの方法により分類した発言のリンク関係

このトピックに対しての肯定意見、色がついていないノードがこのトピックに対しての否定意見である。ここで注目したいのは、任意のノードを一つ選択し、それに隣接する任意のノードを一つ選択すれば、それらのノードはほぼ必ず色が異なるという点である。色が同じであるノードはごくわずかにすぎない。すなわちグラフ中で、確実に肯定的な内容が書いている発言 (あるいは確実に否定的な内容が書いている発言) を一つ検出できれば、あとはどの発言が肯定的でどの発言が否定的かは、隣接するノードがそれぞれ異なるように色付けしていけば、自動で分類できる点にある。

このような問題は、最大カット問題と呼ばれる。数学的な表現をすると、グラフ  $G(V, E)$  ( $V$  はノードの集合で、 $E$  はエッジの集合) を考える。枝  $e \in E, e = (v_1, v_2), v_i \in V$  は、 $v_2$  という人の発言に対して  $v_1$  という人が返答をしたことを意味する。 $V$  を二つの集合  $F$  と  $A$  (それぞれ賛成意見と反対意見) に分けることを考える。ここで、 $F \cup A = V$  で  $F \cap A = \phi$  である。さらに関数  $f(F, A) = |E \cap (F \times A)|$  を与える。枝  $E \cap (F \times A)$  は、否定的な意見を発言した人に対して、肯定的な意見を述べたことを表す。ニュースグループにおいては、人は前の人の発言の内容に対して反対の内容の発言をすることを考えると、この問題は  $f(F, A)$  の値を最大化することと同値となる。この問題は最大カット問題とみなすことができる。

最大カット問題とは、 $G = (V, E)$  のカット  $C \subset E$  (ここで  $C$  は、ある  $S \subset V$  と  $V \setminus S$  を結ぶ枝集合) の中で  $\sum_{e \in C} w_e$  が最大のものである問題を求め、NP 完全である。 $w_e$  は枝の重みであるが、ニュースグループの問題では  $\forall e \in E$  において  $w_e = 1$  であるが、単純には互いのノード集合間を結ぶエッジの数を最大にしている。Agrawal らは、この問題を spectral partitioning [Spielman 96] という方法で解いている。

評価では、コンテンツを解析して肯定と否定に分ける手法と比較している。コンテンツを解析する方法では、コンテンツをBOW表現で表し、SVMまたはNaive Bayesで分類を行っている。その結果、コンテンツを解析する方法では判別が困難なジャンルのネットニュースであっても、Agrawalら方法ではある程度の精度で識別できている。人間のネットニュースに投稿するときの性質だけを用いた方法が、自然言語処理を用いる方法よりも優れた識別結果をもたらす得るという、驚くべき知見を与えている。

## 6. おしえて Web

### 6.1 目的指向の情報獲得

Webの最も基本的な利用目的は情報獲得といえる。しかし、一口に情報獲得といっても、何かおもしろいニュースはないかブラウジングするような場合もあれば、獲得したい情報がかたはつきりと決まっているような場合もある。後者の例としては、1章であげたような、英語のフレーズでどちらが合っているのかを確認することや、仕事の調査報告で「ゼロ金利政策がインフレをもたらす理由」を示すのに、それを述べているページを探すことなどがあげられる。このような情報獲得を支援することをおしえてWebと呼ぶ。ここでは、おしえてWebに関連する研究分野として、情報検索行動と検索パフォーマンスに関する研究分野と、検索プロセスに関する研究分野について紹介する。

### 6.2 Web情報検索行動の分析

ユーザの情報検索行動を分析する研究は、Webの登場以前から行われてきている。多くの研究が焦点を当てているのは、検索経験や領域知識（検索対象に関する知識）、認知スタイル、および課題の種類が、検索パフォーマンスや検索スタイルにどのような影響を与えるかについてである[中島 05]。ここで、代表的なパラメータである検索経験、領域知識、および検索パフォーマンスについて説明する。検索経験とは、検索で利用するシステムに対する知識や経験のことである。具体的には、ANDやORなどの演算子を使いこなせるか否かなどを定量化（ユーザ分類）しておく。領域知識は、ユーザが問題解決しようとしている分野に対して、ユーザがその分野の内容にどれほど通じているかを定量化したものである。例えば、事前に筆記試験などにより点数化しておく。検索パフォーマンスとは、被験者が課題をどれだけうまく遂行したかを表すものであり、正答数や正答率、所要時間などが指標として用いられている。

情報検索行動に関する研究は長い歴史があるものの、最近の興味深い研究に、Googleの出現以前と出現以後で、検索経験と領域知識が検索パフォーマンスに与える影響に、大きな変化があることを報告しているものがある

[中島 05]。Google出現以前では、ユーザの検索経験と領域知識のどちらが検索パフォーマンスに対して強い影響を与えるかという、検索経験であるという報告が多かった[Fenichel 81, Hsieh-Yee 93, Marchionini 90]。すなわち、その分野についての深い知識があるよりは、検索システムを使いこなせるほうが、確実に問題解決ができるという結果である。しかし、中島らが行った研究では、Googleを含めた現在のWeb環境で問題解決を行うには、検索経験があるよりも領域知識があるほうが、確実に問題解決ができるという結果を報告している。

Google以前の多くの検索エンジンでは、ページ中の検索語の生起頻度からページの適合度を計算し、検索結果を適合度順に表示していた。それに対して、Googleではそれまでの発想とは全く異なり、検索結果のランク付けに、PageRankというリンク解析を利用した独自のアルゴリズムを用いている。リンクの人気度によるランキングを用いれば、入力したキーワードに対して多くの人が役に立つと判定するWebページが出力される。以前の検索エンジンでは、そのようなWebページがそうでないWebページに埋もれてしまっていたため、フレーズでの検索やNOT検索など、高度な技を駆使しなければ、絞込みが行えなかった。Googleのような高性能な検索エンジンの出現により、それほど検索エンジンに関する知識がなくても、検索結果として出力されたWebページの内容を理解する能力があれば、十分にWebを用いた問題解決が可能となったといえる。

### 6.3 検索プロセス

最近では、6.2節であげたようなユーザや課題に関するパラメータに関する研究だけでなく、検索プロセス（あるいは検索戦略）に関する研究が盛んになりつつある。検索プロセスとは、どのような戦略・方策・順序で目的的信息を探るかという明確な手続きのことである[Bhavnani 01]。検索プロセスを考えるにあたっては、ドメイン指向のアプローチ[Bhavnani 01, Bhavnani 03]と、人間の一般的な認知プロセスを応用するアプローチ[齊藤 04]の2種類があると著者らは考えている。

ドメイン指向のアプローチでは、特定のドメインにある問題を解決するのに、そのドメインの専門家が行った検索の方策を一般化する。例えば、Bhavnaniらはhealth careのドメインにおいて、taxonomyを用いることで検索プロセスを発見している[Bhavnani 03]。Bhavnaniらは、現実のQ&Aからtaxonomyを作成し、さらにその葉ノードを「〈topic in the taxonomy〉 for 〈disease in the taxonomy〉」の形式で一般化する。例えば、「〈qualitative information on risk factors〉 for 〈melanoma〉」のような形式である。15人の医学の専門家にWebを用いた問題解決をしてもらい、上記のtaxonomyを用いて彼らの方策を一般化している。さら

にその検索プロシージャを使った、検索ポータルサイトを設計・実装している。

また、一般的な認知プロセスを応用するアプローチでは、教育心理や学習科学の領域で注目を集めているメタ認知が注目され始めている。メタ認知とは、「個人の認知プロセスや状態を監視・制御・調整するための知識や活動」のことをいう [Brown 83, Flavell 79]。代表的なメタ認知としては、リフレクション(省察)や自己説明、自己調整があげられる [斉藤 04]。簡単に説明すると、リフレクションとは、学習者が認知プロセスや理解の状態を振り返って評価・考察する活動のことである。自己説明は、学習者が学習時に自分自身に対して説明を行う活動のことであり、自己調整は、学習者が自分の認知プロセスを調整していく活動のことである。この中で、斉藤らは、Web 情報検索のためのリフレクション支援の研究を行っている [斉藤 04]。次節で、詳しく説明する。

#### 6.4 メタ認知におけるリフレクション支援

斉藤らはリフレクションの支援の中でも、学習者が問題解決中に何をしたのかを提示するプロセスの提示 [Lin 99] と、学習者にリフレクションを行ってもらうために気付きを与えるプロセスの促し [Lin 99] の2種類の支援を行っている。具体的には、問題解決中の Web の利用を、検索エンジンに検索語を入力するフェーズと、検索結果を提示するページで検索結果を吟味するフェーズ、個々の検索結果をクリックし情報空間を探索するフェーズがあるとし、それらのフェーズを PBG (Problem Behavior Graph) と呼ばれる一種の状態空間モデルのような形式で可視化することを行っている (図5参照)。

また、斉藤らは、以前の研究でユーザの Web における情報探索活動を調査しており、一つの問題解決において、上級者は1か所の情報空間にとどまらず、必要に応じてさまざまな情報空間を探索し、初心者には1か所の情報空間に滞在する傾向があることを発見している [斉藤 03]。彼らは、この傾向をプロセスの促しに利用している。

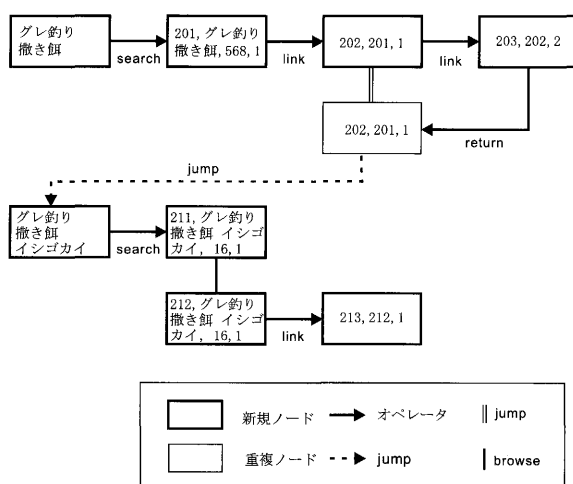


図5 斉藤らの手法によるプロセスの提示の例

プロセスの促しでは、システムや他者からの質問(プロンプト)により行われる。具体的には、上記3種類のフェーズにおいて、適切にキーワードが入力されているか、偏った情報空間で探索していないかなどのプロンプトを一定の間隔でランダムに提示している。提示方法は単純ながらも、被験者を用いた実験では、リフレクションを促進することが確認されている。

## 7. おはなし Web

### 7.1 オンライン上での議論

オンライン上での議論(チャット)は、地理的な制約を受けない利点から、広く使われている。ただし、キーボードで発言を入力する必要があるため、その人の姿や表情は見えないことから、face-to-faceでの議論とは、その性質はかなり異なる。長所としては、発言にかかるインタラクションコストが高いために、むだな発言を控えられることが報告されている [Walther 96]。また、発言に要する時間がかからないため、より平等に発言の機会を与えることも報告されている [Sproull 91]。短所としては、共有する情報(すなわち互いの個人的なコンテキスト)が少ないことから、フレーミングが起きやすいことが報告されている [Walther 96]。また、オンラインではリーダーシップをもった人が出現しにくく、そのため議論に構造が生まれにくいことも報告されている [Hiltz 86]。

後者の短所に対しては、Webの出現以前からCSCWの分野で、議論支援システム(あるいはグループワークコーディネーションシステム) [石井 94] という形で多くの研究が行われている。基本的な考え方は、構造に従って議論をする環境をつくり出し、それに議論支援者の役割を期待するものである。代表的な研究には、Coordinator [Gregg 86] や gIBIS [Conklin 86] がある。Coordinatorは、会話を要求、提案、逆提案、約束、拒否に分け、それらの遷移を事前にモデル化しておくものである。gIBISは、議論を issue (問題)、position (案)、argument (意見) とその間の関係(賛成・反対、質問、提案、一般化・特殊化など) から構成されるものとし、それらの関係を事前にモデル化しておくものである。

しかし、Webでの議論支援を考えたときには、より柔軟性が必要と考えられる。上記の研究では、共通の目標をもった組織のグループを対象としていた。このようなグループにおける議論では、話される内容と議論の構造は、比較的決まったものとなる。しかし、Webにおいては、議論を行うユーザ同士は、実際には会ったことがない場合も多く、また議論の内容や構造も、必ずしも問題提起や、提案、一般化、特殊化などの発言を含むものではない。逆に、感想や主観的評価などが重要となることもある。このような発言の種類や議論の構造などを、議論支援者が容易に設計できると便利である。この問題に対し

て、マイクロソフト社は、Lead Line[Farnham 00]と呼ばれる非常にバランスの取れたチャット支援システムを研究している。このシステムは、通常のテキストベースのチャットに、簡単な構造を導入できるようにしたシステムである。

## 7.2 Lead Line

Lead Lineでは、議論の構造を簡単なスクリプトで与える。スクリプトでは議論参加者の役割（ロール）と議論のセッションをいくつかのフェーズに分割したシーンで与える。このスクリプトはXML形式で記述される。そのため、使い慣れたXMLエディタなどが使用できる。XMLのスクリプトでは、タグを用いて参加者のロールとセッションを構成するシーンの定義を行った後、各シーンで各ロールに対して、どのようなインタラクションを行うのかを、テキストで記述する。議論参加者の画面は、通常のチャットのメッセージの履歴の画面、参加者とそのロールを記述した画面と、メッセージの入力画面の三つから構成される。通常のチャットシステムと異なるのは、メッセージの入力画面に次のシーンに行くことを了承したことを示すチェックボックスがある点である。各シーンにおける議論が十分に行われたと判断すれば、このチェックボックスにチェックを入れる。クライアントの実装は、Java アプレットで行われており、通信プロトコルにはIRC[Oikarinen 93]を用いている。

本システムの特徴で重要な点を、議論参加者、議論支援者、システム運用者の各視点ごとにまとめてみる。まず、議論参加者の視点からは、議論参加者の通常のチャットシステムとほとんど変わらないシステムで議論ができる点にある。複雑な議論のモデルを意識することなく、これまでどおりオンラインで議論できる点で、広く利用されるものと思われる。また、各シーンにおいて何をすべきかを明確に指示される点である。シーンに分割することで、議論支援システムにありがちな何をすればよいかわからないような場面に遭遇することは少ないと思われる。次に議論支援者の視点からは、使い慣れたXMLエディタなどで、簡単に議論の構造を記述できる点にある。また、ドメインに特化したような構造を書ける点も、議論参加者に明確なインタラクションができる点である。最後にシステム運用者からは、IRCプロトコルという、多くのファイアウォールを通してのいるプロトコルを用いており、システムの適用範囲が広い点と、クライアントに新たなソフトウェアをインストールする必要がなく、システム導入にかかる障壁が少ない点である。このようにWeb全体で運用することを考えた場合は、議論参加者がより手軽に発言できること、議論支援者が多様な議論構造を簡単に定義できること、システム運用者がシステムを導入しやすいことなども、考慮する必要があるといえる。

## 8. おわりに

本稿では、Webにおける研究トレンドとして、ごろみWeb、どこでもWeb、ともだちWeb、おしえてWeb、おはなしWebの五つを取り上げ、代表的なヒューマンインタラクションに関する研究を紹介した。ごろみWebでは、受動的なWebページ閲覧のために、操作量の少なさ、得られる情報の発見性、興味を引くための視覚効果などが、重要であることがわかった。どこでもWebでは、Webからユーザの一般的な行動に関するモデルが取り出せることと、実世界中のセンサ情報から、上記モデル中の状態を推定できることを示した。ともだちWebでは、リンク解析のみでユーザの発言を肯定的なものとするか否定的なものに分けられることを示した。おしえてWebでは、Googleのような高機能な検索エンジンの出現で、情報リテラシーとしての必要スキルが変化しつつあることと、認知プロセスの状態を監視・制御・調整することで、目的となる情報を獲得するための手助けになることを示した。おはなしWebでは、Webにおける参加者、議論内容、議論構造の多様性を考慮したフレームワークが必要であることと、制約のあるインターネット環境では各種標準技術を用いて実装する必要があることを述べた。

著者らの最終的な目的としては、Webにおけるヒューマンインタラクション技術の包括的な学問、理論体系を構築することにあるのであるが、今回の主要会議や論文誌の調査の範囲内では、まだそこまでまとめきることができなかった。本稿の切り口としては、Webにおける五つの研究トレンドを取り上げたが、上記のような理論体系を構築するにあたっては、これとは異なる観点も考慮する必要があるだろう。例えば、Webにおけるユーザの知的活動を支援するのに必要な計算機の処理ごとに、ヒューマンインタラクションについて考察することが考えられる。ユーザがWebの情報から意思決定することを支援するには、Webの文書から機械処理可能な形式で情報を抽出する段階、前記情報の集合から有用な知識を発見する段階、発見した知識を表示する段階が存在する。これらの段階ごとに、計算機の自動処理を助けるようなヒューマンインタラクションは何かをまとめることは有用と思われる。さらに、これらのステップ間をつなぐ方法論やモデルも重要である。Webという日々進化し続けるシステムと、時に気まぐれな人間の行動を対象とすることには困難が伴うが、本稿がWebにおけるヒューマンインタラクションの手法やモデルを再検討するうえで、役に立てば幸いである。

## ◇ 参考文献 ◇

[Agrawal 03] Agrawal,R., et al.: Mining newsgroups using networks arising from social behavior, *Proc. 12th World Wide*

- Web Conference (WWW2003), pp. 529-535 (2003)
- [Bhavnani 01] Bhavnani, S. K.: Important components of domain-specific search knowledge, *Proc. 10th Text Retrieval Conference (TREC'01)*, NIST, pp. 571-578 (2001)
- [Bhavnani 03] Bhavnani, S. K., et al.: Strategy hubs: Next-generation domain portals with search procedures, *Proc. Conference on Human Factors in Computing Systems (ACM CHI 03)*, pp. 393-400, ACM Press (2003)
- [Boud 85] Boud, D., Keogh, R. and Walker, D.: Reflection: Turning Experience into Learning, *Kogan Page*, London (1985)
- [Brown 83] Brown, A. L., Bransford, J. D., Ferrara, R. A. and Campione, J. C.: Learning, remembering, and understanding, *Cognitive Development*, pp. 77-166, John Wiley and Sons, New York (1983)
- [Conklin 86] Conklin, J. and Begeman, M. L.: gIBIS: A hypertext tool for exploratory policy discussion, in *Proc. ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (ACM CSCW'88)*, pp. 140-152 (1988)
- [Egan 89] Egan, D. E., Remde, J. R. and Landauer, T. K.: Lost in hyperspace: Cognitive mapping and navigation in a hypertext environment, R. McAleese, ed., *Hypertext: Theory into Practice*, pp. 105-205, Blackwell Scientific Publications Ltd. (1989)
- [Nielsen 90a] Nielsen, J.: The art of navigating through hypertext, *Comm. ACM*, Vol. 33, pp. 296-310 (1990)
- [Nielsen 90b] Nielsen, J.: *Hypertext & Hypermedia*, Academic Press, San Diego (1990)
- [Farnham 00] Farnham, S., et al.: Structured online interactions: Improving the decision-making of small discussion groups, *Proc. ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (ACM CSCW'00)*, pp. 299-308 (2000)
- [Fenichel 81] Fenichel, C. H.: Online searching measures that discriminate among users with different types of experiences, *American Society for Information Science*, Vol. 32, pp. 23-32 (1981)
- [Flavell 79] Flavell, J. H.: Metacognition and cognitive monitoring: A new area of psychological inquiry, *American Psychologist*, Vol. 34, No. 10, pp. 906-911 (1979)
- [Gregg 86] Gregg, F. and Stefik, M.: Cognoter, theory and practice of a collaborative tool, *Proc. ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (ACM CSCW'86)*, pp. 7-15 (1986)
- [郡 06] 郡 宏志, 手塚太郎, 田中克己: 地域 Blog 情報の可聴化インタフェースの提案と音声化に適したテキストコンテンツの抽出手法, 電子情報通信学会第 17 回データ工学ワークショップ (DEWS2006) (2006)
- [Henzinger 03] Henzinger, M., et al.: Query-free news search, *Proc. World Wide Web Conference (WWW2003)*, pp. 1-10 (2003)
- [Hiltz 86] Hiltz, S., Johnson, K. and Turoff, M.: Experiments in group decision making: Communication process and outcome in face-to-face versus computerized conferences, *Human Communication Research*, Vol. 13, pp. 225-252 (1986)
- [Hsieh-Yee 93] Hsieh-Yee, I.: Effects of search experience and subject knowledge on the search tactics of novice and experienced searchers, *J. American Society for Information Science*, Vol. 44, pp. 161-174 (1993)
- [石井 94] 石井 裕: CSCW とグループウェア, オーム社 (1994)
- [Lin 99] Lin, X., Hmelo, C., Kinzer, C. K. and Secules, T. J.: Designing technology to support reflection, *Educational Technology Research and Development*, Vol. 47, No. 3, pp. 43-62 (1999)
- [Marchionini 90] Marchionini, G., Lin, X. and Dwiggin, S.: Effects of search and subject expertise on information seeking in a hypertext environment, *Proc. 53rd Annual Meeting of the ASIS*, pp. 129-142 (1990)
- [中島 05] 中島 悠, 土方嘉徳, 西田正吾: 検索経験と領域知識の WWW 情報検索行動に与える影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 7, No. 2, pp. 131-141 (2005)
- [Oikarinen 93] Oikarinen, J. and Reed, D.: *Internet Relay Chat Protocol*, Internet RFC#1459 (1993)
- [大坪 04] 大坪五郎: Goromi-Web 上の情報を「流し見」する方法, 第 12 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS' 2004), pp. 107-110 (2004)
- [Page 98] Page, T., et al.: The PageRank citation ranking: bringing order to the web, *Technical Report, Stanford Digital Library Technologies Project*, <http://www-db.stanford.edu/backrub/pageranksub.ps> (1998)
- [Perkowitz 04] Perkowitz, M., et al.: Mining models of human activities from the web, *Proc. 13th World Wide Web Conference (WWW2004)*, pp. 573-582 (2004)
- [Resnick 97] Resnick, P. and Varian, H.: Recommender systems, *Comm. ACM*, Vol. 40, No. 3, pp. 56-89 (1997)
- [齊藤 03] 齊藤ひとみ, 三輪和久: 問題解決活動としての WWW 情報探索: 科学的発見の枠組みに基づく検討, 認知科学, Vol. 10, No. 2, pp. 258-275 (2003)
- [齊藤 04] 齊藤ひとみ, 三輪和久: Web 情報検索におけるリフレクションの支援 - 探索行動フィードバックシステムの構築 -, 人工知能学会誌, Vol. 19, No. 4, pp. 214-224 (2004)
- [Schwartz 93] Schwartz, M. F. and Wood, D. C. M.: Discovering shared interests using graph analysis, *Comm. ACM*, Vol. 36, No. 8, pp. 78-89 (1993)
- [Spielman 96] Spielman, D. and Teng, S.: Spectral partitioning works: Planar graphs and finite element meshes, *Proc. 37th Annual Symposium on Foundations of Computer Science*, pp. 96-105 (1996)
- [Sproull 91] Sproull, L. and Kiesler, S.: *Connections: New Ways of Working in the Networked Organization*, The MIT Press, Cambridge: MA (1991)
- [上松 04] 上松大輝, 沼 晃介, 徳永徹郎, 大向一輝, 武田英明: 場 log: Weblog 環境における位置情報利用の提案, 人工知能学会第 6 回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A401-07 (2004)
- [Walther 96] Walther, J. B.: Computer-mediated communication: impersonal, interpersonal, and hyperpersonal interaction, *Commun. Res.*, Vol. 23, pp. 3-43 (1996)
- [W3C 98] <http://www.w3.org/DOM/>
- [渡邊 02] 渡邊恵太, 安村道晃: Memorium: 眺めるインタフェースの提案とその試作, 第 10 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS' 2002), pp. 99-104 (2002)
- [Woodruff 01] Woodruff, A., et al.: Using thumbnails to search the web, *Proc. Conference on Human Factors in Computing Systems (ACM CHI'01)*, pp. 198-105 (2001)

2006 年 3 月 31 日 受理

## 著者紹介



土方 嘉徳 (正会員)

1998 年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻修士課程修了。同年, 日本アイ・ピー・エム (株) 東京基礎研究所入所。現在, 大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻助手, 博士 (工学)。知的 Web 技術, パーソナライゼーション, テキストマイニングの研究に従事。平成 17 年 3 月インタラクティブ 2005 ベストペーパー賞, 平成 18 年 1 月 ACM IUI2006 Best Paper Award。各受賞。IEEE ほか会員。



松下 光範 (正会員)

1995 年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻博士前期課程修了。同年, 日本電信電話 (株) 入社。現在に至る。インタラクティブデザイン, 自然言語理解に関する研究に従事。博士 (工学)。1996 年度人工知能学会全国大会優秀論文賞, 平成 14 年度情報処理学会論文賞, 平成 17 年度電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション賞ほか各受賞。日本ファジィ学会, 情報処理学会, ACM 各会員。