

# ウェブナビゲーションの認知モデル

北島 宗雄<sup>\*1</sup>

## A Comprehension-Based Model of Web Navigation

Muneo Kitajima

**Abstract** -- CoLiDeS, a comprehension-based cognitive model of web navigation, offers a theoretical explanation of the impasses users often encounter during information search and retrieval from the WWW, and also identifies the determinants of success cases. In this model, acting on a single web page screen object is regarded as the outcome of a multi-step process: (1) parsing the current display containing up to about 200 screen objects into five to ten top-level schematic objects, (2) focusing on one of these top-level schematic objects, (3) comprehending and elaborating the screen objects within the focused-on area, and then (4) selecting one of the actual screen objects as the target for the next action, the object whose representation bears the highest degree of semantic similarity to the user's goal.

**Keywords** WWW, 認知モデル, 情報検索, ウェブナビゲーション

### 1. はじめに

2000年1月現在のウェブサイトの総数は1,000万にも及んでいると推定されている<sup>[8]</sup>。ウェブサイトを開設する目的も、エンターテインメント、ショッピング、教育、情報提供、組織紹介、コミュニティなど、多岐にわたっている<sup>[1]</sup>。しかしながら、そのウェブサイトに探している情報があるとわかっていながら、その情報を探し当てることができないことがしばしばあり、ウェブの利用がかならずしも効率的に行われていないというのが現状である。実際、Spool<sup>[9]</sup>はいくつかのウェブサイトを対象として、被験者にそれぞれのサイトで提供されている情報を探索させたが、その成功率は12%から43%と非常に低かった。

どのようにしたらより使いやすいウェブサイトをデザインできるかということに関していくつかのガイドラインが提案されている<sup>[8]</sup>。しかしながら、他のガイドラインがそうであるように、ウェブサイトやウェブページのデザインのためのガイドラインもその全体が必ずしも首尾一貫しているわけではない。例えば、ハイパーリンクの内容をわかりやすくするためには、どこにリンクしているのかがわかるように、リンクのラベルはあまり単純で簡潔すぎてはならない。しかし、その一方で、ユーザがウェブページを開いたときにはページの内容を「読む」のではなく、「走査」することが知られている。走査を効率的に行うにはラベルは簡潔なほうがいい (<http://www.useit.com/alertbox/>)

情報(コンテンツ)を提供するためのインフラ(インターネット)が整備される中で、そのインタフェース(ウ

ェブサイト)のデザインは、情報環境の有益さを高める上で非常に重要な役割を果たす。しかしながら、現在のウェブサイトのインタフェースデザインがその役割を十分に果たしているとはいえない。

この問題に対するひとつのアプローチの仕方は、ウェブを利用しようとするユーザが、どのようにして個々のページと接するのかを認知のレベルで理解し、そこでの知見をウェブサイトのデザインに反映させるというものである。認知レベルの理解に基づけば、先に例示したような一見相矛盾するガイドラインも、適用できる状況が認知レベルでは違っていたためであったということがわかるだろう。

本論文では、ユーザがウェブサイト上でタスクを遂行する過程の認知モデル、CoLiDeSモデル、(Comprehension-based Linked model of Deliberate Search)についてその概略を簡単なシミュレーションを示すことによって説明する。

### 2. CoLiDeS モデル

CoLiDeSモデルは、我々がこれまでに研究を進めてきたオフィスアプリケーションを利用するユーザの認知モデル<sup>[3, 4, 5]</sup>をウェブを利用する場面に適用できるように拡張したものである。ベースにしている認知アーキテクチャは文章理解の理論から生まれてきたConstruction-Integration Architecture<sup>[2]</sup>である。

これらのモデルでは、ユーザはウィンドウやメニューなどのインタフェース要素に関する知識、及び、タスクに関する知識は持っているとして仮定し、ユーザが今までに経験したことない局面、例えば、普段利用しているアプリケーションで利用したことのない機能を使う、あるいは

\*1: 工業技術院 生命工学工業技術研究所 人間情報部

\*1: National Institute of Bioscience and Human-Technology, AIST, MITI

は、Windows で行っていたタスクを Macintosh で行う、といったような局面で、すでに持っている知識を利用して、タスクを遂行するのに必要な操作を選択する操作選択プロセスのモデル化を行っている。ここで生成される操作系列は、以前に経験し記憶に蓄積されているものを想起して生成されるのではなく、ディスプレイに表示されている情報をそのときのタスクの文脈に即して理解し、インタフェース要素に関する知識を利用して生成されるものであり、柔軟で適応的な操作選択過程がモデル化されている。

さて、ウェブページが表示されたとき、ユーザはハイパーリンクの選択やナビゲーションボタンの選択を行って、タスクを遂行しようとする。ウェブの利用とオフィスアプリケーションの利用の決定的な相違点は、1回のマウスクリックで生じるディスプレイ上での変化の大きさにある。実際、オフィスアプリケーションでは、インタフェース要素であるメニュー、ツールバー、ラジオボタン、チェックボックスなどをクリックしたときに生じる変化は局所的であることが多い。したがって、次の操作の選択をディスプレイのどこに着目して行えばいいかということについて迷うことは少ない。一方、ウェブページのハイパーリンクをクリックするとページの大分が書き換えられることが多い。そのため、次に操作を行う場所を選択すること（アテンションプロセス）が重要になる。CoLiDeS モデルは、オフィスアプリケーションのモデルにアテンションプロセスを付加し、ウェブユーザのインタラクション過程のモデル化を行っている。

### 2.1 認知プロセス

CoLiDeS モデルでは、ユーザは、いわゆる Hill Climbing と呼ばれる戦略を適用して、操作の選択を行うと仮定する。これは、Construction-Integration Architecture<sup>[2]</sup>に基づいている。このプロセスを簡単に記述すれば次のようになる。

- 1) ゴールの形成: タスクゴールをサブゴールに分解する。
- 2) アテンションプロセス: ゴールが与えられたとき、ゴールの記述に最も類似したオブジェクトに着目する（類似度の定量化については後述）。これには、ウェブページからタスクに関連する部分を抜き出す領域分割、その中からひとつの領域を選択する領域選択が含まれる。
- 3) 操作選択プロセス: 選択された領域からオブジェクト（テキストリンク、グラフィックリンク、タブメニュー、等）を選択し、それに対して実行する操作を選択する（クリック、ドラッグなど）。これには、選択された領域に含まれるオブジェク

トの意味を理解するページ理解、その理解をもとにゴールに意味的に最も類似したオブジェクトを選択し、適切な操作を選択する操作選択が含まれる。

そして、ゴールが達成されるまで、アテンション・操作選択の基本サイクルを繰り返す。

### 2.2 類似度の定量化法

CoLiDeS では、どのオブジェクトを選択するか判断はゴールとそのオブジェクトの類似度に基づいてなされる。ここで、類似度は、LSA (Latent Semantic Analysis) として知られている手法を用いて行う<sup>[7]</sup>。LSA は単語とそれが現れる文脈（ドキュメント）の関係を統計的に評価する手法であり、各単語および文脈は約 300 次元の意味空間内のベクトルとして表現されている。単語が複数ある場合には、合成語の意味はベクトルを合成することによって表現される。合成語間の類似度は、この意味空間を利用して定義できる。http://lsa.colorado.edu には、米国大学生の語彙レベルに基づいて構成した意味空間をもとに、インタラクティブに、語や合成語間の類似度を得ることができるウェブページが提供されている。

### 2.3 知識

上述の認知プロセスでは、次の 3 種類の知識が利用される。

- 1) ゴールスキーマ: 特定のウェブページで実行するタスクをサブタスクに分解するための知識。
- 2) ページスキーマ: ウェブページがどのように提示されるかということに関する知識。
- 3) 操作知識: ウェブページに表示されるオブジェクトに対して実行できる操作をタスクの文脈に応じて選択するための知識。

以下では、オンライン書店で行うタスクを想定し、熟練ユーザの知識を例示する。

ゴールスキーマ:

- 1) サイトで遂行することができるタスク: 特定のジャンルの本を探す、特定のジャンルの本を閲覧する、特定の本を注文する、等。
- 2) サイトで扱っている項目の属性: 本については、タイトル、著者、出版社、出版年、ISBN、ジャンル、等。CD については、タイトル、演奏者、ジャンル、録音年、等。
- 3) タスクを遂行するための一般的な手順 (スクリプト): 特定のジャンルの本を閲覧するには、まず、閲覧を行うためのサブサイトに行く、等。

ページスキーマ:

- 1) サブサイト: 当該ホームページでどのようなサブサ

イトが提供されそうかということについて知っていることが必要である。例) 本、CD、ベストセラー、オークション、注文、等。

- 2) ホームページの視覚的デザイン：当該ホームページにおいてどのような情報がどのようなインタフェーススタイルを用いて提供されているかを知っていることが必要である。例) サイトのロゴがページ上左端に表示されている、サブサイトがタブメニュースタイルを用いて表示されている、サブサイトがリストスタイルを用いて表示されている、サイトサーチエンジンがウインドウスタイルを用いて表示されている、等。
- 3) サブサイトホームページの視覚的デザイン：各サブサイトのホームページにおいてどのような情報がどのようなインタフェーススタイルを用いて提供されているかを知っていることが必要である。例) 閲覧サブサイトではトピックがリストスタイルで表示されている、サーチサブサイトではサーチウィンドウが表示され、結果はリストスタイルで表示される、等。

過去の経験：頻繁に当該サイトを利用していることにより、特定のタスクゴールを達成した経験（エピソード）が記憶に蓄積されている。再度、そのタスクを実行する際に、それが想起され、利用される。エピソードには、タスクゴール、それを達成する際に選択したウェブページのハイパーリンク、そのラベル、選択後に表示されるページの視覚イメージが含まれる<sup>[5]</sup>。

### 3. シミュレーション

オンライン書店（Amazon.Com）で「認知科学に分類されている本を閲覧する」というタスクをユーザが遂行する過程を、CoLiDeS モデルに基づいてどのようにシミュレートできるかを示そう。

- 1) ゴールの形成：タスクゴールを「閲覧サブサイトに行く」「トピック「認知科学」を選ぶ」というサブゴールに分解する（ゴールスキーマの適用）。
- 2) 領域分割：ホームページに関する知識を用いて領域に分割する（ページスキーマの適用）。図 1。
- 3) 領域選択：当該サイトを「閲覧サブサイトに行く」というサブゴールのもとで利用した過去の経験にしたがってタブに着目する。
- 4) 操作選択：タブのラベルを認識し、過去の経験にしたがって BOOKS を選択する。図 2 が表示される。
- 5) アテンション：(3)と同様にして、タブに着目する。
- 6) 操作選択：(4)と同様にして、BROWSE SUBJECTS を選択する。図 3 が表示される。
- 7) アテンション：閲覧サブサイトにはトピックのリス

トが表示されるという知識を利用して領域を分割し、その領域を選択する。ここで、領域には“Browse Subjects”というラベルが付されているが、直前の操作で選択したタブのラベルと同じであることから、選択が促進される（ラベル追従ストラテジ<sup>[4]</sup>）。

- 8) 操作選択：一覧されているトピックを理解し、Cognitive Sciences にもっとも類似した Science を選択する。図 4 が表示される。ここで、類似度は LSA によって与えられる。Cognitive Sciences と Science の類似度は 0.56 であり、トピック中、最大。
- 9) アテンション：(7)と同様にして、領域を分割し、ラベル追従ストラテジにしたがって Science のトピックがリストされている領域（“Science”というラベルが付されている）を選択する。
- 10) 操作選択：(8)と同様に、トピックを理解し、Cognitive Sciences にもっとも類似した Behavioral Sciences（類似度 0.69）を選択する。図 5 が表示される。
- 11) アテンション：(9)と同様にして、領域を分割し、ラベル追従ストラテジにしたがって、Behavioral Sciences のトピックがリストされている領域（“Behavioral Sciences”というラベルが付されている）を選択する。
- 12) 操作選択：(10)と同様に、トピックを理解し、Cognitive Sciences を選択する。

### 4. むすび

本論文では、CoLiDeS モデルの概略を簡単なシミュレーションを示すことによって説明した。冒頭で触れたリンクのラベルに関する相矛盾する 2 つのガイドラインも、アテンションプロセスと操作選択プロセスにおいて必要とされる情報が異なっていることを考慮すれば、適切に適用することが可能になる。また、求めている情報がウェブの深い階層にあるような場合、そこにたどりつくまでに何回もハイパーリンクをたどらなければならない。このタスクは、繰り返し実行されるアテンションプロセス、操作選択プロセスをすべて正しく行えて初めて成功する。適切にユーザのタスクを支援するようにウェブサイトがデザインされていない限りこれは非常に困難なことである。

本論文ではページ数の関係で論じることができなかったが、文献[6]では、ここでの考察をさらに深め、Hill Climbing が失敗したときにユーザがどのような操作を選択するのか、また、Hill Climbing が失敗する理由について、CoLiDeS モデルに基づいて考察し、情報を探し出す成功率を高めるための方法について提案している。今後は、医療情報提供サイトや意思決定サイトも対象に含めて、ユーザのタスクの分析、知識の表現、アテンション・



図 1: ホームページを領域に分割する  
Figure 1: Parse the homepage.



図 4: Science のトピックのリストに着目し、Behavioral Science を選択する  
Figure 4: Focus on the list of topics of Science, select Behavioral Science.

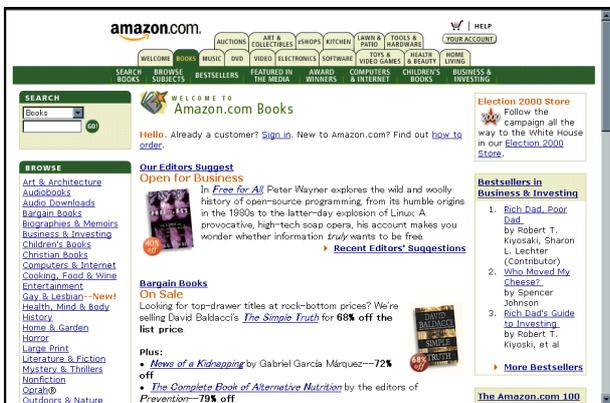


図 2: BOOKS サブサイト。タブメニューに着目し、BROWSE SUBJECTS を選択する  
Figure 2: BOOKS subsite. Focus on the tab menu, select BROWSE SUBJECTS.



図 5: Behavioral Science のトピックのリストに着目し、Cognitive Sciences を選択  
Figure 5: Focus on the list of topics of Behavioral Science, select Cognitive Sciences.

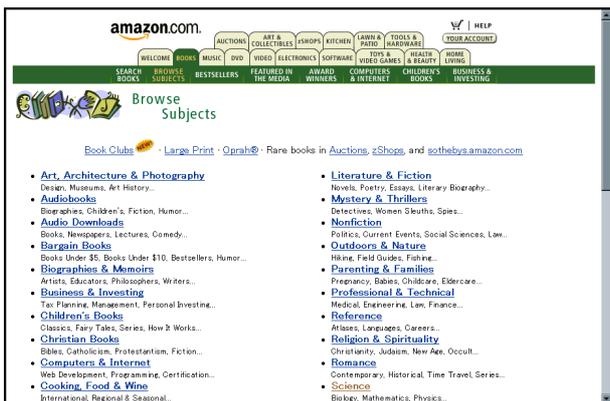


図 3: BROWSE SUBJECTS サブサイト。トピックリストに着目し、Science を選択する  
Figure 3: BROWSE SUBJECTS subsite. Focus on the topic list, select Science.

操作選択プロセスのシミュレーションを行い、ユーザの視座に立ったウェブサイトの設計方法の確立を目指して研究を進めていく。

### 5. 参考文献

[1] Fleming, J.: *Web Navigation: Designing the User Experience*, O'Reilly & Associates (1998).

[2] Kintsch, W.: *Comprehension: A Paradigm for Cognition*, Cambridge University Press (1998).

[3] Kitajima M. & Polson, P.G.: A comprehension-based model of correct performance and errors in skilled display-based, human-computer interaction, *International Journal of Human-Computer Studies*, **43**, 65-99 (1995).

[4] Kitajima, M. & Polson, P.G.: A comprehension-based model of exploration, *Human-Computer Interaction*, **12**, 345-389 (1997).

[5] Kitajima, M., Soto, R., & Polson, P.G.: LICAI+: A comprehension-based model of the recall of action sequences. *2nd European Conference on Cognitive Modelling (ECCM'98)*, 82-89 (1998).

[6] Kitajima, M., Blackmon, M.B., & Polson, P.G.: A Comprehension-Based Model of Web Navigation and its Application to Web Usability Analysis. *HCI 2000, the 14th Annual Conference of the British HCI Group*, (2000).

[7] Landauer, T.K. & Dumais, S.T.: A solution to Plato's problem: The latent semantic analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge, *Psychological Review*, **104**, 211-240 (1997).

[8] Nielsen, J.: *Designing Web usability*, Indianapolis: New Riders Publishing (2000).

[9] Spool, J.M., Scanlon, T, Schroeder, W., Snyder, C., & DeAngelo, T.: *Web site usability: A designer's guide*, San Francisco: Morgan Kaufmann (1999).