

情報探索の認知モデル

北 島 宗 雄*

* 産業技術総合研究所，茨城県つくば市東 1-1-1

* National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

1-1-1 Higashi Tsukuba Ibaraki 305-8566, Japan

* E-mail: kitajima@ni.aist.go.jp

キーワード：認知モデル，探査学習，ラベル追従ストラテジ，情報探索，情報香，潜在意味解析，cognitive model, learning by exploration, label-following strategy, information search, information scent, latent semantic analysis

JL 002/02/4202-0086 ©2006 SICIE

1. まえがき

われわれが日常的に暮らしていく中で「情報を探索する」という局面に遭遇することは非常に多い。たとえば、ウェブである話題に関する情報を探す、オフィスのコンピュータの中から過去のメールを探す、あるいは、自動券売機の表示のなかからつぎの操作に必要な情報を探す、などである。このような場合に、情報が簡単に見つかる場合もあれば、なかなか見つからない場合もある。では、これらの「情報を探索する」という局面において、われわれはどのような認知的な活動を行っているのであろうか。情報探索の容易さは、どのような要因が決定しているのであろうか。本稿では、情報探索の認知モデルである「探査学習のモデル」および「ウェブにおける情報探索のモデル」について概説し、現代の産業システムや製品の利用者である人間の情報探索に関する特性についての理解を深め、適切な「人間-システム・製品環境」の関係を築き上げることが促進されることを目指したい。

2. 探査学習のモデルの概要

2.1 ユーザの操作発見行動の特徴

情報機器を操作する場面を考えてみる。利用局面としては、2つの局面が考えられる。

一つは、日常的に何回も繰り返し行っている操作を行うという局面である。このような場合には、操作系列が自動的に実行される。たとえば、自動車をスタートさせる、自分の携帯電話でメールを読む、コンピュータを終了させる、などである。

もう一つは、初めて操作を行うという局面、あるいは、何回か行ったことはあるが操作系列が自動化されるまでには至っていないという局面である。このような場合には、操作系列が記憶から引き出されるわけではないので、適切な操作を発見しなければならない。操作発見に動員される認知的資源としては、現在のゴール、現在のインタフェースの状態の表現、タスクに関連する知識、インタフェースに関する知識、アフォーダンスがある。ユーザはこれらを利用して、現在のゴールを達成するのにもっとも有効と考えられる操作を実行する。これが、探査学習のモデルで扱うインタラクションの局面である。

“PHSの音量を小さくする”というゴールをユーザが達成しようとするプロセスをシミュレートし、探査学習による操作の発見がどのように行われるのかを見ていこう。図1(A)は、PHSの初期画面である。ここで、ユーザはジョイスティックを押下し、メニューを表示させる。図1(B)が表示されるので、ジョイスティックを2回右に倒し、スピーカーアイコンにカーソルを合わせ、押下する。図1(C)が表示されるので、ジョイスティックを1回下に倒し、“着信音量設定”にカーソルを合わせ、押下する。すると、図1(D)が表示され、音量の現在の設定状態がインジケータにより示される。ここまでの操作の決定には、主として、ジョイスティックによるメニュー操作に関する知識、スピーカーアイコンとゴールの関連性の認知、メニュー文言とゴールの関連性の認知が関与している。

では、図1(D)の状態では、次に何を行うだろうか。音量を小さくするためにはインジケータの目盛りを減らせばいいので、ジョイスティックを「小」の方向に倒すことが考えられる。ところが、このPHSの場合、ジョイスティックを左に倒しても画面は何も変化しない。そこで、ユーザは、選択した操作が適切でなかったと考え、他の操作の可能性を探る。ジョイスティックのすぐ上のところの「音量」というラベルを発見し、ジョイスティックの上下と音量の大小が対応付けられると考えれば、ジョイスティックを下に倒して音量を小さくしようとするだろう。実際、この操作により、音量インジケータの目盛りが減るので、正しい操作であったことが分かる。

以上に述べたシミュレーションを表1にまとめた。このように整理してみると、目標達成に向けてのユーザの操作発見行動は、システムティックであり、インタフェース探査、操作選択・実行、操作結果の評価の繰り返しになっていることが分かる。したがって、新奇のインタフェース場面に遭遇し、所与の目標を達成するためにユーザが取る行動は、図2のように表現できる。

2.2 操作発見行動のモデル化：探査学習のモデル

Polsonら¹³⁾は、前節で示したユーザの行動を説明するモデルとして“探査学習のモデル”を提案した。モデルは、以下の3コンポーネントからなっている：

1. 問題解決コンポーネント：操作を発見するプロセス。初めて遭遇する状況において、ユーザはラベル追従スト

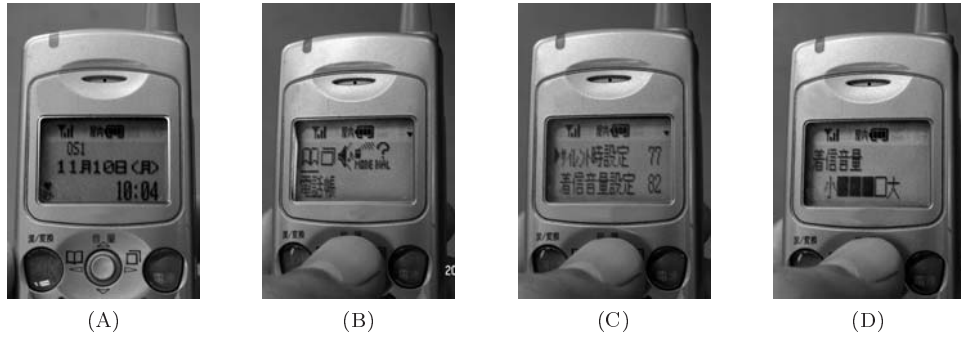


図1 PHSの音量を小さくするプロセスのシミュレーション

表1 “PHSの音量を小さくする”というゴールをユーザが達成しようとするプロセスのシミュレーション

1回目	
1) 探査	パネルを探査し、液晶ディスプレイの音量インジケータの値を小さくするという目標は達成できるだろうと考える
2) 操作選択・実行	その方向にジョイスティックを動かすという操作を選択し、実行する
3) 評価	音量インジケータは変化しないことを確認し、タスクが進展していないと評価する
2回目	
1) 探査	再度、パネルを探査し、ジョイスティックの上部に“音量”ラベルがあるのを見つけ、コントロールの下方向への移動と音量の減少が対応するだろうと考える
2) 操作選択・実行	その方向にジョイスティックを動かすという操作を選択し、操作を実行する
3) 評価	音量インジケータの目盛りが小さくなるので、目標が達成されたと評価する

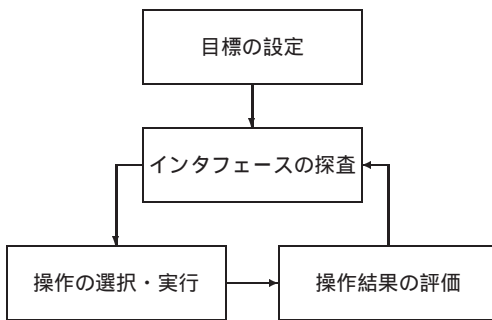


図2 ユーザの操作発見行動の特徴

ラテジ (label-following strategy, 後述) を適用して操作の発見を試みる。

2. 学習コンポーネント：操作結果を分析し、ルールとして蓄えるプロセス。因果関係を分析しプロダクションルールを生成する。
3. 実行コンポーネント：問題解決を行うか、過去の問題解決エピソードにより利用できるようになったルールを利用するかを決定するプロセス。

ユーザは、初めてタスクを遂行するときには、利用できる資源を活用して問題解決を行う。うまくいけば、それを記憶・学習する。再度、同じ事態に遭遇したときは、初めてのときと同じように問題解決を行う場合もあれば、過去の成功の記憶を呼び出して、操作を思い出し実行する場合もある。

本稿では、問題解決コンポーネントについて、さらに解説を加える。

2.3 問題解決コンポーネントの処理プロセス

問題解決コンポーネントは、以下のプロセスよりなる。先に示した PHS の音量を小さくする例を引きながら、説明する。

1. ゴール構造の生成：タスクが与えられると、ゴール構造を生成する。タスクを遂行するためにどのようなゴールを達成しなければならないかということに関する曖昧な理解に基づいて生成されるので、不完全である。“PHSの音量を下げる”は最上位のゴールであるが、ユーザは、インタフェースに関する一般的な知識や、この種の機器を利用した経験を使って、それを下位ゴールに展開するだろう。たとえば、“音量設定値を下げる”メニューから音量設定機能を選択する、というような、ゴールの階層構造が生成されるだろう。図2の目標の設定に相当。
2. ゴールの選択：状況を考慮し、当面実行するゴールを選択する。図1(D)では、“音量設定値を下げる”というゴールが設定される。図2のインタフェースの探査に相当。
3. 知識の活性化：関連知識を活性化し、ネットワークを形成する。当面実行しようとするゴールは、他のゴール、背景知識、環境にあるオブジェクト、アクションとリンクされる。活性化された知識の中には、不必要なものも含まれている。また、必要なものが活性化されていない場合もある。図1(D)では、“PHSのジョイスティックのラベル△の上に「音量」というラベルがある”というインタフェースに関する知識は、正しい操作を行うのに必要な知識であり、図1(A)の状態の

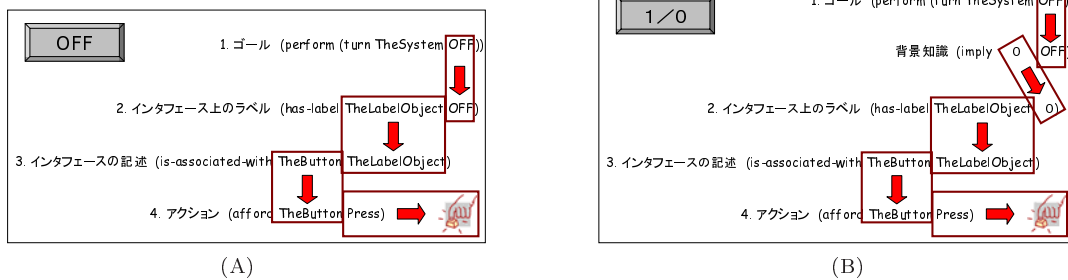


図3 ラベル追従ストラテジがはたらく仕組み。

ときに活性化された可能性があるが、図1(D)の状況で、再活性化されない可能性がある。この場合、ネットワークに含まれない。一方、“ジョイスティックは左に移動できる”，という操作に関する知識は、正しい操作の選択のためには不要だが、ジョイスティックがあるために活性化され、ネットワークに含まれる。図2のインタフェースの探査に相当。

4. 活性伝播：活性を最上位のゴールからアクションに向かって伝播させる。図2の操作の選択・実行に相当。
5. アクションの選択：アクションが十分に活性化されると、そのアクションが実行される。図1(D)では、最初の試行では、“ジョイスティックを左に倒す”という操作が“ジョイスティックを下に倒す”という操作よりも高く活性化され選択される。図2の操作の選択・実行に相当。
6. 新たなゴールの生成：システムからの応答を観測・解釈し、達成済みのゴールを脱活性化し、新たなゴールを生成する。また、アクションの実行に伴い環境も変化する。図1(C)では、ゴール“メニューから音量設定機能を選択する”のもと、メニュー項目“着信音量設定”を選択し、新たな画面、図1(D)が提示される。もはやメニュー画面ではないので、このゴールは完了・消失する。ここで、“インジケータの目盛りを下げる”というゴールが生成される可能性がある。図2の操作結果の評価に相当。
7. ゴール構造の更新：ゴール、および、現在の環境を表現する記述がネットワークにリンクされる。図1(D)の画面情報、ゴール“インジケータの目盛りを下げる”が、新たにネットワークに加わる。ゴールの選択のステップに戻る。図2の操作結果の評価に相当。

2.4 ラベル追従ストラテジ (Label Following Strategy)

ここで、問題解決プロセスのステップ3~5について、さらに説明を加える。これらのステップでは、ユーザは、設定されたゴールを達成するために操作を選択する。以下に示すように、ゴールの表現に合致するラベルをもつインタフェースオブジェクトが操作対象として選択されることから、これらのステップによって記述されるユーザ行動の背

景にある行動戦略をラベル追従ストラテジと呼んでいる。ゴールとして“システムをOFFにする”が設定されているという状況を考える。

図3(A)では、操作パネル上に、ボタン **OFF** が存在している。このとき、知識の活性化プロセス(ステップ3)において、さまざまな知識が活性化され、ネットワークを形成することになるが、以下に示す知識が、操作の選択・実行においては重要である。

1. (perform (turn TheSystem OFF))：“システムをOFFにする”というゴールの表現
2. (has-label TheLabelObject OFF)：“OFFというラベルのついたオブジェクトがある”というインタフェースの表現
3. (is-associated-with TheButton TheLabelObject)：“そのオブジェクトはボタンと関連している”というインタフェースの表現
4. (afford TheButton Press)：“ボタンは押すことができる”というインタフェースのアフォーダンス

ネットワークのリンクは、活性化された知識に含まれる共通概念によって確立される。この例の場合には、図3(A)に示したように、OFF, TheLabelObject, TheButtonが、知識を結びつける共通概念となっている。活性伝播プロセス(ステップ4)においては、これらのリンクを介して、活性がゴールからネットワーク内に伝播し、アクション Pressの活性が高まる。アクションの選択プロセス(ステップ5)において、最も活性の高い操作として、“OFFというラベルのついたボタンを押す”が、選択される。

システムをOFFにするためにボタン **OFF** を押す、という操作は、非常に簡単そうに見えるが、実際は、上記のような操作選択にかかわる知識の間にリンクが存在することによって初めて可能になる。しかし、このリンクは、非常に簡単に壊れる。図3(B)に示したように、ボタンが **1/0** であった場合には、ゴールの表現とインタフェースの表現を結びつける知識、

(imply 0 OFF)：“0はOFFを意味する”という一般的な知識

がネットワークに含まれていない場合には正しい操作は実

行できない。あるいは、ボタンとラベルが離れている場合や、オブジェクトが押すことをアフォードしない場合も操作リンクが壊れ、操作は実行できなくなる。

3. ウェブにおける情報探索モデルの概要

ウェブでリンクをたどりながら情報探索を行っている局面を考える。探査学習のモデルが対象としている局面においては、ゴールはインタフェース上での操作を実行することにより達成されるが、ウェブにおいては、インタフェース上の操作は主としてリンクの選択になる。そこで、前述のリンク選択プロセスは、以下ようになる。

1. (perform (search TOPIC)): “TOPICを探す” というゴールの表現
2. (has-label TheHyperLink Text): “Text というラベルのついたハイパーリンクがある” というインタフェースの表現
3. (is-associated-with TOPIC Text): “Text は TOPIC と関連している” というゴールとリンクラベルの関連性
4. (afford TheHyperLink Press): “ハイパーリンクは押すことができる” というインタフェースの知識

ここで、ゴールとリンクラベルの関連性がリンクの選択に重要な役割を果たす。これは、情報香 (information scent) とよばれる^{5), 12)}。ユーザは、あるウェブページから始めて、順次、適切と思われるリンクを選択して最終的に求めている情報を含んでいるページにたどり着く。このプロセスを、求めている情報が発している香りに誘導されてページを選択していくことに見立て、途中のページでは、強い情報香を放っているリンクラベル、つまり、ゴールとの関連性が強いと考えられるものが選択されると考える。

3.1 CoLiDeS モデル

ユーザのウェブサイトナビゲーションプロセスをシミュレートする認知モデル CoLiDeS モデル⁸⁾ について以下に説明する。CoLiDeS モデルがユーザのウェブナビゲーションプロセスのよいモデルになっていることは、CoLiDeS モデルに基づくユーザビリティインスペクション法 CWW (Cognitive Walkthrough for the Web) の成功により立証されている^{1)-3), 14)}。

CoLiDeS モデルは、**C**omprehension-based **L**inked model of **D**eliberate **S**earch (意図的探索の理解に基づくネットワークモデル) の略であり、デスクトップアプリケーションにおいて正しい操作を探索により発見し実行するプロセスをシミュレートする認知モデル (LICAI モデル⁹⁾、**L**inked model of **C**omprehension-based **A**ction planning and **I**nstruction taking の略) をウェブ探索に適合するように拡張したものである。これらは、いずれも文章理解・問題解決の認知モデルである Kintsch⁷⁾ の構築統合理論 (Construction-Integration Theory) にその基礎

を置いている。

CoLiDeS モデルでは、ユーザの情報探索プロセスとしてつぎのものを仮定する: ユーザは、訪問したウェブサイトにおいて獲得したい情報を求めてサイト内ページのナビゲーションを行う。その際に、ユーザは探索ゴールに最も類似したアクション (情報香の強いオブジェクトに対するアクション) を選択することによる前方探索を行う。ここで、“アクション” は、心的行為、運動行為の両方を意味し、前者には、ウェブページ内の特定の領域 (例えば、サイトナビゲーションバー、サイトロゴ、プロモーションなど) に注意を向ける、などが、後者には、リンクをクリックする、などが含まれる。この仮定は、ウェブサイトユーザビリティに関する他の研究^{4)-6), 11), 12)} と共通した仮定である。

図 4 は、CoLiDeS モデルによるユーザのリンク選択プロセスのシミュレーションを模式的に示している。ここで想定している状況は、「あるユーザが、“休暇を利用して家族でニュージーランドに旅行し、ハイキングをしようと考えている。…” という情報探索ゴールを抱いてこのサイトを訪れた」というものである。シミュレーションは以下のように進む。

ユーザは、まず、ページの全体をパーズングし、7つの部分領域に分割する。そして、コンテンツ領域を、次に操作を行うべき領域として選択する。さらに、選択した領域をパーズングし、次に注意を向けるべき領域を選択しようと試みる。しかし、一つに絞り込むことができない。最左端の領域 International と Other Sites が候補に挙がるが、前者を選択する。次に、この領域に含まれるリンク、Africa, Asia, Europe, North America, Oceania, South America, Intl. Park/Govt. から一つを選択しようと試みる。しかし、いずれのリンクもゴールとの関連が深いとは判断できず、どれも選択できない。

ここで、正しいリンクは Oceania であったが、上記シミュレーションでは、ユーザの持っている知識では New Zealand と Oceania を関連付けることができなかった。つまり、このユーザは、Oceania から十分な情報香を嗅ぎ取れなかった。

3.2 ウェブにおける情報探索が困難になる場合

CoLiDeS モデルは、ある情報を獲得しようとしてあるサイトを訪れたユーザが前方探索を行ってサイト内ナビゲーションを行うプロセスをシミュレートする。このシミュレーションの内容を吟味することにより、ウェブページが適切な情報香を発していないために正しいリンクの選択が難しくなる場合を同定できる。このような場合には、そのウェブページはユーザビリティの問題を持っていることになる。

以下に、情報香に関わる 4 つの問題を示す:

1. 情報香の弱いリンク (weak scent link): 正しいリンクとユーザゴールの意味的な類似性の程度が弱いという問題。このような場合、ユーザは正しいリンクの

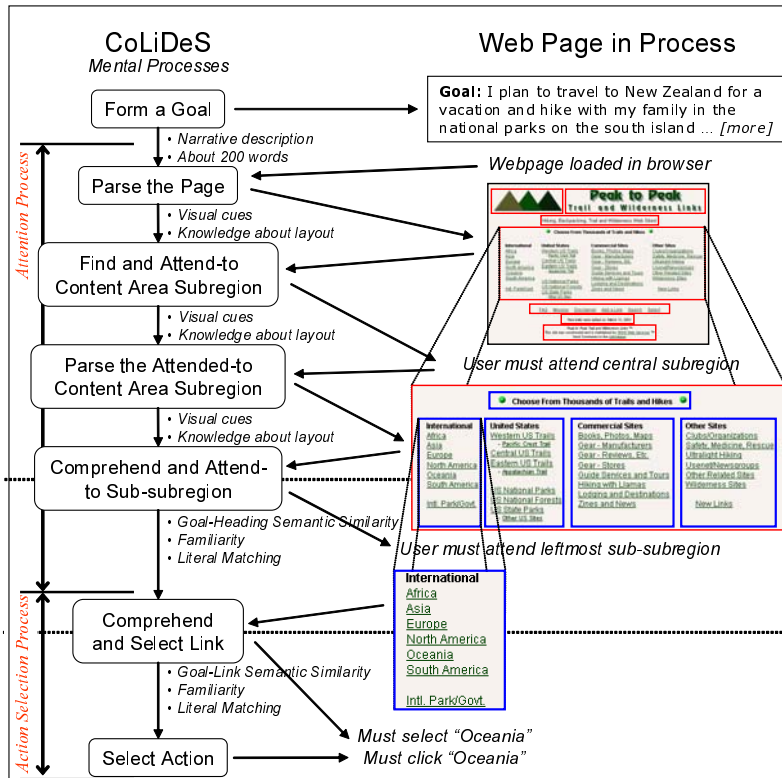


図4 CoLiDeSモデルによる Peak to Peak のホームページ (<http://www.peaktotoppeak.net>) で探索を行うプロセスのシミュレーション

意味は適切に理解するものの、それが見込みのある操作対象であると判断する可能性が低い。

2. 馴染みのない見出し・リンク (unfamiliar heading/link): 正しいリンクやそれが含まれている領域の見出しを理解するのに必要な知識を欠いているという問題。リンクや見出しに出現頻度が低い言葉が使われていたとき、たとえ、探索ゴールとの意味的類似性が高かったとしても、それを選択するのに十分な情報香が知覚されない。例えば、図4の Oceania と New Zealand は、意味的には類似しているが Oceania の出現頻度が低いので情報香は小さい。
3. 競合する見出し (competing headings): ある見出しによって指定される領域について、その領域内のリンクを選択しても探索ゴールを達成できないにもかかわらず、その領域が十分な情報香を発しているという問題。この問題は、重大な問題に繋がる危険性がある。CoLiDeS モデルでは、ユーザは、競合する見出しに独占的に注意を向け、その領域内のリンクのみを選択対象とすると仮定している。その結果、正しいリンクを含む領域には注意が向かない。間違ったところにはまったくなかなか抜け出せないというガーデンパス問題が生じる。
4. 競合するリンク (competing links): 正しい領域、もしくは、競合する領域に、探索ゴールに意味的に類似

しているが正解ページには導かないリンクが存在するという問題。

3.3 情報香の定量化：潜在意味解析 (LSA)

CoLiDeS モデルでは、探索ゴールと見出し・リンクとの意味的類似度を潜在意味解析 (LSA: Latent Semantic Analysis¹⁰⁾) を用いて計算する。

潜在意味解析とは、さまざまな文脈において語の意味がどのように使用されているかを大規模なテキストコーパスに現れるすべての語や語の集合 (文、節、小論など) に対し統計的な計算 (特異値分解) と次元縮約を施すことによって導出し意味空間として表現する理論である。この理論の根幹をなす考え方は、文脈によって特定の語が現れたり現れないということが、語と語、あるいは語の組み合わせの間の意味的な類似性を決定するというものである。

意味空間は以下の手続きで構成される。まず、テキストコーパスが与えられたとき、ある語がある文脈で現れる頻度を適当に変換して得られる “語 - 文脈” 行列 A (n 語 $\times m$ 文脈, 階数 r) を作成し、 $A = U D_{\lambda} V^T$ の形に分解する (特異値分解)。ここに、 D_{λ} は $\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_r > 0$ (特異値) を対角要素にもつ対角行列、 U 、 V は正規直交ベクトルを列ベクトルにもつ行列 ($U^T U = V^T V = I$) である。 $U = (u_1, \dots, u_r)$ 、 $V = (v_1, \dots, v_r)$ とおけば、 $A = \sum_{i=1}^r u_i \lambda_i v_i^T$ と表せる。ここに、 λ_i は特異値、 u_i 、 v_i

参考文献

は左あるいは右特異ベクトルと呼ばれる。次に、行列 A の階数を r から k に減じることにより $A_k = \sum_{i=1}^k u_i \lambda_i v_i^T$ を作成する。 k は通常 50~1,000 である。この行列は、階数を k とした場合の行列 A の最適近似となることが知られている。それぞれの語や文脈は、左、右特異ベクトルの k 個の要素を用いて k 次元空間のベクトルとして表現される。次元縮約後の行列 A_k においては、もとの行列 A に含まれている語の使用法が多様であることに起因するノイズが除かれ、意味的に近い語が、たとえそれらが同じ文脈に現れていなくても近い場所に配置させられている。米国大学生の言語的知識に対応する意味空間が作成されているが、その場合、 $n = 92,409$, $m = 37,651$, $k = 419$ である (<http://lsa.colorado.edu/>)。

このようにして作成される意味空間が人間の知識を反映していることは、さまざまな方面で検証されている。たとえば、潜在意味解析によって作成された意味空間を用いて語彙テストや読解テストを行ったとき、人間の成績と似たパターンを示すことや、語の分類やカテゴリー判断の結果が人間の行った結果に似ていることが報告されている。

このように、潜在意味解析によれば、語や語の集合は高次元意味空間内の一点 \vec{a} として表現されるので、2つの語・語集合 \vec{a} , \vec{b} の間の距離は、それらベクトル間の関係を定量化して与えられる。CoLiDeS モデルでは、これらの間の距離は $\cos(\vec{a}, \vec{b})$ で与えられる。意味的な類似性(情報香)が高い場合には1に近い値になる。関連がなければ0に近い値になる。

CoLiDeS モデルでは、ユーザは探索ゴールとの意味的類似度が最も大きな見出し領域、リンクを選択すると予測する。意味的類似度を評価する際には、探索ゴールとしては“ニュージーランド旅行”というような簡潔な記述ではなく、ユーザが探索時に抱いていると考えられる動機や探している情報の種類などを含む具体的な記述を用いる。こうすることにより、さまざまな文脈で行われる可能性のある“ニュージーランド旅行”の曖昧性を除去し、意味空間内において、適切に当該ユーザの探索ゴールを表現する点を特定する。

4. あとがき

情報機器を利用する際に適切な操作を発見する、あるいは、ウェブから求めている情報を見つけ出す、という局面において、ユーザは、ラベル追従ストラテジを発動する、あるいは、情報香を追跡するストラテジを発動する。いずれの場合も、ユーザは、環境から得られる情報に関連する知識を活性化し、ゴールの表現と最も適合するアクション・オブジェクトを選択して問題空間内を前進するという前方探索を行っている。これらの行動特性を考慮してシステム・製品をデザインすることにより、円滑な「人間-システム・製品環境」が実現されることが期待される。

- 1) M. Blackmon, P. Polson, M. Kitajima and C. Lewis: Cognitive Walkthrough for the Web, in *Human Factors in Computing Systems (CHI2002)*, 463/470 (2002)
- 2) M. Blackmon, M. Kitajima and P. Polson: Repairing Usability Problems Identified by the Cognitive Walkthrough for the Web, in *Human Factors in Computing Systems (CHI2003)*, 497/504 (2003)
- 3) M. Blackmon, M. Kitajima and P. Polson: Tool for Accurately Predicting Website Navigation Problems, Non-Problems, Problem Severity, and Effectiveness of Repairs, in *Human Factors in Computing Systems (CHI2005)*, 31/40 (2005)
- 4) E. Chi, P. Pirolli and J. Pitkow: The scent of a site: A system for analyzing and predicting information scent, usage, and usability of a website, in *Human Factors in Computing Systems (CHI2000)*, 161/168 (2000)
- 5) G. Furnas: Effective view navigation, in *Human Factors in Computing Systems (CHI1997)*, 367/374 (1997)
- 6) M. Katz and M. Byrne: Effects of scent and breadth on use of site-specific search on e-commerce websites, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, **10**, 198/220 (2003)
- 7) W. Kintsch: *Comprehension: A Paradigm for Cognition*, Cambridge University Press (1998)
- 8) M. Kitajima, M. Blackmon and P. Polson: A Comprehension-based model of Web navigation and its application to Web usability analysis, in *People and Computers XIV*, Springer, 357/373 (2000)
- 9) M. Kitajima and P. Polson: A comprehension-based model of exploration, *Human-Computer Interaction*, **12**, 345/389 (1997)
- 10) T. Landauer and S. Dumais: A solution to Plato's problem: The Latent Semantic Analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge, *Psychological Review*, **104**, 211/240 (1997)
- 11) C. Miller and R. Remington: Modeling Information Navigation: Implications for Information Architecture, *Human-Computer Interaction*, **19**, 225/271 (2004)
- 12) P. Pirolli and S. Card: Information foraging, *Psychological Review*, **106**, 643/675 (1999)
- 13) P. Polson and C. Lewis: Theory-Based Design for Easily Learned Interfaces, *Human-Computer Interaction*, **5**, 191/220 (1990)
- 14) 北島宗雄: ウェブ認知ウォークスルーによるウェブサイトユーザビリティの評価, *日本ファジィ学会誌*, **14**, 446/460 (2002)

[著者紹介]

きたしまむねお
北島宗雄君

1978年東京工業大学物理学卒業。80年東京工業大学理工学研究科修士課程(物理専攻)修了。80年通産省工業技術院製品科学研究所(生命工学工業技術研究所を経て、現、産業技術総合研究所)入所。現在に至る。91年コロラド大学リサーチアソシエイト。人間福祉工学研究部門認知的インタフェースグループ研究グループ長を経て、現在、ユビキタスインタラクショングループ研究グループ長。早稲田大学工学博士。日本知識情報ファジィ学会、日本人間工学会、ACM, Cognitive Science Society 各会員。