

タスク知識に基づくモバイルユーザ支援システム

長沼 武史[†] 菊地 悠[†] 稲村 浩[†] 倉掛正治[†]

[†]株式会社 NTT ドコモ マルチメディア研究所 〒239-8536 神奈川県横須賀市光の丘 3-5

E-mail: [†] {naganuma,hkikuchi,inamura,kurakake}@mml.yrp.nttdocomo.co.jp

あらまし 携帯電話を中心とするモバイルインターネットサービスの発展は目覚しく、様々な情報サービスをいつでも手軽に利用できる環境が構築されてきた。情報サービスを目的に応じて適切に選択することにより、実世界における様々な問題解決が可能となるが、多数の情報サービスの中から問題に応じた適切なサービスを選択するには、利用者自身に高度な情報探索スキルが要求される。本稿は、実世界で利用者が直面する問題に対する情報探索のモデルを格納する知識ベースを構築し、これを情報サービスと関連付けることで、情報探索スキルを持たない利用者でも携帯端末を通じて適切な情報サービスの利用が可能となるモバイルユーザ支援システムを提案する。

キーワード 情報探索, 知識ベース, モバイルインターネット, タスク知識

Mobile User Support System based on Task Knowledge

Takefumi NAGANUMA[†] Haruka KIKUCHI[†] Hiroshi INAMURA[†] and Shoji KURAKAKE[†]

[†] Multimedia Laboratories, NTT DoCoMo, Inc. 3-5 Hikarinooka, Yokosuka-shi, Kanagawa, 239-8536 Japan

E-mail: [†] {naganuma,hkikuchi,inamura,kurakake}@mml.yrp.nttdocomo.co.jp

Abstract The development of mobile internet services is remarkable and an environment where various services can easily be used has been built. Various problems in the real world can be solved by using these services properly. However, the selection of a proper service from many services offered in the network requires the knowledge applying services as the solutions to problems. This paper proposes a system of retrieving proper services to a non-expert mobile user for problem solving. A key component of this system is a task knowledge base which contains knowledge about solutions to problems that a user faces in daily life and mapping between the solutions to services available in the network.

Keyword Information Retrieval, Knowledge Base, Mobile Internet, Task Knowledge

1. はじめに

近年、携帯電話に代表されるモバイルインターネット技術の発展は急速に進み、IP接続可能な携帯電話の普及台数は日本国内だけで6800万台(2004年1月現在)に達している。この高い普及率を背景に、携帯端末からアクセス可能なWebコンテンツも増加を続け、利用者は様々な情報サービスを時間や場所を問わずに利用可能となっている。更に、将来的には、無線LANやBluetooth、RFIDといった近距離無線を用いたユビキタスサービスの実現が予想され、携帯端末を通じて、より多くの情報サービスの利用が可能になると考えられる。利用者は、多種多様な情報サービスを目的に応じて適切に選択することにより、日常生活で直面する多くの問題を場所に縛られることなく解決可能な環境が整ってきたと言える。

利用者に適切な情報サービスを提供するためには、利用目的に応じて、適切な情報サービスの候補を選択し

て提示する知的な情報インフラの実現が重要となる。しかし、現在提供されている情報サービスへのアクセス方式は、依然として、ディレクトリ型検索メニューやキーワード型全文検索が主流となっている。利用者はこれらの検索手段を用いて候補となる情報サービスを選択し、それら候補の中からインデックス記述などをヒントにサービスの内容を判断しなければならない。しかし、提供される情報サービスが増加するにつれ、適切な情報サービスの選択はより困難になると予想される。

一般に、情報サービスは何らかの問題解決のために利用される。情報を利用した問題解決プロセスは6段階のプロセスモデル[1]として定義される(図1)。このモデルにおいて、第三段階「情報源にあたる」、及び第四段階「情報の獲得」が、従来の検索システムのサポート範囲であると考えられる。しかし、適切な情報を利用するためには、第二段階「情報探索戦略」にて、

どのような情報を利用すればよいのかを利用者自身が判断し、決定しなければならない。すなわち、従来の検索システムは、利用者自身に情報探索のスキルを要求するものと言える。

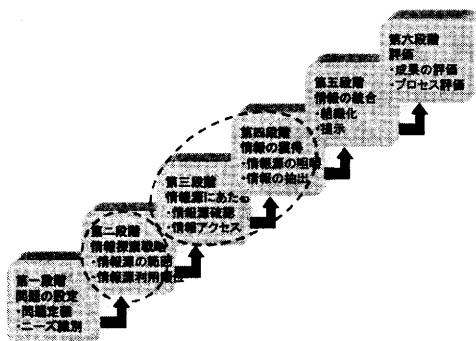


図 1 問題解決プロセスモデル

パソコン等を用いたデスクトップ・コンピューティングにおいては、利用者自身が試行錯誤的にキーワードの入力と提示された情報の検証を繰り返すことにより徐々に目的とする情報を明確化していく。この作業において、利用者は情報探索のスキルを獲得していくことが可能であると考えられる。しかし、携帯端末を用いたモバイル・コンピューティングにおいては、ディスプレイの表示能力や狭い通信帯域、ダイヤルボタンによる文字入力、といった制約により、情報の検証作業は利用者にとって大きな負担となる。したがって、情報探索のスキル獲得も促進されない。このような環境では、情報検索の初期段階で運良く適切な情報を発見した場合や、他人の利用経験（成功体験）を聞いた場合など、あらかじめどのような情報をどういった問題に対して適用すれば良いのか、といった知識を持っている場合しか、適切な情報の利用が出来ていないと考えられる。

本稿は、情報探索のスキルを持たない利用者でも携帯端末を用いて容易に問題解決に必要な情報サービスを発見可能とするモバイルユーザ支援システムを提案する。そして、これを実現するための知識ベースの構築手法と適用する知識の選択方式について議論した後、構築したプロトタイプシステムについて述べる。

2. 背景

2.1. 関連研究

利用者が意図する情報の検索精度の向上を目指した研究としては、適合性フィードバックを用いた手法が多く研究されている[2]。この手法は、利用者が与えた検索語を用いて1次検索結果を提示し、1次検索結

果に対する適合・不適合の評価を利用者が入力することにより、評価情報をシステムにフィードバックし、再検索を行なうことにより検索精度を向上させるアプローチを採用。しかし、1次検索結果に対する利用者の適合・不適合の評価結果を利用していることから、携帯端末などの検索結果の検証が困難な環境に適用することは不適切であると考えられる。

また、利用者が入力した検索文に対し知識ベースを用いた推論を行なうことで利用者の検索ゴールを推定し、別の検索文を生成することにより、情報システムの利用に不慣れな利用者でも適切な情報を検索可能とすることを目的とする研究がある[3]。ここでは、インターネット上のコントリビュータから集められた膨大な知識（常識）を利用することにより、入力された検索文のゴールを推論し、ゴールを達成するための検索結果を提示することにより、利用者の意図にあった情報の提示を可能としている。このシステムは、自然言語で入力された利用者の検索文を解析し知識ベースと照合することによりゴールを推定するアプローチを取っていることから、検索文が短い場合には十分な推論が行えないと考えられる。したがって、文字入力が困難な携帯端末を用いた情報検索に適用するのは困難である。また、インターネットを通じて獲得された知識ベースの精度向上も課題と考えられる。

近年、WWW上の情報リソースにメタデータを付与し、メタデータ間の意味的関係をオントロジーとして明示化することにより、情報リソースを意味的に識別可能とすることを目的とした研究が活発化している[4][5]。情報リソースを意味的に識別可能とすることにより、検索精度の向上や意味情報に基づく情報統合が可能になると考えられる。しかし、これらの研究において取り扱われる意味情報の多くは、記述内容を一意に識別するための情報であり、企業名や人名、製品情報といった汎用的な意味情報が取り扱われている。これら記述内容の識別を目的とする汎用的な意味情報だけでは、利用者の問題解決に必要なとされる情報リソースを識別することは困難であると考えられる。

2.2. アプローチ

情報サービスを用いた問題解決のための情報探索は、設定された問題を解決するために、問題をいくつかのサブ問題に分割することにより実現されると考えられる。文献[6]においては、人間の日常行動の目的を未来の望ましい出来事である「遠隔ゴール」と現在の行為の目的である「直近ゴール」とに区別し、前者により後者が決定され、後者により現実の行動が決定される多重ゴールモデルを提示している。情報サービスを用いた問題解決においては、情報サービスを利用する行

為が上記モデルにおける「直近ゴール」に相当し、情報サービスの利用動機となる目的が「遠隔ゴール」に相当すると考えられる。したがって、情報サービスを具体的手段として用いる問題解決の情報探索とは、利用者が想定する「遠隔ゴール」を、情報サービスが提供する機能に応じて適切な「直近ゴール」へと分割する行為であると考えられる。

上記の考えを具体例に基づき説明する。利用者が直面する問題の具体例として、「週末にテーマパークへ遊びに行こうと思っている。そのためにはどのようなサービスが利用できるだろうか？」といった実世界に即した問題を想定する。この問題に対する情報探索行動としては、例えば、以下の構造が定義される。

- テーマパークへ行く
 - ⇒日程を決定する
 - ⇒移動手段を決定する
 - ⇒移動経路を決定する

上記例においては、“テーマパークへ行く”というタスクが「遠隔ゴール」に相当し、これを実現するためのサブタスクである“日程を決定する”、“移動手段を決定する”、“移動経路を決定する”が「直近ゴール」に相当すると考えられる。ここで3つに分割されたサブタスクに具体的な情報サービスが関連付けられることにより、利用者は問題解決に必要なとされる情報サービスの所在とその利用目的を知ることができる。したがって、情報探索のスキルを持たない利用者に対する情報サービスの利用支援とは、「遠隔ゴール」に相当する上位のタスクを、「直近ゴール」に相当する情報サービスの利用により解決可能なタスクにまで分割することにより達成されると考えられる。

本研究は、上記考えに基づき、上位のタスクを下位のサブタスクへと分割するための知識をタスク知識として定義し、これを構造化して格納するタスク知識ベースの構築を行う。更に、具体的な情報サービスとタスクを関連付ける知識(例えば、「このサービスは映画のチケットを予約する機能を有する」という知識)をサービス知識として定義し、同様にサービス知識ベースを構築する。なお、タスク知識は対象とするタスクの抽象度に応じて、多階層に構築される場合があると考えられる。また、サービス知識は、具体的な情報サービスとタスク知識を関連付けることにより表現される。タスク知識、サービス知識、及び情報サービスの関連を図2に示す。

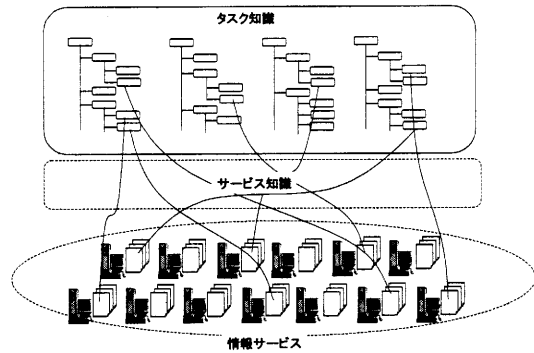


図2 タスク知識とサービス知識

3. 提案システム

3.1. システムアーキテクチャ

提案するモバイルユーザ支援システムのアーキテクチャを図3に示す。提案システムは、タスク知識を格納する Task Knowledge Base (TKB)、TKBと情報サービスの URI (Uniform Resource Locator) を関連付ける Service Knowledge Base (SKB)、携帯端末からの要求に応じて、TKB 及び SKB を探索し応答を返す Knowledge Server (KS)、利用者からの入力を受け付け KS と通信してタスクユニット (TU: TKB の中でルートとなるタスクと、その配下に定義されるすべてのタスクを含む集合) の取得・表示を行なう ClientApp (CA)、により構成される。

利用者は、CA を通じて KS へ TU の取得要求を行なう。KS は要求を解析し、TKB を探索することにより、要求に合致する TU を選択する。更に KS は SKB を探索し、選択した TU と関連付けられるすべての情報サービスの URI を取得し、TU と共に CA へ送信する。利用者は、CA 上に表示された TU を探索し、実行するタスクを選択する。そして選択したタスクに関連付けられた情報サービスの中から実際に利用する情報サービスを選択し、サービスへアクセスする。

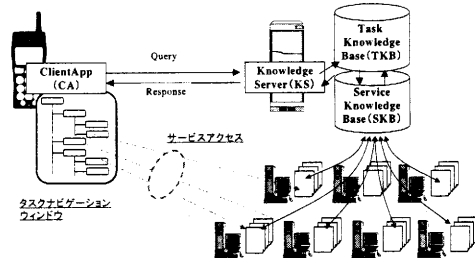


図3 システムアーキテクチャ

3.2. 要求事項

提案システムに対する要求事項として大きく以下の2点が挙げられる。

(1) 大規模なモバイル向け知識ベースの構築

提案システムは利用者の問題解決要求を入力とし、適切な情報サービスの提示を行なうことを目的とするため、利用者の多様な問題解決要求を包含する大規模な知識ベースの構築が要求される。また、小型の入出力インタフェースを備えた携帯端末を対象とすることから、複数の文書集合を出力する方式ではなく、携帯端末で操作しやすい出力方式が要求される。

(2) ユーザ入力に適応するタスクの選択方式

利用者からの入力、メニュー選択、またはテキスト入力のいずれかを選択的に利用可能とすることを想定するが、知識ベースの規模の拡大に応じて、少ないユーザ入力から適切なタスクを選択することが要求される。また、利用者が入力するテキストには、一般名詞に加えて固有名詞も含まれることが想定されるため、いずれの入力の場合でも適切なタスクを選択することが要求される。

るためである。なお、事前に適用する語彙を限定しないことで、統一的な抽象度でタスクを定義することが困難となるため、本研究では、作業員間で利用する語彙レベルを統一するための語彙統合支援ツールを実装した。このツールは、入力した語彙の上位語、同義語、下位語の各々の語が知識ベース中で利用されている頻度を検出する機能を有する。本ツールの利用により、作業員間での利用語彙の揺れを吸収する。

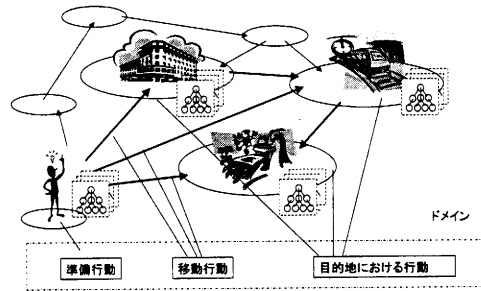


図 4 ドメインモデル

3.3. 知識ベースの構築

タスク知識は、利用者が実世界で直面する抽象的な問題に対応するタスクをルートとし、これを分割していくことにより得られる階層構造となる。情報サービスが提供する機能は、この階層構造に含まれるタスクのうち、直接解決可能なタスクに相当する。そこで、まず情報サービスの利用により解決可能なタスクの抽出を行うために、情報サービスの分析を行い、サービス機能の抽出を行う。次に、利用者の問題解決要求に相当するタスクを抽出するために、情報サービスの利用に至るまでの具体的な事例（シナリオ）を用意し、先に抽出したサービス機能と統合することによりタスク知識の構造化を行なう。なお、事例は図4に示すドメインモデルに従い、定義する。このモデルは、実世界における特定の場所を目的地として、(1)目的地に至るまでの準備行動、(2)目的地への移動行動、(3)目的地における行動、の3つの領域における行動を包含する。ドメインモデルの定義により、システムが対象とする問題領域を明確化することができる。

タスクの表現は、動作の対象となる名詞（汎化名詞）と、対象に対するアクティビティを示す動詞（汎化動詞）により構成される汎化プロセスを用いる。利用可能な語彙としては、22万語を収録する市販のシソーラスを用いるが、語彙の利用範囲は限定しない。これは、表現対象となるタスクを事例から抽出するため、事前に利用範囲を限定することは不相当であると考えられ

3.3.1. サービス機能の抽出

情報サービスの利用により直接解決可能なタスクの抽出を行うために、情報サービスが提供する機能の抽出を以下の手順により行う。

(1) 情報サービスのサンプリング

携帯電話向け Web コンテンツを複数の情報源からランダムに抽出する。このとき、着メロや待ち受け画像、ゲームといったエンターテインメント系のコンテンツはサンプリングの対象外とする。

(2) サービス機能の分析

サンプリングした Web コンテンツに対して、サービス機能を付与する。サービス機能は、Web コンテンツが提供する機能を意味を失わない範囲で、一般化したものである。一般に、Web コンテンツは複数の機能により構成されているため、1つのコンテンツに対して、複数のサービス機能の付与を許可する。

(3) サービス機能の統合

個々の Web コンテンツに付与した複数のサービス機能の中から、意味的に等価なサービス機能については統合を行う。

上記手順に従い、実際に 678 件の Web コンテンツをサンプリングし、サービス機能の抽出を行った。表1に抽出したサービス機能の一部を示す。

表 1 サービス機能 (一部)

ATMの場所を探す	ゲームソフトの買取価格を調べる
AV機器の商品情報を見る	レンタカーを予約する
BS/CSの映画放映スケジュールを見る	ゴルフ場の天気調べる
CD/DVDランキングを見る	コンビニ店舗の場所を探す
花屋の場所を探す	レストランの場所を探す
お酒の銘柄を調べる	コーヒーショップを探す
JAFの連絡先を調べる	コンサートの開催情報を調べる
アウトレットモールの場所を探す	ゴルフ場の場所を探す
料理のレシピを調べる	テーマパークのアトラクションを調べる

3.3.2. 事例に基づくタスク知識の構造化

利用者の問題解決要求に相当するタスクを抽出するため、情報サービスの利用に至るまでの具体的な事例(シナリオ)からタスクの抽出を行った。更に、先に定義したサービス機能と統合することによりタスク知識の構造化を行った。対象とするドメインとして、「テーマパーク」、「百貨店」など9つのドメインを設定し、合計438件の事例を基にタスク知識の構造化を行った。留意した事例としては、情報サービス利用の動機を与える上位タスクを抽出するために、以下のようなシナリオ形式の記述とした。

- 東京に住んでいる家族が、今日から2日間の日程で八景島シーパラダイスへ遊びに来た。近辺に着いたので、入園前にお昼をすませようとしている。

タスク知識の構築例を図5に示す。

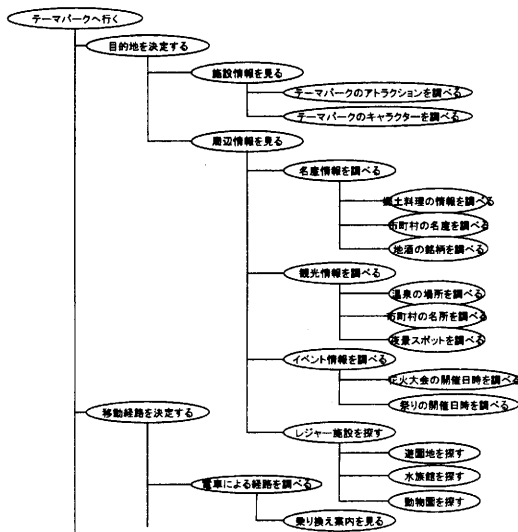


図 5 タスク知識の構築例

3.4. タスク知識の選択方式

構築したTKBは、シソーラスに含まれる語彙により構成されるタスクの階層構造として表現される。利用者の問題解決要求に含まれる単語がシソーラスに含まれる場合、KSは、指定された単語に同義語を加えた単語集合Wを用いて、TKBとの照合を行う。照合によるタスクTの評価値val(T)は、以下の式により決定する。なお、p(T,w)は、タスクTと単語wの照合が成功した際に値Pを返す関数である。

$$val(T) = \sum_{w \in W} p(T, w)$$

利用者の問題解決要求に含まれる単語がシソーラスに含まれない場合(企業名や人名、地名などの固有名詞など)、KSは指定された単語を全文検索エンジンへ転送し、結果リストに含まれるページ集合を用いて以下の方法により特徴語の集合Cの抽出を行う。

STEP1: 問題解決要求に含まれる単語を携帯端末用Webコンテンツの全文検索エンジンへ転送し、上位10個の文書集合Docを取得。

STEP2: Docからアンカータグに挟まれた文を取り出し、形態素解析を行うことで名詞集合Nを取得。

STEP3: 名詞集合Nとシソーラスを照合し、シソーラスに含まれない単語を除去。また、「日時」「情報」「時間」といったタスクの識別能力が低いと考えられる単語及びその同義語についても同様に除去。

特徴語の抽出において携帯端末用Webコンテンツを対象とするのは、パソコン向けのWebコンテンツと比較して、ページに含まれる情報量に制限があることから、広告や関連の低いサイトへのリンクといったノイズが少ないと考えたためである。また、携帯端末用Webコンテンツは閲覧性を考慮し、ページ内リンクが多用されることから、タスクを特定するための特徴語の抽出対象に適していると考えたためである。

KSは、特徴語の集合Cに含まれる単語cに同義語を含めた単語集合CRを用いて、TKBとの照合を行う。照合によるタスクTの評価値val(T)は、以下の式で決定する。なお、q(T,w)は、タスクTと単語wの照合が成功した際に値Qを返す関数である。

$$val(T) = \sum_{c \in C} \sum_{w \in CR} q(T, w)$$

適用するTUの選択は、問題解決要求に含まれるすべての単語をTKB内のすべてのタスクと照合し、各タスクに付与された評価値を基にTUを単位として1タスクあたりの評価値の平均を比較することにより、決定する。

4. 実装

提案するモバイルユーザ支援システムのプロトタイプユーザインタフェースを図6に示す。携帯端末上のCAは、携帯電話用Javaエミュレータを用いて、Javaアプリケーションとして実装した。また、KSは、LinuxOS上のApache WebServerとアプリケーションサーバTomcatを用いて、Servletとして実装した。TKB及びSKBは、PostgreSQLを用いて構築した。

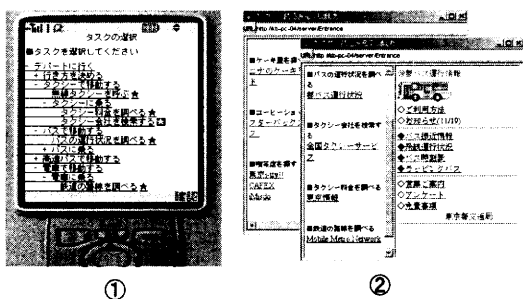


図6 ユーザインタフェース

問題解決要求の入力インタフェースは、1)テキスト入力、2)メニュー選択型入力、の2つの手段を実装している。利用者はいずれかの入力手段を用いて、問題解決要求を入力する。テキスト入力は、キーワード、または自然文にて、問題解決要求を入力する。ここでは「デパート」「電車」といったキーワードや「デパートへ行く」「DVDプレーヤを買う」といった問題を表現する自然文の入力を想定している。自然文が入力された場合、KSは形態素解析により、複数単語への分割を行う。メニュー選択型入力は、まず、タスクを表現する名詞、または動詞のいずれかを選択する。いずれかの選択により、未選択の動詞、または名詞がTKBにて定義されたタスクの範囲内に限定されるので、これを用いて、要求するタスクを決定する。

問題解決要求の入力により、KSは、TKBから適合するTUを選択し、CAへと送信する。このとき、KSは、選択したTUに関連付けられた情報サービスのURIをSKBより取得し、併せてCAへと送信する。CAは、受信したTUを展開し、ツリー状に表示する(図6-①)。利用者は、表示されたTUを辿りながら目的とするタスクを選択する。1つ、または複数のタスクを選択後、利用者は、タスクに関連付けられた情報サービスの中から、実際に利用する情報サービスを選択する。選択したすべてのタスクに対して利用する情報サービスを決定することにより、CAは、ネットワーク上の情報サービスを表示可能なビューを生成する。なお、プロトタイプにおいて情報サービスのビューは、エミュレ

ータのブラウザ機能を利用し、Frame型のHTML形式で表示している(図6-②)。

5. まとめと今後の課題

本稿は、タスク知識に基づくモバイルユーザ支援システムを提案し、要素技術として、知識ベースの構築方法とタスク知識の選択方式について述べた。また、プロトタイプの実装により提案システムの機能性及び操作性に関する確認を行った。

提案システムは、情報サービスを利用者の視点から組織化するものであり、情報サービスの利用に不慣れた利用者でも容易に必要なサービスを発見可能とすることを旨としたものである。また、提案システムは、上位タスクを複数のサブタスクへと分割して表示する方式であることから、利用者が当初想定していなかった問題解決手段の提示による「気づき」の効果も得られるものと考えられる。

今後の課題は、知識ベースの効率的な拡大方式の確立である。そのためには、知識ベースを構成するタスクを意味的に分類する枠組みを整理し、再利用可能な知識の体系化を行なう必要があると考える。今後は、上記の検討とともに、提案システムの有効性の評価試験を予定している。また、位置情報や周辺機器からのセンサ情報などの様々なコンテキスト情報と連携させることにより、適用するタスク知識を最適化する方式の検討を行なっていく。

文 献

- [1] Eisenberg, M. B. and Berkowitz, R. E., Information Problem Solving: The Big Six Skills Approach to Library and Information Skills Instruction, Ablex Publishing Corp, Norwood, NJ, 1990
- [2] 柘植覚, 獅子掘正幹, 黒岩眞吾, 北研二, "サポートベクターマシンによる適合性フィードバックを用いた情報検索," 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.1, pp.59-67, Jan.2003
- [3] Hugo Liu, Henry Lieberman, and Ted Selker, "GOOSE: A Goal-Oriented Search Engine With Commonsense," Proc. Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems 2nd International Conference, LNCS 2347, pp.253-263, Malaga, Spain, May.2002
- [4] <http://www.w3.org/2001/sw/>
- [5] Atanas Kiryakov, Borislav Popov, Damyan Ognyanoff, Dimitar Manov, Angel Kirilov, and Miroslav Goranov, "Semantic Annotation, Indexing, and Retrieval," Proc. 2nd International Semantic Web Conference, LNCS 2870, pp.484-499, Sanibel Island, FL, USA, Oct.2003
- [6] Bandula, A., "Self-regulation of motivation and action through internal standards and goal systems," Goal Concepts in Personality and Social Psychology, A.P.Lawrence, PP.19-85, Lawrence Erlbaum Assoc, 1989.