

## 個人の興味と知識に基づく情報提供の手法

A Method for Presenting Information based on Individual Interests and Knowledge

小林 薫 †, 角 康之 †, 間瀬 健二 †

Kaoru Kobayashi, Yasuyuki Sumi, and Kenji Mase

†ATR 知能映像通信研究所 / 東京大学 工学系研究科

ATR Media Integration & Communications Research Labs. / The University of Tokyo

†ATR 知能映像通信研究所

ATR Media Integration & Communications Research Labs.

### 要旨

In this paper, we propose a method for presenting information based on individual user interests and knowledge. In previous work on recommending information, such as through WWW pages, the user could not always get his/her needed information, since the user's interests were represented only in keywords or key categories, and the contents of the presented information were previously formed by the information presenter; consequently, this information did not necessarily match the user's interests and knowledge. In the proposed method, the system acquires the user's implicit and/or explicit interests and knowledge from a question-and-answer interaction and presents the user with focus-of-interest information based on them. For personalizing the presentation and recommendation of information, the system provides each user with a information retriever using the user's operation records, a personal conceptual space, and control knowledge.

### 1 はじめに

近年、インターネットの普及により、必要な情報を時や場所を選ばず獲得することが可能になってきた。

膨大な情報からの検索を支援するため、ユーザの過去の検索履歴などからユーザの興味を抽出し、それに基づいてインターネットのホームページを推薦する研究が盛んである。しかし、これまでの研究がユーザの興味と称しているものは、あらかじめ与えられたカテゴリーへの分類分けやキーワードが含まれるか含まれないかなどのキーワード表現のレベルに留まっているものが多い [Balabanovic 97], [Caglayan 97], [Shardanand 95]。そして、提供される情報それ自体も、提供側からの一方向の固定的な情報になっており受け手側がどのような相手でも同一の情報である。そのため、ユーザは必要としているような情報をいつでも得られているとは限らない。

情報提供の個人化を考えた場合、キーワードレベルのユーザの興味の表現だけでなく、そのキーワードの何に対して個人が興味を示しているかの興味の方向性や個人がどのくらいのレベルの知識を持っているかという個人による知識の違いも考慮に入れ、それに応じて情報が変化する必要がある。もしシステムが前もって個人の興味や知識を知ることができたら、個人により異なる情報提供ができるであろう。そこで、従来の情報検索のように情報提供側の一方的な情報提供ではなく、ユーザとシス

テムのインタラクションにより獲得した個人の興味と理解に合わせて情報を変化させる情報提供を行うということを考える。

本稿で提案する手法は、ユーザが情報に対して質問をして回答を行うことができるようになっており、その際、ユーザの選択したキーワードとそれに対する問いの組み合わせをユーザのオペレーション履歴として保存し、それからユーザの興味と知識を獲得するものである。そして、そのユーザのオペレーション履歴とキーワードの概念の意味構造である概念空間、それらを制御する知識を適用することにより、ユーザの興味と知識に応じた情報を推論し、情報提供するものである。

次章以降では、2章において研究の背景と動機、3章で関連研究、4章で質問-回答対話における情報提供の個人化手法の概要を述べる。それを実現するために利用する知識について5章で説明し、6章でシステムの実装と動作シナリオを示し、7章でまとめをする。

### 2 研究の背景と動機

情報は一般に、テキスト情報、画像情報、音声情報など他にも様々な情報があり、それらの集まりから構成されている。さらにテキスト情報については、言葉の意味、動作の説明、その動作の理由など様々な意味情報の組み合わせにより構成されている。例えば、“その言葉の

意味は何ですか?”(What) とか “どのようにその物体は動くのですか?”(How) や “なぜそれはそのような動作をするのですか?”(Why) などの答えにあたる説明を組み合わせることにより、一つのテキスト情報構成されている。そして、個人が求める情報は、持っている興味や知識により異なっており、これらの情報をその興味や知識によって異なる要素で組み合わせることにより情報提示の個人化は可能であると考えられる。

そこで、個人の求める情報は何かをユーザの負荷のない方法で獲得することは、コンピュータ上でのユーザの興味に基づいた自然な質問-回答の対話を観察することにより、個人がどのような興味や知識を持っているのかを判断することにより可能なのではないかと考えた。このように個人の興味や知識がその個人の発した質問から判断できるということは過去の研究においても報告されている。

好奇心は、概念知識やそれにもとづく期待と新しく得られた情報との間にずれがあるときや、認知構造のなかに空隙や矛盾があることが認知されたときに引き起こされるということを [稲垣 82] は言っており、[Flammer 81] は、質問は質問者が持っていない情報を求めるものであると言っていることから、好奇心と知識と質問については関連があることが推測される。

また、質問の質と知識の度合いの関連の実験として、[Flammer 81] は、文章構造のわかりやすさの異なるそれぞれの文章とそれに対する質問の種類を分析し、文章構造のわかりにくいものについてはテーマに関する質問が多く、文章構造のわかりやすいものについては内容の細かい部分についての質問が多いという結果を得ている。[Miyake 79] では、先行知識の多少と質問との関連を検討し、先行の知識量と問題の難易度との間に相互作用が見出された、という報告がある。このように、質問の質から知識のレベルは観察することができそうである。

このように、質問はユーザの興味や知識を外界から観察できる手段であると言えよう。質問の内容と知識は関係があり、興味のあるものについて当然質問しているものと思われる。本稿における手法ではユーザが質問を行う際に選択するキーワードをユーザの興味の対象として捉え、それに対する質問からユーザの興味の方向性とその知識が未知であることを判断する。

また、前述の [稲垣 82] と [波多野 73] によると、人が情報収集をする際の好奇心には、2種類あると言われている。一つは、退屈ないし情報への飢えより生じ、はっきりした方向性をもたず、幅広く情報を求める傾向は拡散的好奇心 (diverse curiosity) で、もう一つは、特定の

環境の、特定の特性や関係の代表する情報の取得のみを追求する選択的な情報収集の傾向は特殊的好奇心 (specific curiosity) とよばれる。拡散的好奇心の際には、広く情報を自ら検索したいと思い、特殊的好奇心ではある特定のものに関連した情報を得たいと思うであろう。

本研究では、ユーザが主体的に情報を検索をするという方法とシステムがユーザの理解に合わせた情報を前もって提供するという双方の情報獲得の方法を合わせることで、拡散的好奇心と特殊的好奇心の両方のフェーズに対応することが可能である。ユーザがそれらの好奇心に沿って情報を獲得する際、それと同時にシステムはユーザ情報の収集をし、情報提供の個人化を行うよう学習していく。本手法の説明においては、拡散的好奇心と特殊的好奇心の両方のどのフェーズに対応しているかということも盛り込んだ。

次章では、本稿で提案するシステムの関連研究について紹介する。

### 3 関連研究

ユーザ情報を利用することにより個人化された情報提供を行う上で、個人の情報をどのように獲得するかという問題がある。collaborative filtering は、ユーザ情報を利用することにより情報をフィルタリングする手法である。この手法は、ユーザをグルーピングし、同じグループのユーザは同じ興味を持っているものと仮定することにより、情報の中身にふれることなくフィルタリングを行っている。しかし、ユーザ情報があまり獲得できない場合にはあまり機能しないという点がある。

HOMR [Shardanand 1995]<sup>1</sup> は、ユーザの嗜好に基づいた音楽の推薦システムである。ここでは、仮想のユーザ情報をグミーのデータとして入れることにより、ユーザ情報があまり獲得できていない場合の問題に対応している。しかし、ユーザ情報収集の過程では、アンケート記入などのシステムのインタラクションの負荷はかなりあるという別の問題がある。

Open Sesame [Caglayan 1997]<sup>2</sup> は、HOMR と同様に音楽に関する推薦をするシステムであるが、普段の WWW の利用状況を観察することにより情報を推薦しているため、ユーザ情報収集に関するユーザ負荷の問題はない。しかし、ここでユーザの興味として得られる情報は、ホームページのカテゴリズであるキーワードやドメイン名などのキーワード情報のみであり、それらキーワード情報の背後にある情報については考慮してい

<sup>1</sup>Firefly または Ringo という名前で知られている。

<http://www.firefly.com>

<sup>2</sup><http://www.opensesame.com>

ない。

本稿で紹介する手法では、ハイパーテキストのような質問-回答の対話において、ユーザーが興味に応じて情報を獲得している際、そのオペレーション履歴からユーザー情報を収集しているため、ユーザーに負荷がかかることはない。そして、この質問-回答の対話により、より詳細なユーザーの興味や知識を獲得することができる。

#### 4 質問-回答対話における情報提供の個人化

本稿では、ユーザーの興味や知識に基づく情報提供の個人化手法を提案する。提案するシステムでは、ユーザーが提示された研究概要から興味のあるキーワードを選択して、それに関する質問を行いシステムが回答する、という対話を繰り返すことで徐々にユーザーの興味や知識を推定し、それに応じて次の情報の提示や推薦を個人化するというアプローチをとる。

ユーザーの興味を推定するため、システムは以下のような推論をしている。

例えば、1) ユーザー A は概念  $\alpha$  に興味がある、2) 概念  $\alpha$  は概念  $\beta$  に関連がある、3) よって、ユーザー A は概念  $\beta$  に興味がある、といったものである。

これにより、システムはユーザーの全ての興味はわからなくてもユーザーの興味を推論することが可能である。同様に以下のような推論が考えられる。

例えば、1) ユーザー A は概念  $\gamma$  について知らない、2) 概念  $\delta$  は概念  $\gamma$  の下位概念である、3) よって、ユーザー A は概念  $\delta$  についても知らない、といったものである。

本手法では、以下のようなプロセスにより、ユーザーの興味と知識に応じた情報提供を行う。1) オペレーション履歴からのユーザーの興味と知識の獲得。2) オペレーション履歴、個人の概念空間、情報提供を制御する制御知識による情報提示。3) インタラクションによる制御知識と個人の概念空間の更新。4) 推薦値の計算による情報推薦。

図 1 は、本稿で提案するシステムの枠組みである。システムは、情報ソースと情報リトリバにより成り立っている。情報ソースは、情報提供者によって提供されたテキスト情報、キーワード、それに対する質問回答から構成されている。ユーザーは、あるテキスト情報中のキーワードに対して質問を投げかけることができるようになってきている。

情報リトリバは、(明示的にわかっているか、明示的にわかっていない) ユーザー要求を前もって判断し、個人の興味や知識に合わせて情報を提供するユーザー個々に提供されたエンジンである。ユーザーの個人情報のもととなるオペレーション履歴、言葉の関係を表した概念空

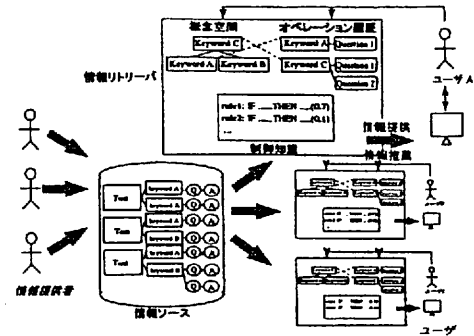


図 1: システムの枠組み

間、これらを用い情報提示を行なう制御知識から構成される。

#### 5 情報提供の個人化のために利用する知識

本章では、情報提供の個人化のためにシステムが利用するオペレーション履歴、概念空間、制御知識の構成と機能について示す。

##### 5.1 オペレーション履歴

オペレーション履歴は、ユーザーの行なったオペレーション、つまり質問-回答対話により得られたキーワードと質問のペアで構成されている。

提示されているテキスト情報では、キーワードを選択し、それに対しての質問を投げかけられるという機能が情報提供者によって用意されている。質問の種類は“その意味は何ですか?”(What)とか“それは具体的には何(例)ですか?”(What2)とか“どのようにそれは実現されているのですか?”(How)や“その理由は何ですか?”(Why)があり、キーワードを選択した後、それらの中から1つを選択することにより、ユーザーは回答を得ることができる。

このようにして、ユーザー負荷のかかることなく、システムがユーザーのオペレーションを観察する方法により、オペレーション履歴を獲得することができる。

##### 5.2 個人用の概念空間

個人用の概念空間はキーワードとキーワード同士の関係、その重み付けから成る階層構造で構成されている。キーワード同士の関係は垂直方向と水平方向の関係がある。垂直方向の関係には、is-a と part-of の関係があ

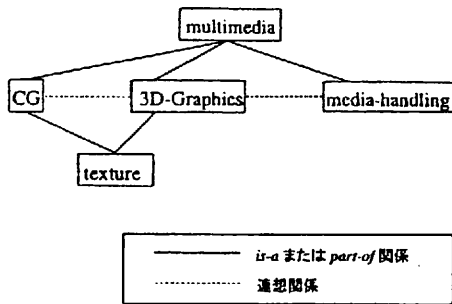


図 2: 概念空間の構造

り、水平方向の関係は、連想関係である。この個人の概念空間の初期値は、情報提供者に与えられる。

図 2 は、個人用の概念空間の一部の例を示している。この例では、“3D-Graphics” の上位概念は “multimedia” であり、下位概念は “Texture” である。また、“3D-Graphics” の関連概念は “CG” と “media-handling” である。そして、“multimedia” は “CG” と “media-handling” の上位概念でもある。

ここでは、概念空間はユーザ個々で異なるものと仮定し、個人ごとに概念空間を定義した。最初に情報提供者側から初期値として用意された概念空間をユーザが自分の感覚で概念空間の部分ごとに修正できるようにできている。

### 5.3 情報提供の制御知識とその個人化

情報提供のために用いられる制御知識は個人化された情報提示と情報推薦の推論に用いられる。この制御知識は、IF 部: オペレーション履歴に、あるキーワードに関するある質問があるなら

THEN 部: そのキーワードとある関係にあるキーワードに対して、ある情報(すなわち、ある質問に対する回答)を付加すべき

という意味のプロダクションルールで表現される。以下は制御知識の例である。

IF QUESTION: What

THEN put NEW\_QUESTION: What at RELATION: lower (0.7);

このルールは、もしユーザがあるキーワード(例えば、multimedia)を選択して What という質問をしたならば、その下位概念(例えば、CG や 3D-Graphics 等)を含む情報については What に対する回答を用意するという意味である。これら QUESTION,

NEW\_QUESTION, RELATION の全ての組み合わせのルールが CF (Certainty Factor) 値付きで用意されており、この CF 値により確率的にルールの発火が行われる。そして、CF 値の重み付けを個人ごとに調整することにより個人特有の制御知識のルールを制御する。これらのルールにより個人にとって用意されるべき情報は前もって決定され、個人に付加されるべき情報のウィンドウ(アンサーウィンドウ)がメインのウィンドウに付随して表示される。アンサーウィンドウには提示された内容について有効か無効かを選択できるようになっており、有効が選択された場合はアンサーウィンドウを出力するために発火されたルールの重み付けを増やし、無効が選択された場合にはその重み付けを減らすように調整を行い、ルールは学習する。

## 6 システムの実装と動作シナリオ

本章では、本稿で提案する情報提供の手法としてシステムの実装と動作シナリオを示す。本システムは、研究所見学の際見学者の位置や興味に応じて情報を提供するガイダンスシステムである Context-aware Mobile Assistant Project (C-MAP) [角 97], [Fels 98] のオフサイトサービスとして試作され、ATR の it Open House'97 において公開された。研究所見学に先だって、または研究所見学の後に、ユーザに対してユーザの興味や知識に応じて情報を提示したり、情報の推薦を行うものである。

図 1 の枠組みにおいて説明すると、ユーザは研究所の見学を行う見学者で、情報提供者は研究者にあたるものである。情報提供者は、情報ソースとして 5~6 行の研究概要(図 3 の上のウィンドウ)とその中から選択したキーワードとそれに対する質問と回答を用意する。そして、175 キーワードからなる概念空間、48 種類のルールを持つ制御知識、そして最新の 30 のオペレーション履歴を採用するように情報リトリバを準備した。このシステムは WWW ブラウザで行われることを考慮して Java 言語で構築された。

ユーザの立場からは、このシステムは情報提供の機能として、1) ユーザにとって適切な情報提示と、2) 情報推薦の 2 つがある。以下の節では、情報提供の準備、情報提示、情報推薦のそれぞれについてのシステムの実装と動作シナリオを示す。

### 6.1 準備

最初に、情報提供者は 5~6 行の研究概要とそこから選択した約 10 個のキーワードとそれに対する質問と

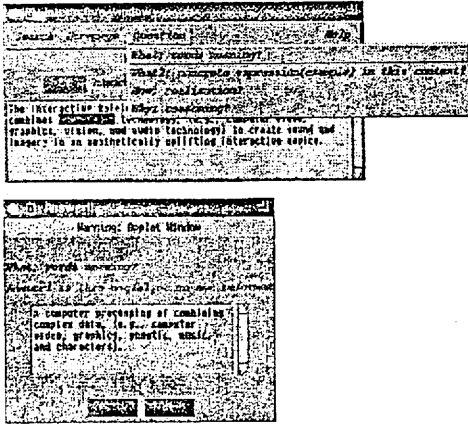


図 3: 提示された研究概要内のキーワードに関する質問-回答の対話例

回答を情報ソースとして用意する。この質問は、選択された全てのキーワードに対して全種類が用意されているわけではなく、例えば図 3 の例では、キーワード“multimedia”は、“What?”だけがあったり、キーワード“interactive”は、“What?”と“How?”の 2 種類がある。

次に、情報提供者は最初にユーザに与える概念空間の初期値を用意する。その概念空間の初期値をもとにして、ユーザ個々の概念空間をユーザが形成できるようになっている。

最後に、情報提供者は制御知識を用意する。IF THEN ルールの例を前述したが、その中の履歴による質問、概念の関係、適応する質問の全ての組み合わせは 48 種類あり、それらは全て用意されている。初期値として、以下のようなルールの CF 値に高い値を用意しておくことにより、ある程度もっともらしい制御知識のルールが発火するようになっている。

```
rule1: IF QUESTION: What
THEN put NEW_QUESTION: What at RELATION: lower;
rule2: IF QUESTION: What?
THEN put NEW_QUESTION: What2 at RELATION: related;
rule3: IF QUESTION: How
THEN put NEW_QUESTION: How at RELATION: related;
rule4: IF QUESTION: Why
THEN put NEW_QUESTION: Why at RELATION: related;
```

これらのルールは、以下のような意味である。1) もしユーザがあるキーワードを選択して What という質問をしたならば、その下位概念を含む情報については What に対する回答を用意する。2) もしユーザがあるキー

ワードを選択して What2(または How, または Why) という質問をしたならば、その関連概念を含む情報についても、それぞれ What2(または How, または Why) に対する回答を用意する。

前述のように、制御知識はユーザのオペレーションを反映してルールの CF 値が調整され、学習されていく。

## 6.2 情報提示の個人化

ユーザは、研究の情報を見るために、タイトルから自分の興味のあるものを選ぶことにより情報を得ることができる。そして研究概要は、メインウィンドウに表示され(図 3 の上のウィンドウ)、そこでは、ユーザがキーワードを選択し、質問を選択して回答を得ることができるようになっている。図 3 は、メインウィンドウにおいてキーワード“multimedia”と質問“What?”を選択することにより、下方のアンサーウィンドウにその回答を得た様子を表している。

このようにハイパーテキスト的な質問-回答対話により、ユーザは研究概要のような浅い情報から、質問によって得た回答のような詳細で深い情報を得ることができる。それと同時に、システムはどのキーワードに関する、どのような質問をユーザが行ったかを観察し、オペレーション履歴として保存している。そして、他の研究概要が表示された場合には、情報リトリーバによりユーザが質問することなしに、ユーザの求めるであろう詳細情報としてアンサーウィンドウが表示される。

ここで、前述の制御知識の rule1 と rule2 を使った情報提示の例をあげてみることにする。もしも、ユーザがある研究概要の表示されたメインウィンドウで、キーワード“multi-media”と質問“What?”を選択することにより“multi-media の言葉の意味は何ですか?”という質問を行ったとすると、キーワード“multi-media”と質問“What?”がオペレーション履歴として追加される。ここで、図 4 はこの時のユーザの概念空間の一部と、rule1 を適用した結果を表している。これによると、ユーザはキーワード“multi-media”の下位概念の“CG”, “3D-Graphics”, “media-handling”, “texture”についての“What?”に対する回答を必要としていることになる。そして、“CG”, “media-handling”, “texture”を含んだ研究概要を表示させた時、図 5 のように前もってそれらのアンサーウィンドウが提示される。

また、ユーザがメインウィンドウで、キーワード“PC”と質問“What?”を選択することにより“PC は具体的には何(例)ですか?”という質問を行ったとすると、キーワード“PC”と質問“What?”がオペレーション履歴として追加される(図 6)。ここで、図 7 はこ

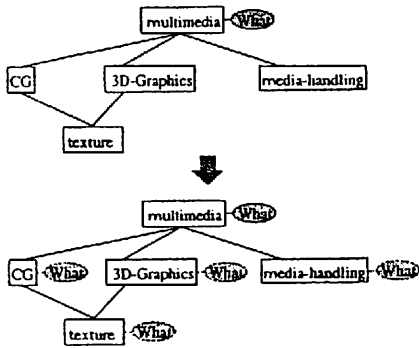


図4: “multimedia” を含んだ概念空間の一部と制御知識の適用

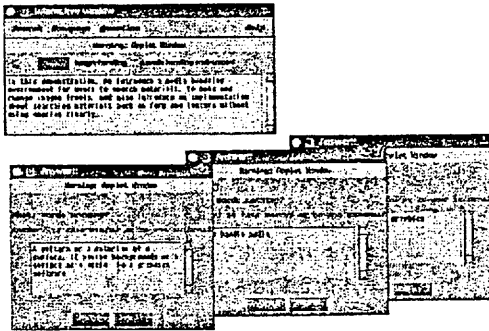


図5: “texture”, “media-handling”, “CG” の説明の自動的な提示

の時のユーザの概念空間の一部であり、rule2を適用した結果を表している。これによると、ユーザは、キーワード“PC”の関連概念の“PDA”(it Personal Digital Assistant)の“*What?*”に対する回答を必要としていることになる。そして、“PDA”を含んだ研究概要を表示させた時、図8のように前もってそれらのアンサーウィンドウが提示される。

これらの例からわかるように、ユーザが新しい研究概要の情報を表示される時、システムは自動的にユーザの現在の興味の情報にそれを追加して表示する。これはユーザの必要であろう情報を先読みするという点において、ユーザの特殊的好奇心を支援する方向に働くと言える。

そして、情報提示のための制御知識は、このような自動的に表示されたアンサーウィンドウに対して有効か無



図6: キーワード“PC”に関する“*What?*”質問の適用とそれに対する回答

効であるかのボタンをクリックすることにより学習され、このようなオペレーションを繰り返すことにより、次第にユーザ個々の興味や知識に近づいていく。

### 6.3 個人の興味応じた情報推薦

このようにしてメインウィンドウに表示された研究概要をユーザが見ている時には、ユーザはシステムに対してどの研究プロジェクトがユーザにとって興味深いかという情報推薦を求めることができる。情報推薦においては、システムは推薦値  $R$  の値を研究概要  $I$  ごとに計算し、推薦値の高い順にリストして表示する。

$R(I)$  は、基本的に、ユーザが過去に行ったオペレーションにより選択したキーワードが研究概要においても共有しているかということによって求めている。そして、そのキーワードそのものが共有しているだけでなく、個人の概念空間から求めたキーワードに関連したキーワードについても計算の対象とする。もし、複数の研究概要にそのキーワードが含まれていたとすると、それに対してユーザの興味のあるであろう質問に対する回答を含んでいたものに高い点数が与えられるようになっている。これは同じキーワードを含んだ別の研究概要があっても、情報提供者がそれら共に同種の質問と回答を用意しているとは限らないからである。

推薦値  $R(I)$  は以下のように表される。

$$R(I) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l K_{ij} \cdot D_{ij}$$

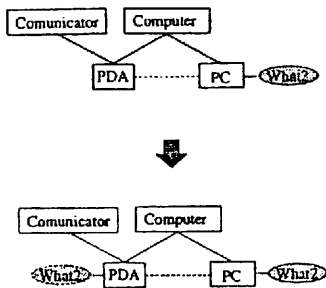


図 7: 連想関係を含んだ概念空間の一部と制御知識の適用

$i$  は現在のオペレーション  $n$  におけるキーワードのインデックスである。 $j$  は研究概要  $I$  における全てのキーワード (その数は  $l$ ) のインデックスである。 $K_{ij}$  は、キーワードの関連を表す因数である。これは、概念空間に書かれたキーワード  $i$  から  $j$  の関連性の重み付けであり、0 から 1 までの数値であり、キーワード同士に関連性がなければ 0 になり、同一キーワードであれば 1 になる。 $D_{ij}$  は、キーワードに対するある質問と回答が用意されているかを表す因数である。これはユーザが選択したキーワード  $i$  に対する質問と情報提供者が用意した研究概要  $I$  のキーワード  $j$  共有に関するものである。ここでは、6.3 節で述べた制御知識に与えられている CF 値が利用される。これらの値はユーザごとに学習されるので、この情報推薦にはユーザの興味の詳細が反映されることになる。

次に、このような方法を用いた情報推薦の例を述べる。ユーザは図 9 にあるような “image handling” に関する研究概要において、キーワード “image” の “what?” の質問をしたとする。つまり、ユーザは “image は具体的には何 (例) ですか” (What2) ということを質問したわけである。その後、ここでユーザが情報推薦をシステムに求めたところ、“hand gesture tracking system” に関する研究概要が表示され、“image” の “what?” のアンサーウィンドウが開かれたのが図 10 である。

ここでは、“image” という両方の研究概要にとって別の使われ方をしたキーワードが基となり、情報推薦が行われた。“image handling” での “image” はメンタルイメージの意味で使われているが、“hand gesture tracking system” での “image” は画像情報の意味で使われており、ユーザがもともと興味を持っているマルチメディア

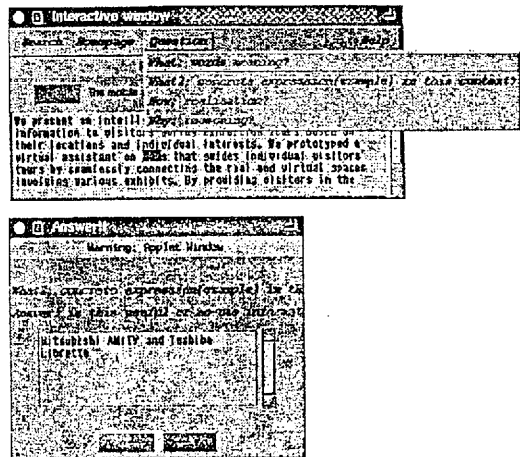


図 8: “PDA” の説明の自動的な表示

アの領域から、ユーザがあまり慣れ親しんでいないコンピュータビジョンの領域へこのキーワードが研究領域の橋渡しの役割をしていると言える。このような情報空間をユーザが自由に探求することは、ユーザの拡散的好奇心を支援していると言える。

## 7 まとめ

本稿では、ユーザ個々の興味や知識に応じた情報提供の手法を提案した。情報提供者側でテキスト情報、質問-回答の情報を用意し、それをオペレーション履歴、概念空間、制御知識からなる個人ごとの情報リトリバを用いることにより情報の個人化を行った。本手法により、ユーザは全ての情報を検索することなく興味があるであろう情報にたどり着くことが可能である。

本手法の情報提示の機能により、ユーザは関連した情報をシステムから提示してもらうことが可能であり、情報推薦の機能により、キーワードやキーワードの背後に隠れたユーザの興味を考慮し領域を超えてシステムに情報を推薦してもらうことが可能である。

また、本手法はユーザの過去の質問-回答対話の履歴をベースに興味をモデル化し、どのキーワードに対してどの問いがあったかの情報でユーザの知識がどの程度であるか推測している。従って、新たな情報をユーザの興味に合わせて再構成した上で提示することができるだけでなく、ユーザの知識のレベルに合わせて情報を提示することが可能であると考えている。

ユーザが主体的に情報を検索をするという方法とシス

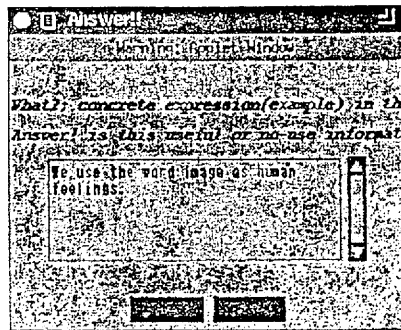
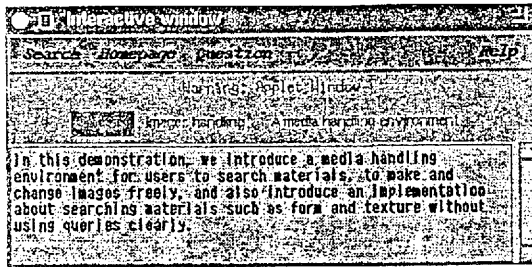


図 9: 「Image handling」の研究概要内のキーワード「image」に関する質問の適用

テムがユーザの興味や知識に合わせた情報を提供するという双方の情報獲得の方法を合わせることで、ユーザは全ての情報にアクセスすることなく自分の興味や知識に合わせた情報を獲得することができるようになる。それにより、ユーザ自身も気づかなかった興味、新しい発想などの喚起を支援できるようなものをめざしている。

現在は本手法によりシステムの実験を行っているところであり、情報提示と情報推薦の適切性やユーザ学習の適応性についての評価を行っていきたい。

### 謝辞

研究の機会を与えてくださった ATR 知能映像通信研究所の中津良平社長、情報収集に御協力頂いた同研究所の研究員の皆様に感謝致します。日頃第一著者に指導していただいております東京大学 堀浩一教授、中須賀真一助教授に感謝致します。

### 参考文献

[Balabanovic 97] Balabanovic, M. and Shoham, Y.: Fab: Content-based collaborative recommendation, *Communications of the ACM*, 40, 3 (1997).

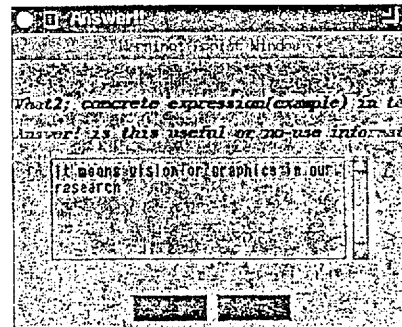
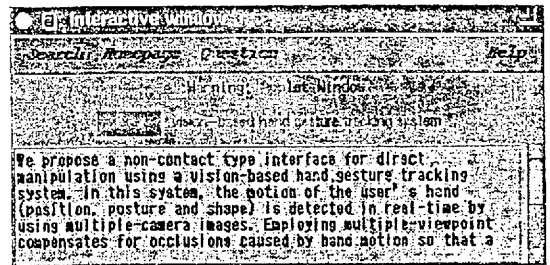


図 10: 研究概要「hand gesture tracking system」の情報推薦とキーワード「image」の説明の自動的な提示

[Caglayan 97] Caglayan, A.K. and Harrison, C.G.: *Agent Source Book*, Wiley Computer Publishing (1997).

[Fels 98] Sidney Fels, Yasuyuki Sumi, Tameyuki Etani, Nicolas Simonet, Kaoru Kobayashi and Kenji Mase: Progress of C-MAP: A context-aware mobile assistant, *AAAI Spring Symposium on Intelligent Environments*, Stanford, (1998).

[Flammer 81] Falmmmer, A.: Towards a theory of question asking, *Psychological Research*, 43, 407-420 (1981).

[稲垣 82] 稲垣 佳代子: 認知への動機づけ, 認知心理学講座 4 学習と発達, 東京大学出版会 (1982).

[波多野 73] 波多野 諶余夫, 稲垣 佳世子: 知的好奇心, 中公新書 (1973).

[Miyake 79] Miyake, N. and Norman, D.A.: To ask a question, one must know enough to know what is not known, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 357-364 (1979).

[Shardanand 95] Shardanand, U. and Maes, P.: Social information filtering: Algorithms for automating 'word of mouth', *Proceedings of the CHI-95 Conference*, Denver, CO, ACM Press (1995).

[角 97] 角 康之, 江谷 為之, 間瀬 健二: context-aware なモバイル・アシスタント, 情報処理学会第 55 回全国大会, 4-443 (1997).