

## 媒介変数により個人の嗜好を反映可能なレシピ検索システムの構築と評価

多田 和彦 三石 大 佐々木 淳 船生 豊

岩手県立大学ソフトウェア情報学部

g031w110@edu.soft.iwate-pu.ac.jp, {takashi, jsasaki, funyu}@soft.iwate-pu.ac.jp

我々はこれまで、対象となるデータの特徴が複雑で曖昧なデータベースに対して、効果的な検索を行うために、媒介変数により、個人の嗜好を反映可能な検索手法を提案してきた。これは、検索対象との間に関連の深い別のデータを用いて、その特徴表現を行い、これを用いて個人の嗜好を表現し、嗜好分析を行うことによって、検索結果の提示の際の評価関数に用いるものである。これにより、個人の嗜好を反映した効果的な検索を実現する。本稿では、この手法に基づき、レシピ検索システムを設計、実装し、その有効性の評価を行う。本システムでは、料理の味に関する特徴をワインの種別により表現し、これを媒介変数として個人の嗜好分析を行う。これにより、個人の嗜好を反映した検索結果の提示を行い、検索結果として得られた料理リストの中から、好みの料理のレシピを容易に選択し、取得することが可能となる。

## Construction and Evaluation of Recipe Retrieval System which Reflects Individual Preferences by Mediation Variables

Kazuhiko TADA Takashi MITSUISHI Jun SASAKI Yutaka FUNYU

Faculty of Software & Information Science,  
Iwate Prefectural University

g031w110@edu.soft.iwate-pu.ac.jp, {takashi, jsasaki, funyu}@soft.iwate-pu.ac.jp

In order to retrieve target data efficiently from a database which were difficult to be distinguished with specific words or phrases, we are proposing a retrieval method which reflects individual preferences on retrieval results by mediation variables. This method expresses characteristics of different data with other data which are related to the data, analyzes individual preferences of users for the data by related data as mediation variables, and evaluates retrieval results by estimated preferences. In this paper, based on our proposal, we design and implement a recipe retrieval system. This system classifies cuisine and analyzes preferences for cuisine by wine types, and evaluates retrieved cuisine list. Thus, the system reflects individual preferences on retrieved cuisine lists, and users could find target recipe efficiently. In order to show the effectiveness of the implemented system, we also perform an experiment.

### 1 はじめに

近年の急速な情報技術の発展に伴い、企業や学術機関における文書データや数値データのみならず、一般のユーザが楽しむ、映画や音楽等のマルチメディアデータなど、大規模かつ多様なデータベース

が構築され、ネットワーク上で Web 等を介して提供されて、一般のユーザが容易に取得し利用可能となっている。

しかしながら、それらのデータを個人が利用可能となっている一方で、データベースの利用に不慣れ

なユーザが大量のデータの中から目的のデータを得るのは容易ではない。特に、マルチメディアデータなどに見られるような、明示的な語句による特徴付けが困難なデータに対し、適切な検索条件を与え、目的のデータを特定することは難しく、それらを効果的に検索する技術が必要とされている。

本研究では、これまで、特徴を示す語句の意味が複雑で曖昧なデータに対し、関連の深い別なデータを媒介変数として特徴付けを行い、この媒介変数を用いて個人の嗜好を推測することにより、これを検索結果の評価関数として利用し、ユーザの嗜好を反映した検索結果の提示を行うことで、大量のデータベースの中から目的のデータを効果的に取得する手法を提案してきた。

そこで本稿では、その手法に基づき、レシピ検索システムを設計、実装し、評価を行う。本システムは、料理データベースに対し、レシピ検索を行うものであり、料理の味に関する特徴をワインの種別により表現し、これを媒介変数として個人の嗜好分析を行うものである。これにより、検索結果へ個人の嗜好を反映させ、好みの料理のレシピを容易に選択し、取得することが可能となる。

本稿は5章から構成される。2章ではまず、提案手法に関連する大量のデータから効率的に目的のデータを検索するための手法について述べ、それら既存の検索手法の問題点を指摘する。次に、3章では、これまで提案してきた媒介変数を用いた特徴表現による嗜好分析手法、ならびに、これを利用した検索結果の評価手法について述べ、今回実装を行った、個人の嗜好を検索結果に反映可能なレシピ検索システムについて述べる。4章では、提案手法に基づく本システムの有効性の確認のために評価実験を行う。最後に、5章で本稿のまとめを行う。

## 2 関連研究

本章では、大量のデータの中から目的のデータを効率よく取得する既存の手法として、個人の感性に基づく手法や、嗜好を反映可能な既存の検索手法を挙げ、その問題点を指摘する。

### 2.1 個人の嗜好を反映可能な既存の検索手法

大量のデータの中から目的のデータを効率的に取得するための手法として、個人の嗜好や感性に基づき、それを検索結果に反映させる、という手法がある。

一般に、感性検索と呼ばれる手法では、予め、被験者に対するアンケート調査や、データに対する周波数解析など、何らかの方法で検索対象の特徴を分析し、それによって特徴を明示的な感性語句により表現して付与し、その語句で検索を行う [1][3][4][5][6]。これによりユーザは、感性語句を用いて対象とするデータの印象により検索をすることが可能となる。

また、ユーザの過去の検索内容から個々の嗜好を推測し、これを検索結果の絞り込みや、順序付けのための評価関数に利用する手法がある [7][8][9][10]。これらの手法では、ユーザの検索内容や、検索結果の選択履歴に基づいて、各個人の嗜好を分析し、それに応じた重み付けを行い、これを検索結果の評価に用いる。これによりユーザの好みに応じた検索結果の提示が可能となる。

さらに、複雑で曖昧な特徴を持つマルチメディアデータベースに対して、利用履歴をもとに検索のためのインデックスを半自動生成する手法がある [2][11]。これは、データベースの利用履歴から個人の嗜好を分析し、これをもとに、予め想定した感性語句等に対するデータの特徴を推測し、インデックスを生成するものである。これにより、データベース構築時には判別することが難しかった、個々のデータの潜在的な特徴を推測し、これを検索に利用することが可能となり、複雑で曖昧な特徴を持つデータの中から目的とするデータの発見が容易となる。

### 2.2 既存の検索手法の問題点

これらの手法では、明示的な語句による特徴付けが困難なデータや、特徴を示す語句があってもその意味が複雑で曖昧なため、一意にその特徴を表すことが困難なデータに対し、そのまま適用することは難しい。

既存の手法では、検索対象を何らかの語句でその特徴を表現し、その語句を検索の際の検索キーとして用いる場合が多い。そのためには検索対象の特

徴を一意に示す明示的な語句を特定できる必要がある。

これに対し、明示的な語句により特徴を示すことが困難なデータも多い。例えば、料理に関するデータベースでは、検索対象となるデータである各々の料理の特徴として、その料理に使用する「食材」、「調理法」、さらに出来上がった料理の「味」などを考えることが出来る。このとき、食材や調理法といった特徴は、明示的な語句により表現可能である。しかし、料理の味を示す語句は、料理そのものや、用いる食材によっても意味が異なり、個人や文化によってその使用方法に大きく差がある。例えば、「辛い」という語では、塩味が強い事を意味する場合と香辛料等による刺激があることを意味している場合がある。さらに、刺激を感じる味であっても、香辛料の種類によってその感じ方が大きく異なり、ユーザの嗜好にも大きな差が生じると考えられ、意図しない検索結果を得る可能性がある。

このように、料理の味を表す語句のように検索対象の特徴を示す語句の意味が複雑であったり、またその意味が曖昧でデータにより差が大きく、一意に特定することが困難なデータに対し、単純にこれらの語句を用いてデータの特徴を表現し、既存の検索手法を適用した場合、そのままでは効果的な検索を行うことが難しい。

### 3 個人の嗜好を反映可能なレシピ検索システム

我々はこれまで、明示的な語句による特徴付けが困難なデータに対する効果的な検索のために、媒介変数を用いて個人の嗜好を分析し、これを検索時の評価関数として利用する手法を提案してきた。そこで今回、その手法に基づきレシピ検索システムの設計、実装を行った。

#### 3.1 レシピ検索システムの概要

本システムは、食材を検索キーとして料理のレシピの検索を行う。検索条件を与えデータベースに対して検索を行うと、検索結果としてその条件に対応した料理名のリストが得られる。このとき、検索結果に対して値段やカロリーなどの条件でソートを行う他に、これまで提案してきた嗜好分析手法を適用

し、個人の嗜好を反映した検索結果のソートを行うことが可能である。

このように、ユーザの目的に応じた方法で検索結果の提示を行うことにより、大量の料理名の検索結果の中から、求めたい料理を得ることが容易となる。

#### 3.2 媒介変数を用いた特徴表現

検索対象の特徴が本システムのように、料理の味を示す語句など、特徴を示す語句があってもその意味が複雑で曖昧な場合、媒介変数を用いて個人の嗜好を表現する手法を提案してきた。これは、検索対象の特徴を語句によって直接的に表現する代わりに、検索対象の持つ特徴との関係が深い別のデータにより検索対象を分類することにより、その特徴を間接的に表現し、これを媒介変数として個人の嗜好分析を行い、その分析結果を検索結果の評価関数として利用するものである [12][13]。これにより、その検索結果へ個人の嗜好を反映させることができ、目的のデータの容易な選択が可能となる。

ここで、媒介変数を用いて特徴表現を行った場合、媒介変数は検索対象の特徴を直接的に表現しているわけではないため、そのままではこれを検索に利用することはできない。そこで本手法では、各ユーザのデータベース利用履歴をもとに、媒介変数を用いて表現された特徴に対して個人毎の嗜好分析を行い、この分析結果を検索結果の評価関数として利用する。

例えば、検索対象が料理の場合、その味に関する個人の嗜好を分析するために、ワインの種別を媒介変数として利用することができる。ワインは、地域、気候、製法などによって渋味、ボリューム感等が異なり様々な種別に分類することができる。また、食事とともに日常的に飲まれる酒であるため、料理の味との関係が深く、ワインの各種別によって合う料理の対応関係が広く知られている [14]。

簡単な例として、レシピ検索において、検索結果として得られた料理の中から魚料理を頻繁に選択したユーザがいたとする。魚料理は白ワインとの相性が良いため、利用履歴に基づく嗜好分析の結果として、このユーザは白ワインとの相性が良い料理が好みであると推測することができる。この時、鶏肉料理は、他の肉料理が赤ワインとの相性が良いのに対し、白ワインとの相性が良いことが判っている。そのため、魚料理が好みであると推測されるユーザ

は、鶏肉料理もまた好みであろうと推測することができる。よって、白ワインと相性が良い料理が好みであると推測されたユーザが検索を行い、何らかの検索の結果として何種類かの肉料理が得られた際に、そのユーザには鶏肉料理を優先的に提示することが可能となる。

このように、検索対象の特徴を媒介変数によって表現し、データベースの利用履歴から嗜好分析を行い、検索結果を個人の嗜好によって順序付けすることで目的のデータの取得が容易となる。

### 3.3 レシピ検索システムにおける嗜好分析と検索結果の評価

本システムでは、個人の味に対する嗜好に基づく検索のために各料理の味の特徴をワインを媒介変数として表現する。

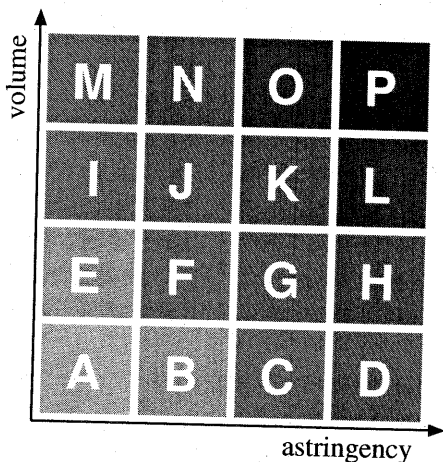


図 1: 赤ワインの種別による分類

そのためにまず、ワインを渋味やボリューム感などの特徴によって分類し、その種別ごとに合う料理の対応関係を定義する。赤ワインを例とした場合、図 1 に示すように、渋味、ボリューム感に応じて 16 種別に大別することができる。例えば、種別「B」は、ボリューム感が無く、渋味も控えめな種別である。この種別に分類されるワインの味と相性のよい料理として、「揚げ餃子」「いわしの蒲焼」「鮭の照り焼き」などを挙げることができる。これと同様に、他の領域へも相性のよい料理が存在している。

次に、ユーザが検索結果として得られた料理名の

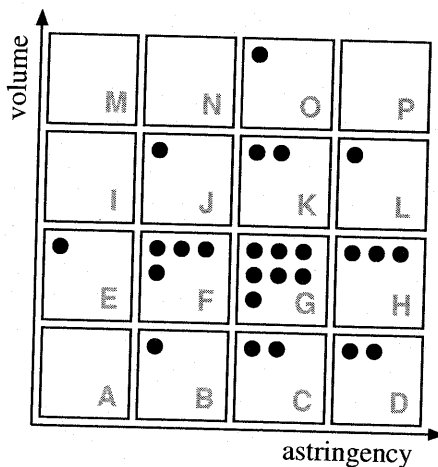


図 2: 赤ワインの種別に対するポイントの加算

リストの中からレシピを参照するために特定の料理を選択した際に、そのユーザ毎に、選択された料理が対応するワインの種別に対してポイントを加算する。これを繰り返すことにより、個々のユーザの嗜好の違いにより、ワインの種別毎のポイントに偏りが生じる事が予想される。その結果、ポイントが高いワインの種別に適合する料理が、そのユーザが好む料理であると推測する事ができ、このポイントを検索結果の順序付けのための評価関数として利用する。

例えば、図 2 においてワインの種別「G」のポイントが最も高く、次いで「F」、「H」の順番となっている。このユーザは「G」、「F」、「H」の順番で各領域に対応する料理群が好みであると推測される。そして、次回の検索結果としてそれらの順番で料理を提示する。また、「A」、「I」、「M」、「N」、「P」の領域にはポイントが無いので、それらの領域に対応する料理群は最下位に提示することとなる。

以上のように、本システムでは利用履歴から、ワインを媒介変数とした料理の味に対する各ユーザの嗜好分析を行い、これを検索結果の順序付けに利用することができ、検索結果として得られる料理名のリストをユーザの嗜好を反映した形で提示することが可能となる。

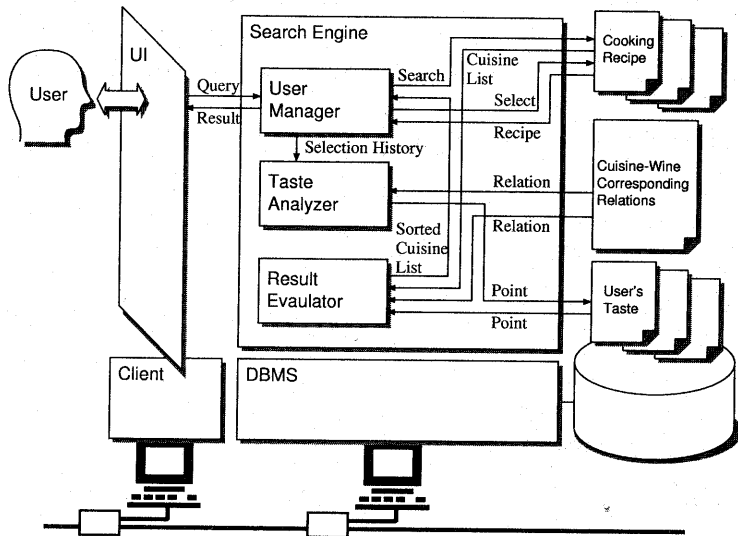


図 3: システム構成とデータフロー

### 3.4 レシピ検索システムの設計

以上の検索手法に基づき、今回我々は、図 3 に示す形でレシピ検索システムを設計した。本システムは、食材データ、各ユーザ毎のユーザ嗜好データ、および料理、ワイン対応関係データを格納するデータベースと、これらのデータに対する検索エンジンとから構成される(図 3)。

データベース上の食材データには、具体的な料理名とその食材等のレシピに関するデータが格納されている。ユーザ嗜好データには、ユーザの嗜好として、ユーザ毎にワインの種別に対するポイントを格納する。

検索エンジンにおけるユーザ管理機構は、クライアントが提供するユーザインタフェースを介してユーザとのインタラクションを行い、各ユーザを特定するためのユーザ認証や、検索要求に応じたレシピデータベースの検索、およびその結果の提示を行う。ユーザ嗜好分析機構は、ユーザの利用履歴から、各ユーザ毎の嗜好を分析、ユーザ嗜好データベースを更新する。検索結果評価機構は、コストやカロリー、ユーザの嗜好などに基づき、検索結果として得られた料理名リストの順序付けを行う。

まず、ユーザが食材を検索キーとしてレシピの検索を行うと、食材データから料理一覧およびそのレシピが取得される。その料理一覧が合うワインの種別をそれぞれ、料理、ワイン対応関係データから

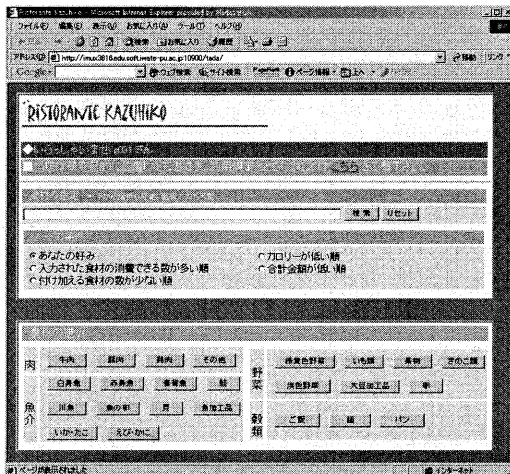
取得し、その種別へ格納されているユーザ嗜好データに登録された嗜好に基づき順序付けをし、ユーザに提示する。ユーザが料理一覧の中から特定の料理を選択すると、料理、ワイン対応関係データに基づき、ユーザ嗜好データベースを更新する。

### 3.5 レシピ検索システムの実装

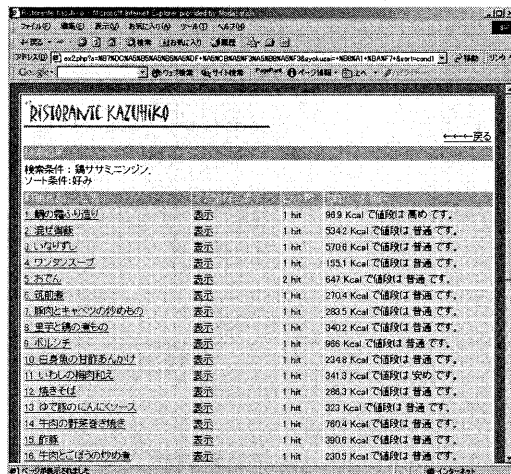
今回、設計したレシピ検索システムを、UNIX 上に Web アプリケーションとして実装し(表 1)、文献 [14] に基づき、ワインの種別計 44 種と、これらワインとの対応が明らかになっている料理名 230 件のデータを登録した(表 2)。今回実装したシステムの実行例を図 4 に示す。

表 1: レシピ検索システムの実装環境

OS:	Solaris 2.8
DBMS:	PostgreSQL 7.1.2
Web サーバ:	Apache 1.3.20
記述言語:	PHP 3.0.15-i18n-ja-2
	PHP 4.0.5



(a) 食材をキーとする検索



(b) ユーザの嗜好を反映した検索結果の提示

図 4: レシピ検索システムの実行例

表 2: レシピ検索システムの実験データ

料理	230 件
赤ワイン	16 種別
白ワイン	18 種別
ロゼワイン	6 種別
スパークリングワイン	4 種別

## 4 評価実験

本章では、我々の提案する媒介変数を用いた嗜好分析に基づき設計、実装した個人の嗜好を反映可能なレシピ検索システムの有効性確認のために、本システムを利用した評価実験を行う。

### 4.1 実験内容

本システムでは、ユーザが繰り返しシステムを利用することにより、ユーザの嗜好を推測し、これを検索結果に反映させ、そのユーザが好むと思われる料理を検索結果の上位に提示する。すなわち、本システムによりユーザの嗜好を正しく推測し、これを検索結果に反映できていれば、ユーザが利用を繰り返す度に、検索結果として得られた料理リストの上位に提示された料理を選択するようになると予想される。したがって、リストの1番目を基準とした選択位置のばらつきが利用を繰り返すとともに小さく

なれば、ユーザの嗜好を反映できていると言える。

そこで我々は、被験者に、本システムを利用して料理のレシピを検索し、被験者の好みに基づき毎日の献立表を作成してもらい、毎回の検索毎に、検索結果として得られた料理リスト中、何番目の料理を選択したかの推移を観察することとした。実験内容および評価方法の詳細を以下に示す。

被験者は本システムを利用してレシピの検索を行い、これを参考にして、1日1食、1食は1~3品目の間で任意に料理を選択し、75日分の献立表を作成することとする。各料理の選択の際に、検索結果として得られた料理リストの件数、およびそのリストの上位から数えた選択位置を記録する。15日分を1セットと計5セットに対し、リストの1番目を基準とした選択位置の分散値を求め、この変化を評価する。

ただし、各検索毎に提示される料理リストの件数が、検索内容(検索キーとして指定した食材)に応じて大きく異なるため、リストの大きさを10に正規化し、選択位置をこのリストの大きさに対する相対的な位置として分散値を求めることとした。すなわち、1セット内における総検索回数を $T$ 、 $t$ 回目検索における検索結果のリストの大きさを $n_t$ 、この時の選択位置を $i_t$ として、本実験における分散値 $v$ を以下のように定義する。

$$v = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left( \frac{10i_t}{n_t} \right)^2 \quad (1)$$

## 4.2 実験結果

今回、岩手県立大学の学生6名を被験者に実験を行った。各被験者ごとの分散値の推移を図5に示す。縦軸は(1)式により求められた分散値を示しており、横軸はセット数を示す。

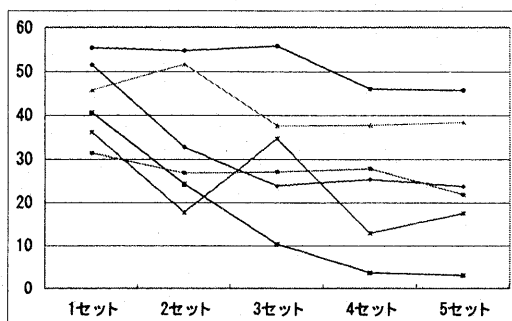


図5: 被験者ごとの分散値

グラフから、被験者間に差はあるものの、どの被験者も結果として分散値がほぼ低下していることが分かる。これは、検索結果の提示において、上位に提示されているものを選択することが多くなったことを示している。よって、ユーザ嗜好データの更新を行うことにより、被験者の嗜好を反映した検索結果の提示が行われているといえる。すなわち、我々の提案する検索手法に基づき、個人の嗜好を反映可能なレシピ検索システム実現可能できたといえる。

## 5 おわりに

我々はこれまで、料理の味を示す語句のような、明示的語句による特徴付けが困難なデータに対して、ユーザの嗜好に基づく検索結果の提示を行うために、媒介変数を用いてデータの特徴を表現し、ユーザの嗜好を分析する手法を提案してきた。今回は、その手法に基づきレシピ検索システムを設計、構築し、実装されたシステムにより評価実験を行った。その結果、利用を繰り返すことにより、その利用履歴を基に検索結果の順序付けを行うことが可

能であることが確認された。すなわち、特徴を示す語句の意味が複雑で曖昧であるなど、明示的な語句による特徴付けが困難なデータベースの検索において、我々の提案した媒介変数を用いた嗜好分析手法により、検索結果の提示にユーザの感性や嗜好を反映し、得られた大量のデータの中から目的とするデータを効率的に選択、取得することが可能となり、データベースの効果的な利用が可能となるといえる。

しかしながら、検索対象と媒介変数の間に、必ずしも1対1の対応付けがされているとは限らない。例えば、今回媒介変数として用いたワインにおいて、相性の良いワインの種類が2種類以上に渡る料理があることが知られている。また今回、料理に対する媒介変数として用いたワインは、料理との対応関係の渡る範囲が十分ではない。これは、ワインは洋食に対する対応関係は比較的多く知られているが、和食に対する対応は多くは知られていないためである。より広範囲な料理へ対応させるために、例えば和食に対する日本酒などを加え、複数の媒介変数を組み合わせた手法等の検討が必要である。

今後、以上の問題を解決すると共に、より詳細な評価実験を行い、その結果に基づき、より効果的な検索手法を検討する予定である。

## 参考文献

- [1] Fukuda, M., Sugita, K. and Shibata, Y.: Perceptual Retrieving Method for Distributed Design Image Database System, *Trans. IPS Japan*, Vol. 39, No. 2, pp. 158-169 (1998).
- [2] Mitsuishi, T., Sasaki, J. and Funyu, Y.: A Proposal of Semi-automatic Indexing Algorithm for Multi-media Database with Users' Sensibility, *Proc. of the 2000 Spring Conference of KOSES & International Sensibility Ergonomics Symposium*, pp. 120-125 (2000).
- [3] 戸嶋朗, 八村広三郎: 絵画からの画面構成の抽出と検索への応用, *情報処理学会論文誌* Vol.40 No.3, pp.912-920 (1999).
- [4] 佐藤聡, 小川潤, 堀野義博, 北上始: 感情の基づく音楽作品検索システムの実現に向けての検討, *電子情報通信学会技術研究報告.SP, 音声*, Vol.100, Num.635, pp.51-56 (2001).

- [5] 佐藤慎一, 堀江晴彦, 山内正, 曾田忠之, 柴田滝也: 感性データベースシステムとその多次元インタフェース, 情報処理学会研究報告 2001-DBS-124, Vol.2001, No.44, pp.81-88 (2001).
- [6] 吉田香, 加藤俊一: ART MUSEUM における感性モデルに関する考察, 情報処理学会研究報告 2001-DBS-124, Vol.2001, No.44, pp.65-72 (2001).
- [7] 風間一洋, 佐藤進也, 清水奨, 神林隆: WWW のユーザ操作履歴による HTML 文書の相関関係の解析, 情報処理学会論文誌 Vol.40 No.5, pp.2450-2459 (1999).
- [8] 大久保雅且, 杉崎正之, 井上孝史, 田中一男: WWW 検索ログに基づく情報ニーズの抽出, 情報処理学会論文誌 Vol.39 No.7, pp.2250-2258 (1998).
- [9] 橘高博行, 佐藤直之, 鈴木英明, 曾根岡昭直: パーソナライズ情報提供方式の提案と評価, 情報処理学会論文誌 Vol.40 No.1, pp.175-187 (1999).
- [10] 三浦信幸, 高橋克巳, 島健一: 個人適応型 WWW におけるユーザモデル構築法, 情報処理学会論文誌 Vol.39 No.5, pp.1523-1535 (1998).
- [11] 三浦真奈美, 三石大, 佐々木淳, 船生豊: 感性語句による音楽データベース検索システムの構築, 情報処理学会第 62 回全国大会講演論文集 (3), pp.69-70 (2001).
- [12] 多田和彦, 三石大, 佐々木淳, 船生豊: 媒介変数を用いた情報の特徴表現による嗜好分析手法の提案, 情報処理学会第 62 回全国大会講演論文集 (3), pp.171-172 (2001).
- [13] 三石大, 多田和彦, 佐々木淳, 船生豊: 媒介変数を用いた嗜好分析による感性情報検索の提案, 情報処理学会研究報告 2001-DBS-124, Vol.2001, No.44, pp.1-8 (2001).
- [14] 田崎真也: 田崎真也が選ぶ毎日飲むワイン, 新星出版社 (1998).