分散マルチメディアデータベースのための感性検索システムの提案

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

ネットワーク上で提供される複数のマルチメディアデータベースアプリケーションの効果的な利用のために、メタ検索エンジンを利用した感性検索システムを提案する。これは、VoD やオンラインミュージックショップなどのマルチメディアデータベースアプリケーションの利用傾向から、動画像や音声に対する各利用者の興味の方向性を推測し、またこの利用者の興味に基づき、マルチメディアデータの特徴を推測し、ジャンル名や感性語句によるインデックスを半自動的に生成、提供するものである。これにより、その内容を示すインデックスを明示的に作成することが難しいマルチメディアデータに対し、効果的な検索を実現することが可能となる。

A Proposal of Kansei Retrieval System for Distributed Multi-media Database

Takashi MITSUISHI　　Jun SASAKI　　Yutaka FUNYU
Faculty of Software & Information Science,
Iwate Prefectural University
{takashi, jsasaki, funyu}@soft.iwate-pu.ac.jp

We proposed a kansei retrieval system with meta-search engine for distributed multi-media database applications (e.g. VoD, online music shops). It presume a vector space of each user's interest(user model) from the history of which data he had accessed, presume a vector space of each data(title model) from the history of which users the data had been accessed from. With this system, we could create indexes of data, of which it is difficult to create indexes expressing the characteristics, in genre names or emotional keywords semi-automatically, and get target data efficiently from distributed databases.

1 はじめに

コンピュータ技術やネットワーク技術の発達に伴い、音声や動画像などのマルチメディアデータベースを利用した各種サービスのネットワークを介した提供が現実的なものとなりつつある。実際、比較的データ容量の小さい音楽データに関しては、既に多くのオンラインミュージックショップなどがインターネット上に開設され、サービスの提供が始められ、また、動画像データベースを利用した VoD に関しても、様々な試みがなされている。

このようなマルチメディアデータベースアプリケーションを効果的に利用するためには、複数のデータベースにより提供される多数のデータの中から、目的のデータを効率良く検索できることが必要となる。そこで我々は、ネットワーク上に分散配置された複数のマルチメディアデータベースに対し、これらを統合的に扱うと同時に、利用者の感性に基づき直観的な検索を効果的に行うための感性検索システムを提案する。

2 分散マルチメディアデータベースのための感性検索

本章では、分散マルチメディアデータベースにおける各データの内容に基づく検索と、既存の検索手法の問題について述べる。

2.1 マルチメディアデータベースのためのインデックス

マルチメディアデータベースアプリケーションの効果的な利用のためには、提供される個々のデータを特徴付

ける適切なインデックスを生成することが必要である。

マルチメディアデータベースに限らず、データベースの効果的な利用のためには、目的のデータを効率良く検索できることが重要である。そのためには、各データの個々の内容を特徴付け、かつ利用者が直観的に推測可能なインデックスを生成し、提供することが必要となる。

このときマルチメディアデータのためのインデックスとして利用できるものとしては、大きく分けて (1) 利用対象となるデータの内容そのものではなく、データに関係する付随的な情報、(2) データの内容そのものや方向性など、その特徴を示す情報、の 2 種類がある。例えば映画や音楽などの作品データの場合には、(1) として各作品のタイトル、製作者、出演者、作詞者や作曲者、歌い手や演奏者などを用いる事ができる。また (2) としては、ストーリーやシーン構成、歌詞やメロディー、内容に基づく分類、内容から受ける印象を表す感性語句などを用いることができる。

(1) のようにデータに付随的な情報は予め判っており、テキストデータとして得られることが多く、これらをインデックスとして利用する事は比較的容易である。しかし、VoD やオンラインミュージックショップなどのマルチメディアデータベースアプリケーションの場合、提供されるデータそのものの利用が目的であり、そのためには、(2) のような内容の特徴を示すインデックスにより検索を行える必要があり、そのためには何らかの方法でデータの内容を分析し、その特徴を抽出することが必要である。本研究では、このような内容の特徴を示すインデックスの生成を対象とする。

2.2 マルチメディアデータの内容の多様性

しかし、内容が複雑で変化に富むマルチメディアデータの場合、個々のデータを個別に分析し、内容を特徴付ける適切なインデックスを生成することは容易ではない。

一般に、映画や音楽等の場合、各作品の内容の方向性やその表現手法、作品から受ける印象などの特徴に基づき、予め複数のジャンルに大別されていることが多い。このジャンル名を検索のためのインデックスとして利用することは可能である。しかし、実際には各作品の内容の持つ方向性は必ずしも単一ではなく、個々の作品が複数のジャンルの要素をある程度の割合で複合的に合わせ持つことが多い。具体的には、通常 SF に分類される「バック・トゥ・ザ・フューチャー」は、ラブロマンスやコメディー的な要素を少なからず持っているといえる。

これに対し一般的に行われる単純なジャンル分けでは、どれか 1 つのジャンルに分類されてしまっていることが多く、必ずしもその内容を性格に示していることにはならない。また、感性語句による分類を行った場合、作品によっては「おかしくもせつない」など、一見相反する特徴を持つものも少なくない。そのため、ジャンル名や感性語句による単純な分類結果をそのままインデックスとした場合、必ずしもその内容を正確に示していることにはならず、適切な検索を行うことが難しい。

逆に、多様な特徴を適切に示すインデックスを作成できれば、「SF かつ、ラブロマンスやコメディー的な要素を持つもの」という検索により「バック・トゥ・ザ・フューチャー」を発見することができ、より効果的な検索が可能となることに加え、「バック・トゥ・ザ・フューチャー」の詳しい内容を知らない利用者が、「ラブロマンス」をキーワードに検索を行い、この作品を発見することができるなど、データの詳しい内容を知らない利用者が新たなデータを発見することも可能となる。

2.3 分散マルチメディアデータベースの検索

ネットワーク上の複数のデータベースからなる分散マルチメディアデータベースの場合、これらを統合的に扱い、統一的な検索を実現するシステムが必要となる。

インターネット等の広域ネットワーク上では、異なるサービス提供者による同種のサービスの提供が多数予想される。しかしながら、異なる提供者により提供されるデータベースの場合、そこで提供されるデータが例え同種のものであったとしても、その検索のためのインデックスが異なっているなど、検索手法が必ずしも統一的であるとは限らない。

このような複数の異なるマルチメディアデータベースの中から目的のデータを効率的に検索し、利用するためには、共通のインデックスによる統一的な検索手法を提供し、これら複数のデータベースを統合的に扱うスケーラビリティの高いなんらかのシステムが必要となる。さらに、新規データの追加やデータ内容に対する解釈の変化など、動的な変化への対応も必要である。

3 感性に基づくマルチメディアデータベース検索

本章では、マルチメディアデータベースのための感性検索手法を提案し、その実現方法について議論する。

3.1 利用履歴を利用した特徴推測とインデックス半自動生成

我々はこれまで、映画や音楽などのマルチメディアデータに対し、利用者の関心や興味に応じてデータの利用に偏りがあることに着目し、その利用履歴を利用することで、個々のデータの特徴を推測し、インデックスを

半自動的に生成するための手法を提案してきた [3][11]。

映画や音楽のようなデータの場合、そのデータの内容そのものを詳しくは知らなくともある程度その方向性を予め知っている利用者は多く、その関心や興味の方向性に応じてデータの利用に偏りが生じることが予想される。そこで、予め大まかにジャンル分けされたデータベースの利用者の利用履歴を観察することにより、その利用傾向から、各利用者の持つ興味の方向性を推測することが出来る。次に、この推測された利用者の興味の方向性から、同様に各データが潜在的に持つ特徴を推測することができると考えられる。

例えば、SF に分類されたデータをよく利用する利用者が存在した場合、その利用者は SF に興味があると推測することができ、また別の SF には分類されていないデータがあり、SF に興味があると推測される利用者から多くの利用があったとすると、そのデータは SF 的な要素を少なからず持っている可能性があると見なすことができる。

このように、利用者の利用履歴を観察することにより利用者の興味の方向性 (ユーザモデル) を推測し、このユーザモデルから、各データが潜在的に持つ内容の方向性 (タイトルモデル) を推測することが可能であると考えられる。この推測結果をもとに、個々のデータについて各方向毎に重み付けを行うことで、その特徴を示すインデックスを半自動的に生成することが可能となる。

3.2 各モデルのベクトル表現

我々は、複数のマルチメディアデータベースに対し共通のインデックスを付与し、統合的な検索を行うために、その基となる各データのタイトルモデルおよび利用者のユーザモデルを n 次元のベクトル空間により表現する。

データの集合 $\{m\}$ および利用者の集合 $\{n\}$ が存在すると仮定し、データ m の推測される特徴、および利用者 n の推測される興味の方向性をそれぞれ各成分が 0 から 1 の大きさを持つベクトル空間により表現し、これをタイトルモデル $\vec{T}_m(c_m)$、ユーザモデル $\vec{U}_n(c_n)$ と定義する。ただし c_m および c_n は、それぞれデータ m が利用者から利用された回数、および利用者 n がなんらかのデータを利用した回数を示す。

例えば仮に、ここではタイトルモデルおよびユーザモデルのそれぞれが G1 から G8 までの 8 次元のベクトル空間により表現できるものとし、G1 に分類されたデータ m のタイトルモデルの初期値、すなわち $c_m = 0$ におけるタイトルモデル $\vec{T}_m(0)$ は、

$$\vec{T}_m(0) = (1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0)$$

のようにに表現することができる。また同様に、利用回数 c_n において推測されているユーザモデル $\vec{U}_n(c_n)$ を

$$\vec{U}_n(c_n) = (0.9, 0.4, 0.3, 0.3, 0.2, 0.5, 0.8, 0.1)$$

のようにに表現することができる。

このように、データ内容の特徴、および利用者の興味の方向を共通の次元を持つベクトルにより表現することにより、タイトルモデルおよびユーザモデルから、相互にそれぞれを推測することが可能となり、また推測されたタイトルモデルから、各成分に対応する重み付きインデックスを生成することができる。ただし、一般的なジャンル分け等による分類では、比較的同様な内容、近い内容を示すようなジャンルが存在する場合もあるが、ここではジャンル間の関係はなく、全てのジャンルが独立しているものとし、扱うこととする。

3.3 特徴推測手法の検討

我々はこれまで、データベース利用シミュレーションによる実験を行い、我々の提案する利用履歴を利用したマルチメディアデータの特徴推測手法のモデルに基づき、タイトルモデルおよびユーザモデルの推測のための具体的な手法について、あらかじめ設定されたデータの特徴を再現できるかどうかを評価し、その有効性の検討を行ってきた [10]。

3.3.1 実験内容

ここでは、データを 0 から $M-1$ 番までの M 個、利用者を 0 から $N-1$ の N 人、データの内容および利用者興味の方向性として G 種類があるとする。

タイトルモデル $\vec{T}_m$ およびユーザモデル $\vec{U}_n$ とは別に、あらかじめデータの内容が潜在的に持つ方向 $\vec{PT}_m$、利用者の興味の方向 $\vec{PU}_n$ を各要素毎に 0 から 1 の実数としてランダムに設定し、タイトルモデルとしては、この潜在的な方向の中で最も大きな要素に相当するものを 1 とし、他の値を 0 とする。またユーザモデルの初期値は、各要素とも 0 とする。

利用者 0 から $M-1$ までが順番に、その利用者の興味の方向 $\vec{PU}_n$ と各データ内容の潜在的な方向 $\vec{PT}_m$ の適合度の大きさの割合に応じて、ランダムにデータを選択し、利用するものとする。利用者の興味の方向 $\vec{PU}_n$ とデータの内容が潜在的な方向 $\vec{PT}_m$ との適合度は、$\vec{PU}_n$ と $\vec{PT}_m$ のなす角 θ の余弦から、この p 乗の値を利用し、次式により定義する。

$$cos^p\theta = \left\{ \frac{\vec{PT}_m \cdot \vec{PU}_n}{|\vec{PT}_m||\vec{PU}_n|} \right\}^p$$

p の値が大きい程、θ に応じて $cos^p\theta$ の大きさに差が出るため、データ選択時の偏りが大きいことになる。

これを1セットとしてC回繰り返す。その結果、データの内容の潜在的な方向$\vec{PT}_m$に応じたタイトルモデル$\vec{T}_m$が形成できるかどうかを再現度として評価する。このとき、再現度としては、適合度の計算方法と同様に$\vec{T}_m$と$\vec{PT}_m$のなす角θの余弦から、次式により定義する。

$$cos\theta = \frac{\vec{T}_m(c_m) \cdot \vec{PT}_m}{|\vec{T}_m(c_m)||\vec{PT}_m|}$$

3.3.2 特徴推測手法

タイトルモデルおよびユーザモデルの推測のための手法としては、多数提案することができる。

例えば先ず、各ジャンル等へ単純に分類されたデータのタイトルモデルの初期値を用い、ユーザモデルおよびタイトルモデルを推測する手法がある。これは、データベースの利用履歴を全て記録しておき、ある時点での利用者のユーザモデルをその利用者が利用した全データに対するタイトルモデルの初期値から推測し、また、タイトルモデルをそのデータを利用した各利用者全てのその時点におけるユーザモデルから推測するものである。

すなわち、利用者nがデータmを利用したとして、このときデータmはそれまでにc_m回の利用があったとし、また利用者nはc_n回の利用を行っていたとした場合、両モデルの推測方法として平均を用いると、ユーザモデル$\vec{U}_n(c_n+1)$およびタイトルモデル$\vec{T}_m(c_m+1)$はそれぞれ次式により求めることができる。

$$\left.\begin{aligned} \vec{U}_n(c_n+1) &= \frac{\sum_{\{m(n,c_n+1)\}} \vec{T}_m(0)}{c_n+1} \\ &= \frac{c_n \times \vec{U}_n(c_n) + \vec{T}_m(0)}{c_n+1} \\ \vec{T}_m(c_m+1) &= \frac{\sum_{\{n(m,c_m+1)\}} \vec{U}_n(c_n)}{c_m+1} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

ただし、$n(m, c_m+1)$はデータmを0回からc_m+1回まで利用した利用者の集合、また$\{m(n, c_n+1)\}$は利用者nが0回からc_n+1回まで利用したデータの集合とする。

次に、推測されたタイトルモデルとユーザモデル間の相互フィードバックによる推測手法がある。これは、ある時点においてなんらかのデータの利用があった場合に、そのデータを利用した利用者のユーザモデルおよび利用されたデータのタイトルモデルを相互に反映し、次の時点におけるユーザモデルおよびタイトルモデルを推測するものであり、次式により定義することができる。

$$\left.\begin{aligned} \vec{U}_n(c_n+1) &= \frac{c_n \times \vec{U}_n(c_n) + \vec{T}_m(c_m)}{c_n+1} \\ \vec{T}_m(c_m+1) &= \frac{c_m \times \vec{T}_m(c_m) + \vec{U}_n(c_n)}{c_m+1} \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

このように、データの利用時に、その時点で推測されているユーザモデルとタイトルモデルを利用することにより、その利用に関係しない他の利用者のユーザモデルやデータのタイトルモデルを考慮する必要がないため利用履歴を記録しておく必要がなく、また推測のための計算量もO(1)と容易になり、スケーラビリティが高いと言える。また、それぞれの値を相互に反映させることにより、利用者の利用傾向やその変化を反映しやすいと考えられる。

3.3.3 実験結果

以上の特徴推測方法に対し、各値を表1のように設定しシミュレーションを行い、(1)式および(2)式に基づきタイトルモデルを求めた場合の利用回数に対するタイトルモデルの再現度の変化をそれぞれ図1、図2に示す。

表 1: 各パラメータの設定内容

利用者数	M	100	利用回数	C	1,000
データ数	N	100	利用の偏り	p	1~5
ジャンル数	G	2			

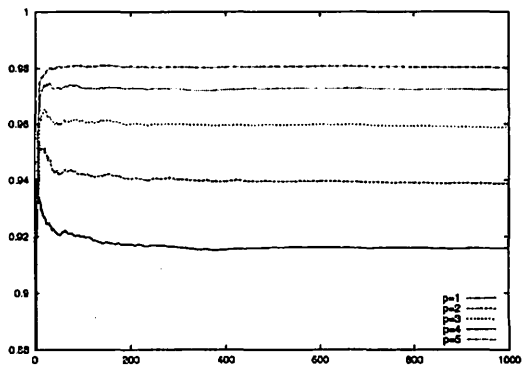

図 1: (1)式によるタイトルモデルの再現度の平均

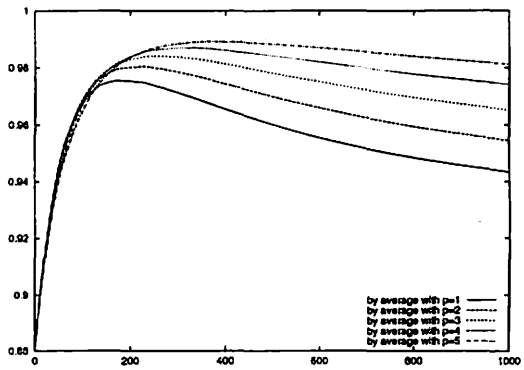

図 2: (2)式によるタイトルモデルの再現度の平均

その結果、(1)式では、利用の偏りの大きさが再現度に与える影響が大きく、偏りが小さい場合に高い再現度

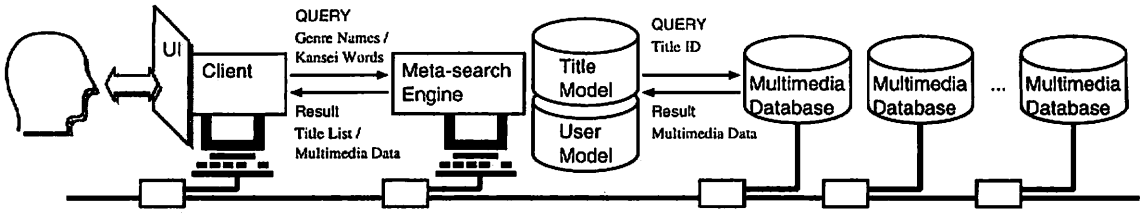

図 3: メタ検索エンジンによる感性検索システムの構成

を得ることができない、利用履歴を全て記録しておき、タイトルモデルの推測においてそのデータの利用者全てのユーザモデルをこの利用履歴から調べ毎回計算し直す必要があり、データ数や利用者数、利用回数が増えた場合のスケーラビリティが低い、といった問題があるが、数十回から 200 回程度の利用により、利用の偏りに応じて 0.916 から 0.980 の平均再現度を得ることができた。

また (2) 式では、相互にフィードバックを繰り返すことにより、ユーザモデルおよびタイトルモデルの各成分が平均化してしまい、利用回数を重ねると徐々に平均再現度が下がってしまうといった問題があるが、200 回から 400 回程度の利用により、0.976 から 0.989 と比較的高い平均再現度を得ることができた。

以上の結果から、我々の提案する特徴推測手法により、スケーラビリティや利用の偏りの大きさによる影響、利用回数の増加に伴う再現度の低下などの問題があるが、ある程度、データの特徴を再現できるといえる。

4 メタ検索エンジンを用いた感性検索システム

本章では、利用履歴を利用したユーザモデルとタイトルモデルの推測手法、およびそのベクトル表現に基づき、分散マルチメディアデータベースに対する統合的な感性検索システムを提案する。

4.1 システム構成

我々は、複数のマルチメディアデータベースアプリケーションを統合的を統合的に扱い、その上で各データの内容の特徴に基づき、共通のインデックスによる検索を実現するために、図 3 に示す形でクライアントと実際のデータの提供を行うデータベースとの間に、メタ検索エンジンを配置した感性検索システムを提案する。

本システムにおけるメタ検索エンジンでは、データベース上で提供される個々のデータ、およびこのメタ検索エンジンを通じてデータベースを利用する利用者を一意に識別できるものとし、それぞれに対しタイトルモデルおよびユーザモデルを有し、このタイトルモデルから検索に必要なインデックスを生成、提供する。利用者は、このメタ検索エンジンを介してマルチメディアデータの検索を行い、複数のデータベースから目的のデータを取得する。

このように、メタ検索エンジンを介してデータの検索および利用を行い、またこれにともないユーザモデルとタイトルモデルの推測を行うことにより、複数のデータベースを統合的に利用できると同時に、利用者の感性に基づき生成された共通のインデックスによる統一的な検索を実現することができる。

4.2 感性検索プロトコル

このメタ検索エンジンを用いた感性検索システムにおける感性検索プロトコルを図 4 に示す。

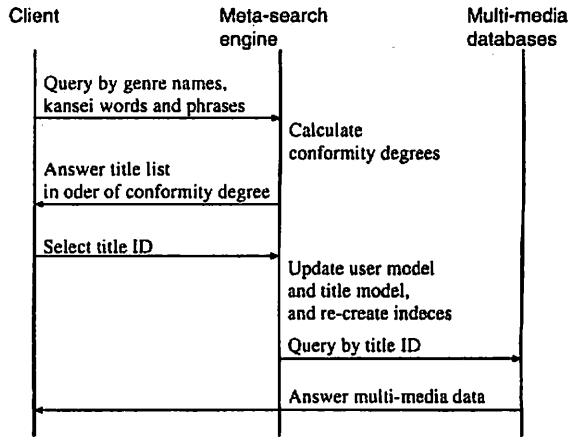

図 4: 感性検索プロトコル

先ず、利用者は、クライアントからメタ検索エンジンに対してジャンル名や感性語句などをキーワードとして検索を行う。メタ検索エンジンは、利用者からの検索要求を受け取ると、タイトルモデルに基づき生成された重み付きインデックスから各データとの適合度を計算し、検索結果を利用者に提示する。この検索結果に基づき、利用者は目的のデータを選択する。

メタ検索エンジンは、利用者からのデータ取得要求を受け取ると、データの識別子に応じて対象となるデータベースからそのデータを取得し、利用者へ提供する。このとき、その選択結果から、ユーザモデルおよびタイトルモデルの推測値の更新を行う。

5 関連研究

画像や音楽などのデータベースにおいて、データの分析に基づき感性検索を実現する研究は多い [1][2][7][9]。しかしながら、これらは平面デザインなどの静止画像やMIDIデータを対象とし、データ1つあたりのデータ量も少なく、その分析が比較的容易であり、かつ、データの持つ繰り返しパターンなどの周波数成分と利用者が受ける印象との対応が予め研究されている、もしくは得やすいといった傾向がある。サンプリングによる音声データ、さらには動画像データ等の場合、データ1つあたりのデータ量が多くその処理が容易ではない上、周波数成分の分析だけでは内容の方向性を必ずしも得ることができないようなデータに対し、これらの手法を適用することは難しい。

また、マルチメディアデータに対する解説文に対し文書中の各単語からその意味空間を生成し、この意味に基づき検索を行う手法がある [8]。しかし、予めデータの特徴を示す詳細な文書を生成しておく必要があり、不特定多数のデータが存在し、かつ新規データの追加が予想されるインターネット上の分散マルチメディアデータベース等に対し、本手法を適応することは難しい。

WEB上の分散データ等の利用において、個人毎の利用履歴から各利用者の興味に基づく情報提供や分類を行う研究がある [4][5][6]。しかし、これらの手法は検索や情報提供時に不要なデータ除去のためのフィルタリングを目的としており、そのままでは、感性検索のためのインデックスを生成することは困難である。

6 まとめ

本研究では、インターネット上のVoDやオンラインミュージックショップ等、ネットワーク上の分散マルチメディアデータベースアプリケーションの効果的な利用のために、感性検索システムを提案、設計した。

これは、映画や音楽等のデータの場合、利用者の興味や関心に応じてデータの利用に偏りがあることに着目し、我々がこれまで提案を行ってきたマルチメディアデータベースためのインデックスの半自動生成手法を用い、メタ検索エンジンにより感性検索の実現を図るものである。クライアントとデータベースの間に配置されたメタ検索エンジンにおいて、データベースの利用履歴から個々のデータの特徴を推測し、重み付きインデックスを生成する事で、ネットワーク上の複数のマルチメディアデータベースに対する感性検索をおこなう。これにより、データの内容を明示的に示すインデックスの作成が困難なマルチメディアデータベースの検索のためのインデックスを半自動的に生成し、また複数のマルチメディアデータベースに対する統合的な感性検索を実現する。

しかしながら、我々がこれまで検討を行ってきた特徴推測手法では、利用の偏りの推測値への影響や利用の繰り返しによる推測値の平均化、スケーラビリティなどの問題がある。今後、利用の偏りによらず高い再現度を得られ、利用回数を重ねた場合でも値が平均化されず、かつスケーラビリティの高い手法の検討に加え、利用者の興味の変化などによる利用傾向の変化や、新たなデータや利用者が加わった場合など、動的な変化についても検討し、これに基づき具体的なデータベースの構築による利用実験を行うことにより、実際的な評価を行う予定である。

参考文献

[1] Fukuda, M., Sugita, K. and Shibata, Y.: Perceptional Retrieving Method for Distributed Design Image Database System, *Trans. IPS Japan*, Vol. 39, No. 2, pp. 158–169 (1998).

[2] Ishihara, S., Ishihara, K. and Nagamachi, M.: Analysis of Individual Differences in Kansei Evaluation Data Based on Cluster Analysis, *KANSEI Engineering International*, Vol. 1, No. 1, pp. 49–58 (1999).

[3] 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).

[4] Okada, R., Lee, E.-S., Kinoshita, T. and Shiratori, N.: A Method for Personalized Web Searching with Hierarchical Document Clustering, *Trans. IPS Japan*, Vol. 39, No. 4, pp. 867–877 (1998).

[5] 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).

[6] 桑田喜隆, 谷津正志, 小泉宣夫: ユーザモデルに基づく技術支援情報の自動配信サービス, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 11, pp. 3896–3905 (1999).

[7] 原田将治, 伊藤幸宏, 中谷広正: 感性語句を含む自然言語文による画像検索のための形状特徴空間の構築, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 5, pp. 2356–2366 (1999).

[8] 吉田尚史, 清木康, 北川高嗣: 意味的連想検索機能を持つメディア情報検索システムの実現方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 39, No. 4, pp. 911–922 (1998).

[9] 佐藤聡, 菊地幸平, 北上始: 音楽データを対象としたイメージ検索のための感情価の自動生成, 情報処理学会研究会報告 99-DBS-118, pp. 57–64 (1999).

[10] 三石大, 佐々木淳, 船生豊: インデックス半自動生成のためのユーザの利用履歴を利用した 内容推測手法の検討, 情報処理学会研究報告 2000-DBS-122, Vol. 2000, No. 69, pp. 345–352 (2000).

[11] 三石大, 佐々木淳, 船生豊: ユーザの利用履歴を利用した動的なインデックス半自動生成手法の提案, 情報処理学会研究報告 2000-DBS-121, Vol. 2000, No. 44, pp. 53–60 (2000).