

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

佐藤 慎一¹ 堀江 晴彦¹ 山内 正¹ 曾田 忠之² 柴田 滝也³

¹(株)三菱総合研究所 ²(株)エス・エフ・シー ³産業技術総合研究所

E-mail: {satoshin, horie, yama}@mri.co.jp, sota@imagination.co.jp, t.shibata@aist.go.jp

概要: 感性検索システムは個人の主観的特性を考慮したマルチメディアデータ検索を可能とする。従来からの感性検索の研究では、検索システムが検索対象ごとに別々に構築されていたため、研究者同士で成果を相互に利用することは困難であった。本研究では、感性検索システムの研究成果を相互に利用し感性検索システムを構築するための共通基盤として、感性データベース管理システムを開発した。実際にいくつかの感性検索システムを統合し、プラットフォームとしての機能の検証を行った。また応用アプリケーションとしてデザイナーのための感性検索システムを試作し、その中で仮想空間を用いた感性検索のための GUI のあり方を研究した。

Kansei Retrieval System and Multi-Dimensional User Interface

Shin-ichi SATO¹, Haruhiko HORIE¹, Tadashi YAMANOUCI¹, Tadayuki SOTA², Tatsuya SHIBATA³

¹Mitsubishi Research Institute, Inc., ²SFC Corporation, ³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Kansei Retrieval systems enable us to retrieve data more intuitively. These systems are usually monolithic systems and it is difficult to apply the part of another system, although they are composed of many parts. So, we developed Database Management System as a platform to organize Kansei retrieval systems and verified its functions by unifying several Kansei retrieval systems on it. We also developed Graphical User Interface to use Kansei retrieval systems and provided it for some industrial designers. Through their feedbacks, we researched how GUI of Kansei retrieval system should be in virtual 3D environment.

1. はじめに

膨大なマルチメディア情報が溢れている昨今、人間の主観を考慮し、検索者本人により適切な情報を提示する感性検索システムが注目されている。今後、より実用的な感性検索システムを提供していくことが重要であり、そのためには、感性検索システム構築の共通プラットフォームが不可欠である。我々はこれを感性データベース管理システム(以下、感性DBMS)と称し、その構成法の研究・開発を行ってきた。今回、実際に感性DBMSを構築し、いくつかの感性検索システムをモジュールとして統合した。また、より便利に使うための多次元インタフェースを開発し、感性検索システム研究のためのプラットフォームとしての機能検証を行った。

2. 感性データベース管理システムの必要性

2.1. 感性検索システムの概要

感性検索システムは、主に画像等のマルチメディアデータを対象に、個人の主観的特性を考慮した検

索を実現するシステムである。代表的な検索方法としては「イメージ語検索」がある[1]。

「イメージ語検索」は、「あたたかい」「さわやかな」などの形容詞群(イメージ語)により、コンテンツを検索するものである。ユーザが一部のコンテンツに対して抱く印象を分析することで、その他のコンテンツに対してユーザが抱くであろうイメージを推測する。これにより、新たなコンテンツが追加された場合にも、索引付け等、人手による操作を何ら行うことなく、自動的に検索対象とすることが可能となる。

2.2. 感性データベース管理システムのねらい

感性検索システムはいくつかのものが開発されているが、こうした感性検索システムのための共通プラットフォームとして感性DBMSを開発するねらいは次の2つである。

- (1) 各感性検索システムで共通的に利用する機能を提供することにより開発を効率化する。

(2) 感性検索を構成する処理を標準化し、組み込んだモジュールを再利用可能にする。これにより、各研究成果の融合を可能とし、感性検索システムの研究を促進する。

これにより、感性検索システム開発のための工数が削減され、また、他研究者との成果の融合を容易に行うことができ、より高精度な感性検索システムの実現につながるものと考えている。

2.3. ユーザインタフェースに求められるもの

感性検索システムのコンテンツは、2次元の画像に限らず3次元のオブジェクトも含まれる。そのため2次元と3次元のコンテンツを同等に扱って、なおかつコンテンツ同士の感性的な関係、感性モデルの特性を多角的な視点で提示できる、ユーザインタフェースが必要になる。

3. 感性 DBMS の開発

3.1. 関数インタフェース及び拡張データ型の整備

感性検索の仕組み ([1]) を元に、感性検索の流れを模式的に整理した。図 1 において白枠部分が感性検索を構成する処理を表す。感性 DBMS では、これらモジュールの関数インタフェースを定義した。

各処理の中で頻繁に使われるデータの標準化を行い、感性 DBMS の拡張データ型とした。図 1 の網

掛けの四角部にあたる。また、アクセスライブラリも整備したため、感性検索の研究者は、データベースに対する細かい処理を意識する必要はない。

3.2. 感性モデルの管理

感性検索システムでは、個人の感性をモデル化して「感性モデル」として取り扱う。感性モデルはユーザの体験、外から受ける刺激などにより時々刻々変化するものである。これらの管理を個々の感性検索システムで行うことは手間もかかり、必要性は認められながらも十分には行われていなかったのが現状である。感性 DBMS では、感性モデルの変更履歴を蓄積し、時間及び感性モデルに影響を与えている因子の視点から、感性モデルを追跡可能にした。データベース内での感性モデルの変化は自動的に管理されているため開発者は特に意識する必要はない。

3.3. 感性検索フレームワークの整備

感性検索システムを実装するには、図 1.1 における処理の流れ(矢印部)に相当するプログラムが必要である。ここではそれを「フレームワーク」と呼ぶ。イメージ語検索、類似検索といった感性検索の種類によってフレームワークは異なる。また、同じ種類の感性検索で、同じ関数インタフェースを利用する場合でも、フレームワークが異なる可能性がある。

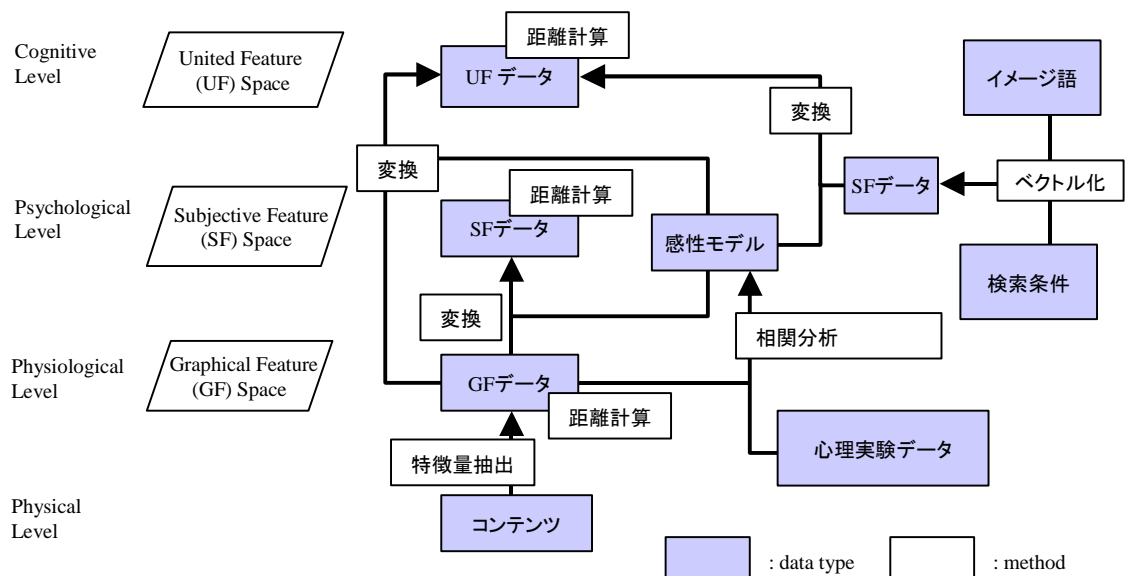


図 1 感性検索システムのモデル

例えば、コンテンツから抽出された物理特徴量とユーザイメージとの相関をみる場合、1つの物理特徴量との相関を見るか、複数のものとの相関を見るかにより処理は異なってくる。これらの違いにより利用するフレームワークは異なる。

感性検索システムの研究者がフレームワークを自由に記述することにより、本 DBMS 上に様々なアルゴリズムを盛り込むことも可能である。

3.4. データベース操作環境の整備

感性検索システムのコアとなる各モジュールは研究者自身で開発する必要があるが、その登録や、登録されたモジュールの再利用はデータベース操作環境(以下、DB 操作環境という)によりサポートした。これにより、モジュール間の様々な組み合わせなど、様々な感性検索システムを作成することができる。また、アルゴリズムの組み込み以外にも、コンテンツやユーザの管理、さらに組み込んだアルゴリズムテスト用のインタフェースなどの機能を備えている。

3.5. 感性 DBMS の構成

感性 DBMS における各構成要素の関係のイメージを図 2 に示す。

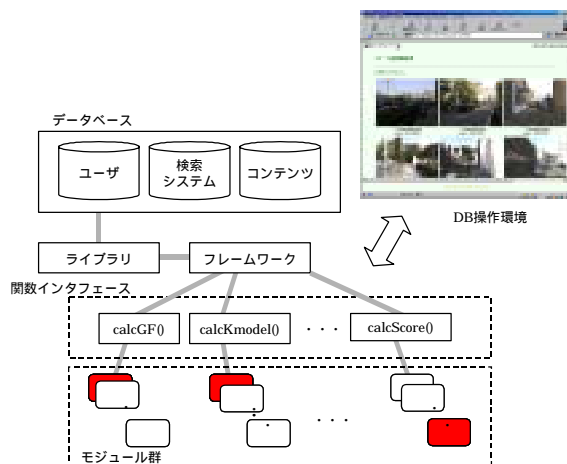


図 2 感性 DBMS の構成イメージ

フレームワークでは、利用する関数インタフェースのみが決定されている。インタフェースを実装したモジュールのどれを呼び出すかは、データベースから取得する。従って、フレームワークでは感性検

索システムの ID に従い、呼び出すべきモジュールの情報を得て、フレームワークに記述された流れで実行される。従って、感性検索システムのメタ情報を管理するテーブルの値が変われば、異なる感性検索(アルゴリズム)が実行されることになる。これらの操作は DB 操作環境を通じて行うことができる。

4. 感性 DBMS の活用

4.1. アルゴリズムの統合

感性 DBMS をプラットフォームとし、感性工房グループにおける各種検索システムの研究者に協力してもらい、検索システムを統合した。統合した感性検索システムを表 1.2 に示す。

表 1 統合した感性検索システム

感性検索種別	統合したシステム
イメージ語検索	ARTMUSEUM ([1]) 景観検索 ([2]) テクスチャ検索 ([3]) TAKE ([5])
例示(類似)検索	3D 類似形状検索 ([4]) TAKE
イメージ語推定	オフィスレイアウトイメージ語推定

フレームワーク部分は標準的なパターンを用意し、研究者には既存の感性検索システムを、関数インタフェースに合わせてモジュール化して頂いた。その結果、表の感性検索システムはすべて統合され、各モジュールは他の研究者により再利用可能となった。

4.2. 感性 DBMS 操作環境の機能

感性 DBMS 操作環境として開発した機能とその概要を以下に示す。これらの機能は、感性検索システムとして共通的に行われる処理をプラットフォームとして提供し、感性検索システムにおけるデータ管理を支援するものである。

(1) ユーザ管理

ユーザ情報は年齢などの属性とともにデータベースに格納する。ここで管理されているユーザごとに感性モデルを持つことができ、その感性モデルを検索時に利用することができる。

また、ここで管理されている複数ユーザから構成さ

れるグループを作成することもできる。そのグループの平均的な感性で検索を行うことにより、特定の属性を持つユーザ群の傾向を分析することなどが可能である。

(2) コンテンツ管理

既存のコンテンツ群に新たなデータを追加する場合に利用する。1つずつ個別に追加、一括の追加(コマンドライン)が可能である。

(3) GF 空間データ管理

その中で、コンテンツから物理特徴量を抽出するという処理の計算負荷が非常に高い。従って、感性 DBMS では、検索に先立ち、物理特徴量のみは事前に計算されていることを前提としている。

GF 空間データ管理は、物理特徴量の抽出状況を管理するものである。物理特徴量抽出関数とコンテンツのカテゴリを選択すると、選択された GF 抽出関数によって GF が抽出されていないコンテンツの一覧が表示される。表示されたコンテンツに関しては、そのまま物理特徴量を計算させることができる。新たなコンテンツを登録した場合や、新たな GF 抽出関数を登録した場合等に用いる。

(4) 学習

感性検索を行えるようにするためには、コンテンツのサブセットに対して自分の感性を教え込む必要がある。この学習結果が感性モデルに反映されることになる。この学習のためのインタフェースもプラットフォームとしてサポートしている。

学習用のコンテンツに対して自分の印象を教え込んでいく。この学習の労力削減のため、学習対象すべてを学習せず、他の人の学習データを継承して自分用にカスタマイズすることも可能である。いくつかの属性ごとに代表的なデータを用意することにより、学習の労力を削減することができる。

以上(1)~(4)の他、新たな検索システムの構築、構築した検索システムの稼働確認用の機能・インタフェースも備えている。これらに関しては、4.3以降に詳しく記述する。

4.3. 新たなアルゴリズムの作成

研究者自身が行うフレームワークやモジュールの開発以外の処理は、DB 操作環境により操作可能である。以下、感性検索を構成するある1つのモジュールとして GF 抽出関数を開発した場面を例に、感性 DBMS への組み込み方法を説明する。

関数作成後、まずはデータベースへの登録を行う。登録時には関数の種別を選択する(図 1.5)。その他は必須ではないが、識別のため、関数の特徴を端的に表した名称、関数の説明を入力する。以上で作成された関数が登録され、感性 DBMS に統合された任意のシステムから呼び出し可能な状態となる。

同様にして感性モデルを生成する処理など、他のモジュールを組み込む必要があるが、統合されたモジュールを利用することもできる。組み込まれたモジュールを用いて感性検索システムを構築するには、まずフレームワークを選択する。データベースには感性検索システムの情報が登録されており、フレームワークに応じた関数インタフェースの一覧が表示される。

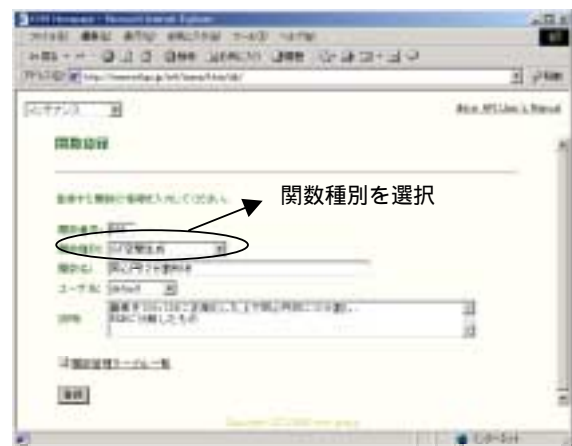


図 3 関数の登録画面

図 3にて左側は選択されたフレームワークで必要とする関数インタフェースの一覧が表示され、右側にはそのインタフェースを実装した関数群が表示される。画面上は ART MUSEUM 方式イメージ語検索のフレームワーク、画面下は 3D 類似形状検索のフレームワークであるため、必要とされる関数インタフェースも異なり、データベースの情報に基づ

き適切なインタフェースが提示されている。
 図 3において登録された関数は、対応するインタフェースの右側に一覧表示される。
 ここで GF 抽出関数として組み込んだ関数を選択し、他の処理（感性モデル計算 etc）は他の研究者により組み込み済みのものを選択する。

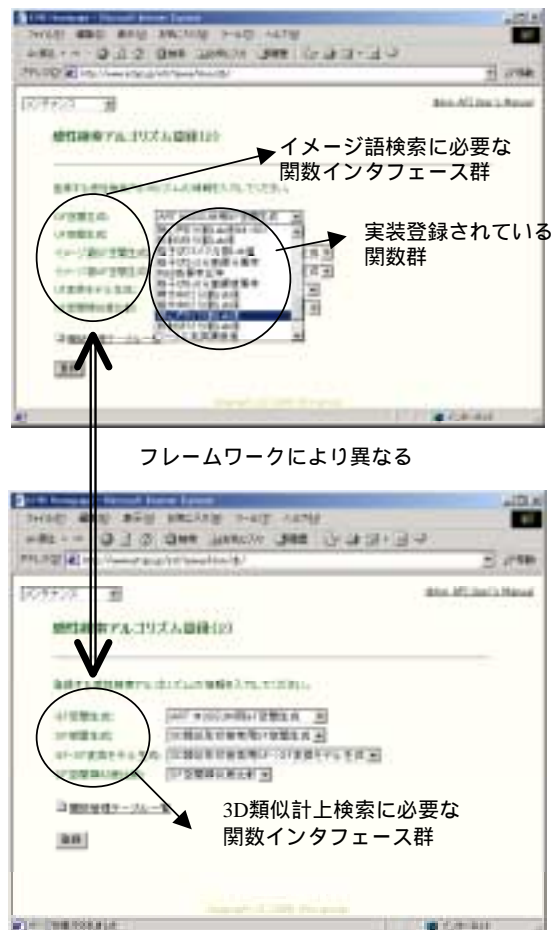


図 4 感性検索システムの登録

以上で感性検索システムが作成されることになる。
 このようにして作成した感性検索システムは、感性 DBMS 操作環境により動作確認を行うことができる。また、起動のための API を公開しているため、適当なユーザインタフェースと接続して実行することも可能である。

5. 多次元インタフェースの開発

感性工房研究グループでは、工業デザインにおけるデザイナー支援を例題に感性 DBMS を中心とし

た感性応用アプリケーションのプロトタイプシステムを構築した[7]。構築にあたっては、感性 DBMS に適したユーザインタフェースの要件を明らかにするために、仮想空間型の GUI とした。

5.1. ユーザインタフェースに求められる要件

画像や 3D データなどのマルチメディアデータの感性的な特徴（イメージ）を言葉の組み合わせと重み付けで検索する「イメージ語検索」を中心に、新しい GUI の適用局面を次のように整理した。

- ・ 検索条件（Query）を指定するための GUI
- ・ 検索結果を表示するための GUI
- ・ 感性 DBMS の利用履歴を参照するための GUI

(1) 感性検索条件の指定

イメージ語検索では複数のイメージ語を選択し、それぞれ 1～10 の範囲で重み付けをする。利用できるイメージ語数を表 2 に示す。イメージ語はコンテンツ分野ごとに設定されている。

表 2 本システムで利用できるイメージ語数

コンテンツ分野	イメージ語
美術画	12 語
路上景観	23 語
テクスチャ	44 語
一般写真素材	280 語

検索条件指定の GUI の要件は次の通り。

- ・ 複数のイメージ語の選択と重み付けを簡便かつ直感的な操作で入力できること
- ・ 視覚的にも理解・把握しやすいこと

(2) 感性検索結果の提示方式

感性検索では検索結果の個数指定する必要がある。たとえば、検索結果 20 個という指定である。従来のキーワード検索ではキーワードに合致するか否かで一意に検索結果が定まったが、イメージ語検索では全てのデータに適合度の点数（スコア）が与えられるため、検索結果の個数の指定が必要となる。

ユーザは検索結果の個数を大きめに指定し、大量の検索結果の中から自分の望む画像を取捨選択するため検索結果の表示要件は次のようになる。

- ・ 検索結果が大量な場合でも、ユーザが短時間に

認識できるような提示・配置を行うこと

- ・ プレビュー画像を拡大するような操作をせずに、個々の画像を確認できること
- ・ 検索結果の画像の適合度（スコア）や画像同士の感性的関係を視覚的に提示できること
- ・ 検索結果同士を並べ、比較検討できること

(3) 利用履歴の参照方式

感性 DBMS を利用するにあたっては、個々の検索結果だけでなく、どのようなイメージ語で検索して画像を絞り込んできたか、また、どの画像はどのような検索によって入手したもののかなど、検索履歴・操作履歴を視覚的に提示でき、思考過程を辿れることが求められる。

- ・ 検索操作の過程と検索結果をビジュアルに確認できること
- ・ 個々の検索結果がどのような検索条件で与えられたものか確認できること

5.2 プロトタイプシステムの構成

本 GUI は一般の PC で動作する。サーバの感性データベース管理システムとクライアント PC の間は CGI を介して接続する。ユーザはクライアント PC から検索、検索結果参照、検索履歴の保存など操作を行うことができる。動作環境は次の通り。OS は Windows2000、WWW ブラウザは Netscape Navigator4.x、VRML ブラウザは CosmoPlayer2.0。本 GUI が提供する機能は表 3 の通りである。

表 3 多次元インタフェースの主要な機能

機能	機能名	機能概要・対象
検索機能	イメージ語検索	直観的な操作で、イメージ語を(複数)選択し重みを設定し、画像の検索を行う。対象は、美術画、路上景観、テクスチャ、一般写真。
	例示検索	指定した画像に形状(物理特徴量)が類似する画像の検索を行う。対象は一般写真。
	類似検索	指定した 3D オブジェクトに形状(物理特徴量)が類似する画像の検索を行う。対象は家具の 3D オブジェクト。
	イメージ語逆推定	指定した複数の画像から、マッチするイメージ語を逆推定する。対象は一般写真。

結果表示機能	自立移動型結果表示	検索結果を仮想空間内に、スコア順に見やすく表示する(自立的に移動)。
	検索結果比較表示	複数の検索結果ウィンドウを仮想空間内で並べ替え、比較表示する。
	検索条件表示	検索結果ウィンドウの検索条件を表示する。
ワークスペース機能	バスケット	収集した検索結果の画像と 3D オブジェクトを仮想空間内の部屋でレイアウト、管理する。状態のセーブ、ロードができる。また、画像の検索条件を表示する。複数の画像に共通する検索条件を表示する。
操作履歴管理機能	検索履歴管理	検索操作の履歴を管理し、検索の過程を仮想空間内に表示する。

(4) イメージ語検索インタフェース

イメージ語検索では、ユーザは自由にイメージ語を選び、重みを設定する。イメージ語検索のユーザインタフェースの要件は次のようになる。

- ・ 複数のイメージ語の選択と重みを簡便かつ直観的な操作で入力できること
- ・ 視覚的にも理解・把握しやすいこと

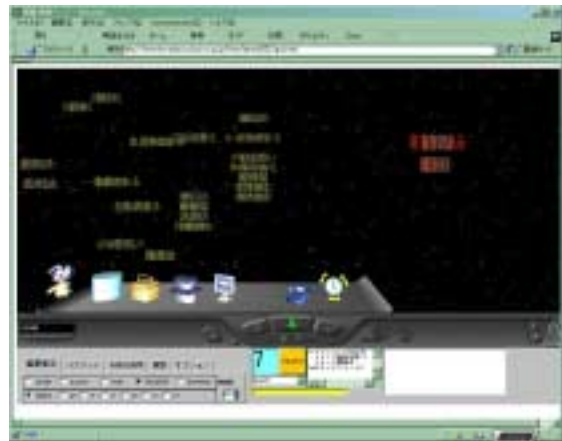


図 5 イメージ語検索の重み付け

イメージ語検索画面では、イメージ語の重みを視覚的に表すために、イメージ語自体をアイコン化して仮想空間に配置している。ユーザはイメージ語アイコンを任意の位置に配置しグループ分けできる。

イメージ語アイコンを直接クリックし右方向にドラッグし感覚的にイメージ語の重みを設定する(画面中央より右にドラッグすると重みが増加)重みに

応じてアイコンは拡大し、濃色に変化する(図 5)。

(5) 検索結果表示インタフェース

検索結果の表示画面に求められる要件は次の通りである。

- ・ 検索結果が大量な場合でも、ユーザが短時間に認識できるように提示・配置を行うこと
- ・ 拡大操作なしに、個々の画像を確認できること
- ・ スコアや感性関係を視覚的に提示できること
- ・ 検索結果同士を並べて比較できること



図 6 検索結果表示例(画面奥から手前に移動)

仮想空間を用い、検索結果の画像を画面奥から手前方向に自動的に移動させる表示方法を考案し採用した。ユーザは奥から手前に飛んでくる画像を「流し見」し、大量の検索結果から必要な画像を選択する(図 6)。奥から手前に移動することで、画像が徐々に拡大するため、拡大表示の手間は不要である。

検索結果のXY方向の配置数、奥行き、移動・静止などについてはユーザが任意に指定できるが、本システムの標準的な表示方式として表 4の4タイプをデフォルトで用意している。例えばスコア順1列表示は検索結果の順番およびスコアによる間隔の確認や検索結果同士の比較に向く。

表 4 検索結果の表示形態

表示形態	特徴
スコア順1列表示 (間隔一定)	検索結果の順番の確認に適している。
スコア順1列表示 (間隔はスコアに比例)	検索結果のスコアを確認するのに適している。

スコア順複数表示 (間隔一定)	検索結果を同時に複数個、流し見しながら確認するのに適している。
スコア順複数表示 (間隔はスコアに比例)	検索結果を同時に複数個、流し見しながら確認するのに適している。

検索結果は、透明な3次元ウインドウ(直方体)の中に表示する。そのためウインドウ単位で位置を変えたり、複数の検索結果を並べて比較できる(図7左)。ウインドウの移動や、ウインドウ毎の検索条件の確認、検査結果の並べ替えも随時行える。



図 7 左:検索結果の比較 右:3D検索結果

また、3D オブジェクトの検索結果についても同様の表示が可能である。

(6) その他の検索インタフェース

本 GUI では、検索結果の画像自体を検索キーにする画像の例示検索、3D オブジェクトを検索キーとする3D オブジェクトの類似検索も用意した。複数の画像を選択し指定することで、共通するイメージ語を逆推定する検索機能もある。(図7右)。

(7) バスケット機能

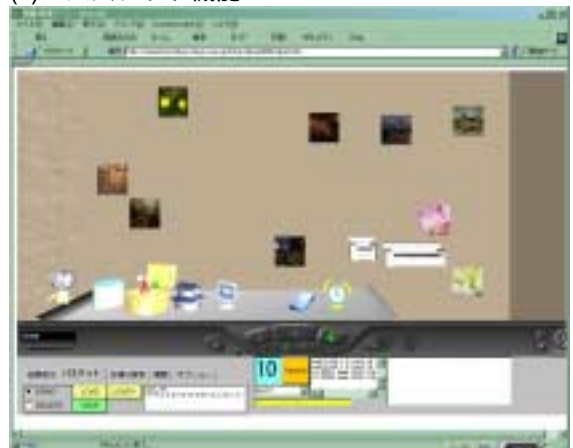


図 8 バスケット画面

一般に、デザイナーはデザインのイメージをふくらませるためにイメージ素材（画像）を多数収集する。そして入手した素材をイメージ別、種類別に分類・整理する。本システムでは分類・整理の作業を支援するためバスケット機能を用意した。バスケットに入れた画像と 3D オブジェクトは空間内に自由に配置できる。これは、デザイナーが日常的に壁やホワイトボードを用いて、イメージマップを作成することを電子的に再現した機能である（図 8）。また画像毎の検索条件も確認できる。

(8) 検索操作履歴

感性 DBMS を利用する際には、どのようなイメージ語で検索して画像を絞り込んできたか、また、どの画像はどの検索によって入手したものなのか知りたいという自らの思考を辿りたいというニーズがデザイナーの試用で明らかになった。そのため検索結果の履歴を経時的に表示する機能を提供している。



図 9 検索履歴の表示（左：前後 右：水平方向）

5.2. 多次元インタフェースの評価と改善

デザインを専攻する学生 6 名がプロトタイプシステムを試用し、アンケートに回答してもらった[8]。操作性に関する意見は、検索結果の画像数は多いほど良い、イメージ語数はこのくらいでよい、検索結果の履歴は役に立つ、空間移動は操作が難しい、画面を 4 分割して見比べられるようにすると良い、仮想空間を十分に活用し切れていない、など。

システムの応用に関する意見は、量が多ければ意表を衝くものを見つけられる、他人の検索履歴を見たい、ひらめきを助けるツールとして役に立つ、自分にあるものと足りないものがわかる、など。

デザイナーとクライアントのコミュニケーションのツールとしてデザインコンセプトを考えていく際

に有効であると考えられる。

6. まとめ

汎用的なモデルに従い、感性検索システム実現のためのプラットフォームを開発した。実際にいくつかのアルゴリズムを統合し、試行錯誤的な感性検索システムの実現や、感性検索システムの分析を容易に行えることを確認した。

統合された感性検索システムは、Web 上での簡易な機能確認の他、今回開発した GUI により、より直感的な活用も可能である。これらプラットフォームを広く提供することで、今後の感性検索システムの高度化・実用化に寄与していきたいと考えている。

本研究は通商産業科学技術研究開発制度によるヒューマンメディアの研究開発プロジェクトに関連し、新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託により財団法人イメージ情報科学研究所との契約により実施された。

参考文献：

- [1] 加藤, 栗田, 板倉: “フルカラーデータベース ART MUSEUM –色彩感と略画による画像対話–”, 信学技法, IE88-188, pp.31-38, Mar. 1989
- [2] T. Shibata et al.: "Modeling of Subjective Interpretation for Street Landscape Image", 9th Int. Conf. Database and Expert Systems Applications, pp.501-510, 1998
- [3] 小林, 加藤: “テクスチャ画像の完成検索の試み”, 電気学会 電子・情報・システム部門大会 講演論文集, pp.137-138, 1999
- [4] M. Suzuki et al.: “3D Object Retrieval based on Subjective Measures”, Proc. of Int. Workshop on Database and Expert Systems Applications, pp.850-856, 1998
- [5] 小林, 大河内, 太田: “特徴量を統合し人の感性に近づけた画像検索システム”, 信学技法, PRMU97-261, pp.75-80, 1998
- [6] S. Sato et al.: “Proposal of Kansei DBMS as a Platform to Organise Kansei Retrieval System”, Proc. of Forth Joint Conference on Knowledge- Based Software Engineering, pp.275-280, 2000
- [7] H. Horie et al.: “User Interface for Kansei Retrieval System in Virtual Environment”, Proc. of Forth Joint Conference on Knowledge- Based Software Engineering, pp.267-274, 2000
- [8] 感性工房評価実験, 五十嵐浩也, 日本感性工学会感性工房部会第 3 回研究会資料, pp.21-24, 2001