

ユーザモデルを基本とする感性検索法

福田学 勝本道哲 柴田義孝

東洋大学工学部 情報工学科

{fukuda,katsu,shibata}@yosemite.sb.cs.toyo.ac.jp

筆者らは広域に分散する繊維デザイン画像データベースシステムにおいて、各々のデザイナーの感性の違いを考慮した画像を検索するために、デザイナーであるユーザの感性をモデル化したユーザモデルを基本とする感性検索法を導入したヒューマンインタフェースの研究を行っている。本システムでは感性を反映する感性語による検索法を提案し、検索して得られる画像に対する満足度により、その相違をユーザモデルとして学習し、検索と評価を繰り返しそのズレを最小化するように補正することにより個々の感性を獲得する方式を設計および構築を行ったので、その機能評価について報告する。

Kansei Retrieve Method based on User Model

Manabu Fukuda, Michiaki Katsumoto and Yoshitaka Shibata

Department of Information and Computer Sciences, Toyo University

{fukuda,katsu,shibata}@yosemite.sb.cs.toyo.ac.jp

We have developed a new human interface for distributed Textile Design Image Database System, which is based on "Kansei" retrieval method using user model. Our method provides easy and flexible access to Design Image Database by specifying certain "Kansei words" to make user satisfied in his/her perceptual retrieve. Furthermore, individual Kansei could be obtained by evaluating the difference between objective model on knowledge-base and his/her Kansei, so that user model would be updated.

1. はじめに

筆者らはデザイン支援の画像データベースにおいてデザイナーの多様な要求に対して適切な情報の提供が可能な検索を考慮したデザイン画像データベースシステム及びヒューマンインタフェースの設計及び開発を行っている。[1, 2] デザインの世界では経験的な知識と感性が必要とされ、その支援を可能とするには得られるデータをデザイナーが十分満足できる検索法が重要である。しかしながら、抽象的な発想は画像データのための検索条件にいたるまで明確

ではなく、検索条件に絞ることに煩わせたり、その検索結果に満足できない場合があった。本研究では従来のキーワード検索の他に 1) 色彩を提示し、要求する色自体を選択してもらうことで色という検索キーを発行する直接色検索法と 2) 色彩の組み合わせから生まれる印象を統計的に形容詞で表現した感性語によりモデル化し、その感性語を検索キーとして発行し、感性語自体に個々のデザイナーの感性を反映させる感性検索法を提案している。感性検索法においては人間の持つ一般的な感性をベクトルとして

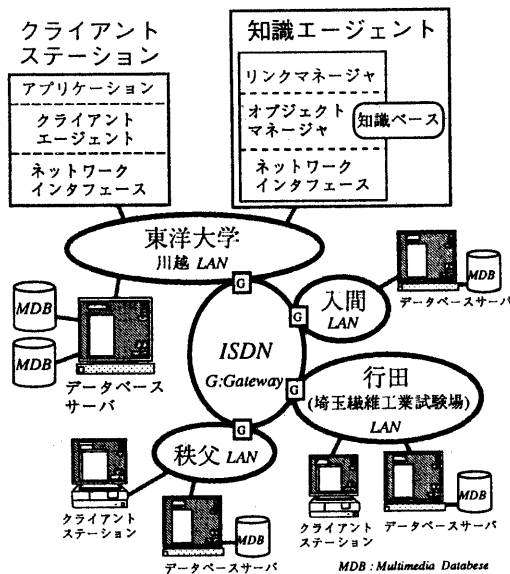


図 1: 広域デザイン画像データベースシステム

表し、個々のデザイナーが持つ感性をその一般的なベクトルとのズレからすべての感性語について感性ベクトルを二次元の行列で表現してモデル化したユーザモデルとして各ユーザ毎に記録する。さらに、満足度による評価を伴う検索過程によりそのズレを学習し、ユーザモデルを更新することで個々のデザイナーの感性を獲得する。本研究においては個々の感性をベクトル化してユーザモデルとして記録する方式を用いた感性語による感性検索法を設計し、そのプロトタイプシステムを構築し、本システムを実際に利用して得られた機能評価の結果について述べる。

2. デザイン画像データベースシステム

筆者らが開発している繊維デザイン画像データベースでは、特色のある日本各地の古来の繊維産業で培ってきた繊維素材や絵柄をといった情報をそれぞれの地域ごとにデータベース化して、ISDNなどの広域ネットワーク上に分散格納し、繊維産業におけるデザイン支援のための CAD システムとしてデザイナーが柔軟かつ簡単な操作により特色のある繊維画像と関連情報の利用を可能とするものである。

このシステムでは構築技術としてダイナミックハイパーメディアシステム (DHS)[3] により、クライアント-エージェント-サーバ環境を構成し、知識

エージェントが広域に分散するマルチメディアデータベース (MDB) へのアクセス管理を行ない、クライアントエージェントがユーザへのインタフェースを提供する (図 1)。クライアントエージェントはユーザから受けた要求をユーザクエリ (UQ) として知識エージェントへ発行し、UQ を受けた知識エージェントはリンクマネージャを通して知識ベースにより UQ を解析し、データベースに適切なエージェントクエリに変換する。そして、その AQ を分散する MDB に対してマルチキャスト RPC に基づく selective OID 法 [4] を用いて発行して画像データを獲得し、クライアントエージェントに提供する (図 2)。MDB はリレーショナルデータベースモデルにより素材、柄、年代やキーワードなどのテキストデータとフルカラーのオリジナル画像を JPEG により圧縮した 400x282pixel の詳細画像データ、および 256 色共通カラーを用いた 100x100pixel のブラウジング用画像データを格納している。さらに、通常キー検索や直接色検索、感性検索のための検索用インデックスを保有している。

3. データベース登録

3.1 知識ベース

視覚における感性を刺激する情報として「色彩」と「パターン」が主と考えられるが、本研究では画像の色彩による感性に着目しており、色彩に対して思い描く印象を感性語として表現する関連性を知識としてとらえ、世代別や性別という条件の下で統計的に関連付けを行なった結果にみられる傾向を知識ベースに定義している。感性語は色彩工学やデザイン学校の生徒や専門家などのアンケートにより色彩に対する印象の統計的データにより構成されており、表 1 に現在までに使用できる感性語を示す。色彩に関してデザインの世界では一般にマンセル表記が利用されているので、感性語との関連付けにはこれを利用してマンセル色彩体系の 130 色と 15 種の感性語との関連を知識ベースとして構築している。すなわち、単色に関連する感性語を 15 種の中から複数の感性語を割当て、これにより各感性語に関する色彩系も求めることができ、表 2 に「シック」を表現する色彩群の抜粋例を示す。同様に感性を刺激する情報としてあげられる画像のパターンについても研究を行なっている。

| クラスタ ID | 感性語 | クラスタ ID | 感性語 | クラスタ ID | 感性語 |
|---------|--------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | プリティ | 6 | ロマンティック | 11 | ダンディ |
| 2 | カジュアル | 7 | ナチュラル | 12 | フォーマル |
| 3 | ダイナミック | 8 | エレガント | 13 | クリア |
| 4 | ゴージャス | 9 | シック | 14 | クール・カジュアル |
| 5 | エスニック | 10 | クラシック | 15 | モダン |

表1 感性語クラスタ

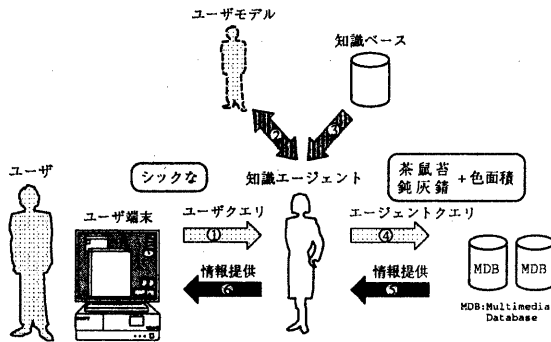


図2: 検索時のシステムフロー

3.2 画像のインデックス

本研究では色彩に対する感性はその色彩量すなわち面積に比例して強く刺激されていると考え、デザイン画像の主要色成分とその面積により特徴づける。したがって、画像データのインデックス作成の手順として1)RGB空間上のフルカラー画像を知識との関連性を考慮して双六角錐HSLカラーモデルを用いてマンセル色彩体系の130色へクラスタ化を行ない、2)130色において色面積を算出し、3)面積率の上位5色を選択し、その5色と面積率を直接色検索のインデックスとして格納する。さらにこれから得られる感性ベクトルをインデックスとして保有することによって検索の効率化を図っている。感性ベクトルの生成手順として、例えば、ある画像の感性ベクトルを

$$b = \{b_n\} \text{ (ただし } n = 1, 2, 3, \dots, 15)$$

としたとき、画像から得られた上位5色が{PB_Lgr, PB_Gr, PB_Dl, B_Lgr, P_Gr}、面積率が{38%, 16%, 16%, 6%, 4%}のときを考える。

| シック | | | |
|-------|--------|-------|------|
| YR_DL | Y_Gr | GY_Dl | G_Gr |
| G_Dl | B_L | B_Dl | B_Gr |
| PB_P | PB_Lgr | PB_Gr | P_Dl |
| N_7 | N_6 | N_5 | N_4 |

表2(a) 知識ベース表現

| | | |
|-------|-------|-------|
| YR_Dl | エレガント | ゴージャス |
| | クラシック | シック |

表2(b) 知識ベース表現

最初の色「PB_Lgr」は知識ベースよりクラスタID{8,9,15}に属していることがわかるので

$$b_i = b_i + 38 \text{ (ただし } i = 8, 9, 15)$$

と面積に比例させる。残りの4色についても同様な処理を行うことで、

$$b = \{0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 58, 80, 0, 0, 16, 0, 38, 76\}$$

と生成され、各ベクトル値をインデックスとする。例として生成した感性ベクトルから画像は知識ベース上の「シック」としての特徴をもつことがわかる。

4. 画像検索方法

4.1 通常検索と直接色検索

通常のキー検索では提示されるキーワードを選択することでUQを発行することになり、リンクマネージャで単にMDBへのSQLセレクト文へ変換され、AQとしてMDBに発行される。直接色検索では通常のキー検索でのキーワードの代わりに130色のパレットが提示され、任意の単色または3色ま

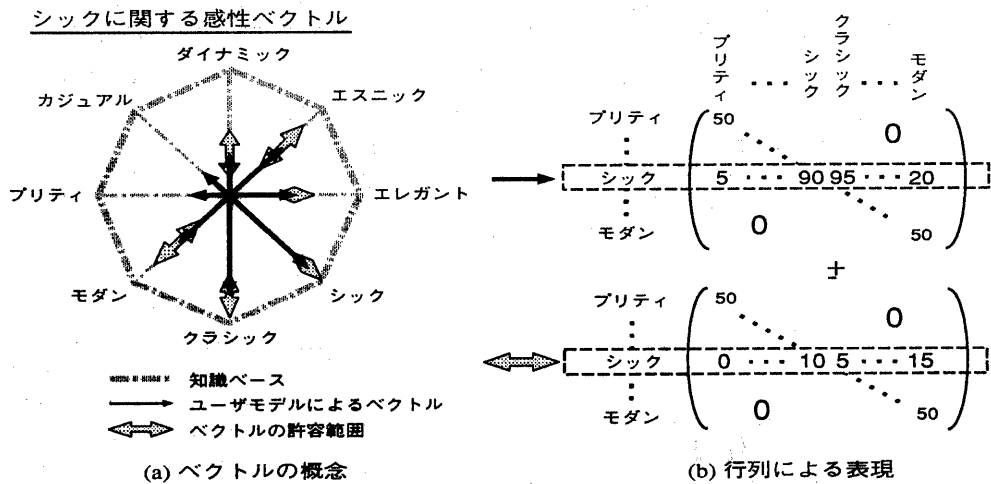


図 3: 感性ベクトルの概念

での組み合わせ (and/or) や面積比の指定で同様に検索することが可能である。

4.2 感性検索

感性検索では 1) キーワードとして提示される感性語を選択することにより 2) クライアントエージェントが UQ を発行し、3) 知識エージェントが選択された感性語に関する感性ベクトルをユーザモデルから抽出する。4) 感性ベクトルからユーザに適した配色を知識ベースを通して決定し、5) これを AQ として MDB に発行して画像を得る。ユーザ端末にはユーザが要求した感性ベクトルにより近い画像から表示を行なっていく方法を取っている。ユーザは検索された任意の画像に対して自分の感性と比較して評価することにより、ユーザの感性をユーザモデルにより学習することができ、繰り返して評価検索を行なって順次更新することによりユーザの感性にさらに近づけることができる。

5. ユーザモデル

5.1 ユーザモデルの構成

ユーザモデルには感性語に対する個人の感性ベクトルが 15 種すべての感性語について記録され、15x15 の二次元行列で表現されている。また、ユーザの評価画像から検索時の感性ベクトルとの誤差が

最小化になるように決定しているが、唯一つに絞り込んだベクトル値が完全に満足を得る可能性は低いと考え、感性ベクトルの各ベクトル値毎にある程度の許容範囲を設けて感性ベクトルと同様に行列で表現し、これもユーザモデルに含める (図 3(a))。ユーザモデルの初期値として個人の感性は平均人物の感性とみなして対角行列を設定しており、これにより知識ベースに示される感性ベクトルを含む画像を検索することができる。つまり、知識ベース上の平均的人物が持つ感性による全検索が行われることになり、ユーザ毎のユーザモデル初期値の決定のために使用し、その初期値による検索を初回感性検索と呼ぶ。

5.2 ユーザモデルによるクエリ変換

選択された感性語によりクラスタ ID が UQ として発行され、知識エージェントによりユーザモデル内のその感性語に相当する行が抽出される。例えば、図 3(b) のように「シック」を選択したならばクラスタ ID は「9」とわかり、ユーザモデルの 9 列目が抽出される。そして UQ はユーザモデルの各ベクトル値に許容範囲を持たせた要素に変換され、知識エージェントが AQ として MDB に発行する。

5.3 ユーザモデルの更新

i 回目の検索での UQ を \bar{q}_i 、ユーザモデルを U_i 、

AQ を \vec{r}_i とすると、クエリ変換は $\vec{r}_i = U_i \vec{q}_i$ と表現できる。 \vec{r}_i により検索された画像のうち、評価する K 枚の画像の感性ベクトルを $\vec{s}_1, \vec{s}_2, \vec{s}_3, \dots, \vec{s}_K$ 、ユーザ評価を $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_K$ とするとき誤差評価関数 E を

$$E = \sum_{k=1}^K \omega_k^2 (\vec{r}_i - \vec{s}_k)^T (\vec{r}_i - \vec{s}_k)$$

と定義する。ユーザの感性に近づけるためにはその誤差を最小化することが必要であり、そのためには \vec{r}_i を変更することとなる。すなわち、

$$\begin{aligned} \vec{r}_{i+1} &= \vec{r}_i + \Delta \vec{r}_i \\ &= (U_i + \Delta U_i) \vec{q}_i \end{aligned}$$

となり、 U_i を差分 ΔU_i により調整することを意味する。この時、誤差最小化の必要条件

$$\frac{\partial E}{\partial u} = 0, \text{ (ただし、} u \text{ は } U \text{ の列ベクトル)}$$

を用いてベクトル値 u を一般化すると

$$u = \frac{1}{q} \cdot \frac{\sum_{k=1}^K \omega_k^2 s_k}{\sum_{k=1}^K \omega_k^2}$$

と導き出され、この式によってユーザモデルを感性ベクトル毎に更新できる。また、新たな感性ベクトルに対しては評価画像との差分によりベクトル値のばらつきを調べ、ベクトル値毎に許容範囲を決定する。

6. プロトタイプシステム

6.1 システム仕様

プロトタイプシステムとして、本学の Ethernet の LAN 上に構築し、埼玉県繊維工業技術試験場から入手した埼玉県における地場産業で繊維に関する比較的年代の古い画像が 1,600 件登録されている。検索ウインドウ上でマウスによりキーワードや感性語を選択するだけで検索条件が設定でき、検索された画像はまずブラウジングウインドウに小さく表示され、そのブラウジング画像をクリックすることで詳細画像と関連情報が参照可能であり、図 7 にそのインタフェース画面を示す。

6.2 システム評価

実際にシステムを使用してもらいユーザモデルの機能評価を行なった。感性検索において評価検索によるユーザモデルの変化の様子として感性ベクト

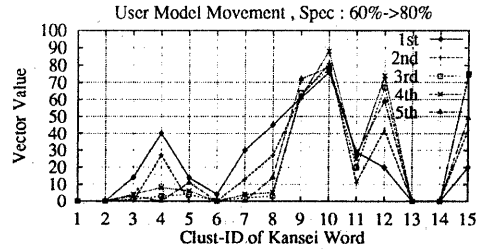


図 4: ユーザモデルの感性ベクトル値

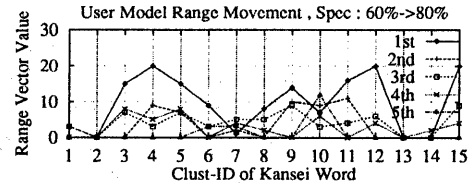


図 5: ユーザモデルの許容範囲

ル値と許容範囲をデータに取り、さらにユーザモデルを使用しない場合との比較を意味したユーザ自身による満足度をアンケート方式により行なった。さらに、ブラウジングでは画像が 10 枚ずつ 1 ページ単位で表示される際に、検索結果の中に、その感性語を含んでいると判断できる画像数をページ単位にデータに取った。評価には 20 代前半の男性 6 人、女性 2 人の合計 8 人によって使用してもらい、古さにより微妙な変化を求められる感性語「シック」と比較的登録件数の少ない「クリア」について 5 回ずつ連続的に行なった。「シック」についての結果例を図 4,5,6 に示す。図 4 では横軸は関連する感性語、縦軸はベクトル値であり、ユーザモデルの更新回数に対する変化を示している。これよりベクトル値は更新回数に従って順に変化することから個人の感性として学習していることがわかり、そして徐々に変化が少なくなることからモデルがほぼ収束していることがわかる。また、図 5 では図 4 の各ベクトル値の許容範囲を示しており、横軸は感性語、縦軸はベクトル値の許容範囲である。許容範囲はユーザモデルが更新されるにつれて全般的に抑えられていき、ベクトル値が定まりつつあることがわかる。この二つの図からユーザモデルは更新毎のユーザ評価によりユーザの感性として徐々に収束していくことがわかる。アンケートによるユーザの満足度は平均的感性を用いた感性検索では 60% であるのに対し、

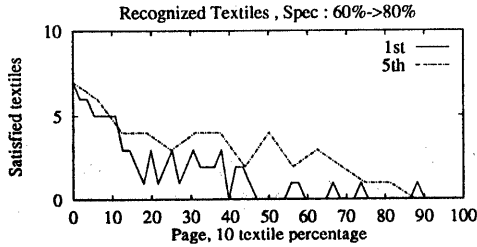


図 6: 判断可能な画像の分布

個人の感性であるユーザモデルを用いた感性検索では80%であった。これにより、ユーザモデルの利用によりユーザは検索画像に満足するより高い満足を得た。さらに、図6では縦軸に1ページあたりに検索感性語「シック」と判断できる画像数を取り、横軸に検索件数に対するブラウジングの1ページの割合、すなわち最後の画像がでるページを100%と表現することで検索感性語「シック」と判断できる画像のブラウジングにおける分布を示しており、この図ではユーザモデルの更新が一回目と五回目の場合を図示している。この図より最初のブラウジングページに判断できる画像が多く、ブラウジングを続けるにしたがって画像数は減少していることから、ユーザの感性に近い順に提供されているといえ、また、五回目の方が判断できる画像数も上回っているのでブラウジング順はかなり妥当であると考えられる。

7. まとめ

本研究では感性検索を可能とするため感性ベクトルとその許容範囲を持つユーザモデルを実装し、プロトタイプを用いてある感性語についてユーザモデルの機能評価を行なった。その結果、評価検索の回

数を増加させるとともにユーザモデルは収束に向かい、ある感性語に対する個人の感性としてとらえることができた。しかし、ユーザモデルには感性ベクトルとして行毎に更新しており、他の感性語とのベクトル値の相互の関連性は考慮していなかったため、より正確なユーザモデルを確立するためにユーザモデルでの感性ベクトル値の学習は行列単位で行なう必要がある。また、知識ベースはごく一般的な知識に固定しているため、様々な条件を想定した知識ベースやそれに対する動的リンクおよびユーザモデルの複数の存在などはデザイン支援として望まれる。

参考文献

- [1] 勝本、入江、柴田: デザイン画像データベースにおけるヒューマンインターフェイスの研究, 情報処理学会第46回全国大会, 2E-6, (1994).
- [2] M.Katsumoto, M.Fukuda, N.Irie and Y.Shibata, "Dynamic Hypermedia System based on Perceptual Link Method for Distributed Design Image Database", ICOIN-9, pp.49-54, (1994).
- [3] M.Katsumoto and Y.Shibata, "Dynamic Hypermedia System Using Knowledge Agent for Multimedia Information Networks", JWCC-8, pp.C2-2-1~8, (1993).
- [4] 広瀬、勝本、柴田: 分散型データベースの検索方法及び性能評価, MCDP ワークショップ論文集, Vol.94, No.1, pp.289-297, (1994).

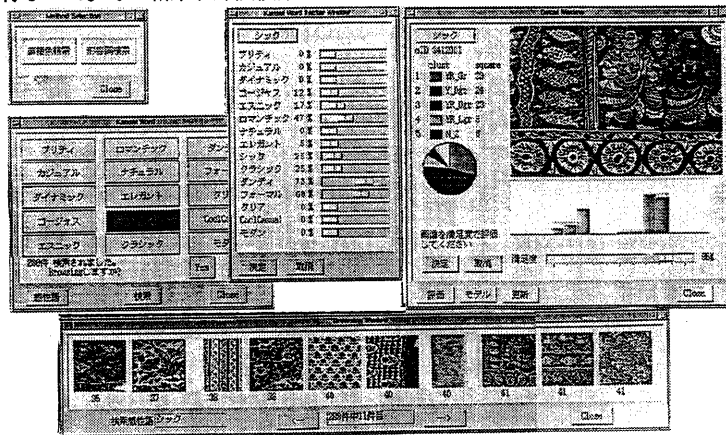


図 7: ユーザインターフェース