

質感印象語を用いた3次元物体検索と印象語空間の可視化*

2Q-3

鈴木一史†

加藤俊一‡

築根秀男§

筑波大学連携大学院

中央大学+電子技術総合研究所

大分県産業科学技術センター

1 はじめに

近年のバーチャルリアリティ技術の発展に伴い、仮想空間を構成する需要が増えてきた。オフィス空間や都市空間といった仮想空間をデザインする際、仮想空間内の3次元物体(多面体)の色や材質感は構成する空間の印象に大きな影響を与えることが知られている。印象にあった色を使うことはデザイン過程で重要であり、デザイナーは色や材質のイメージを印象語を用いて表現することが多い。そこで、本研究では、物体の色や材質情報と利用者が3次元物体に対して持つ印象語の相関関係を、主成分分析と重回帰分析を用いて各利用者ごとに分析し、その情報から印象語検索、印象語ベクトルの可視化を実現した。

2 研究の背景

画像の濃度分布など物理的に取得された特徴のみでは必ずしも利用者の感性と一致した結果が得られないという問題があった。そこで我々は感性を考慮した印象派絵画の検索[1]、主観的類似度を反映した3次元多面体の検索[2]を行った。3次元物体の検索では、多面体を構成する頂点密度などの物理特徴で構成される物理空間から主観空間への写像を求め、利用者の主観を反映した類似検索を行なった。この実験では色を統一し形状特徴のみを考慮した。

デザイン作業などでは物体の形状だけでなく色や質感も重要である。3次元物体の色や質感を決定するには多くのパラメーターが必要で、好みにあった色や質感にするには、印象語検索が便利である。印象語検索を行うとき、これまでは構成される主観空間がどのような印象語によって張られている空間であるのか可視化されておらず、印象語間の関係を理解するのが困難であった。

3 印象語検索と可視化

以下に印象語検索と印象語ベクトルの可視化に必要な手順を示す。

*情報処理学会第59回全国大会 1999

†Motofumi T. Suzuki (U. of Tsukuba) motofumi@acm.org

‡Toshikazu Kato(Chuo Univ.+Electrotechnical Lab.)

§Hideo Tsukune(Oita I.R.I.)

3.1 物理空間の構成

物理空間は物理特徴ベクトルによって張られる空間であり、物理特徴ベクトルは物理特徴量を要素とする。物理特徴量として何を採用するかは検索の結果に大きく影響する。3次元物体形状には頂点情報[2]等が用いられる。本研究では、質感印象語による3次元物体検索を行う。そこで、物理特徴量には3次元物体のレンダリングの過程で使用されるパラメーターで質感と色に相関関係のある環境光(RGB)、拡散光(RGB)、反射光(RGB)、放射光(RGB)、透過率、放射率、の14パラメータを物理特徴量として分析した。

3.2 主観空間の構成

データベースのすべての物体に対して、各利用者から印象語の評価を得るのは実用的でない。したがってデータベースから学習物体をいくつか選び、被験者の判断で質感を表す印象語を5段階評価で付加してもらった。主観空間構成には被験者から得られた学習物体に付けられた印象語評価データに正規化し、主成分分析を行う。構成される空間を主観空間とし、累積寄与率が十分に大きく(80%以上)なる次元を主観空間の次元とする。各学習物体は構成された空間上の座標に配置することが可能になる。この配置は被験者の印象語に対する評価が反映された空間である。

3.3 主観空間と物理空間の対応づけ

主観空間と物理空間の関係がわかれば、データベースの全ての物体を主観空間に配置することができる。学習物体が n 個あるものとし、主観空間の次元数が m の時、学習物体 obj_i の座標値は $obj_i^{coord}(z_{i0}, z_{i1}, \dots, z_{im-1})$ 、物理空間の次元数が k の時、学習物体の物理特徴ベクトルは $obj_i^{vect}(x_{i0}, x_{i1}, \dots, x_{ik-1})$ と表せる。主観空間の座標 z_j を求めるには、 obj_i^{coord} を目的変数、 obj_i^{vect} を説明変数として n 個のサンプルをつくり重回帰式(式1)を求める。この式からデータベース中の各物体の物理空間座標を用いて、物体の主観空間の座標を求める。

$$z_{ij} = b_{i0} + \sum_{a=1}^k b_{ia} x_{i(a-1)} \quad (1)$$

印象語検索のアルゴリズム

1. データベースから学習物体のセット obj_i を選択する。

2. 被験者は obj_i を印象語を用いて評価し、印象語ベクトルを求め正規化して主成分分析を行う。
3. 主成分分析の寄与率から必要な次元数を得て、 obj_i の各物体の座標値 z_{ij} を求める。
4. 物体全ての物理特徴量を算出、正規化し物理特徴ベクトルを求める。
5. 座標値と特徴量の間で重回帰分析を行い(調整済み決定係数、分散共分散テスト)、回帰式を得る。
6. 回帰式に物理特徴ベクトルを代入し、全ての物体の主観空間上での座標値を算出する。

3.4 印象語ベクトルの可視化

主成分分析で得られる固有ベクトルが各主成分の重みであり、この重みから主成分ごとに線形式を得ることができる。これらの線形式へ印象語の評価に使った得点を代入すると、主観空間上に印象語評価尺度に基づいた主観空間上の座標を得ることができる。この座標を通過する線分の法線ベクトルを印象語ベクトルとする。これは、主観空間上にマッピングされた印象語の方向と大きさを表している。

4 実験結果とその評価

全データ数は 400 で、学習物体は 40 個とした。実験では被験者 3 名に 14 個の印象語 (5 段階評価) で学習物体を評価してもらった。主成分分析で寄与率が 87% となる 3 次元を主観空間の次元とし、各軸の寄与率は I: 55%、II: 25%、III: 7% であった。重回帰分析の各軸の調整済み決定係数は 0.70, 0.85, 0.50 であった。検索システムは C++、Inventor 用いて Linux 上で構築した。多面体の形状には球、直方体などを用いた。表 1 は印象語を 10 個検索キーとして選択し検索結果順に 2 個、3 個まで表示してその適合率を利用者に評価してもらった結果である。図 1 は印象語検索の

表 1: 検索結果

被験者 3 人	2 個	3 個
被験者 A	92.3 %	90.0 %
被験者 B	95.0 %	89.9 %
被験者 C	93.3 %	90.3 %

例で、番号は検索順番、*は学習物体を示す。(他の検索結果は <http://www.etl.go.jp/~motofumi/z59.html>。03/2000 まで有効) 図 2 は主観空間の軸を 3 次元 (寄与率 87%) まで使い表示したもので、利用者の印象語に対する主観に基づいて構成された空間で物体間の関係を視覚化できる。反対の意味を持つと考えられる印象語対が、ほぼ反対方向のベクトルとして表示される

(例 b:カジュアルな、i:フォーマル) など被験者の主観を反映する結果となった。

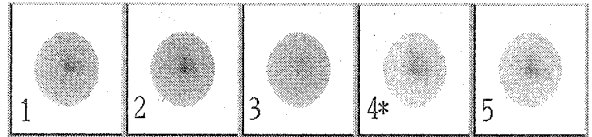


図 1: 検索:クールな (高透過率な物体が得られた)

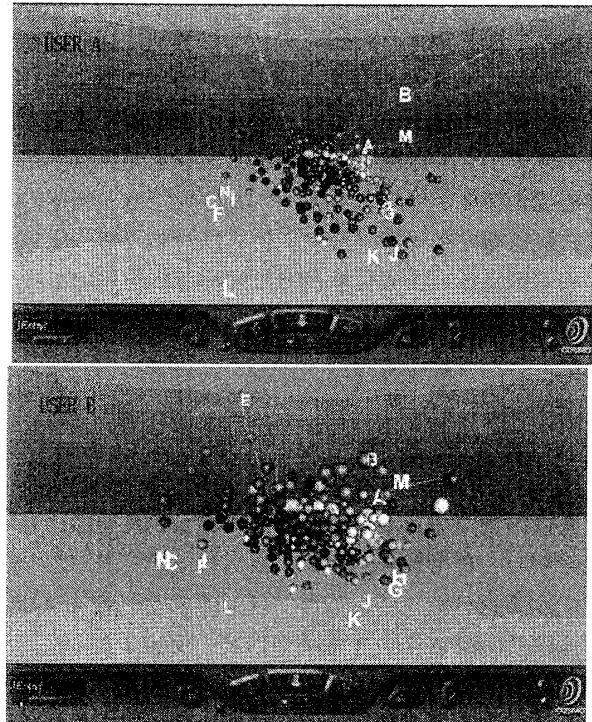


図 2: 印象語ベクトルの可視化 [被験者 A と B] (a:甘い b:カジュアルな c:シックな d:クリアな e:クールな f:ダンディな g:ダイナミックな h:エスニックな i:フォーマルな j:ゴージャスな k:激しい l:ハードな m:ほがらかな n:地味な)

5 まとめ

統計的手法を用いることにより質感印象語を用いた 3 次元物体の検索を可能にした。また、主観空間内に張られる各印象語ベクトルを 3 次元空間上に表示することにより、印象語ベクトル間の関係や方向を可視化することが可能となった。今後の課題としては、色と形状を統合した検索などを考えている。

参考文献

- [1] 栗田、下垣、加藤: 主観的類似度に応じた画像検索, 情報処理学会論文誌 Vol.31, No.2, p227-237, 1990.
- [2] 鈴木一史、加藤俊一、築根秀男: 主観的類似度に応じた 3 次元多面体の検索, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J82-D-I No.1, p184-192, Jan. 1999.