

デザイン感性に基づいた3次元形状モデルの検索手法

学籍番号：90153045 佐藤(宏)研究室 江田幸弘

1. はじめに

近年のコンピュータによる形状処理技術の発展によって、テキスト、画像はもとより、3次元形状データもまた膨大な量がコンピュータに保存されるようになってきた。このように大量に蓄積されたデータから目的のデータを検索するリトリバル技術は必要不可欠になると考えられる。しかし、従来の3次元形状の検索技術は、幾何学的、位相幾何学的特徴のみに着目したものがほとんどで、造形美術、工業デザインの検索には不向きであった。そこで本研究では、立体物の持つ感性的特徴を抽出し、感性的な3次元形状検索技術の基礎的検討を行う。

2. K-distance の定義

本研究では3次元形状の持つ感性的距離の一つとして K-distance を提唱する。ただし、K-distance の満たすべき性質を以下のように定義する。

形状 S_i (ただし、 $i=1,2,3,\dots,N$) が与えられているとき、距離 $d(S_i, S_j)$ を定義する。ただし、距離 d は次の条件を満たす。

- $d(S_i, S_j) \in \mathbf{R}$
- $d(S_i, S_i) = 0$
- $d(S_i, S_j) = d(S_j, S_i)$
- $d(S_i, S_j) + d(S_j, S_k) \geq d(S_i, S_k)$

考えられる距離の中で、「人間の形状に対する感性に十分近い」ものとして式(1)で定義される量 d を K-distance として提唱する。形状 S_i が \mathbf{R}^3 で定義されるコンパクトな閉空間(閉曲面)であるとする。

K-distance を2つの閉曲面 S_i, S_j のガウス曲率分布 $K_0(x, S_i), K_0(x, S_j)$ の距離とし、上述の条件を満たすように次のように定義する。

$$d(S_i, S_j) = \min_R \frac{\sqrt{\int_{sphere} (K_0(x, RS_j) - K_0(x, S_i))^2 dx}}{A(RS_j, S_i)} \quad (1)$$

ただし、 R は \mathbf{R}^3 における回転を表し、 RS_i は回転後の形状を表す。また、 $A(S_i, S_j)$ は、 S_i, S_j の共通部分の面積(点の数)である。

3. 実験と結果

式(1)で定義した K-distance が人間による感性的距離にどれだけ一致しているかを確認するために、実験・評価を行った。実験対象として、商品パッケージとして用いられているボトルの形状を白く塗りつぶしたものをを用いた。図1のように各ボトルの3次元形状モデルを作成し、被験者実験による各ボトルの類似度のランク付けが本提案の K-distance によるランク付けと一致す

るかどうかを比較した。その結果、K-distance による感性的類似度と、被験者実験での人間による感性的類似度は、複数のボトルで順位変動が少なく、強い相関があることがわかった。これより、ある特徴に着目して形状を分類した場合、人間の感性による分類と強い相関があることがわかった。

K-distance によるボトル全体の相互類似関係を図1に示す。類似度が高いほど線が太く、色の彩度が高くなっている。

4. おわりに

本研究では、3次元形状モデルのガウス曲率分布を用いた距離として K-distance を提唱し、K-distance が人間による感性的距離にどれだけ一致しているかを評価するために、実験を行った。

その結果、本実験においてボトルの肩の曲面における K-distance は有効な場合があり、これより、形状の特徴部分における K-distance は有効であると考えられる。形状のどの特徴部分に着目した場合が最適であるかは今後の課題としたい。

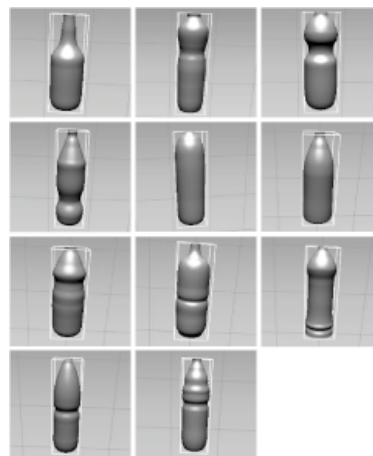


図1：実験で用いたボトルの3次元形状モデル

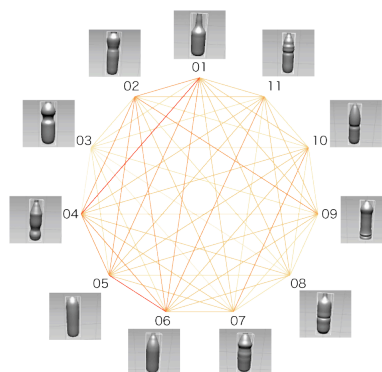


図2：K-distance によるボトル全体の相互類似関係