

2次元画像による3次元物体モデルの検索

田代 翔輝†

†豊橋技術科学大学 情報工学課程

青野 雅樹‡

‡豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

1 はじめに

近年3次元物体モデルの利用は工業や建築、医療現場に限らず幅広い分野で増加している。膨大なデータの中から目的の形状である3次元モデルを探し出すことは困難である。

既存の3次元モデルの検索手法の多くが、3次元モデルを入力に用いて3次元モデルを検索する手法である。これは手元に3次元モデルが無ければ検索できず、また検索クエリのために、3次元モデラーなどのオーサリングツールを用いて、ゼロから3次元モデルを作成することは労力を要する。

そこで本研究では利用者が簡単に用意できるクエリとして2次元画像を選び、それから3次元物体モデルを検索する手法を提案する。

2 関連研究

Ansaryら[1]は3次元モデルのレンダリングを行い生成した複数のSilhouette画像からZernike Momentを用いる手法を提案した。

岩淵ら[2]はSilhouette画像からのZernike MomentとDepth Buffer画像からHOG特徴量の両方を組み合わせた複合特徴量により高い検索精度を得ることに成功した。

3 提案手法

3.1 3次元モデルの特徴量抽出

我々は、以下の手順で3次元モデルの特徴量抽出を行うことを提案する。ステップ2までは岩淵らの手法と同様であるが、その後のステップが主たる提案である。具体的には、3次元モデルの姿勢正規化後の奥行投影画像であるDepth Buffer画像からHOG特徴量を生成するのではなく、ステップ3に示すような、3種類の画像（Silhouette画像、Contour画像、Edge画像[3]）を生成し、それぞれ極座標変換を施した後、低周波のフーリエスペクトルを複合特徴量として定義した。

3D Shape Retrieval from a 2D Image

†Shoki TASHIRO ‡Masaki AONO

†Dept. of Information and Computer Sciences, Toyohashi University of Technology

‡Dept. of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology

(1) 3次元モデルの姿勢正規化

姿勢正規化にはPoint SVD[4]を用いる。これによってモデルの大きさ、向き、位置の任意性を解決する。

(2) 3次元モデルの奥行陰影投影によるDepth Buffer画像の生成

3次元モデルを任意の視点から、距離に対して輝度を変化させたDepth Buffer画像を生成する。投影を行う視点は、3次元モデル囲む立方体における6個の面それぞれの中心点、12個の辺の中点、8個の頂点で合計26視点である。またDepth Buffer画像の大きさは 256×256 とした。

(3) Silhouette画像、Contour画像、Edge画像の生成

Depth Buffer画像から、物体の形状を二値で表したSilhouette画像に、そのSilhouette画像から輪郭を抽出しContour画像を生成する。またDepth Buffer画像に対してラプラシアンフィルタをかけてEdge画像を生成する。ラプラシアンフィルタは以下の値を用いる。

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

(4) 画像の極座標変換

Silhouette画像とContour画像とEdge画像を、画素を元の画像の中心からの距離 r と角度 θ で表す極座標画像へ変換する。 r は0から127までの値、 θ は0から 2π の値を512等分し量子化したものを用いる。画像の横軸が r を、縦軸が θ を表すことで、画像の大きさは 128×512 となる。

(5) 極座標変換した画像のフーリエスペクトル抽出

極座標変換を行った画像をフーリエ変換しフーリエスペクトルを計算する。求めたフーリエスペクトルのうち低周波成分のみを用いる。低周波成分は r を8成分、 θ を32成分を用いる。

3.2 2次元画像の特徴量抽出

ユーザのクエリである2次元画像の特徴量抽出は、最終的に3次元の特徴量と照合させる必要があるため、以下のような手順で求めた。

- (1) 2次元画像の入力正規化
入力となる2次元画像のサイズを3.1(2)に合わせる.
- (2) Silhouette 画像, Contour 画像, Edge 画像の生成
正規化した2次元画像に対して二値化を行い Silhouette 画像を, また正規化した2次元画像に対してラプラシアンフィルタをかけて Edge 画像を生成する. Contour 画像の生成およびラプラシアンフィルタに用いる値は3.1(3)と同じである.
- (3) 画像の極座標変換
- (4) 極座標変換した画像のフーリエスペクトル抽出

3.3 相違度計算

一つの3次元モデルから最終的に Silhouette 画像, Contour 画像, Edge 画像のフーリエスペクトルをそれぞれ26個ずつ生成する. 2次元画像からはそれぞれ1個ずつ得られる. それぞれの特徴量で相違度計算を行い, 最も相違度が小さい値をその特徴量における3次元モデルと2次元画像との相違度とする. 相違度計算には Manhattan 距離を用いる.

4 評価実験

提案手法の有用性を検証するために評価実験を行った. 3次元モデルのデータセットとして Princeton Shape Benchmark(PSB)を用いた. これは1814モデル, 161クラスから構成される. 2次元画像はPSBで定義されているクラス名をキーワードとして画像検索し, ヒットした画像を用いた. ベースラインは岩渕ら[2]の手法とし, 評価尺度には Recall, Precision を用いた. 入力の2次元画像が属するクラスの3次元モデルの数を c , 検索結果上位の3次元モデル数を k , 検索結果のうち入力と同じクラスに属する3次元モデルの数を rel とすると

$$Recall = \frac{rel(k)}{c}$$

$$Precision = \frac{rel(k)}{k}$$

である.

Recall-Precision 曲線の比較図を図1に示す.

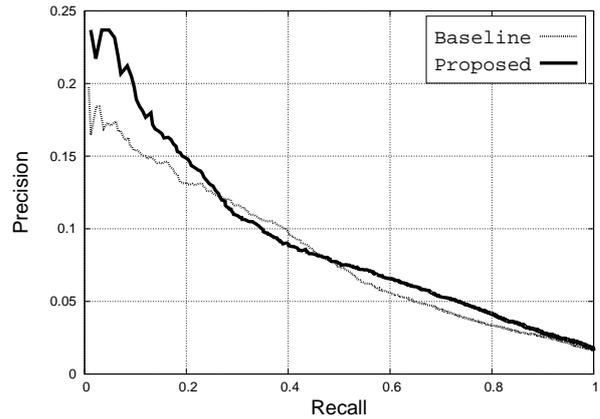


図1: Recall-Precision 曲線

図1において, 大部分で提案手法がベースラインより高い精度であることが確認できる.

5 まとめ

本研究では2次元画像を用いて3次元形状モデルを検索する手法として, フーリエスペクトルを用いた手法を提案し, 提案手法が既存手法より上回る精度を得ることができた. 今後は他の特徴量を複合してさらに高い精度を得ること, 別のベンチマークで実験することが挙げられる.

参考文献

- [1] Tarik Filali Ansary, Jean-Phillipe Vandeborre, and Mohamed Daoudi. "3d-model search engine from photos". In *Proceedings of the 6th ACM international conference on Image and video retrieval, CIVR '07*, pp. 89–92. ACM, 2007.
- [2] 岩渕寛樹, 青野雅樹. "2次元画像を入力要求とした3次元モデル類似検索". 情報科学技術フォーラム (FIT2011), Sep. 2011.
- [3] 小柳斉, 立間淳司, 青野雅樹. "多視点画像からの edge 特徴量に基づく3次元物体の形状類似検索". "第4回データ工学と情報マネジメントフォーラム (DEIM2012)", Mar. 2012.
- [4] 立間淳司, 関洋平, 青野雅樹, 大淵竜太郎. "多重フーリエスペクトル表現に基づく3次元モデルの形状類似検索". 電子情報通信学会論文誌, Vol. 91, No. 1, pp. 23–36, Jan. 2008.