

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 16 日現在

機関番号：32508

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500211

研究課題名(和文) 局所形状特徴に基づく3次元物体モデルの分類と検索

研究課題名(英文) 3D model retrieval based on local pattern features

研究代表者

鈴木 一史 (Suzuki, Motofumi)

放送大学・教養学部・准教授

研究者番号：90332147

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：3次元物体モデルの内容検索の技術は3次元物体モデルデータベースにとって大変重要である。近年の高性能なGPUハードウェアによって、非常に品質の高いテクスチャ付きの3次元物体モデルの表示が可能になっている。本研究では、3次元物体モデルに付加されたテクスチャのパターンの類似性に基づいた3次元物体モデル(ポリゴンモデルとボリュウムデータモデル)の検索や分類を行った。実験プログラムではソリッドテクスチャから拡張型高次局所自己相関特徴マスクを利用して局所特徴の抽出をおこなった。そして、この抽出した局所特徴を利用することによって類似検索システムを実現した。

研究成果の概要(英文)：Content-based 3D model retrieval techniques are important for 3D polygonal model databases. Recent efficient GPU hardware has made it possible to display high quality textured 3D models. Our technique allows users to retrieve and classify 3D models based on texture pattern similarity. We have extended HLAC shape descriptors for retrieving textured 3D models. Our three dimensional extensions of HLAC features have made possible the analysis of solid textures and 3D polygonal models. Our experimental program extracted local pattern features from solid textures by using the extended 3D HLAC mask patterns. A similarity retrieval system for the solid textures has been implemented. When a 3D model is created, 2D texture images can be overlaid on it to add colors and textures. In this research, standard HLAC masks (3x3) were extended to Ext-HLAC masks (5x5). Preliminary experiments show that a certain set of the Ext-HLAC masks can classify 2d texture images efficiently.

研究分野：計算機科学

キーワード：形状特徴 3次元物体モデル 高次局所自己相関 類似検索 形状検索 テクスチャ HLAC Ext HLAC

1. 研究開始当初の背景

様々な分野で3次元物体モデルのデータが利用されるようになり、その数は増加の傾向にある。データベース化された3次元物体モデルを扱うためには、形状の類似性を考慮した内容検索が重要であり、形状特徴に関する研究が数多く提案されている。本研究では、3次元物体モデルを、形状、テクスチャ、色などの情報に基づいて分割し、分割した個々の部品から大量の特徴を抽出する。そして、これらの特徴をパターン認識技術で用いられる判別・分類手法を利用して3次元物体モデルの高速な分類と類似検索を実現する。

2. 研究の目的

従来の3次元物体モデルの検索では主に形状特徴が考慮されてきた。本研究では、形状だけでなく3次元物体モデルに付加されるテクスチャ等の模様を考慮した検索を考える。また、ポリゴンに基づく3次元物体モデルだけではなく、3次元ポリウムデータに基づく3次元物体モデルについても実験を行った。

テクスチャ情報の処理では、特徴抽出に関する多数の手法が提案されているが、対象となるデータは主に2次元画像である場合が多い。本研究では、拡張型の高次局所自己相関特徴(Higher Order Local Autocorrelation Features) 抽出手法を応用することにより3次元データ(3次元ポリゴンデータとポリウムデータ)を解析するアルゴリズムについて研究を行った。

3. 研究の方法

3次元物体モデルの局所的な特徴抽出に関する研究を行った。実験では、2次元画像の分割やクラスタリングに用いられるK-Means法を3次元データに応用し、3次元物体モデルを分割するプログラムを作成した。K-Means法では、分割する個数等を初期条件として設定する必要があるが、条件によって分割結果が変化する。本研究では、主に初期条件(分割をスタートする3次元座標値、分割の個数、モデルの対称性)を局所的な特徴抽出に最適となるように決定するアルゴリズムについて検討した。

分割された3次元物体モデルの各部品から形状特徴を抽出する手法を開発した。形状特徴は、ポリゴン(多面体)とポリウムデータで構成された3次元物体モデルでは、性質が異なるため、それぞれの場合について形状特徴抽出手法の検討を行った。利用できる特徴には様々なものが考えられるが、3次

元物体モデルの形状だけではなく、モデルに付加されたテクスチャ(模様)にも対応できるように、フラクタル次元特徴、高次局所自己相関特徴などを中心に検討し、実験をおこなった。得られた形状特徴を多変量解析によって比較することで、3次元物体モデルの部品検索を実現した。

4. 研究成果

3次元物体モデルの特徴抽出に関する研究を行った。特に、3次元の拡張型高次局所自己相関特徴抽出手法を応用することにより3次元データ(3次元ポリゴンデータとポリウムデータ)を解析するアルゴリズムについて研究を行った。そして、作成したプログラムを応用することで $3 \times 3 \times 3$ の3次元マスクも作成し(表2) ポリウムデータ(3次元テクスチャ)からの特徴抽出実験も行った。

また、3次元物体モデルには2次元画像テクスチャがマッピングされる場合があることから、2次元テクスチャ画像からの特徴抽出手法についても研究を行った。HLACは2次元画像の重要な画像特徴として、1980年代から様々な画像解析、パターン認識、コンピュータービジョン等のアプリケーションに利用されてきた。

本研究では、HLAC特徴の抽出に使われるマスクを拡張し、大量のマスクを生成するプログラムを作成した。そして、これらのマスクを用いてテクスチャ分類の実験を行った。通常のHLACで使われるマスクの 3×3 領域を 5×5 領域に拡張した。そして、 5×5 領域によって作成できるマスクを列挙するとともに、そのマスク数を調べた。 5×5 領域のマスクの場合は、その数が爆発的に増加するため、コンピュータプログラムによるマスクの自動生成が必須となる。

プログラムでは、まず 5×5 領域によって作成されるマスクの組み合わせ(16,777,216個)を計算し、平行移動によって同値となるマスクを削除していくことでマスクの生成を行った(表1)。簡易実験では、テクスチャの種類によっては、従来のHLAC特徴よりも本研究の拡張型HLAC特徴を用いた画像分類の精度が高くなる場合があることがわかった。図1は、実験で利用した画像の例である。画像は2値画像に変換してから、Ext-HLACマスクを利用して画像特徴を抽出する。図2は特徴抽出の過程で得られるExt-HLAC画像の例である。

表 1 : Ext-HLAC (5x5)マスクの数

n	#
0	1
1	12
2	180
3	1449
4	8182
5	34662
6	114804
7	306024
8	669571
9	1218966
10	1863932
11	2408859
12	2640680
13	2459078
14	1944132
15	1301385
16	733839
17	345798
18	134560
19	42502
20	10626
21	2024
22	276
23	24
24	1

表 2 : Ext-HLAC (3x3x3)マスクの数

01	26
02	325
03	2600
04	14950
05	65780
06	230230
07	657800
08	1562275
09	3124550
10	5311735
11	7726160
12	9657700
13	10400600
14	9657700
15	7726160
16	5311735
17	3124550
18	1562275
19	657800
20	230230
21	65780
22	14950
23	2600
24	325
25	26
26	1



図 1 : グレイスケール画像と 2 値画像

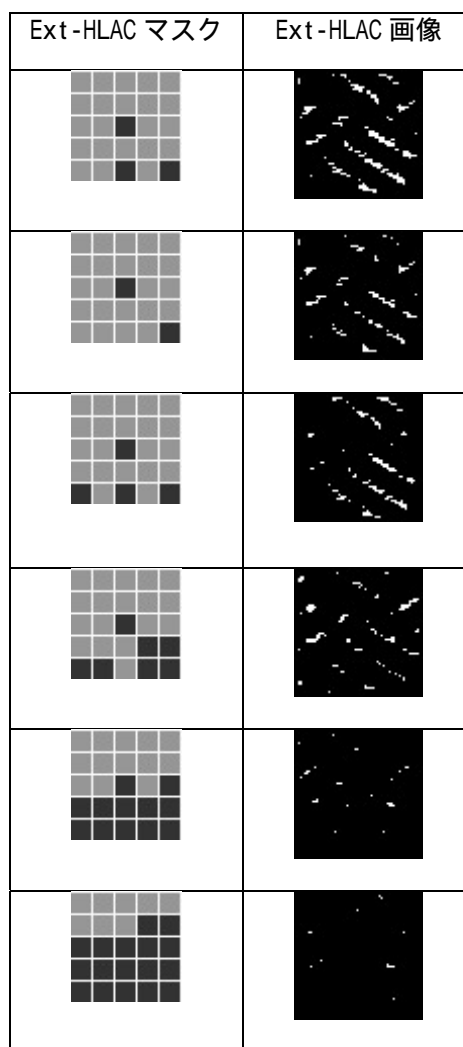


図 2 : Ext-HLAC マスクと Ext-HLAC 画像の例

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔 雑誌論文 〕 (計 1 件)

Motofumi T. Suzuki, Content-based 3D Model Retrieval Techniques, The international journal INFORMATION, Vol.17, No.2, pp.649-654, ISSN:1343-4500, February 2014.

〔学会発表〕(計4件)

Motofumi T. Suzuki, Texture image classification using extended 2D HLAC features, International Conference on Kanei Engineering and Emotion Research (KEER2014), PID:101, Sweden, 06/2014.

Motofumi T. Suzuki, Content-based 3D Model Retrieval Techniques, The Sixth International Conference on Information (Info.2013) Special Workshop on Graphics and Vision, pp126-131, ISBN: 4-901329-07-3, Ichigaya, Tokyo, 2013.

鈴木一史, Ext-HLAC を利用した 2 次元画像分類法, 第 9 回日本感性工学会春季大会(北海道大学・工学部), Poster Session 2 (2P-13) 2014 年 3 月 21 日 ~ 2014 年 3 月 22 日

鈴木一史, 3 次元プリンティング技術と 3 次元物体データの流通, 香川大学/幸町北キャンパス, 第 5 回横幹連合コンファレンス講演論文集, pp.173-174, 1d-3-2, 2013-12-21, 2013

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

鈴木一史(Suzuki, Motofumi)
放送大学・教養学部・准教授
研究者番号: 90332147