

仮想空間における缶アート制作支援システム

Virtual Can Construction System

高橋 和茂†
Kazushige Takahashi

高井 昌彰††
Yoshiaki Takai

高井 那美‡
Nami Takai

1. はじめに

近年、食品や飲料の空き缶リユースの一環として、また芸術作品の一種として、缶をタイル状に配置した絵画や空間的に配置したオブジェなどの缶アート作品の制作が盛んである。しかし、缶アートの制作には缶の空間配置や缶ラベルの色合わせなどを事前に十分検討しておく必要がある。また、缶の数の見積もりに応じて実際に大量の缶と制作場所を用意する必要があり、創作活動の敷居を高くしている。

そこで、本研究では立体的なオブジェ作品を対象とし、テクスチャ付き 3D ポリゴンモデルデータを入力として与え、これを缶アートで近似表現した 3D モデルを仮想空間内に自動生成する缶アート制作支援システムの開発を目的とした。

2. 缶アートについて

広義の缶アートは、個々の缶を変形・加工して作成するアートと、個々の缶を加工せず平面的あるいは空間的に配置することで作成するアートの二種類に大別することができる。本研究における缶アートは後者を対象としている。本研究では特に立体的なオブジェ作品を対象としているので、以降は缶を加工せずに空間的に配置したオブジェ及びこれを仮想空間上に生成した 3D モデルを缶アートと呼ぶ。

缶アートは平らな床面上に缶を配置し、色と形状を考慮しながら缶の上に次々と別の缶を積み上げていくことで立体的なオブジェを構築していく。通常、缶アートは缶のみによって構築されるが、単純に置くだけでは不可能な缶配置を実現したい場合のみ薄い板や接着剤の使用を許す。

3. 缶アート制作支援システム概要

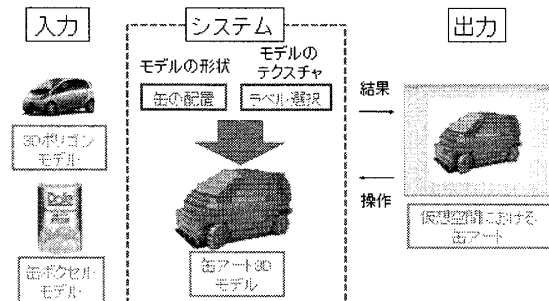
3.1 缶ボクセルの定義

ある 3D モデルを缶アートで近似表現する際の、缶アートを構成する単位となる缶一個の 3D モデルデータを本研究では缶ボクセルと定義する。本システムにはあらかじめ缶ボクセルのいくつかのプリミティブが用意されており、プリミティブを多数組み合わせることにより缶アートで近似表現した 3D モデルを構築する。

また、入力した 3D ポリゴンモデルデータを缶アートで近似表現する変換を缶ボクセル変換と呼ぶ。

3.2 システムの流れ

本システムの流れを Fig.1 に示す。



©三菱自動車工業株式会社
©DOLE FOOD COMPANY INC.
©Canstruction Inc.

Fig.1 缶アート制作支援システムの流れ

まずユーザは一般的な 3D モデリングソフトによりテクスチャ付き 3D ポリゴンモデルデータを作成し、これをシステムに入力する。次にユーザはモデル側面のキャプチャ、及びモデル水平断面のクリッピングの後に自動生成機能呼び出すことで、システムは缶ボクセル変換を実行し、缶アート 3D モデルを生成する。結果は 3DCG で表示される。GUI により缶アート 3D モデルを缶ボクセル単位に編集することもできる。

3.3 缶ボクセル変換

缶ボクセル変換の流れは以下のようなになる。

(1) 缶の空間配置

入力した 3D ポリゴンモデルデータに一定高さ毎の水平断面のクリッピングを行い、クリッピングした各水平断面画像に対する缶の配置と各缶ボクセルに対する配置の安定性評価を行うことで、各缶ボクセルの空間座標を決定する。

水平断面における缶配置の流れを Fig.2 に示す。

まずクリッピングで取得した水平断面の領域に対し境界追跡を行う。次に角度の閾値により境界点列から特徴点を求め、そこに優先して缶を配置する。その後境界点列上に缶を配置していき、最後に領域内部に配置する。このとき、缶同士の衝突がないように、また領域内部に缶一個以上の隙間がないように配置を調整する。

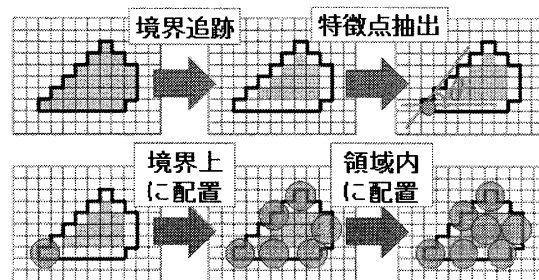


Fig.2 水平断面における缶配置

†北海道大学大学院情報科学研究科, Graduate school of Information Science and Technology, Hokkaido University

††北海道大学情報基盤センター, Information Initiative Center, Hokkaido University

‡北海道情報大学, Hokkaido Information University

(2)缶ラベルの色合わせ

缶ラベルの色合わせ処理を Fig.3 に示す。

決定した缶ボクセルの空間座標から、各缶ボクセルが缶アート 3D モデルの表面に位置しているか、また 3D モデル表面であるならどの向きになるかを判定する。この結果を入力モデルの側面キャプチャ画像と組み合わせることで、各缶ボクセルに要求される色や模様を定める。次に、用意されている缶ボクセルの各プリミティブに鉛直方向を軸とする 3D 回転を行ったラベル部分画像にスケールリングを施し、缶ボクセルで要求される画像と色相マッチングを行う。

これにより、マッチング距離最小となったラベルと、マッチングしたラベル部分画像が缶アート 3D モデル表面として見えるための回転角度を決定する。

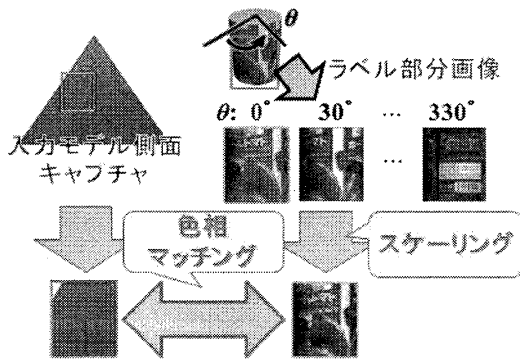


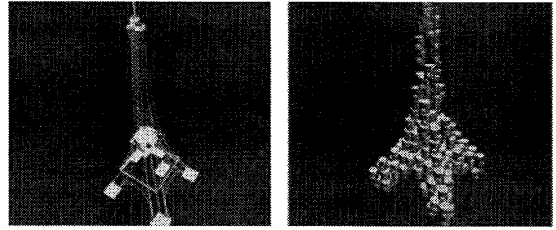
Fig.3 缶ラベルの色合わせ

(3)缶アート 3D モデル生成

各缶ボクセルの空間座標とラベルの回転角度が定まると、システムはそれらの情報に従い仮想空間上に缶ボクセルを配置し、缶アート 3D モデルを生成する。

4. システムの実装と実行結果

本システムを評価するため、いくつかのテクスチャ付き 3D ポリゴンモデルデータを本システムに入力し、缶アート 3D モデル生成した。その結果を Fig.4 に示す。缶ボクセルのプリミティブは一種類のみ用いた。用いた缶ボクセルとラベルを Fig.5 に示す。



©The official site of the Eiffel Tower

(c)エッフェル塔 (缶ボクセル数 232, 変換時間 13 秒)

Fig.4 システムの実行結果



©株式会社 朝日

Fig.5 缶ボクセルと缶のラベル

Fig.4(a)は色の付いた正四角錐, Fig.4(b)は異なる色を混ぜた面をもつ正四角錐, Fig.4(c)は色の付いていないエッフェル塔の入力と出力結果である。

Fig.4 の結果から、概ね正確に本システムによる缶ボクセル変換が行われたことがわかる。しかし、正四角錐 B(Fig.4(b))のようにそれぞれ異なる色の面の境界のある場合には缶ラベルの色合わせを側面ごとに独立して行っていることが原因であると考えられる。また、エッフェル塔(Fig.4(c))の上部のように細かい形状のある場合には缶の空間配置が不十分であることがわかる。これは、入力モデルの形状の細かさに対して缶ボクセルが大きすぎたり、缶数が不足していることが原因であると考えられる。

なお本システムの実装は、開発言語に C#言語を、3DCG の描画ライブラリに OpenGL[2]を、C#言語から OpenGL を呼び出すためのラッパーライブラリに GLSharp[3]を使用した。また、CPU : Intel Xeon E5540 2.53GHz, RAM : 6.0GB, OS : Windows XP Professional x64 Edition, GPU : NVIDIA Quadro FX 580 の PC 上で本システムを実装した。

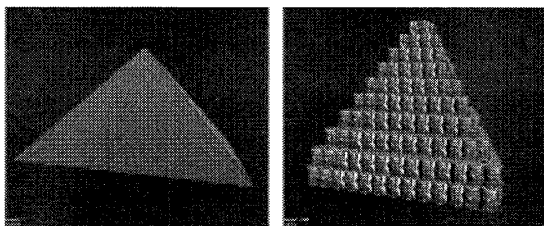
5. まとめと今後の課題

本稿ではテクスチャ付き 3D ポリゴンモデルデータから、モデルの形状と表面の色合いを推定し、缶アートで近似表現した 3D モデルを仮想空間内に自動生成するシステムについて述べた。

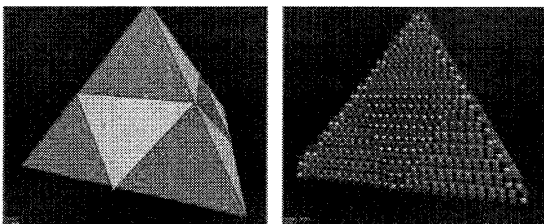
今後、缶ボクセル変換の精度向上や、缶ボクセルの配置における物理的な安定性評価の改良、自動生成した 3D モデルと同様の缶アートを実際に構築するための支援機能の実現を目指す。

参考文献

[1]画像処理工学 基礎編, 谷口慶治編, 共立出版, 1996
 [2]OpenGL プログラミングガイド 原著第5版, 松田晃一訳, ピアソン・エデュケーション, 2006
 [3]GLSharp - C# OpenGL class library
http://sky.geocities.jp/freakish_osprey/opengl/opengl_glsharp.htm



(a)正四角錐 A (缶ボクセル数 744, 変換時間 15 秒)



(b)正四角錐 B (缶ボクセル数 4157, 変換時間 27 秒)