

# テクスチャ付きポリゴンモデルからの缶アート生成支援システム

高橋 和茂<sup>†</sup> 高井 昌彰<sup>‡</sup> 高井 那美<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 北海道大学大学院情報科学研究科 <sup>‡</sup> 北海道大学情報基盤センター <sup>††</sup> 北海道情報大学

## 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適当な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、本研究では缶アートのデータ構造を表現し、仮想空間上に立体オブジェ缶アート制作を再現する。また、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ことが可能な缶アート作成支援システムを開発する。

## 2 缶ボクセル変換

### 2.1 缶ボクセルの定義

缶アート構築において、缶アートを構成する単位缶及びその 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、プリミティブを組み合わせることで仮想缶アートを構築する。各缶ボクセルのプリミティブは同一の円柱型で、円柱の高さと底面円の半径の比はすべて等しい。

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。

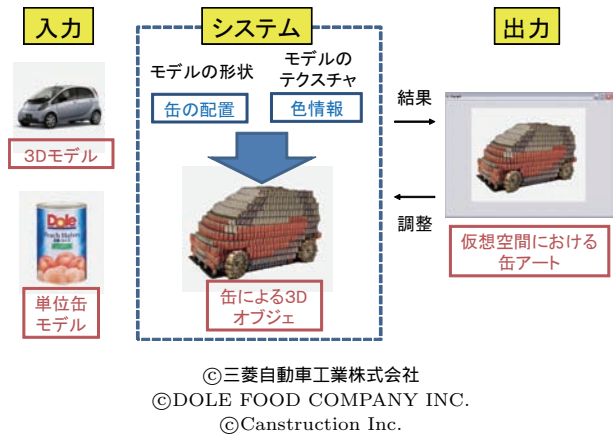
### 2.2 缶ボクセル変換の流れ

缶ボクセル変換の流れを Fig.1 に示す。

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。システムはモデル側面のキャプチャと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。

### 2.3 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層画像に対する缶の配置と各缶ボクセル対



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

Fig. 1: 缶ボクセル変換の流れ

する配置の安定性判定を行うことで、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。

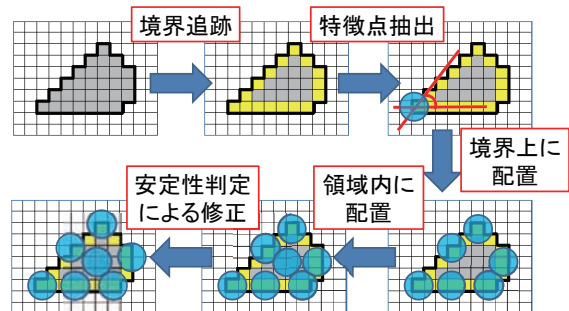


Fig. 2: 水平断面における缶配置

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。次に境界点列上に缶を配置していき、その後領域内部に配置する。最後に各缶ボクセルの配置の安定性を判定し、必要に応じて配置座標を修正する。配置の安定性については 2.4 で述べる。

配置の際には、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座標を調整する。

### 2.4 配置の安定性判定

判定対象缶ボクセルとその一つ下層にある缶ボクセルの配置座標から接触している下層の缶ボクセル(下層缶ボクセル  $l$ ) を求め、 $l$  の個数  $|l|$  に応じて各安定性判定を行い、必要ならば配置座標を修正する。

安定性判定は各缶ボクセルの水平断面における平面座標と底面円の半径による幾何計算によって求め、重

力や回転モーメントなど物理的な安定性については考慮しない。

下層缶ボクセルがないとき、すなわち  $|l| = 0$  のとき、対象缶が床面直上を安定とし、それ以外を不安定とする。

下層缶ボクセルが一個のとき、すなわち  $|l| = 1$  のとき、対象缶と下層缶の底面円の中心  $C, C_L$  間の距離  $D$  と底面円の半径  $R$  を考える。距離  $D$  が半径  $R$  以下を安定、そうでない場合を不安定とする。

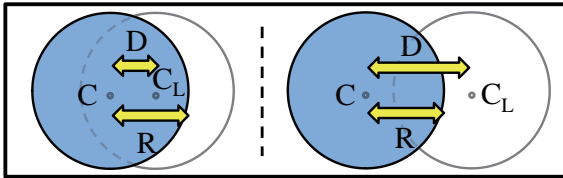


Fig. 3:  $|l| = 1$  のとき: (左) 安定 (右) 不安定

下層缶ボクセルが二個以上のとき、すなわち  $|l| \geq 2$  のとき、対象缶と下層缶の底面円の交点  $P_i$  からなる多角形領域  $A$  を考える。領域  $A$  に対象缶の底面円の中心  $C$  が含まれる場合を安定、含まれない場合を不安定とする。

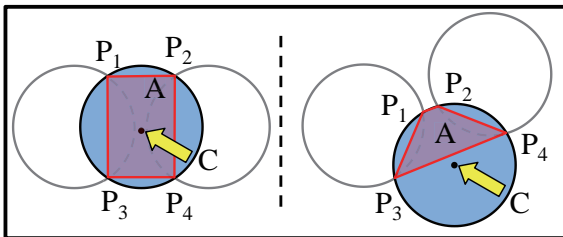


Fig. 4:  $|l| \geq 2$  のとき: (左) 安定 (右) 不安定

### 2.5 缶ラベルの色合わせ

缶ボクセルの空間座標と入力モデルの側面キャプチャ画像から、各缶ボクセルに要求される色や模様を定める。用意された缶ボクセルの各プリミティブの側面ラベル画像と合わせて色相マッチングを行い、最適となる画像が表面となるための回転角度を決定する [1]。

### 3 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.5 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.6 に示す。

Fig.5 上段は二色の面をもつ正四角錐、下段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.5 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、Fig.5 上段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に失敗していることがわかる。これは、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、Fig.5 下段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

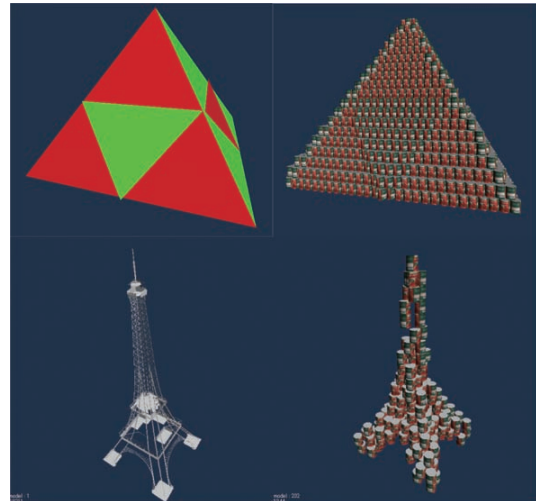


Fig. 5: 自動変換の結果: (上) 二色の面をもつ正四角錐 (下) エッフェル塔



©株式会社 朝日

Fig. 6: (左) 缶ボクセル (右) 缶のラベル画像

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。

### 4 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ことが可能な缶アート作成支援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] 高橋和茂, 高井昌彰, 高井那美: "仮想空間における缶アート制作支援システム", FIT2010, I-042, 第 3 分冊 pp.339-340, 2010.
- [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/](http://sky.geocities.jp/freakish_osprey/)