

Procedural Modeling of Tempura

野田朱音¹⁾
指導教員 菊池司

1) 東京工科大学 メディア学部 メディア学科 菊池研究室

キーワード: プロシージャルモデリング, コンピュータグラフィックス, デジタルフード

1. 研究目的

近年、コンピュータグラフィックスの技術の向上により 3DCG を使用したコンテンツが増えた。コンテンツが作られていく中で、モデルを制作する際にコストがかかるという問題がある。そのなかでも食べ物をモデリングする際にはフォトグラメトリと呼ばれる手法が使われていたが、一度にたくさんのモデルを作成するには汎用性がなく、大量の画像が必要になるためコストがかかる [1]。そこでプロシージャルモデリングという手法を用いて食べ物のモデルを生成するという研究をした。モデルの変更が発生した場合、従来のモデリングでは 1 からすべて修正する必要があった。しかしこの手法は、あらかじめ設定されている法則に従って生成されるため、修正にかかる時間が大幅に短縮されるというメリットがある。また自動的に大量生産することができる。本研究では、プロシージャルモデリングという手法を使って、食材によって形が変化する「天ぷら」のモデルを生成する研究を行った。

2. 関連研究

これまでにプロシージャルモデリングを用いたモデルの生成方法はいくつかある。主に建物やモデルの配置に用いられることが多い。桜井らは、「地表に無造作に配置された岩石」を生成する際にプロシージャルモデリングの手法を用いた [2]。大きさが異なる岩石のモデルを生成し、まばらに配置するには時間を要するため、プロシージャルモデリングという手法を用いた。岩石のモデル生成には数学的記述を使用し、配置にはボロノイ図を使用している。Rodringo Baravalle らは、プロ

シージャルモデリングを用いてパンのモデリングを行った [3]。実際のパンの製造工程をもとにパンの気泡と焼き目、パンの形状を数学的記述に表して生成した。これらの研究を参考に、本研究でも天ぷらの製造工程を数学的記述に表してモデルを生成した。

3. 提案手法

天ぷらの調理方法からプロシージャルモデリング手法に必要な手順を抽出した。調理方法を調査し、衣をつけて揚げるという工程が天ぷらの形を作る際に必要な工程ではないかと仮説を立てた。理工図書の”調理の科学” [4]によると揚げるという操作は、食品表面から水分が脱水され、代わりに油が吸収され、水と油の交代が起こることで表面のテクスチャが変化することである。以上から、食材表面が脱水する際に発生する気泡を制御して衣の形を作るというプロシージャルモデリングの工程を設けた。

4. OpenVDB

OpenVDB とは 3D グリッドに離散化された、Sparse Volume データを効率的に保存・操作するための、新しい階層的データ構造と豊富なツール群からなるオープンソースの C++ ライブラリのことである [5]。ポリゴンデータをボリウムデータにすることで保存時のデータ容量を小さくし、またデータの読み込み、書き込みを速くすることができる。本研究のモデル作成の際も OpenVDB を使用した。

5. 制作工程

天ぷらの衣をプロシージャルモデリングの手法を用いて生成していく。食材のモデルを読み込み

その周りに衣のモデルをプロシージャルに生成する。ポリゴンモデルの頂点に番号を振り分け衣をつけたい範囲を指定するために koromo_size というパラメータを設定した(図 1)。



図 1. 気泡の数を制御するパラメータ

指定された範囲のモデルデータ内に点を分散させ OpenVDB を使いボリューム化させる。衣から水分が気泡状に脱水し、揚げるという現象を表現するため、球状のモデルを作成し、半径の大きさを一定の範囲内でランダムになるようにした。図 2 はボリューム化した気泡のモデルである。気泡の数となるパーティクルの数を bubble_parameter というパラメータで制御できるようにした(図 3)。

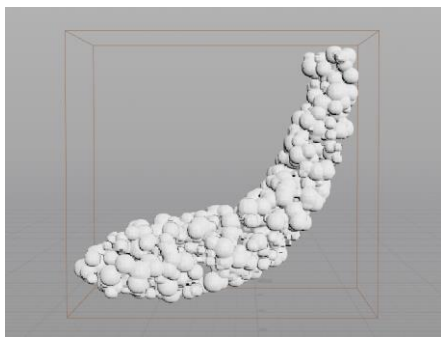


図 2. ボリューム化した気泡のモデル



図 3. 気泡の半径のパラメータ

図 4 は、ボリュームモデル同士を、空間領域構成法を用いたブーリアン演算の差集合で生成したモデルデータをポリゴンデータに変換したものである。



図 4. 生成したポリゴンデータ

6. レンダリング結果

図 5 はプロシージャルモデリングの手法を用いて生成した衣のポリゴンモデルをレンダリングした画像である。異なる形のモデルであっても同様にモデルの周りに衣をつけることができる。



図 5. レンダリングした画像例

7. 今後の課題

本研究では、天ぷらの衣の形をプロシージャルモデリングの手法を使ってモデリングを行った。同じモデルを使用して、唐揚げやフライなど他の調理法の揚げ物も、プロシージャルモデリングの手法を使って生成できるようにしていきたい。

参考文献

- [1] Christopher Schwartz, Michael Weinmann, Roland Ruiters, Arno Zinke, Ralf Sarlette, Reinhard Kleink, “Capturing Shape and Reflectance of Food”, SIGGRAPH Asia 2011 Sketches, 2011
- [2] 櫻井快勢・宮田一乗, “地表に無造作に配置された岩石の生成手法”, 芸術科学会論文誌, 10(3), 2011, 98-106
- [3] Rodrigo Baravalle, Gustavo Ariel Patow, Claudio Delrieux, “Procedural breadmaking”, An International Journal of Systems & Applications in Computer Graphics, 2015
- [4] 吉田恵子・綾部園子, “栄養管理と生命科学シリーズ 調理の科学-記述式ノートつき”, 理工図書株式会社, 2018, pp. 69
- [5] OpenVDB, <https://www.openvdb.org/>