

3D ラテアートのミルクフォームの時間経過による変化の計測とデザイン支援

石田 こなつ* 五十嵐 悠紀*

概要. 3D ラテアートは、牛乳を泡立てたミルクフォームをドリンク上に立体的に盛り、チョコレートなどでミルクフォームに模様を描くラテアートである。3D ラテアートの製作には時間がかかるため、製作時にミルクフォームの重みや泡の崩壊による形状変化を考慮する必要がある、初心者にとっては困難である。本研究では、複数の形状のミルクフォームを深度カメラと Web カメラで撮影し、時間経過によるミルクフォームの形状変化を計測した。その結果を用いて、コンピュータ上で作成した 3D ラテアートのミルクフォームのデザインが時間経過によりどう形状変化をするかをシミュレーションした。

1 はじめに

3D ラテアートは、牛乳を泡立てたミルクフォームをドリンク上に立体的に盛り、チョコレートなどでミルクフォームに模様を描くラテアートである。3D ラテアートの製作は、特にミルクフォームを盛る作業に時間がかかるが、時間経過によりミルクフォームの重みや泡の崩壊により形状が変化する(図1)。そのため、3D ラテアートの完成時に理想の形になっているには、ミルクフォームの形状変化を予測した上で盛る必要がある。しかし、初心者にとっては、ミルクフォームの形状変化の予測は難しい。

Kamath らは、低温加熱スキムミルクに 1.4%以上のオリーブ油等を添加すると、粘度が上昇することで泡の安定性が向上することを報告している [2] が、我々はミルクフォームだけでラテアートを製作するために時間の経過で崩れていくことを考慮した形状デザインを目指している。Oetjen らは、異なる温度におけるミルクフォームの高さや泡の構造をガラスカラムを用いて調査した [1]。本研究では、3D ラテアート製作時に使用するミルクフォームの形状変化を計測するため、ミルクフォームの垂直方向と水平方向の形状変化を計測した。

本研究では、体積が一定の半楕円体状に設置したミルクフォームを上方から深度カメラと Web カメラで撮影することで、時間経過によるミルクフォームの形状変化を計測した。その結果を用いて、コンピュータ上で作成した 3D ラテアートのミルクフォームのデザインが時間経過によりどう変化するかをシミュレーションした。安価なノート PC でリアルタイムな処理を可能とするため簡易的なシミュレーションとしたが、ユーザがデザインした形状が時間経過と共に変化する様子を事前を知ることが可能となった。

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* お茶の水女子大学

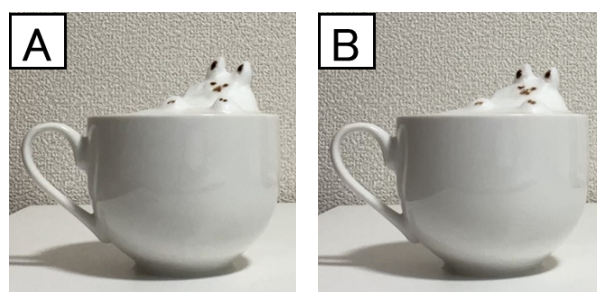


図 1. 3D ラテアートの形状変化. (A) 製作直後の 3D ラテアート, (B) 製作 3 分後の 3D ラテアート.

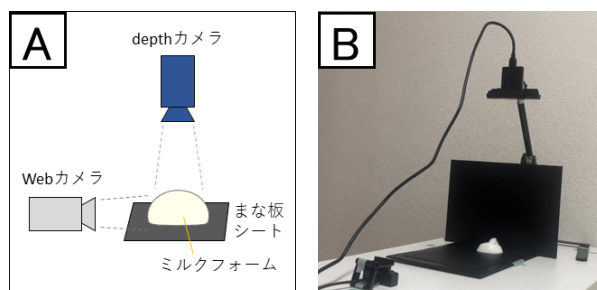


図 2. 計測に使用した機器. (A) 模式図, (B) 外観図.

2 ミルクフォームの計測

3D ラテアートのデザインにおいて汎用性の高い形である、半楕円体の形に盛ったミルクフォームの時間経過による形状変化を計測した。一定の体積で縦、横、高さの異なる半楕円体に盛り、図2のように機器を用いて、上部と側面から計測した。

2.1 計測に使用した機器

ミルクカップフォーマー: UCC 社製ミルクカップフォーマー MCF30 を使用し、全自動でミルクフォームを作成した。

web カメラ: ELECOM 社製 UCAM-C750FBBK を使用した。ミルクフォームを一定の形で設置できるように、楕円をリアルタイムの動画像に表示した

(図3 (A)). ミルクフォームの底面の水平方向の長さの計測に使用した。

深度カメラ: インテル社製 RealSenseTM SR300 を使用し、まな板シートから 35cm 上方かつ撮影画面の中央にミルクフォームが映るように設置した。ミルクフォームを一定の形で設置できるように、楕円をリアルタイムの動画像に表示した(図3 (C)). ミルクフォームの中心の垂直方向の長さの計測に使用した。

まな板シート: ミルクフォームを乗せるため、黒いまな板シートを使用した。

半球型スプーン: ミルクフォームの体積を一定にするために、直径 6cm, 直径 3cm の半球の体積を測れるスプーンを 3D プリンタで作成した。デザインシステムでは、直径 6cm の半球分の体積のミルクフォームで土台となる部分を製作し、直径 3cm の半球分の体積のミルクフォームで細かなパーツの製作を想定しているため、計測に用いている。

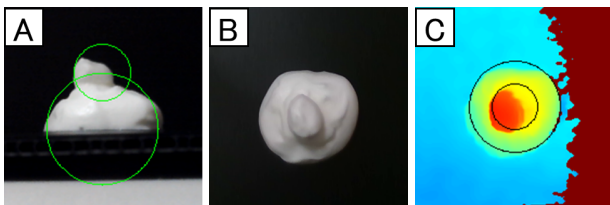


図 3. 計測画像。(A) 側面からの計測, (B) 画像上部からの計測画像, (C) (B) に対応する深度画像。

2.2 計測結果

ミルクフォームのデザインの土台となる部分として、直径 6cm の半球状と縦 4cm, 横 2cm, 高さ 3.375cm の半楕円体状に設置したミルクフォームを計測した。また、デザインの細かなパーツとなる部分も含めた測定をするため、直径 6cm の半球状の上に、直径 3cm の半球状にミルクフォームを設置したもの、縦 3cm, 横 2cm, 高さ 2.25cm の半楕円体状にミルクフォームを設置したものの計測も行った。それぞれ 5 回ずつ計測を行い、必要に応じてダウンサンプリングをし、垂直方向、水平方向の長さの平均を求めた。

図 4 (A) は直径 6cm の半球状に盛った際の中心の垂直方向の長さの変化であるが、10 分間で放物線的に全体の約 13% 減少した。図 4 (B) は半球の底面の水平方向の長さの変化であるが、10 分で直線的に全体の約 7% 増加した。

3 ミルクフォームのデザインシステム

体積が一定のミルクフォームを使って 3D ラテアートのミルクフォームをデザインし、2.2 の計測結果を使用してシミュレーションを行えるシステム(図 5) を Processing で作成した。

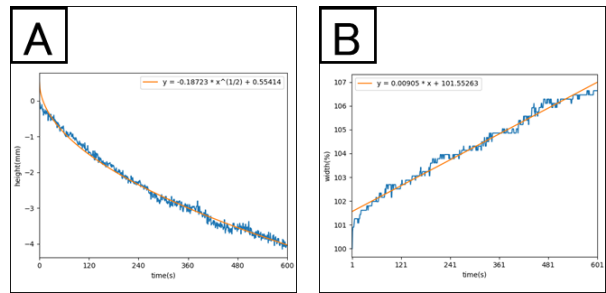


図 4. 直径 6cm の半球状に設置したミルクフォームの計測結果。(A) 中心の垂直方向の長さの変化, (B) 底面の水平方向の長さの変化。

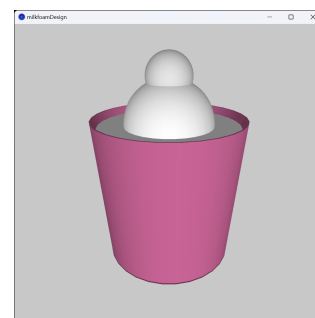


図 5. ミルクフォームデザインシステム。

3.1 デザインシステム

本デザインシステム(図 5) は、カップの大きさを入力し、そのカップに合わせてミルクフォームのデザインをするという流れになっている。ミルクフォームのデザインは、半楕円体を組み合わせて製作する、半楕円体は x, y, z 方向の大きさ、 x, z 座標の 5 つのパラメータを調節でき、 y 座標は半楕円体の底面の中心がドリンクやミルクフォームの表面に接地するように自動で調整される。

3.2 デザインのシミュレーション

デザインしたミルクフォームの時間経過による変化を、計測結果に合わせたモーフィングにより再現している(図 6)。1 つのパーツを設置するのに 1 分かかかるよう設定されており、ユーザは、0 分から 10 分までのミルクフォームの変化及び設置の様子を見ることができる。

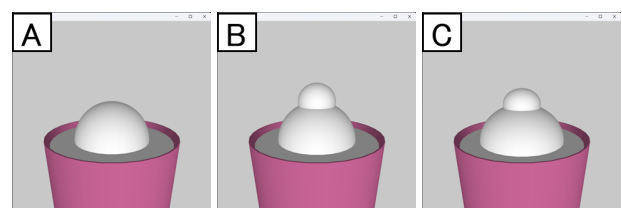


図 6. 図 5 の設計過程とシミュレーション。(A) 0 分後, (B) 1 分後, (C) 10 分後。

参考文献

- [1] Temperature effect on foamability, foam stability, and foam structure of milk. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*.
- [2] Effect of added oil on the foaming properties of skim milk. *Milchwissenschaft*, 66(4), 2011.