

注ぎ口の流量推定を用いた ラテアートシミュレーション手法の提案

中村 哲平[†] 戀津 魁[†] 柿本 正憲[‡]

[†]東京工科大学 [‡]東京工科大学/プロメテック CG リサーチ

1 はじめに

近年、ラテアートは気軽に楽しめるものになっているが、その修得には高い技術が必要である。ラテアートではエスプレッソコーヒーと泡立てたミルクを準備する必要があり、高価な機材も必要である。一方で実際のラテアート作成時は、図1に示すように、道具はコーヒーカップのほかはミルクを注ぐ専用のピッチャーだけである。



図1. 実際のラテアート作成の様子

一般に数多くの練習を積むには、前記の準備は省き、本物のピッチャーで水をカップに注ぐ簡易的な方法がとられる。当然その際はカップ内に図柄を描くことはできない。

本研究では、実際のカップやピッチャー、水を使ったラテアートシミュレーション手法を提案する。CGにより図柄を描くことができれば、簡易な練習でもピッチャーから注がれた水の流量と視覚的な結果が確認できる。本研究の目的は、シミュレーションによってユーザーが手指で検知する流量の感覚と作られる図柄の視覚的イメージとを結びつけ、トレーニング効果の向上を目指すことである。

本稿では、ピッチャーで注がれる水またはミルクの量を推定する手法について述べる。単位時間あたりの流量の推定では、水を注ぐ練習の際のピッチャーの傾きに注目する。流量データは料理用の計量器を使用して計測し、ピッチャー傾きとの関係をデータ化する。

2 関連研究

ラテアート関連の研究として、Chen らはマウスやタッチパネルを入力デバイスとしており、操作性は実際とは異なるが 2D 流体シミュレーションによって実物に近い模様の描画を行っている[1]。武藤はペンタブレットを入力デバイスとして用いることで実際の動きに近い操作性を実現している[2]。一方で、実物のラテアートの道具を使う本研究のような手法はほとんど提案されていない。

3 流量推定の手法

3.1 システムの要件

本研究で目指すシステムの外部要件として、以下の三点のリアルな再現が必要である。

- (1) ピッチャーでミルクを注ぐ際の手指の感覚
- (2) カップに注がれるミルクが描く図柄
- (3) 上記(1)(2)の対応関係

これらのうち(1)は特殊な装置を使うよりも本物を使用の方が簡易かつ再現度が高い。(2)はスマートフォンの画面に既存研究 CG 描画手法を適用すればよい。本研究では上記のうち(3)の再現を目指す。これを実現し、本物のラテアートの練習よりもできる限り簡易な装置構成とするための詳細要件として次の点が挙げられる。

- a. スマートフォンのカメラと画面の利用
- b. 利用者からピッチャーと CG の図柄との両方が見えるようにすること
- c. ピッチャーから注がれる水の流量の認識
- d. 流量に応じた図柄の描画

ピッチャーを撮影し、ピッチャーから注がれる水から流量を推定する流水認識法という手法をとる。

3.2 システムの構成

本研究で実現するシステムの構成を図2に示す。スマートフォンを固定して上からカップとピッチャーを撮影する。撮影画像は上部からのぞき

A latte art simulation method using flow rate estimation

[†]Tepei Nakamura, [†]Kai Lenz, [‡]Masanori Kakimoto

[†]Tokyo University of Technology

[‡]Tokyo University of Technology / Prometech CG Research

込むことで確認する。ユーザーはピッチャーを傾けながら画面を見て、ピッチャーと注がれる水とカップとを確認することになる。

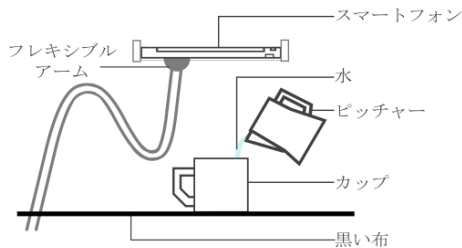


図2. 提案手法の構成

スマートフォンの外側カメラを使って撮影し、得られた画像のカップ内側部分にシミュレーション結果CG画像を描画する。ただし本稿の時点では描画は未実装である。ピッチャー上部のへりには注ぎ口の水流に影響しないマーカーを付け、ピッチャー上辺の楕円を読み取る。カップの下には反射を抑える黒い布を敷いて撮影画質を保つ。

3.3 ピッチャー注ぎ口からの流量の推定

流量推定の基本的な考え方は、事前撮影によりピッチャー上辺形状から流量を求める多変数一価関数 f の流量データセットを用意する点にある。実行時は撮影画像から流量 f を推定する。流量がわかればラテアート描画の主要入力情報となる。

事前撮影では図2のユーザー実行時の構成に加えカップの下に料理用計量器を置く。実際に注水の動画を撮影し、各フレーム i で以下の項目を蓄積し流量データセットを構築する。

- (1) ピッチャー上辺楕円の画像内中心位置 X_i
- (2) 楕円の長径 D_i^{mag} と短径 D_i^{min}
- (3) 累積注水量 W_i と単位時間当たり流量 ΔW_i

本来注入流量を決定するのはピッチャー傾き角とピッチャー内残留水量である。傾き角は上記(1)(2)により決まり、残留水量は W_i により決まる。したがって、流量 ΔW_i は5変数の関数 f によって次のように定められる。

$$\Delta W_i = f(X_i, D_i^{mag}, D_i^{min}, W_i). \quad (1)$$

事前撮影で準備した式(1)の多数の入出力の組をデータセットとして記録する。 W_i は計量器の数値を認識して求める。実行時には撮影処理した $X_i, D_i^{mag}, D_i^{min}$ から近傍の流量データを探索して内挿により流量 ΔW_i を求める。実行時に計量器がなくても ΔW_i の累積により W_i を計算できる。

4 流量推定の基礎実験結果

基礎実験として事前撮影による流量データセット構築を試みた。



図3. 事前撮影結果のフレーム例

スマートフォンとして iPhone を使い、開発環境は XCode と Swift 言語を、画像処理は OpenCV を用いた。ピッチャー上辺の楕円検出は、Canny 法でエッジ検出したうえで fitEllipse 関数によりエッジ画素集合に最もフィットする楕円を求めた。

累積注水量は計量器の数値をテンプレートマッチングにより認識することにより推定した。

図3は事前撮影結果のうちの2つのフレームを示す。検出したピッチャー上辺の楕円を赤で上書きして示している。

5 おわりに

ラテアート製作のトレーニングのためのラテアートシミュレーションを提案し、ピッチャーからの流量推定の基礎実験を行った。本手法の特徴は次のとおりである。

- 本物のピッチャーと水を使用する
- 事前撮影したピッチャー上辺形状と流量の関係を示す流量データセットを蓄積する
- 実行時に近傍探索と内挿により流量を推定する

今後の課題として、流量推定実験及び検証、実際のラテアートで使うミルクフォームの流量推定、流量に基づく図柄のCG描画の実装が挙げられる。描画にあたっては流量とミルクフォームの沈み込みや拡がりの再現が課題となる。

参考文献

- [1] Chen-Chih Hu, Ming-Te Chi, 2013, Digital Latte Art, SIGGRAPH Asia 2013.
- [2] 武藤 泉, 2014, ラテアートのミルクの動きを再現した描画手法の提案, 東京工科大学卒業論文.