

深さのある食器の形状認識による食物体積推定

情報科学科 宮下 みなみ

指導教員：鈴木 拓央

1 序論

現在、高齢者の増加に伴い在宅医療の必要性が高まっている [1]。しかし、在宅医療を受ける高齢者の 85% が薬を自分で管理しており、服薬率が 80% を超える方は薬剤師が薬剤供給を行う場合でも 71.1% にとどまっている [2]。よって、人手での服薬率向上には限界があると感じた。そこで、生活支援ロボットを用いて適切なタイミングで薬を提供することにより、服薬率を向上させる可能性があると考えた。服薬のタイミングは食後が多いため、食物の体積を推定することで食事が終了するタイミングを予測し、薬を提供する服薬管理支援システムの構築を目指す。

先行研究 [3] により、3次元点群を用いて平らな皿での食物体積推定が可能となった。しかし、高齢者の場合ではお米を食べる機会が多いため茶碗を使用することが多いとされる。現在の手法では、食器に深さがある場合、食物表面の点群を全て取得することが困難であるため推定が不可能である。以上より、本研究では深さのある食器でも食物体積推定を行えるようにすることを目的とする。また、深さのある食器とは机から食器の縁までの高さが机から食物までの高さより高いものとする。

2 提案手法

以下、深さのある食器として茶碗を用いる。茶碗の形に沿って食物が隙間なく詰められる傾向があることから、茶碗の形状認識により食物の体積を推定するという手法を提案する。全体の流れを図 1 に、茶碗の点群の概要図を図 2 に示す。また、食卓は壁につけた状態とする。

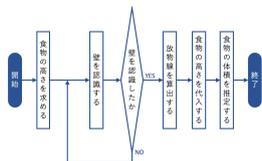


図 1 深さのある食器での食物体積推定の流れ

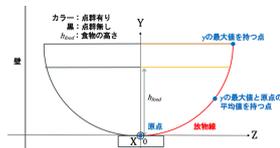


図 2 茶碗の曲面に沿った放物線を求めるための 3 点

1. ロボットに搭載されているカメラを利用し食物の入った茶碗を斜め上から撮影し 3次元点群を得る。点群を扱いやすいためカメラ座標系から食卓座標系へ変換し、LMedS 法 (Least Median of Squares) を用いて食卓平面と茶碗内側の曲面を認識する。また、茶碗内側の曲面上の点と中心との距離が最大となる点までの内部に存在する全ての点を食物の点群とし、この点群の z 座標の平均値を食物の高さとする。
2. 上記の処理を行った後、カメラの位置・角度を変更し、茶碗を真横から撮影して 3次元点群を得る。前述と同様にカメラ座標系から壁座標系へ変換し、LMedS 法を用いて壁平面を認識する。そして壁平面の点群と茶碗の高台の点群を削除する。この際、高台の高さを目視で測り、茶碗の底からどこまで削除するかの閾値を設定する。茶碗の一番底の点を原点に移動し、茶碗側面の曲面の点群から、 $y-z$ 平面上の 3 点の座標を用いて、茶碗の曲面に沿った放物線を算出する。この際、壁を底面として机を正面にした状態で、左右が X 軸、前後が

Y 軸、上下が Z 軸である。

3. 求めた放物線を y 軸を中心に回転させ、食物の高さを用いて積分を行い、食物の体積を推定する。

3 実験

提案手法の精度検証のための実験を行う。目標値は真値との誤差率を 4% までに抑えることとする。

100cm^3 の擬似食物を入れた茶碗をカメラから 50cm 離して食卓上に置き、食卓に対してカメラの角度が 60° 、食卓から高さ 40cm のところから撮影して食物の高さを取得する。これを 10 回繰り返してその平均値を得る。次に、カメラの角度を食卓に対して平行になるように変え、食卓から高さ 7cm のところから撮影し、食物の高さの平均値を用いて体積を得る。これを 10 回繰り返す。また、食物の高さと放物線の真値は定規等で測り算出する。

実験風景を図 3 に、茶碗の点群の例を図 4 に示し、実験結果を以下の表 5, 6 に示す。



図 3 茶碗を真横から撮影している際の実験風景



図 4 茶碗の点群における処理の様子 (赤: 壁除去後, 白: 全処理後)

	食物の高さ	食物の体積
平均値	3.637cm	50.718cm^3
標準偏差	0.015	8.376
真値	3.300cm	100cm^3

表 1 実験結果

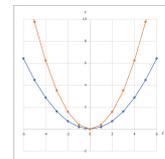


表 2 求めた放物線 (青: 真値, 橙: 推定値)

今回の実験では、真値の約半分の体積を求めることができた。茶碗の底の方の点群が欠損しているため、放物線の開き具合が食器の形状より狭くなり、真値より少ない値になったと考えられる。よって、より正確に形状を表す方法を検討し、精度を向上させることが今後の課題である。

4 結論

本研究では、食器の形状認識による食物体積推定の手法を提案した。しかし、まだ精度は十分でないため、改善が必要である。深さのある食器でも食事を把握できるようになれば、より実環境に近い状態で体積推定を行えるようになる。

参考文献

- [1] https://www.jstage.jst.go.jp/article/clinicalneuro/53/11/53_1296/_article/-char/ja
- [2] https://www.jstage.jst.go.jp/article/geriatrics1964/38/5/38_5_644/_article/-char/ja/
- [3] 二石佳奈, 鈴木拓央, 小林邦一: 「三次元点群を用いた皿基準による食物体積推定法」2019 年度愛知県立大学 修士論文 (2020.2).