

飲食物運搬システムのための配置角度を考慮したトレー認識

神谷 若那

指導教員：鈴木 拓央

1 序論

現在、核家族化の影響により一人暮らしをする高齢者が増加していることから、配食サービスの需要が高まっている [1]. 配食サービスの食事は一度、冷蔵庫にしまう場合が考えられ、食事の時間になると、冷蔵庫から食卓へ運ぶ。その際、足腰の不自由な方が冷蔵庫から食卓へ、食事を持ちながら歩行することは危険である。このことから、足腰の不自由な方に対して、冷蔵庫から食事を取り出し食卓に運ぶシステムが求められている。

先行研究として、ロボットが角形トレーを冷蔵庫から食卓へ運搬する研究がある。従来では、冷蔵庫内のトレー認識の際に、トレーの線分の長さを用いた [2]. しかし、トレーを斜めに置くと線分の点群の一部が欠損し、長さが閾値を満たさず認識できないことがあった。

そこで本研究では、トレー認識に着目し、配置角度に関わらずトレーを認識することを目指す。

2 提案手法

2.1 全体の流れ

トレー認識では予め、トレー特徴量を算出する。その後、RGB-D カメラで点群を取得し冷蔵庫内のトレー認識をする。

2.2 特徴量の算出

特徴量を算出するためにトレー認識が容易な環境でトレーを複数回認識する。トレー特徴量として色相、彩度、横幅の平均と標準偏差を算出し、閾値の上限と下限を設定する。

2.3 冷蔵庫内のトレー認識

入力点群を色相と彩度で識別し、各クラスターから線分を検出したのちに、長さを算出する。長さが閾値内ならば、トレーと認識する。長さが閾値より短いならば、点群が欠損していると考え、もう一度線分検出を行う。検出した2本の線分 l, m のベクトルをそれぞれ算出し、なす角 α を算出する (図1)。角形トレーで限定しているため、2本のベクトルは直交するはずなので $\alpha = 85 \sim 95^\circ$ であるとき、トレーと認識する。

線分のベクトルを求めるにあたり、1本目の線分検出した点群は角形トレーの角を含むことがあるため、安定したベクトルを算出できない。そのため、1本目の線分検出した点群のみ、線分の端の点から一定半径 (r) 内に含まれる点群を除去したのちにベクトルを算出する (図2)。

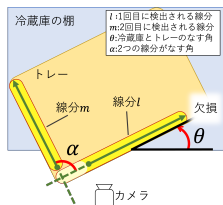
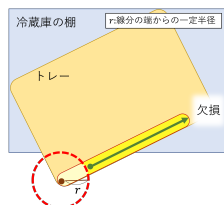


図1: 線分間の角度の算出

図2: 線分 l のベクトルの算出

3 実験

3.1 目的

提案手法がトレーの配置角度に関係なく90%以上の確率で認識できるかを検証する。また、トレーの色や材質に影響を及ぼさないか確認する。

3.2 方法

冷蔵庫とトレーのなす角 θ を $-45 \sim 45^\circ$ の間で 15° ずつ、それぞれの角度で30回ずつ認識をした。なお、 θ は反時計回りを正とした。トレーの候補となるクラスターが1つの場合、認識成功とし、成功率から評価した。この実験では3種類の角形トレーを用いた。トレーの属性を表1に示す。

表1: 使用した角形トレーの属性

トレー	色	横幅 [m]	材質	角の形状
a	黄	0.32	プラスチック	丸みを帯びている
b	緑	0.32	プラスチック	丸みを帯びている
c	茶	0.26	木	角ばっている

3.3 結果・考察

認識成功率を表2に示す。また、トレーaにおける認識の例を図3に示す。表2から、配置角度にかかわらず、高い成功率で認識することがわかった。また、トレーaとbは類似の結果を得たことから、色に影響を受けなかった。詳細を見ると、プラスチック製のトレーa, bにおいて、 $\theta = -30^\circ$ のときのみ失敗があった。原因は、線分 l の長さが閾値を満たさなかった際に、線分 m が未検出で角度を算出できなかったことである (図3a) 対して $\theta = 45^\circ$ の場合は、線分 l の長さが閾値を満たさなかったが、線分 m となす角 α が閾値を満たしたため、成功率が高かった (図3b)。そのため、点群の欠損について原因を追求し、補間するなど、手法の再検討が必要である。

表2: 認識結果

角度 [°]	トレーaの成功率 [%]	トレーbの成功率 [%]	トレーcの成功率 [%]
-45	100	100	100
-30	96.7	93.3	100
-15	100	100	100
0	100	100	100
15	100	100	100
30	100	100	100
45	100	100	100

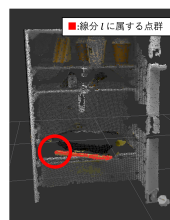
(a) $\theta = -30^\circ$ の点群データ(b) $\theta = 45^\circ$ の点群データ

図3: トレーaの認識の例

4 結論

本研究では、トレーの認識について配置角度に考慮した手法を提案した。実験から、トレーの配置角度にかかわらず、認識することができた。しかし、一部の角度の場合のみ、2つの線分が未検出で、100%の認識ではなかった。そのため、点群の欠損について原因を追求し補間するなど、手法の再検討が必要である。

参考文献

- 内閣府. "令和4年版高齢社会白書(全体版)"
- 岩田 渉, 鈴木 拓央, 近藤 輝, 熊澤 暢宏, 田辺 茂雄, 大高 洋平. "モバイルマニピュレーターとトレーを用いた弁当運搬システム", 日本機械学会 ROBOMECH 2022, No. 1A1-T05, 2022.