

ロボットハンドリングのための食品データベースの構築

Building a food database for robot handling

○学 田中 肇 (立命館大) 正 王 忠奎 (立命館大) 正 平井 慎一 (立命館大)

Hajime TANAKA, Ritsumeikan University, rr0092xi@ed.ritsumei.ac.jp
Zhongkui WANG, Ritsumikan University
Shinichi HIRAI, Ritsumeikan University

This study proposes a food classification database for robotic handling. The proposed food classification database classifies a wide variety of food products according to their conditions and characteristics, and associates them with various soft robotic hands or grippers that are commercially available and under research and development. By building a database using Microsoft Access and preparing multiple forms such as input and search, it is easy to share the food classification database with other researchers or users. The goal of this study is to build a food classification database for soft robotic hands and collect data to investigate trends in foods that soft robotic hands can grasp. This can be determined from the percentage of classification within the associated food items.

Key Words: Robot hand, Gripping, Food classification

1. 緒言

近年、先進国での少子高齢化に伴う労働人口の減少や人件費の上昇により、食品工場における生産プロセスの自動化が求められている。ロボットで物を把持する際に直接影響するものは、対象物に触れるエンドエフェクタであり、目的に応じて最適なエンドエフェクタを選定する必要がある。製造業界では、部品を種類にわけて分類する方法が多くあるため、エンドエフェクタの選定が可能である。食品業界では、製造プロセスにおける自動化を行うにあたり、エンドエフェクタによる食品の組み立てへの適合性を評価できる普遍的な分類システムは、食品の機械的性質に関する情報が不足しているため、完全に開発されていない[1]。また、食品製造部門における柔軟な自動化の大規模採用を支援するために、適切な産業用ロボットを選択する方法論から、大まかな導入の方針が示されているが、エンドエフェクタを含めた多くの課題が食品業界には残っている[2]。

ロボットハンドリングにおける食品の把持した際、食品の特性を含むデータやその食品の分類は各々が独自に行っており、標準的なものが存在しない。産業用ロボットの導入を検討する食品会社は、目的の食品を把持可能であると推測できるロボットハンドを自社で探すことは困難である。

本稿では、ロボットハンドリングのための食品データベースを提案する。[1]、[3]を参考に既存の食品品質表示基準を含め、ソフトロボットハンドのハンドリングに特化した食品分類システムを作成した。多種多様な食品を分類し、市販と研究開発中の様々なソフトロボットハンドとの対応付けを行い、Microsoft Access を用いてデータベースを構築することで、近い条件の食品とそれを把持可能であったソフトロボットハンドを容易に探すことが可能となる。

2. 食品データベース

食品データベースは、大きくソフトロボットハンドと食品の2つをそれぞれの項目に応じて分類する。その後、ソフトロボットハンドとそれが把持できた食品データをつなげていくことで、対応付けされたデータをデータベースに蓄積する。ソフトロボットハンドと食品の各データには、判別がつけやすいように名前と画像を含めた一連のデータで保存される。

2.1. ソフトロボットハンドの分類とデータ

ソフトロボットハンドの分類方法は、把持時の把持位置でのみ分類した。例えば、Fig.1 で示す小型シェルグリップの把持位置は側面円周と分類している[4]。これは、ソフトロボットハンドが現在もあらゆる形状や機構、素材により研究開発が進められる発展途上段階であり、今後現れるソフトロボットハンドにも適応できる柔軟性を持つためである。



Fig.1 Interface to input robotic hand data

2.2. 食品の分類とデータ

食品の分類方法は、Fig.2 のように共通項目と選択式の項目の2種類用意した。食品の共通項目は、数量・食品グループ・食品群・表面・状態の5つで分類される。後述の数量により選択される選択式の項目は各4項目あり、ハンドリングの際に食品が単独であるのか、複数であるのかにより変化する。[1]では、食品の温度やサイズを項目に含めているが、温度など特定の条件を指定する場合は、食品の名前を工夫することで判別が可能であり、食品のサイズはロボットハンドの大きさに左右されるため含めていない。

● 食品数量の項目

把持する際に食品が単数であるのか、複数の集合体であるのかを選択する。これは、刻み葱を例にすると、一切れを把持するのか、まとめて把持するのかで必要とされる食品の性質が異なるためである。この項目により、食品の分類項目も変更される。

● 食品グループ・食品群の項目

食品が生鮮食品か加工食品であるのかを選択する。JAS 法

Fig.2 Interface to input food data

の品質表示基準に準ずる形で選択する。これにより、生鮮食品と加工食品の食品群の内容が変化し、生鮮食品は農産物・畜産物・水産物から合計 16 種類、加工食品は 25 種類から分類することができる。食品業界で一般的な分類方法であり、データの食品がどのようなものであるかを判断する際の参考にできる。

● 表面・状態の項目

表面の項目は、食品の表面が乾燥から濡れた状態までの 3 つで分類する。各々の分類により状態の項目が多少変化する。状態の項目は、食品ハンドリングにおいて影響を及ぼす表面の状態を分類する。主に、滑りやすい・滑りにくい・スポンジ状などで分類される。

2.2.1. 食品の数量が単独である際の項目

単独の食品を把持する際に、影響が考えられる項目で構成される。項目は 4 つあり、順に断面形状・弾性率・破断応力・重量である。

● 断面形状

食品の把持を想定する際にハンドと食品は複数の接点を有する、各々接点を通る面で切った際の断面を断面形状として分類する。

● 弾性率

食品の変形しやすさである「柔らかさ」を測定した値から分類する。弾性率は、押込み試験により求めることができ、具体的な数値が得られることで、使用者によって分類が変わることを防ぐことにつながる[5]。

● 破断応力

食品の硬さを示し、食品の貫入試験を行うことで具体的な数値を用いて分類する[6]。食品ハンドリングでは、食品の損傷に直接関係するパラメータであるため重要な項目である。

● 重量

食品の重量により分類される項目である。食品は単一のもの少なく、密度により表すことが困難であるため重さによって分類する。

2.2.2. 食品の数量が複数である際の項目

食品ハンドリングの際、同時に複数の食品を把持することを想定した項目で構成される。項目は 4 つあり、順に粒の形状・粒の硬さ・安息角・粒の重量である。ここで定義する「粒」は、食品の集合体の中の一つの個体を指す。

● 粒の形状

代表的な個体の形状から分類する項目である。ハンドリングの際に、把持方法に影響を与える。

● 粒の硬さ

代表的な個体の硬さから分類する項目で、食品が損傷しやすいかを判断する材料となる。

● 安息角

集合体を落とした際の食品の散らばり度を図ることが可能であると考えられる。千切りキャベツのような互いに引っ掛かりやすい食品は、ハンドリングに影響を与えるためである。

● 粒の重量

代表的な個体の重量に近い値から分類する。ミニトマトと塩を比較すると粒の大きさの違いは一目瞭然であり、ハンドリングにも影響を与えることは自明である。

3. 食品データベースの使用方法

食品データベースは、ソフトロボットハンドと食品の各データの入力と互いのデータを対応付けすることで、ソフトロボットハンドと把持された食品といった関係を持つデータを作成できる。作成されたデータはデータベースとして保管され、ソフトロボットハンドや食品の分類項目から条件を選択することで、選択された条件を含むデータを容易に検索することができる。これらは、Microsoft Access で作成されており、すべてフォームと呼ばれる入力専用の画面で操作する。Fig.3 に示すように、メニュー画面から各フォームに移動することで、操作を行う。全フォームはデータベースと連結しておらず、フォーム上でのデータ閲覧時に、データの誤操作があった場合でもデータベースに変更が起らない利点がある。

Fig.3 Interface of main menu

3.1. ソフトロボットハンドと食品のデータ入力

メニュー画面から新規データ追加枠内のボタンを選択し、各々の入力フォームに移動する。

入力フォームでは、名前と 2 章で紹介した項目を入力し、画像を登録する場合は、画像選択ボタンから参照することが出来る。参照した画像は指定のファイルに保存される。名前と画像名を除くすべての項目を選択性にすることで、表記揺れをなくし一貫性のあるデータを作成できる。

入力済みのデータの変更を行う際は、メニュー画面の既存データの更新・変更枠から各ボタンを選択することで、データの変更を行うことができる。

3.2. ソフトロボットハンドと食品の対応付け

メニュー画面内、ハンドデータと食品データの連結枠内のボタンからソフトロボットハンドと食品データの対応付けを行うフォームに移動する。Fig.4 のようにハンド名を選択した後に、対応付けする食品を選択することで、対応付けされた

本研究の一部は、内閣府が進める「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」（管理人：NEDO）によって実施されました。一部はJSPS 科研費 JP20K04406 の助成を受けたものです。ここに関係者に謝意を表します。

ハンプ食品連結フォーム

?

☐ 単数食品一覧

大福 コーラ缶 ミニトマト

☐ 複数食品一覧

追加食品の数量

☒ 単独
 ☐ 複数

追加食品名	鶏卵

参考文献

- [1] Erzincanli, F., Sharp, J. M., “A classification system for robotic food handling. Food Control,” vol. 8, No.4, pp. 191-197, 1997.
- [2] Farah, Bader., Shahin, Rahimifard., “A methodology for the selection of industrial robots in food handling,” *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 64 (2020) 102379.
- [3] Helge, A. Wurdemann., Vahid, Aminzadeh., Jian, S. Dai., John, Reed., Graham, Purnell., “Category-based food ordering processes,” *Trends in Food Science & Technology* 22 (2011) 14-20
- [4] Wang, Z., Kanegae, R., Hirai, S., “Circular shell gripper for handling food products”, *Soft Robotics*, 2020. Ahead of Print
- [5] 佐久間淳, “食品の数値データ化のための触診メカニズムによる計測システム実用化”, “食品と容器”, vol.55, pp702-707, 2014.
- [6] 船見孝博, “食品のレオロジー測定”, 日本バイオレオロジー学会誌 (B&R) 第21巻, 第1号, pp16-26, 2007.

メニュー画面内，データの検索などの枠内の詳細検索ボタンから条件に応じたデータの閲覧を可能にしている．Fig.5に示す検索フォームは，ソフトロボットハンドや食品の分類項目を複数選択し，条件に合うデータをリストに表示する機能を持つ．

[illegible]

Fig.5 Interface for searching

ソフトロボットハンドと食品の双方を分類し、ハンドと食品を対応付けたロボットハンドリングのための食品データベースを構築した。これにより、ソフトロボットハンドが把持可能な食品を登録し、求める食品の特性から類似する特性のロボットハンドデータを得ることができる。

- 既存のロボットでの把持実験を行い、ハンドと食品の対応付けを具体化する
- 専門外の方でも使いやすいデータベースを目指す
- データベースを充実させ、様々な食品とロボットハンドのデータを入力する

謝辭