

2ZC-07

画像認識・感圧センサを用いた IoT 冷蔵庫の改善と評価

鷺谷祐希[†]

中島毅[‡]

芝浦工業大学[†]

芝浦工業大学[‡]

1. 研究の背景と目的

現在、全世界で年間 13 億トンもの食品が廃棄されており、資源の有効活用や環境保全の観点で問題視されている。中でも特に注目されているのが食品ロスである。食品ロスの中で最も多くの割合を占めている食品が野菜類であること[1]、家庭における食品廃棄の主な原因は食品の存在を忘れてしまうことによる保存期限切れであること[2]が分かっている。

そこで本研究では、保存期限切れによる野菜廃棄を減らすための、画像認識・感圧センサを用いた野菜管理システムの改善と評価を目的とする。

2. 先行研究とその課題

2.1 食品管理アプリケーション

食品の保存期限切れ防止に関する先行技術として、食品管理アプリケーション[3]がある。このアプリケーションは、冷蔵庫に設置した感圧センサと画像認識を用いて入出庫時刻、食品の名称、食品の量などの情報を自動的に提供することができるシステムである。先行研究のシステム構成を図 1 に示す。

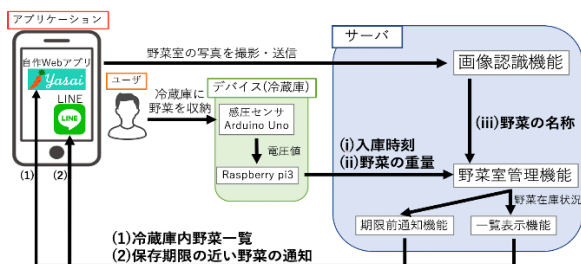


図 1: 先行研究のシステム構成図

2.2 画像認識の応用

上記の食品管理アプリケーションには画像認識機能[3]が備わっており、食品の名称を画像認識によって判断している。この研究では、野菜の画像データを集めて CNN(畳込みニューラルネットワーク)モデルを学習させることで、ユーザから送信された野菜室の画像を処理することで、野菜の種類を識別する。

2.3 課題

先行研究の課題として以下の 2 点があげられる。

- ① 判断できる野菜の数が 4 種類と少ない
- ② 判断の精度が最高でも 80%と低い

3. 提案内容

3.1 課題解決のためのアプローチ

先行研究の課題を解決するために以下を行う。

- ① 判別精度向上と種類増加のためのデータ拡張
- ② 食品管理アプリケーションの改善

3.2 判別精度向上と種類増加のためのデータ拡張

画像認識における判別精度向上と種類増加のために以下のことを行った。

- (1) Web スクレイピングによる基礎画像の取得：8 種類各 450 枚取得(先行研究[3]では 4 種類各 400 枚)
- (2) ライブラリでの画像拡張
- (3) データ拡張手法の実装によるデータの拡張

データ拡張手法として、野菜データを拡張するために以下の手法[4]を使用した。

- ① RICAP：4つの異なる学習画像からランダムに切り取った画像を継ぎ合わせて新たな学習画像を生成する手法
- ② mixup：2つの訓練サンプルのペアを混合して新たな訓練サンプルを作成する手法

これらの手法を用いて学習データを増やし、モデルの汎化能力を上げることで、判別可能な野菜の増加・判別精度の向上を行った。

3.3 食品管理アプリケーションの改善

先行研究の食品管理アプリケーションでは、画像認識を用いて冷蔵庫内にある野菜が何の野菜かを判別している。画像認識が誤った野菜と判断した場合、ユーザが自ら編集する手間がかかる。そこで本研究では、編集時間を削減するためにアプリの改善を行った。左の画像の先行アプリでは、野菜を誤認識した際に編集のページへ移動し、ユーザが部屋番号を選択し 38 種類の野菜の中から正解を選択するという手間があった。右の画像の改善したアプリではユーザによる手間を減らすために、画像認識での結果を用いて確度の高い上位 3 つの野菜を選択できるようにした。これにより野菜を間違えた際に、より迅速に誤認識した野菜を編集することができ、ユーザによる編集の時間の削減が期待できる。

Improvement and evaluation of IoT refrigerators using image recognition and pressure sensitive sensors

[†] Yuki Sagiya · Shibaura Institute of Technology

[‡] Tsuyoshi Nakajima · Shibaura Institute of Technology



先行アプリ 改善アプリ

図2:アプリケーションの改善点

4. 実験と評価

(1) 冷蔵庫内での野菜認識精度の検証

データ拡張前と比べて野菜の判別の精度がどの程度向上したかを調査することで、改善アプリの有効性を評価する。

対象となる 8 種類の野菜において、以下を行った。対象野菜 1 個を特定の野菜部屋に配置し、10 回撮影し、学習したモデルで画像認識を行い、モデルが出力した測定精度を記録する。10 回に対して、平均の推定精度を計算する。袋の包装された野菜と半分に切った野菜で実験を繰り返す。結果を表 1 に示す。なお、トマト、キュウリ、ピーマン、ほうれん草は、半分にした状態で冷蔵庫に入れる場合がないと判断したため省略している。

表 1. 各状態での野菜の平均推定精度

野菜名	平均の推定精度(%)			
	1 個	複数	袋詰め	半分切った野菜
キャベツ	85%	83%	78%	72%
ニンジン	75%	74%	65%	65%
玉ねぎ	79%	78%	65%	60%
大根	65%	65%	47%	47%
トマト	73%	72%	66%	-
キュウリ	64%	64%	52%	-
ピーマン	63%	62%	54%	-
ほうれん草	64%	63%	58%	-

表 1 によると、平均の推定精度は 52%~85%という結果を得た。4つの野菜は先行研究よりも平均的に精度を向上することができた。新たに追加した野菜の中では、キュウリとピーマンの精度が他に比べて低かった。キュウリはピーマンに、ピーマンはキュウリと誤認識されることが多い。色が似ていることが原因と考える。

(2) 誤認識した際の野菜編集時間の測定

先行アプリ:編集画面に切り替え誤認識した野菜が入った冷蔵庫の部屋番号を選択し、38種類の野菜の中かから正解の野菜を選択する。

改善アプリ:画面は切り替えず、3つの候補の中から正解の野菜を選択する。

これらのフローを実行した場合の編集時間を表 2 に示す。

表 2. 誤認識した際の野菜の平均編集時間

テスト対象	編集時間
先行アプリ	約 10 秒
改善アプリ	約 2 秒

表 2 によると、3つの候補の中に正解の野菜があることを前提とした場合、野菜の編集においてユーザの手間は約 80%削減することができることが分かった。

(3) 3候補の中に正解の野菜認識の精度

編集時間の短縮の効果を評価するために 3つの候補に選ばれる確率を調査する。

その結果、37個中32個の野菜が選ばれていることが分かった。これは約 86.4%の野菜が3つの候補の中に選ばれているということになる。3つの候補の中に選ばれる確率が高いことで、編集時間の短縮をより見込むことができる。

5. まとめと今後の課題

保存期限切れによる野菜廃棄を減らすことを目的に、先行研究の課題点の改善を行い、その利便性を確認した。その結果先行研究よりもより利便性が向上し、より実用的になったと考える。

今後、IoT 冷蔵庫をより実用的にするためには、判別できる野菜種類の増加が必要不可欠である。

参考文献

[1]ハウス食品,食品ロスに関するアンケート調査について,ハウス食品 HP,2019,
<https://housefoods-group.com/activity/foodloss/research_data.pdf>

[2]浅利美鈴他,食品ロス発生に関連する消費者の意識と行動,第26回廃棄物資源循環学会研究発表会,2015年9月

[3]長曾我部渉. 野菜廃棄を減らすための画像認識・感圧センサを用いたIoT冷蔵庫:システムの提案と適用評価,情報処理学会第83回全国大会,2021年3月

[3]Muhammad Syafiq, 野菜廃棄を減らすための画像認識・感圧センサを用いたIoT冷蔵庫の提案:野菜の認識のための画像認識技術の応用,情報処理学会第83回全国大会,2021年3月

[4]Ryo Takahashi, Takashi Matsubara, Member, IEEE, and Kuniaki Uehara. Data Augmentation using Random Image Cropping and Patching for Deep CNNs . VOL.14,NO.8,AUGUST 2015