

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

長曾我部 渉, Muhammad Syafiq, 中島 毅

芝浦工業大学 工学部情報工学科

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.その中で特に注目されているのが食品ロスである.消費者調査により,捨てられやすい食品は野菜類であること,家庭における食品廃棄の主な原因は,食品の存在の認識齟齬による保存期限切れということに着目し,著者らは画像処理と感圧センサを用いたIoT冷蔵庫の提案を行った[1].本研究では,このIoT冷蔵庫における野菜部屋と野菜の認識を行う機能の実現可能性の検証と精度向上を目的に,画像認識技術の適用方法の提案と評価を行う.

2. 既存手法と問題点

食品の保存期限切れ防止に関する従来技術として,スマート冷蔵庫[2]がある.この冷蔵庫は,冷蔵庫内の食品をスマートフォンから確認できる機能や,保存期限の近い食品を通知する機能を提供している.しかし,これらの機能を利用するには,ユーザが以下のプロセスを手動で行う必要がある.

(1)食品名,保存期限をリストに登録

(2)使い終わった食品をリストから削除

これらを食品ごとに行うことはユーザにとって負担であり,この機能を持つ冷蔵庫を普及させる上での課題になっている.

3. 提案システムとその利用方法

3.1 提案システムの構成

提案する冷蔵庫は,冷蔵庫に取り付けたIoTデバイスを用いて,冷蔵庫内にどの野菜がいつ出し入れされたのかを管理し,ユーザに通知することで野菜の保存期限切れを防止する.提案するシステムとその利用方法を図1に示す.

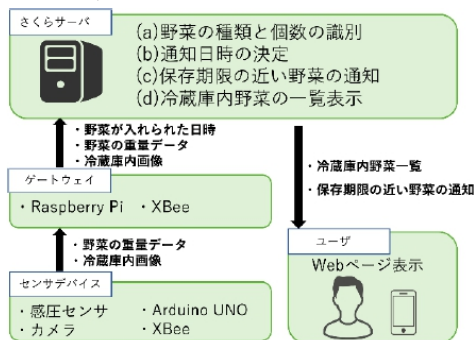


図1 システム構成図

野菜の種類と個数の識別のために画像認識技術を応用する.具体的には,Open CVと畳み込みニューラルネットワーク(CNN)[3]を用いる.

3.2 利用方法

①ユーザは区切られた部屋に野菜を収納

事前に野菜室内を複数の部屋に分割する.この部屋には感圧センサが設置されており,計測値により野菜の現在量を把握する.

②冷蔵庫に設置したカメラで野菜室を撮影

ユーザは冷蔵庫の扉を閉める前に,設置されたカメラで野菜室の写真を撮影する.画像処理を行うことで,各部屋に入っている野菜の種類と数を識別する.

③部屋ごとに通知日時を決定

野菜が冷蔵庫に入れられた日時と,野菜の種類ごとに推奨される保存期限を用いて,ユーザに対して期限が迫っていることを伝える通知日時を決定する.

④保存期限が近い野菜があれば通知

感圧センサが野菜を検出してから通知日時まで,センサの計測値が0にならなければ,その野菜が冷蔵庫内に残っていると判断し,ユーザに通知する.

⑤Webページに冷蔵庫内の野菜一覧を表示

ユーザはスマートフォン上から冷蔵庫の在庫量を確認できる.

①-⑤の手段により,ユーザは冷蔵庫の扉を閉める前にカメラのシャッターを押すだけで期限の近い野菜の通知を受け取ることができるようになる.これにより,従来技術の課題であったユーザの手間を減らすことができる.

4. 野菜部屋と野菜種類野識別のための画像認識技術

野菜の認識は,野菜部屋の切り取りと画像分類の2段階に分ける.

4.1 野菜部屋の切り取り

ユーザが撮った写真を使用し,野菜室内の仕切りを検出する.そのために閾値の処理を行う.野菜部屋の周囲が前景となるので,その矩形領域を切り取る.野菜室全体サイズは変化しないので,あらかじめ計測した部屋の野菜室全体に対する比率を用いて各野菜部屋を切り取る.

4.2 画像分類

試作システムでは,玉ねぎ,ニンジン,キャベツと大根の4種類の野菜に限定して学習を行った.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)モデルを学習する。試作システムでは、学習したCNNを用いて、各野菜部屋に入っている野菜を分類する。出力は野菜室の番号と認識した野菜名である。推測値が0.5以下であれば野菜室が空いているとみなす。

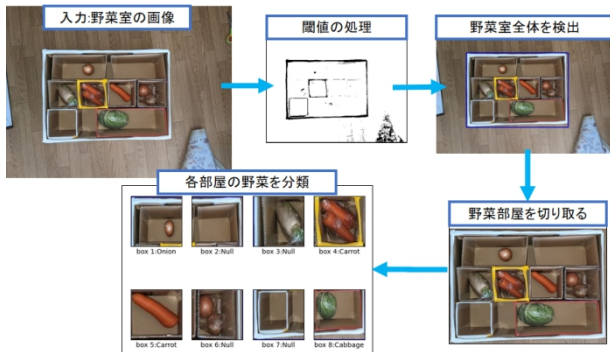


図2 野菜の分類までの流れ

5. 技術的課題とその解決

野菜部屋に入っている野菜を認識する技術的課題は以下に示す。

- (I) 機械学習のために多数の画像データが必要
- (II) 低い照度の影響で認識が困難
 - 野菜室に影が入って、野菜の様子が変化する。様子が準備した野菜の画像データと異なって見えるので、認識が困難である。
- (III) 野菜室の切り取り後、画像の解像度が減少
 - 野菜室ごとに切り取った後、画像のサイズが減少し、解像度も減少する。解像度が低いと野菜の特徴を把握することが難しいので、認識率が下がる。

(I),(II)の技術課題に対して、Tensorflow ライブラリ[4]を用いて元の画像データを拡張し、様々な照度や、角度、袋詰め野菜の画像を多数に生成する。各画像を5回拡張するので、データ数が400から2000に増加する。また、(III)の技術課題に対して学習モデルで野菜名の推測を行う前にバイキュービック補間の画像処理を用いて画像の解像度を上げれば画像にある野菜の特徴が保っていて、認識率が上がる。

6. 実験・評価

6. 1 実験内容

対象となる4種類の野菜について、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、モデルが出力した推測値を記録する。その後、対象野菜の数を増やし、また推測精度値を記録する。10回に対して、平均の推測値を計算する。袋に包装された野菜と半分切った野菜で実験を繰り返す。

6. 2 実験結果

結果を表1に示す。表1によると、目標値90%に

達成できなかった。対象野菜が1個と複数の際平均推測値が変化しない。しかし、対象野菜を袋詰めと半分切った状態にすると平均の推測値が下がる。大根の平均推測精度が最低で、キャベツとして推測されてしまう場合が多い。

野菜名	平均の推測精度(%)			
	1個	複数	袋詰め	半分切った野菜
キャベツ	80%	80%	70%	67%
ニンジン	70%	70%	60%	65%
玉ねぎ	75%	75%	60%	50%
大根	60%	60%	40%	40%

表1 各状態で野菜の平均推測値

7. 考察

袋詰め野菜の平均推測精度が低い理由は、野菜の色と形が変化するからである。また、半分切った野菜は中身の様子が外見と異なるため認識率が下がる。1個の状態で大根を縦に配置するとキャベツとして誤解してしまう理由は、大根の色と様子がキャベツに似ているためと考える。目標精度90%を達成するためには様々なパターンでデータ数を増やして推測精度の変化を評価し、どこまで精度を上げることができるか見通しさせていくことが重要であると考えられる。また、学習モデルで他の最適化アルゴリズムを試し、再学習すれば推測精度を上げることができると考えられる。

8. まとめと今後の課題

野菜室に入っている野菜を認識する手法を確立した。今後、学習データを増やし、精度を目標に近づけるとともにより多くの野菜を認識できるようにモデルを拡充し、より良いIoT冷蔵庫としていきたい。

参考文献

- [1]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冷蔵庫の提案: システムの提案と適用評価, 情報処理学会第83全国大会(2021)
- [2]SHARP, SJ-TF50B
https://jp.sharp/support/refrigerator/doc/sjtf50b_mn_guide.pdf
- [3]Understanding of a Convolutional Neural Network
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8308186>
- [4]Tensorflow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems
<https://arxiv.org/pdf/1603.04467.pdf>