

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

長曾我部 渉[†], Muhammad Syafiq[‡], 中島 毅[§]

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。その中で特に注目されているのが食品ロスである。日本においても、一般家庭における食品ロスは年間で 289 万トンにまでのぼると推計されており、消費者庁を中心に解決に向けた様々な取り組みが行われている[1]。こうした状況を踏まえて、一般消費者に対して食品ロスに関する様々な調査[2][3]が行われており、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、食品の存在を忘れてしまうことによる保存期限切れだということがわかっている。

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、冷蔵庫内在庫確認および期限切れ野菜通知システムを提案する。

2. 従来技術とその課題

食品の保存期限切れ防止に関する従来技術として、食材管理アプリ[4]がある。このアプリケーションは、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、ユーザがこれらの機能を使用するには、以下の操作を行う必要がある。

- (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

これらの操作を食品数行うことはユーザにとって手間であるだけでなく、登録や削除のミスにより、情報の信頼度を下げることにもつながり、期限切れ防止の仕組みを普及させる上での課題になっている。

3. 提案システム

3.1 課題解決のためのアプローチ

従来技術が提供する機能を実現するためには以下 3 つの情報が必要になる。

- (i) いつ (入出庫時刻)
- (ii) どの食品が (食品の名称)
- (iii) どれだけ出し入れされたのか (食品の量)

冷蔵庫に設置した感圧センサと画像認識を用いてこれらの情報を自動的に取得することで、従来技術のもつ機能を最小限の手間で提供することができるシステムを提案する。

3.2 提案システムの構成

提案システムの構成を以下の図 1 に示す。

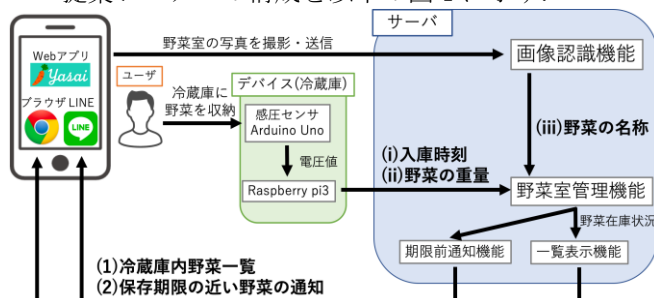


図 1 システム構成図

3.2 提案システム利用の流れ

① ユーザは区切られた部屋に野菜を収納

図 2 に示すように野菜室内を複数部屋に分割する。この部屋には感圧センサが設置されており、計測値が増大すると野菜が入ったと判断しその重量と日時を記録する。



図 2 8部屋に分割した野菜室と感圧センサ

② カメラを起動し野菜室を撮影

ユーザは冷蔵庫の扉を閉める前に、スマートフォンでカメラを起動し、野菜室の写真を撮影、サーバに送信する。写真を受け取った画像認識機能が各部屋に入っている野菜の種類を判別する。

③ 部屋ごとに通知日時を決定

野菜には他の食品のように生産者によって記載される賞味期限がない。その代わりに、野菜の種類ごと

Proposal for an IoT Refrigerator with Image Recognition and

Pressure Sensitive Sensors to Reduce Vegetable Waste

[†]Wataru Chosokabe Shibaura Institute of technology

[‡]Muhammad Syafiq Shibaura Institute of technology

[§]Tsuyoshi Nakajima Shibaura Institute of technology

に推奨される保存期限[5]が存在する。そこで、野菜が冷蔵庫に入れられた日時と保存期限を用いて、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。

③ 保存期限が近づいている野菜があれば通知

感圧センサが野菜を検出してから通知日時まで、その部屋の重量値が 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。

⑤ Web アプリ上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数、入庫日時、保存期限を確認できる。

4. 提案システムの詳細

本研究で提案するシステムは、図 2 に示す通り、冷蔵庫に設置したデバイスと、サーバ上の 4 つの機能で構成される。詳細を以下に示す。

4. 1 冷蔵庫に設置したデバイス

冷蔵庫に野菜が入れると、Arduino Uno は、感圧センサが読み取った電圧値を Raspberry pi 3 に送信する。その後、電圧値を重量に変換し (i) 入出庫時刻 (ii) 野菜の重量 をサーバプログラムに送信する。

冷蔵庫に設置した感圧センサ (FSR406) は、縦横 4.5cm ほどの大きさで、野菜の置き方によって圧力のかかり方に偏りが生じるので、図 3 に示すように、分割した各部屋の底を 2 重構造にすることで、感圧センサに圧力を均一に伝え、野菜の重さを正確に計測できるよう工夫した。



図 3 2 重構造の底面

4. 2 サーバ上の 4 つの機能

(1) 画像認識機能

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。学習した CNN を用いてユーザから送信された野菜室の画像を認識し、野菜名を判定する [6]。

(2) 野菜室管理機能

Raspberry pi 3 から受け取った (i) 入出庫時刻 (ii) 野菜の重量と、画像認識機能から受け取った (iii) 野菜の種別、を用いて野菜の在庫状況を二次元配列にまとめ、各機能に送信する。

(3) 一覧表示機能

サーバから受け取った野菜在庫状況を元に、ブラウザ上に表示を行う。

(4) 期限前通知機能

野菜の保存期限を判定し、毎日ユーザが指定した時刻になると、期限の近い野菜があれば LINE にメッ

セージを送信する。

5. 実験

(1) デモ使用による利便性の検証

従来技術の課題であったユーザの手間をどれだけ削減できるかを検証するため、ユーザに以下のシナリオ通りに、食品管理アプリと提案手法を使用してもらい、かかる時間及び操作回数を比較した。

<シナリオ>

- ① 購入した、にんじん 3 本、玉ねぎ 2 個、大根 2 本、キャベツ 2 個を収納する
- ② にんじん 2 本、玉ねぎ 1 個を取り出す
- ③ 残りの野菜をすべて取り出す

(2) 実験結果と評価

スマートフォンの操作に慣れている 20 代男性 2 名、50 代女性 1 名を被験者として実験を実施した。計測結果を表 1 に示す。

計測項目	手順①	手順②	手順③	合計	
平均時間					
従来技術	1分51秒	37.5秒	32.5秒	3分1.0秒	
提案手法	1分13秒	14.6秒	14.9秒	1分42.5秒	(43.6%減)
操作回数					
従来技術	24回	6回	6回	36回	
提案手法	11回	0回	0回	11回	(69.4%減)

表 1 実験結果

今回の検証では、冷蔵庫内の野菜を管理するのに必要な時間を 43.6%、操作回数を 69.4%削減することができ、従来手法の課題であったユーザの手間を大幅に削減することができた。

6. まとめと今後の課題

本研究では、保存期限切れによる野菜廃棄を減らすことを目的に、ユーザが最小限の手間で利用できる冷蔵庫管理システムを提案し、有効性を確認した。今後、提案手法が実用的であるかどうかを検証するため、従来技術と提案手法のそれぞれをユーザに 1 週間使用してもらい、アンケートを用いて利便性、簡易性、拡張性、の 3 要素についてシステムの評価を行う。

参考文献

- [1] 消費者庁: 食品ロス削減関係資料, H30. 6. 21
- [2] 浅利美鈴, 矢野順也, 酒井伸一, 食品ロス発生に関連する消費者の意識と行動
- [3] ハウス食品: 食品ロスに関するアンケート調査結果
- [4] レシピ de 冷蔵庫, <https://hiramekilab.com/servives/recipeidereizoko/>
- [5] University of Kentucky College, Recommended food storage times,
- [6] 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