

冷蔵庫開けっ放し防止システム『MITERUZOU』の提案

Proposal of “MITERUZOU” : A Refrigerator Door Left-Open Prevention System

藤川 玲己*1, 大井 翔*1

Tamaki FUJIKAWA*1, Sho OOI*2

1 大阪工業大学

Osaka Institute of Technology

あらまし：近年，地球温暖化の進行に伴い，一般家庭における省エネルギー・省資源行動の促進が求められている．本研究では，冷蔵庫の開けっ放しという利用者の行動に着目し，その軽減を目的とした省資源行動促進システムを提案する．提案システム『MITERUZOU』は，冷蔵庫が一定時間以上開放された場合にスマートフォンへ通知メールを送信する．

キーワード：冷蔵庫アラート，M5Stack，センサ情報処理

1. はじめに

近年，人為的要因を主な原因として，二酸化炭素やオゾンなどの温室効果ガスの増加による地球温暖化が深刻化している [1]．SDGs の観点からも重要な課題で，社会全体において省エネルギー化が促進されており，一般家庭における省資源への取り組みの重要性が高まっている．本研究では，省資源への取り組みの中でも，冷蔵庫の開けっ放しの軽減に着目した．冷蔵庫を長時間開放することは，庫内温度の上昇を招き，再冷却に伴うエネルギー消費の増加をもたらすことが報告されている [2,3]．一方で，冷蔵庫の開閉は日常生活において頻繁に行われる行為であり，特別な知識や大きな負担を伴うことなく改善が可能な行動であると考えられる．このことから，冷蔵庫の開けっ放しを防止することは，利用者が比較的容易に行動を変容できる対象であると予想される．現在，市販されている冷蔵庫の中には長時間開放時にアラートが鳴るものも存在するが，そのような機能を備えていない製品も依然として使用されている．また，利用者が冷蔵庫から離れている場合には，アラート音に気づかない可能性もある．そこで本研究では，図 1 に示すような冷蔵庫が一定時間以上開放されている場合にスマートフォンへ通知メールを送信するシステム『MITERUZOU』を提案する．

2. システム概要

2.1. システムの流れ

本システムは M5STACKFINE と光センサを使用する (図 1)．M5STACKFINE には，電源ボタンと A ボタン，B ボタン，C ボタンの 4 つのボタンと，ポート A，ポート B，ポート C の 3 つのポートが存在する．本システムでは M5STACKFINE のポート B に光センサを接続している．さらに，ユーザに分かりやすい操作体系とするため，A ボタンを L ボタン，B ボタンを C ボタン，C ボタンを R ボタンとして割り当てた．M5STACKFINE では，モニタの表示とメールの送信を行う．メールの送信は Wi-Fi を経由で Gmail の SMTP サーバに接続し，指定した送信元メールアドレスにメール送信を依頼し，指定した受信先メールアドレスにメールが送信される．送信元メールアドレス

と受信先メールアドレスは，同一のものを使用しても問題ない．光センサではドアの開閉の認識を行う．光センサは 0.4095 までの値をとり，明るいほど値は小さく，暗いほど値が大きくなる．開閉の認識はしきい値を設け，しきい値以上であれば閉まっている，未満であれば開いていると認識する．



図 1: システム遷移

初回の画面遷移について示す (図 2)．初めに，電源をつけると指定した Wi-Fi との接続が自動で行われる．正常に Wi-Fi が接続されると自動で画面が遷移し，光センサの値のしきい値の設定に移る．B ボタンを押すことで 10 秒間光センサの値を測定し，その平均値に 200 を加算した値をしきい値として設定する．平均値に 200 を加算することで，環境光のばらつきによる誤判定を防ぎ，多少暗い環境下でもドアが開いている状態を安定して検出できるようにしている．A ボタンを押すと測り直すことができ，C ボタンを押すとしきい値を確定できる．

しきい値を確定すると，メール送信までの時間の設定に移る．A ボタンを押すことで 1 分を追加し，B ボタンを押すことで 10 秒を追加する．また，A ボタンと C ボタンを同時に押すことでリセットが可能である．時間入力後，C ボタンを押すことで設定を確定できる．

時間の設定が終わると，メイン画面に遷移する．メイン画面には，光センサの値としきい値によるドアの開閉判定が表示される．開閉判定は，開いている判定の場合は「Door opened!」と表示され，閉まっている場合は「Door closed.」と表示される．また，ドアが開いていると判定された場合には，ドアが開いてから経過した時間を示すタイマーを表示する．設定した時間を

超えると「Sending mail...」と黄色の文字で表示される。メールが正常に送られると「Mail sent!」と緑色の文字で表示される。SMTPサーバへの接続に失敗すると「Mail connect failed」と赤色の文字で表示され、メール送信に失敗すると「Mail send failed」と赤色の文字で表示される。さらに、メイン画面でAボタンを長押しすると設定したしきい値とメールの送信までの時間、Wi-Fiが接続されているかを確認できる設定確認画面が表示されます。



図 2: 初回画面遷移

その後、電源を落とし再度電源をつけて起動すると、Wi-Fiとの接続が行われた後、前回の設定が表示された設定復元画面に遷移する(図3)。Aボタンを押すと光センサのしきい値測定と開けっ放し時間の設定を行う設定手順へ遷移する。Cボタンを押した場合は、これらの設定を変更せず、前回の設定を用いてメイン画面を表示する。



図 3: 利用時の画面遷移

2.2. メールの詳細

メールは3段階に分けて送信する。一度目は設定した時間を過ぎたら注意メールが送信される。二度目は設定した時間の2倍の時間を過ぎると警告メールが送信される。三度目は設定した時間の3倍の時間を過ぎると緊急メールが送信される。3つのメールの本文は図4に示す。上から順に注意メール、警

告メール、緊急メールとなっている。絵文字を使用し、本システムのアラートメールであることや段階が分かりやすくなるようにしている。なお、図4に示すメールは送信元メールアドレスと受信先メールアドレスは同一のものを使用している。



図 4: 各メールの本文(上:注意メール, 中:警告メール, 下:緊急メール)と端末表示画面

3. 今後の展望

今後の展望として、画像を用いることで、より直感的で分かりやすいUIへと改善していきたい。具体的には、矢印などを用いて押すべきボタンを視覚的に示すことで、操作性の向上を図る。また、現状ではモニタにアルファベットしか表示できないため、日本語表記を含む画像を使用することで、より分かりやすい表示が実現できると考えている。さらに、提案システムを実際に利用者に使用してもらい、冷蔵庫の開けっ放し行動の防止効果を検証するとともに、消費エネルギー量の変化を測定することで、本システムの有効性を明らかにしていきたい。

参考文献

- [1] IPCC (気候変動に関する政府間パネル) 第6次評価報告書 (AR6) 第1作業部会 (WG1) 報告書「気候変動 2021 自然科学的根拠」解説資料 基礎編, 文部科学省, 気象庁, https://www.mext.go.jp/content/20230531-mxt_kankyou-100000543_9.pdf
- [2] 村田哲史, 加賀爪翔太, 田口宏明, 藤波香織, 「冷蔵庫における利用者の無駄行動を反映した省資源行動促進システムの提案」, 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-UBI-35, No. 2, 2012.
- [3] M. Ipek, I. Dincer, “Experimental study and statistical analysis of system performance parameters of a household freezer”, *International Journal of Thermofluids*, Vol. 24, 2024, 100867.