

RefrigeMeter: 冷蔵庫における保存状況の手軽な 検出 / 提示システムとその試作

三久保 莉也 (指導教員: 椎尾 一郎)

1 はじめに

冷蔵庫に食べ物をしまったことを忘れてしまいうっかり腐らせてしまった経験は多くの人が体験したことがあるだろう。原因として、どれをいつ入れたかが一覧できない、冷蔵庫に物が多い場合奥に置いたものが見えず忘れてしまう、ということが考えられる。こうした問題を防ぐべく、冷蔵庫に入れた食品の賞味期限などを登録するシステムは多数提案されているが [1], その多くは手動で登録作業が必要であり、ユーザの負担が大きく、継続的な利用が困難な問題があった。そこで我々は、ユーザに特別な作業を強いることなく、冷蔵庫内の利用状況を視覚的に提示するシステム「RefrigeMeter」を提案する。

2 RefrigeMeter

RefrigeMeter は冷蔵庫の棚に検出機構と提示機構を一体化して組み込むことで、ユーザが通常通り物を出し入れするだけで、大まかな保存状況を視覚的に確認できるよう設計した。また、シンプルかつ低価格な構成とするために、検出 / 提示機構の両方に LED を利用した。LED を物体検出のための光センサおよび、情報提示のための照明として 2 種類の用途に利用する。この検出 / 提示機構により、棚上に物が置かれている領域を取得し、その履歴に基づいて物が置かれている領域の LED を点灯する。この際、任意の領域に物が置かれ続けている時間に応じて、各領域の LED の点滅周期に変化をつける。本システムでは、長い間置かれているほど点滅周期が早くなる (図 1)。このように、一定時間置かれている物にユーザの注目を集めることにより、長期間の置きっぱなしを予防する。

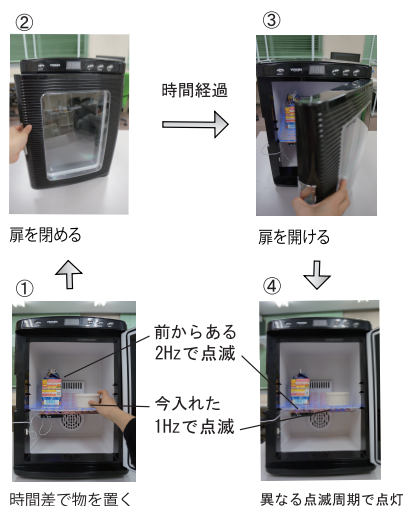


図 1: RefrigeMeter のコンセプト. 時間をあけて複数の物を冷蔵庫の棚上に置くと、物の下部の LED が異なる周期で点灯し、保存状況を通知する。

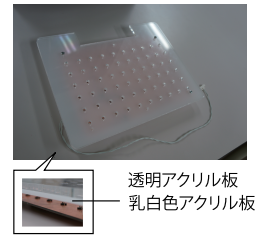


図 2: RefrigeMeter のプロトタイプの外観

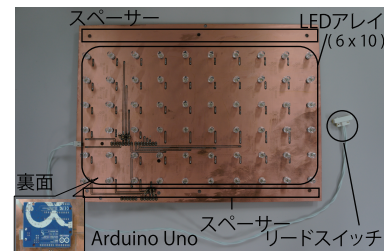


図 3: RefrigeMeter のデバイス構成

3 実装

小型冷蔵庫 (VERSOSVS-401) に合わせて、アクリル板を加工して 230mm × 260mm の棚を作成した。棚用のアクリル板は、3mm の乳白色アクリル板と 5mm の透明アクリル板を重ね合わせた物を使用した (図 2)。この 2 層のアクリル板は、単なる棚としての役割だけでなく、LED のセンシング範囲 / 照射範囲を調整する役割も持っている。基板のサイズは 160mm × 220mm (棚の利用可能最大範囲) で作成し、6 × 10 のマトリクス状に LED を配置した。各 LED 間の距離は、一般的な食品など (例: 牛乳パック 70mm × 70mm) を容易に検出できるように、25mm × 25mm に設計した。アクリル板と基板は、上下 6 か所のスペーサーで固定した。さらに、冷蔵庫の扉の開閉を検出するため、リードスイッチを用いる。LED とリードスイッチの制御は Arduino Uno¹で行う (図 3)。

3.1 物体検出機構

LED は、逆バイアス電圧をかけて、カソード側の電圧降下時間を計測することで、光センサとして利用することができる [2][3]。ここで、入射光が少ないほど、電圧降下時間は長くなるため、これを比較することで LED 上の物の有無を判断する。一般に、光によるセンシングは環境光の変化に影響を受けやすいが、冷蔵庫のような閉鎖空間では明るさが一定になるため、実用上問題ないと考えた。本システムでは、閉扉時にセンシングを行うが、光センサを用いたセンシングには、一定の参照光が必要である。当初は冷蔵庫の組み込みの照明²の利用を考慮したが、組み込み照明のほとんどが閉扉時にすぐに照明が消えてしまいうため、セン

¹<http://www.arduino.cc/>

²多くの冷蔵庫には組み込みの照明がついている。



図 4: LED を用いた情報提示の様子。各 LED が異なる周期で点灯する。

シング対象以外の LED を照明として利用することで、センシングの際に必要な参照光を補うことにした。この状況はセンサの下部に光源を設置する状況になり、物が置いてあると光源からの光が底に反射して戻ってくるため、電圧降下時間が短くなる。

3.2 検出 / 情報提示の流れ

本システムでは、冷蔵庫の開閉をトリガとして、物体検出 / 情報提示を行う。以下、本システムの流れを説明する。

0. システム起動時、冷蔵庫に何も置いてない場合の各 LED の電圧降下時間を数回計測し、これを元に各 LED 上の物の有無判定の閾値を設定する。

1. 冷蔵庫が閉じられると、システムは各 LED の電圧降下時間を検出 / 記録する。

2. 各 LED において、電圧降下時間が閾値を超えている場合、物が置かれている (ON) と判定する。

3. 冷蔵庫が開くと、各 LED において、ON と判定され続けた継続時間を計算・記録する。

4. 継続時間の長さによって点滅周期を変化させて、各 LED を点灯する (図 4)。継続時間が長い場合は点滅周期が短くなる。

4 運用

前述の小型冷蔵庫 (VERSOSVS-401) に本プロトタイプを導入し試用を行ったところ、センシング精度、状態認識、情報提示において以下の問題 / 課題点が見受けられた。

まずセンシング精度について、現在のシステムはフォトリフレクタなどと同様に、置く物の底の表面素材の反射率 (色などに起因) によってセンシング感度が変化する。例えば、底が白い場合は感度が良いが、黒色は検出が難しい。色に関係なく感度を安定させる方法として、(1) 量りなど他のセンサを併用する、(2) 上面にミラーを付けて LED の明かりを反射させて照明代わりに使う、などが考えられる。現段階では、本検出方法の特徴 (安価でシンプルな実装) を活かす点で、(2) を有力な解決方法であると考えている。

また状態認識については、一度冷蔵庫内に置いていた物を別の場所に移動して扉を閉めた場合、新しい物として認識されてしまうという問題がある。解決手段としては、(1) 物の反射率を活用する、(2) LED の密度を上げる、(3) 新規センサを利用する、などが考えられる。(1) は、センシング時の物体の反射率により電圧降下時間が変化することを利用して、棚上の物体の移動を推定する手法である。(2) は、LED 密度を上げることで置かれた物体の形状を認識し、その形状を用

いて物体の移動を推定する手法である。まずは、追加デバイスを一切必要としない (1) の手法での解決を検討していくが、物体の反射率はやや不安定な側面があるため、状況に応じて (2) (3) の手法も検討していきたい。

情報提示については、点滅周期を変化させることで、本システムは物が置かれている継続時間を視覚的に区別している。現在、継続時間を 3 段階に区分して、継続時間が長い方が点滅周期を早くすることで、ユーザの注目度を上げている。情報提示手法は複数検討しており、たとえば、物が置いてある日数を点滅周期にする方法 (1 日なら 1 回、5 日なら 5 回など) を検討している。他にも LED の明るさ / 周波数などを工夫したさまざまな情報提示手法が考えられるため、今後はユーザテストを通して適切な手法を検証したい。

5 関連研究

冷蔵庫内部における物の管理を支援するシステムとして、RFID などを用いて食品を識別しデータベースに登録することで管理をする方式が提案されている [1]。しかし、この手法では食品名、数量、賞味期限などのデータをユーザが入力しなければならず、ユーザに負担がかかる。Hudson [2]、秋田 [3] らは、LED マトリクスを光センサとして利用し、タッチセンサやレーザーポインタを用いた描画タイルとして利用する手法を提案した。我々は、こうした LED をセンサ / ディスプレイ用途に併用する手法を、生活の中で活用するアプリケーションに応用した。

6 まとめ

本研究では、ユーザが通常と異なる行為をせずに冷蔵庫内の物の保存状況を把握できるシステム「RefrigeMeter」を提案した。本システムでは、冷蔵庫の棚に LED を用いた検出 / 提示機構を一体化して組み込むことで、ユーザが物を出し入れするだけで、大まかな保存状況を視覚的に確認することができる。今後は、検出精度の改善と共に、情報提示手法改良のためユーザテストを行いたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご助言、ご指導いただきましたお茶の水女子大学アカデミックプロダクション 塚田浩二氏に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 金子 紋子, 増永 良文. RFID を用いたインテリジェント冷蔵庫システムの構成. 社会法人 情報処理学会 研究報告 Vol.4, No.2, pp. 539-546, 2005.
- [2] S. E. Hudson. Using light emitting diode arrays as touch-sensitive input and output devices. In *Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 287-290, 2004.
- [3] 秋田 純一. パターン入力と連結拡張が可能なインタラクティブマトリクス LED ユニット. 情報処理学会論文誌, Vol.6, No.2, pp. 733-736, 2011.