

# RefrigeMeter: 冷蔵庫における保存状況の手軽な検出/提示システム

RefrigeMeter: Automatic detect/display system for items in refrigerator

三久保 莉也 塚田 浩二 椎尾 一郎\*

**Summary.** 冷蔵庫に食べ物を置きっぱなしにしてしまい、駄目になってしまうことは多い。そこで、本研究では冷蔵庫の棚板上に物が置かれた場所を検出し、その継続時間をユーザにわかりやすく通知するシステム「RefrigeMeter」を提案する。「RefrigeMeter」は、LEDを格子状に配列した基板と、その上部にはめ込むアクリル板を中心に構成される。本システムは、まず、LEDを光センサとして活用し、棚上に物が置かれている領域を取得し、その履歴から任意の領域に物が置かれ続けている時間を計測する。さらに、その継続時間に応じて、各領域のLEDを異なる点滅周期で駆動する。このように、ユーザは特別な作業を必要とせずに、冷蔵庫内の保存状況（棚板上の物の有無/継続保存時間）を視覚的に区別することができる。

## 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[4]、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

本研究の目的は、ユーザが通常と異なる行為をせずに冷蔵庫の中の物の保存状況を把握できることである。そこで、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/提示機構としてLEDを採用した。状態検出では光センサとして、情報提示では照明としてLEDを二種類の用途に利用する。状態検出として利用する場合は、棚上に物が置かれている領域を取得し、情報提示として利用する場合は、その履歴に基づいて物が置かれている領域のLEDを駆動する。任意の領域に物

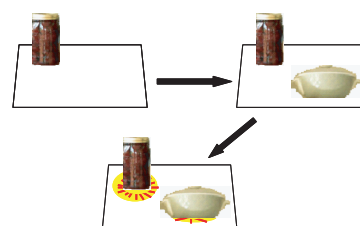


図 1. RefregiMeter のコンセプト. 時間をあけて複数の物を冷蔵庫の棚上に置くと、物の下部のLEDが異なる周期で点灯し、保存状況を通知する。

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。

## 3 実装

まず、著者らの研究室の冷蔵庫（三菱製 MR-16B）に合わせて、透明のアクリル板を加工して260mm × 375mmの棚を試作した（図2）。アクリル板には基板のLEDがはまるように半径25mmの穴を開けた。次に、基板<sup>1</sup>に3 × 9のマトリクス状にLEDを配置した。各LED間の距離は、牛乳パック（70mm × 70mm）などのサイズに対応でき、LEDの個数を一定数以下に抑える<sup>2</sup>ことを考慮して、60mm × 25mmとした。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 Uno<sup>3</sup>で行う。

<sup>1</sup> 棚の利用可能範囲は（215mm × 345mm）だが、今回は基板加工機の最大加工サイズの制約で縮小版（200mm × 250mm）を設計した。今後、プリント基板の作成を予定している。

<sup>2</sup> LED密度をあげれば細かい検出が可能だが、コストや応答速度とのトレードオフがある。

<sup>3</sup> <http://www.arduino.cc/>

Copyright is held by the author(s).

\* Marina Mikubo, お茶の水女子大学 理学部 情報科学科, Koji Tsukada, お茶の水女子大学 お茶大アカデミックプロジェクト/科学学術振興機構 さきがけ, Itiro Siio お茶の水女子大学 人間文化創成科学研究科 理学専攻

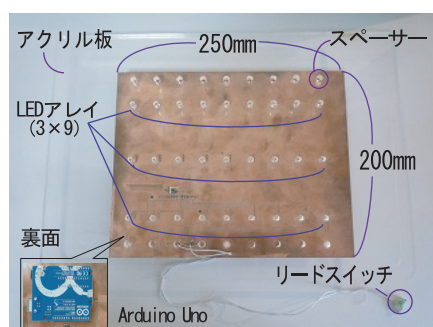


図 2. RefregiMeter のプロトタイプ



図 3. 冷蔵庫内に設置した時の様子

本研究では、上述のアクリル板と基板のセットを棚板として冷蔵庫内で利用しシステムを運用している(図3)。次は、システムの基礎的なセンシング方式、及び状態検出／情報提示の動作方式について述べる。

### 3.1 センシング方式

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[1]。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。なお、このセンシング方式は環境光の変化に弱い。冷蔵庫のように閉鎖空間に照明がついている状態では明るさが一定になるため、扱いやすいと考えた。

### 3.2 動作方式

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

0. システム起動時、物が置いてある場合／置いてない場合の各LEDの電圧降下時間を計測し、物の有無判定の閾値を設定する。

1. 冷蔵庫が開かれると、冷蔵庫内部の照明が点灯し<sup>4</sup>、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。

<sup>4</sup> 冷蔵庫にはほとんどの場合開いた時のみ点灯する組み込みの照明がついている。

3. 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。継続時間が長い場合は点滅周期が短くなる。

## 4 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[4]が提案されている。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。また、TouchCounter[2]は収納箱の開閉頻度を検出し、その履歴をLEDマトリクスで提示する。本研究は、平面の棚上の物の利用履歴をシンプル／ローコストに検出／提示できる手法を提案している。Hudson[1]、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。

## 5 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／提示手法の改良と共に、緊急の場合にメール／Twitterなどのメディアと連携してアクティブな通知をするなどのさらなる工夫をしていきたい。

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] H. P. Yarin. TouchCounters: designing interactive electronic labels for physical containers. In *CHI '00 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 18–19, 2000.
- [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, pp. 733–736, 2011.
- [4] 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, pp. 539–546, 2005.