

冷蔵庫の利用における節電の動機づけシステムの提案 ～無駄行動の検出とフィードバック方法の基礎検討～

村田 哲史[†] 宗官祥史[†] 藤波 香織[†]

[†] 東京農工大学 工学府 情報工学専攻

1. はじめに

近年、世界規模で電力や水などの資源の消費量増加が問題視されており、省エネルギー化を目的とした家電製品の開発や家電の自動制御に関する研究が盛んに行われている[1][2]。しかし、道具が賢くなるだけでなく、各々のユーザが省資源に対する意識を持つこともまた重要であると考えられる。

そこで、本研究では家庭における資源消費に対して、使用時の無駄な行動をユーザに通知することで省資源行動を促進するシステムを提案する。本稿では、家電製品の一例として冷蔵庫に焦点を当て、使用時の無駄検出技術の開発と節電の動機付けを効果的に行うためのフィードバック手法の基礎検討の結果を報告する。

2. 提案システムの概要

提案システムのコンセプトについて説明する。提案システムは、冷蔵庫に設置された各種センサによってユーザの無駄行動を識別する。そして、無駄が起こった場合にはユーザに対して通知を行い“何が無駄であったか”、“どの程度の無駄であったか”という気付きを与えることで省資源行動の促進を目指す。

2.1 状態認識部

(1) 無駄の定義

冷蔵庫を利用する際のユーザの無駄な行動の定義として、本研究では資源エネルギー省の調査[3]を参考に次の3種類を定めた。

- 作業せずにドアを開け閉めする
- 物を詰め込みすぎる
- 高温度の物を入れる

(2) ドア開閉に関する無駄行動の検出

定義した3種の無駄のうち、本稿ではまずユーザが作業せずにドアを開け閉めする無駄行動の検出を試みた。ドアの開いていた総時間に対する作業時間の割合が閾値を下回っていた場合に無駄な行動であったと判定する。ここで、作業時間とはユーザが庫内に手を入れていた時間を指す。

図1左に示すように、冷蔵庫内の上部に複数の赤外

線距離センサを設置し、物体(=手)を検出することで作業の有無を判定する。冷蔵庫の横幅(60cm)を隙間なく検出するため、センサの数(4個)と設置間隔(12cm)は実験的に決定した。また、ドアの開閉を検出するため、磁気スイッチを設置した(図1右)。

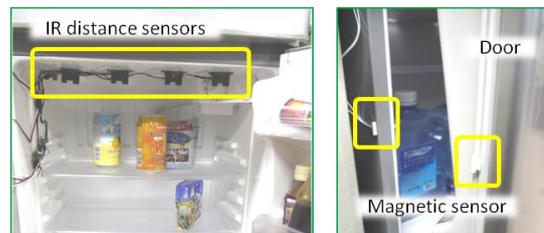


図1 庫内に設置したセンサ

2.2 情報提示部

(1) フィードバック内容に関する事前調査

フィードバックの設計指針を得るため、想定されるユーザにアンケートとインタビューを行い、提示情報として望まれるものを事前に調査した。被験者は20代~30代の20人(日本:10人,フィンランド:10人)であり、複数の提示情報手法に対してa)効果的と感じる, b)好み,の2項目で5段階評価を行った。質問項目は、使用量/目標値/無駄量/提示の抽象性/節約の意義/ゲーム性,などである。

結果として、単に使用量や目標値を提示するよりも無駄の有無とその量の提示を効果的だと感じ、かつ好む被験者が多かった。また、情報の抽象性について、暗示的な表現(メタファ)に比べて明示的な表現(数値,グラフ)が好まれる傾向にあった。

これにより、使用時の無駄を提示することの妥当性が確認できたほか、フィードバック方法として明示的な情報が適する可能性が示唆された。しかし、インタビューからは、長期利用ではフィードバックに楽しみや美的観点を持たせ、かつ直感的に理解できるメタファを使った暗示的な情報を好むという意見を複数の被験者から得た。省資源行動の促進を目的としたシステムにおいて、ユーザがシステムを長期利用できることが望ましいと考え、上記の意見も考慮する必要があると判断した。そこで情報提示の形態として通常は暗示的な情報を示し、ユーザの必要に応じて明示的な情報を提示することをフィードバックの設計指針とした。

(2) GUIの実装

事前調査から得た設計指針に基づき、図2に示す

Persuasive Feedback System for Motivating to Conserve Energy on the Refrigerator

Satoshi MURATA[†] Akifumi SOKAN[†] Kaori FUJINAMI[†]

[†] Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

GUIのプロトタイプを実装した。木の状態変化を節約のメタファとする研究[4]を参考に、画面中央には4本の木を配置した。これらの木はユーザの無駄行動によって倒れ、無駄行動で環境破壊が起きるという比喻だけでなく、無駄の回数を直感的に表している。また、ユーザの操作により必要に応じて履歴グラフなど明示的な情報を表示する機能を持つ。

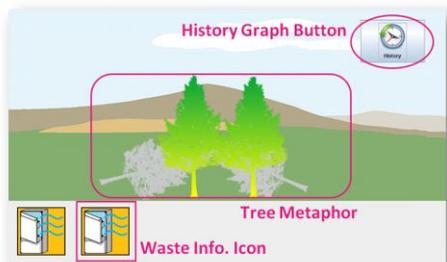


図2 GUIプロトタイプ

3. プロトタイプシステムの印象評価

3.1 デモンストレーション概要

ドア開閉の無駄検出機能および GUI を統合し、プロトタイプシステムを実装した。システムの印象評価を行うため、工学系大学内の休憩室にある冷蔵庫にシステムを設置し、ユーザにインタビューを行った。

実験の手順について説明する。まず、冷蔵庫を利用するために訪れた被験者に対してシステムのコンセプトや各機能を説明し、実験者がデモンストレーションを行った。その後、被験者にシステムを使用してもらい、最後にシステムに対する印象や各機能に関する意見を求めた。なお、被験者は7人(20代~40代)で、いずれも情報系を専門とする人間であった。また、GUIは10インチのタッチパネルディスプレイを冷蔵庫付近に設置することで実装した。

3.2 結果と考察

GUIに関しては、主に好みや表現方法に関する意見を得た。例えば、ある被験者からは無駄をすると木が倒れる(Negative Feedback)のは悲しいため、節電をすることで木が成長する(Positive Feedback)方が良いという意見を得た。また、1回の無駄で木が倒れるのではなく、無駄を起すことにより葉が落ちる/木の色が変わるように、段階的に木が倒れていく方が良いという意見も得た。これらから分かるように、フィードバックの表現方法の好みには個人差があることが明らかになった。よって、節電意識をより強く持たせるためのフィードバック戦略は、個々のユーザにとって最適な情報提示を行うことが望ましいと考えられる。現状のシステムは冷蔵庫の設置空間に訪れるメンバ全体へ向けて情報を提示する。これにユーザ識別の機能とユーザの好みを発見する手法を追加することで、より効果的な省資源への動機づけが可能になると考え

られる。一方、メタファを用いた暗示的・自動的な情報提示と、利用者主導の明示的な情報提示の組合せについては、概ね高評価であった。

無駄の検出に関しても、幾つかの有用な意見を得た。まず、今回実装したドア開閉の無駄について、現状の定義では不十分であるとの意見を得た。現状の検出方法では、例えば食事の準備のために中身を確認する場合でも無駄として検出されてしまう可能性がある。しかし、被験者にとってこの行動は生活上必要な行動であり“無駄”ではない。より正確に無駄を検出するためには、ドアを開けた目的を考慮した上で無駄の識別を行う必要性が示唆された。

4. おわりに

本稿では、冷蔵庫を例として、使用時の無駄行動を通知することで省資源行動を促進するシステムを提案した。また、冷蔵庫使用時の無駄検出技術と節電への動機付けのためのフィードバック手法に関する基礎検討について述べた。

今後の課題として、検出する無駄の種類を増やすことが挙げられる。庫内の物の詰め込み状態の検出や、高温の物を入れる行動の検出などについて検討を進める予定である。また、ドアの開閉に関する無駄について、ドアを開けた目的などの情報に基づく信頼度の高い無駄検出の実現を目指す。フィードバックに関しては、被験者へのインタビューから個人によって好みが大きく異なることが分かった。そのため、ユーザ識別の手法と、予め用意した数種類のフィードバック戦略に対するユーザの挙動からその受け入れ態度を判別し、ユーザ好みの戦略を特定する手法を開発する。最終的に、一般家庭にシステムを導入し、長期的な節電効果の定量評価や動機付けに対する定性的な検証を行う予定である。

謝辞

本研究は日本学術振興会とフィンランドアカデミーとの二国間交流事業(共同研究)による支援を得た。

参考文献

- [1] 安部恵一ほか: PLC/ZigBee 相互補完通信を用いた家電機器の省エネルギー制御の提案, 情処研報, UBI, Vol.2009, No.26 (2009).
- [2] 湯浅健史ほか: スマートタップネットワークを用いたオンデマンド型電力制御システム, 信学技報, USN-UBI, Vol.2011, No.11 (2011).
- [3] 資源エネルギー庁: 省エネ性能カタログ 2011年夏版, <<http://www.enecho.meti.go.jp/>> (2011).
- [4] Jon Froehlich, et al.: UbiGreen: investigating a mobile tool for tracking and supporting green transportation habits, In *Proc. CHI'09*, pp. 1043-1052 (2009).