

[研究論文]

節電に向けた HEMS ユーザインターフェースの開発

有馬一貴¹・杉村博²・黄啓新^{1,2}

1 博士前期課程 電気電子工学専攻

2 創造工学部 ホームエレクトロニクス開発学科

Development of a HEMS User Interface for Conserving Electric Power Consumption

Kazuki ARIMA¹, Hiroshi SUGIMURA², Keishin KOH^{1,2}

Abstract

After the Great East Japan Earthquake, Home Energy Management System (HEMS) attracts attention for using a method to conserve electric power consumption. There are several studies on HEMS such as automatic generation of power saving advice and a model of gamification to incent users' behaviors. However, a problem of the former is to consider only demand of electric power. For generating advice, we need consider not only demands but also consumption. In the latter, a method for continual utilization is insufficient because there is no efforts when a user achieved a mission. This paper develops a HEMS user interface for conserving electric power consumption. The interface has two functions. First function notifies power saving advice by animation characters. Second function is to increase incentive for conserving electric power consumption by a game. This paper evaluates each function by questionnaires.

Keywords: HEMS, animation character, gamification, HTML5

1. はじめに

東日本大震災後、原子力発電所の停止により計画停電が行われた。計画停電を避ける技術として、各家庭の消費電力を削減できる HEMS(Home Energy Management System)への関心が高まった。政府は 2030 年までに全ての住まいに HEMS を設置することを目指している[1]。HEMS とは、家庭内で使用するエネルギーを管理するシステムである。HEMS に関して、普及に関する課題とその動向の報告がある[2]。文献[2]によると、HEMS 普及にはコストメリット、省エネに対する需要家の意識の 2 つの課題を述べている。コストメリットの課題は、導入コストが高額、需要家へのメリット不明確、付加価値サービスの不足、ビジネスモデルの不確立である。省エネに対する需要家の意識の課題は、省エネ意識向上や積極的な取り組み、継続性である。導入コストの課題に対して、コンセントと家電製品間に容易に接続できるスマートプラグがある。製品として富士通の F-PLUG が提供されている[3]。F-PLUG は消費電力量の気になる家電製品とコ

ンセント間に接続し、専用のアプリケーションによって消費電力量を可視化する製品である。コストを抑えた上で擬似的に HEMS を導入することが可能である。省エネに対する需要家の意識の課題に対して、電気、ガス、水道等の使用量を可視化するサービスとして東芝のフェミニティ倶楽部がある[4]。家庭内のエネルギーの可視化や家電機器の遠隔操作を実現し、省エネ意識の向上や継続に期待できる。

省エネに対する需要家の意識の課題に対する HEMS の関連研究では、ユーザ中心の消費電力マネジメントシステムや省電力アドバイス自動生成の研究、ユーザ行動を動機付けるゲーミフィケーションモデルの研究などがある[5][6][7]。文献[5]は、Communication and Energy Care Unit (CECU)を開発し、需要家に対して電力使用状況をグラフで提供している。文献[6]は、消費者の家電の使い方に対して需要度を設けて省電力アドバイス自動生成を行っている。文献[7]は、コンテキストに応じて難易度が変化するゲームを設け、達成することによって需要家の省エネにつなげている。しかし、F-PLUG、フェミニティ倶

楽部, 文献[5]いずれも節電に対して具体的な行動の内容を消費者自ら表やグラフから読み取る必要がある. 文献[6]は消費者向けの告知手法が課題となっている. 文献[7]はミッション達成時の成果の定義がないため, 次のミッションへの動機付けが課題となっている.

本論文では, 表やグラフによる告知を避け, ユーザが継続して利用できる HEMS ユーザインターフェイスを開発し, 従来の HEMS と比較検証する. 本論文と従来技術, 関連研究の節電に向けたアプローチの比較を Table 1 に示す. 本ツールは節電に向けた行動内容を表示し, ユーザに具体的な行動内容を可視化する. また, ゲーム機能を追加し, 継続して利用しやすいインターフェイスとする.

Table 1 節電に向けた各アプローチの比較

	表やグラフ	アドバイス	ゲーム
F-PLUG[3]	○	△	×
フェミニティ倶楽部[4]	○	△	×
文献[5]	○	×	×
文献[6]	×	△	×
文献[7]	×	×	△
本論文	△	○	○

2. 要求仕様

インターフェイスは2点の要求仕様を満たす必要がある. 1点目は表やグラフを避け, 節電に向けた具体的な行動の内容を告知する. 2点目は HEMS 継続利用のために変化を与える.

要求1点目に対するアプローチを Fig. 1 に示す. 表やグラフを表示せず, 最も消費電力が大きい家電製品の節電に向けた行動内容を表示する. テキストのみの表示ではなく, アニメーションキャラクタを用いることにより, アドバイスされながら節電に取り組むことが可能となる.



Fig. 1 要求1点目に対するアプローチ

要求2点目に対するアプローチを Fig. 2 に示す. 定期的に行える節電への意識付けのゲーム機能を設け, ポイ

ントを蓄積し, 蓄積したポイントによって告知画面のキャラクタやコメント表示を切り替えることにより, 継続して利用することが可能となる.

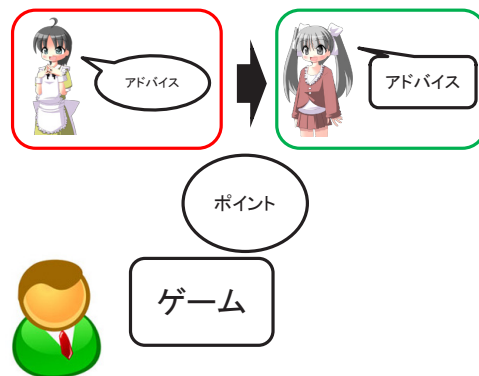


Fig. 2 要求2点目に対するアプローチ

3. 実装

本インターフェイスを要求仕様のキーワード「節電」「継続」の意味を持つ「conserve」「continue」の英単語の頭文字3つから CONCON と名付け HTML5 と JavaScript を基に実装した. CONCON のハードウェア構成図を Fig. 3 に示す. HEMS の従来技術として富士通の F-PLUG を3点用いて実装し, ユーザのターゲットを20代の男性とした. 対象家電製品はエアコン, テレビ, その他1点の機器とした. その他1点の機器は, ユーザがエアコンや TV 以外の機器の消費電力量が気になった場合でも, F-PLUG を利用可能とするために機器指定自由としたものである. 情報表示端末は F-PLUG が windows のみ対応であったため, windows タブレットを用いた.

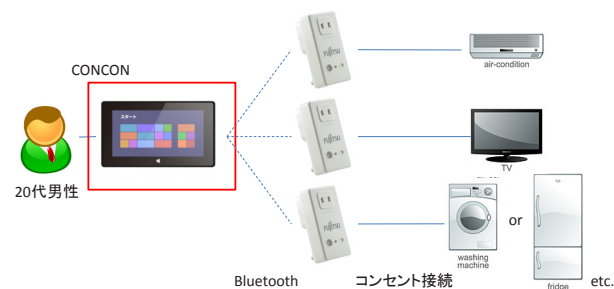


Fig. 3 ハードウェア構成図

CONCON のソフトウェア構成図を Fig. 4 に示す. CONCON には F-PLUG に関するデータベースとゲームに関するデータベースがある. 要求仕様1点目を満たすモジュールがアドバイスモジュールである. 具体的な節電に向けた行動の内容を表示するために消費電力量情報を処理し, アドバイスに変換して表示する. 要求仕様2点目を満たすモジュールがゲームモジュール, カスタマイズモジュール, ゲームデータベースである. ゲームを行うゲームモジュール, カスタマイズを行うカスタマイズモジュール, ポイントやカスタマイズ設定情報を管理

するゲームデータベースを実装した。

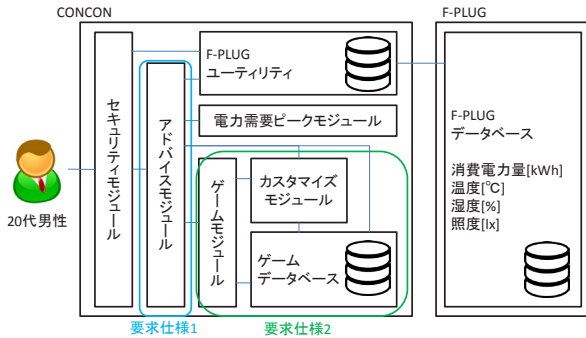


Fig. 4 ソフトウェア構成図

実装した機能は、具体的な行動の内容をアニメーションキャラクターにより告知する節電行動内容告知機能、1日1回ゲームが行えるゲーム機能、ゲームで蓄積したポイントを基に告知キャラクタやコメントデザイン等を変更するカスタマイズ機能、電力会社の電力需要ピーク時間を告知する電力需要ピーク告知機能の4点を実装した。電力需要ピーク告知機能は、HEMS 継続利用のための電力供給側の告知機能であり、1日毎に変化を与えるためのゲーム機能との連動のために実装した。

節電行動内容告知機能のフローを Fig. 5 に示す。ユーザは CONCON を起動し、セキュリティモジュールにログインする。ログイン入力画面を表示した時点で F-PLUG ユーティリティを起動させ、各家電製品に接続している F-PLUG と Bluetooth 通信で情報を取得する。接続されている F-PLUG はそれぞれデータベースを持っており、各データベースの情報を F-PLUG ユーティリティのデータベースに更新し、更新したデータベースを基にアドバイスする。ゲームデータベースからカスタマイズ機能によりカスタマイズした設定を要求し、取得することによってユーザそれぞれのアドバイス画面を整え、ユーザに表示する。

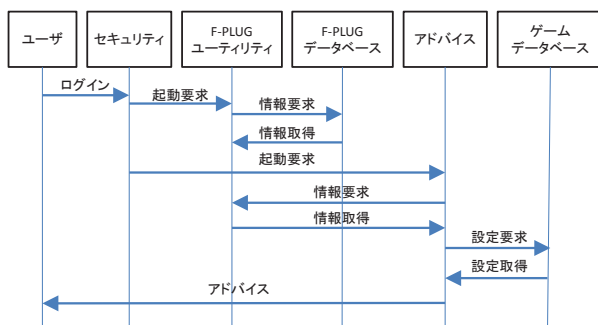


Fig. 5 節電行動内容告知機能フロー

アドバイス表示レイアウトを Fig. 6 に示す。リアルタイム表示は jQuery を用いて実装し、電力需要ピーク告知表示は東京電力電力供給状況 API を用いた[8]。キャラクタはキャラクターなんとか機を用いた[9]。F-PLUG から取得した消費電力量を基に、各家電製品の消費電力量の大小によって表示するコメント内容が変化する。表示例

を Fig. 7 に示す。エアコンの消費電力量が最も大きい場合、アドバイス表示内のコメント内容が「エアコンの設定温度を 1℃下げて」と表示される。

リアルタイム表示	ツール名表示	電力需要ピーク告知表示
メインキャラクタ表示	アドバイス表示	
F-PLUGユーティリティ案内表示		ゲーム機能表示

Fig. 6 表示レイアウト



Fig. 7 表示例

電力需要ピーク告知機能は、電力需要ピーク時間情報を電力需要ピークモジュールから取得し、アドバイスモジュールで表示する。情報取得には、東京電力電力供給状況 API を用いて取得する。

ゲーム機能は、ユーザが1日1回行えるゲーム遊戯後、獲得したポイントをゲームデータベースに保存し、1日分終了とユーザに告知する。

カスタマイズ機能は、ユーザがカスタマイズモジュールを起動させ、ポイントの残高を確認する。ユーザが変更したいデザインを開放するとポイントが消費され、カスタマイズが可能となり、カスタマイズした設定はゲームデータベースに保存される。カスタマイズ可能項目は、キャラクタ、コメントデザイン、背景の3種類とした。

4. 評価

CONCON に対する評価として 2 種類のアンケート調査を行った。まず、20 代男性 53 人に対して Panasonic のスマート HEMS[10]、東芝のフェミニティ倶楽部、富士通の F-PLUG、CONCON の各サービスの紹介動画を視聴し、「節電に取り組みやすいと感じたか」「継続して利用すると感じたか」「それぞれの回答理由」の3点に関するアンケート調査を行った。1,2 点目の結果を Fig. 8 に示す。どちらの項目もフェミニティ倶楽部の回答が最も多く、

続いて CONCON という結果となった。3 点目の結果を Fig. 9,10 に示す。どちらの項目もフェミニティ倶楽部を回答した理由は「電気代がわかりやすいから」が 50%以上であった。CONCON を回答した理由は「具体的な節電の行動内容がわかるから」「数字以外の変化があるから」が 90%以上であった。

続いて 20 代男性 10 人に対して Panasonic のスマート HEMS, 東芝のフェミニティ倶楽部, CONCON の各サービスの表示画面から, 消費電力の最も大きい家電製品名及びその家電製品に対して節電に向けた行動の内容の 2 項目の回答にかかった時間を測定し, 比較した。1 人 1 人がそれぞれの内容について回答までにかかった時間を合計し, 1 人あたりの平均回答時間を算出した。アンケートの結果を Fig. 11 に示す。どちらの項目も CONCON の回答時間が最も短い結果となった。

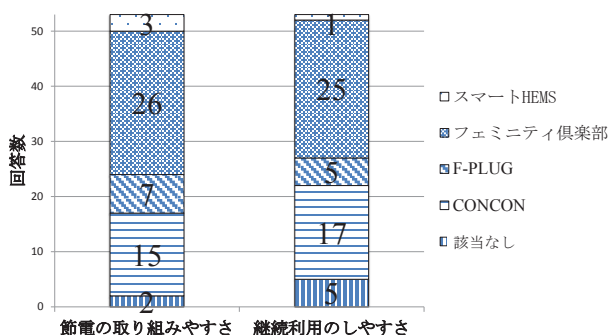


Fig. 8 1回目のアンケート結果

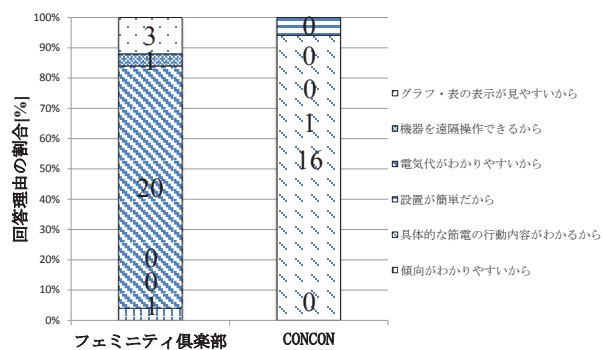


Fig. 9 節電の取り組みやすさの回答理由

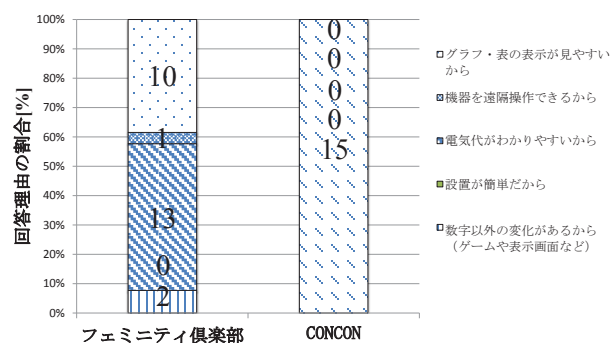


Fig. 10 継続利用のしやすさの回答理由

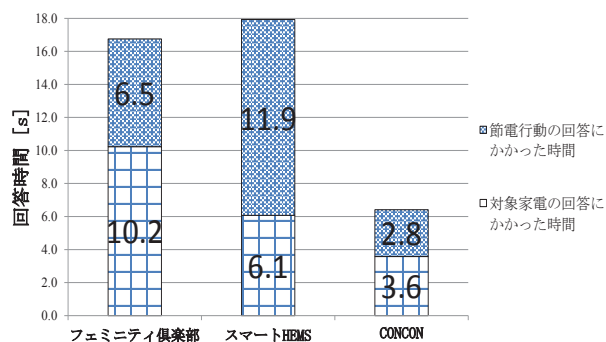


Fig. 11 2回目のアンケート結果

5. 終わりに

HEMS ユーザインターフェイス「CONCON」を開発し, 従来の HEMS と比較した。評価結果より消費電力量が最も大きい家電製品の把握がしやすく, 節電に向けた行動内容についても把握しやすいことを示した。今後は節電行動内容告知機能の改善として, 機能, 対応家電, キャラクタの追加を行う。また, ゲーム機能及びカスタマイズ機能の評価を行う。

参考文献

- [1] 内閣官房 国家戦略室, グリーン政策大綱(2012)
- [2] 電力中央研究所報告, 家庭用エネルギー管理システム (HEMS) の普及に関する課題とその動向-過去の実証の分析による課題整理-, 研究報告:Y12011, p.18 (2012)
- [3] 富士通 F-PLUG:
<http://www.bsc.fujitsu.com/services/f-plugin/> (2015)
- [4] 東芝 フェミニティ倶楽部:
<http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/> (2015)
- [5] R. Teng and T.Yamazaki: "Construction and Experimental Evaluations of User-Centered Power Consumption Management Systems in Home Environments", International Journal of Energy, Information and Communications, IJEIC, Vol. 2, No. 1, pp. 1-15 (2011)
- [6] 向井政貴, 市川晶宏, 西尾信彦, "HEMS における省電力アドバイス自動生成のための需要度の推定", 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), Vol.2012-HCI-150, No.18, pp.1-4 (2012)
- [7] 近藤大樹, 中道上, 青山幹雄, "コンテキストに応じてユーザ行動を動機付けるゲーミフィケーションモデルの提案", 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, Vol.2013, No.1, pp.225-227 (2013)
- [8] 東京電力電力供給状況 API:
<http://tepcu-usage-api.appspot.com/> (2015)
- [9] キャラクターなんとか機:
<http://khamix.sakura.ne.jp/download.shtml> (2015)
- [10] Panasonic スマート HEMS:
<http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/aiseg/> (2015)