

複数のセンシングデータの可視化および関連付けによる 生活行動の理解支援システム

上田健揮^{†1} 大木浩武^{†1} 水本 旭洋^{†1} 玉井森彦^{†1} 安本慶一^{†1}

近年、センシングデバイスの普及により、多様なセンサデータの取得が容易になった。これに伴い家庭内においても温度や湿度などの環境情報だけでなく、個々のデバイスの使用状況や消費電力などをセンシングの対象とし、人間の生活行動の理解を試みる研究が盛んに行われている。しかし、既存研究において提案されているシステムは単一のデータを可視化するものが多く、複数の異なるセンサデータの関連性を分析したり、ある期間のセンサデータを特定の行動に紐づけることは困難である。本研究では、スマートハウスにおいて取得した複数のセンサデータを統合的に可視化し、解析するシステムを提案する。提案システムは、生活行動の抽出を支援するために、ある期間のセンサデータを特定の行動に紐づけ、アイコン表示する機能等を備える。スマートハウスで実際に収集したセンサデータを可視化し、特定の行動に紐づけることで、実際の生活行動を理解する様子を実演する。

1. はじめに

近年、スマートフォンをはじめとした様々なセンシングデバイスが普及している。これに伴い家庭内においても温度や湿度などの環境情報だけでなく、個々のデバイスの使用状況や人間の生活行動を対象とした研究が盛んに行われている。しかし、既存研究において提案されているシステムは単一のデータを可視化するものが多く、多様なセンサデータの関連性を得ることは困難である。そこで本研究では、複数のセンサデータを統合的に可視化し、ユーザの生活行動の理解を支援するシステムを開発する。

本システムは、可視化インターフェースと、ラベル付けインターフェースで構成される。可視化インターフェースでは、各種センサデータをそれぞれに適した表示方法により同時に可視化する。また、過去の情報も含めた時系列での表示もサポートし、指定した期間に応じたグラフによる表示とバーチャル空間上への各種センサデータの重量表示を行う。また、ユーザの位置情報を基に間取り画像上に軌跡を表示し、行動履歴と部屋の状態との関連付けを容易にする。ラベル付けインターフェースでは、生活行動の抽出を支援するために、ある期間のセンサデータを特定の行動に紐づけ、アイコン表示する機能を備える。

以降の節で提案システムの構成や機能の詳細について述べる。

2. 関連研究

近年、センサデータの可視化を目的とした研究が数多く行われており、その中で、特に家庭内やオフィスにおける省エネ意識の向上を目指した様々な可視化システムが提案されている。Pierce[1]らはこのような消費電力可視化システムを”electricity consumption feedback research (ECF)”と名付け、その有用性を評価している。ECFではユーザへのインセンティブ付与や、他の世帯との比較などにより、省エ

ネ意識の改善を促している。また、Erickson[2]らは 765 世帯に対して 20 週間に及ぶ ECF の評価を行い、ユーザの家庭内での行動の変化による消費電力の削減効果を示している。

また、ラベル付けによりセンサデータへの理解を向上させる研究も行われている。Enrico[3]らは消費電力データに手動でラベル付けを行い、生活行動と関連性を持たせることでエネルギー用途を可視化するシステムを提案した。12 人の参加者の家庭にメータを設置し、2 週間システムを使用させた結果、多くのユーザがエネルギー消費に関する新たな発見を報告した。単なる可視化システムではなく、ユーザ自らがラベル付けを行うというインタラクティブな操作により、自身の生活行動に対する理解が深まることを示した。

しかし既存の可視化システムは、瞬間的なデータに着目しているものが多く、時間の経過による情報の変化の読み取りには適していない。また、消費電力などの単一なデータのみを可視化しているものも多く、多様なセンサデータの関連性を分析し、新たな知見を得ることは困難である。ラベル付けに関しても、手動で行うためユーザへの負担が大きい。そこで、提案するシステムでは、複数のセンサデータを時系列表示で統合的に可視化し、半自動的にラベル付けを行うことでユーザの生活行動の理解を支援するシステムを開発する。

3. 提案可視化システムの要件と必要な機能

3.1 システム要件

本システムの実現には、次に挙げる要件を満たす必要がある。(i) 複数のセンサデータを同時に関連付けて表示できる、(ii) 過去の状態も含め時系列により可視化できる、(iii) ある期間のセンサデータを特定の生活行動に紐付け、アイコンにより表示できる。以上の要件を満たすために、本研究では可視化を行うインターフェースと、アイコン表示のラベル付けを行うインターフェースの 2 つを開発する。

^{†1} 奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute Science and Technology

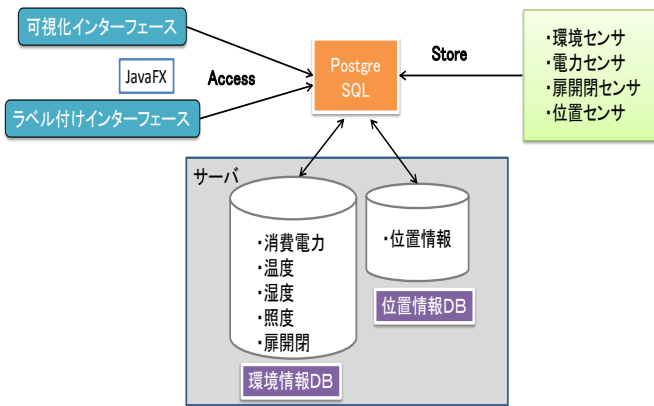


図 1 システム構成図



図 2 可視化インターフェース

3.2 要件を満たすために必要な機能

前節で述べたシステム要件を満たすために必要な機能を述べる。

(i) 複数のセンサデータを同時に関連付けて表示するために、グラフ表示に加えて、各種センサ情報を特定の画面上にグラフィカルに重ね合わせて表示する。センサ毎に表示のオンオフの選択を可能にし、ユーザ毎の表示の切り替えも同時に行う。これにより特定ユーザを対象とした情報の可視化を可能にする。

(ii) 過去の状態も含めた時系列による可視化を実現するために、表示したい日時と範囲を指定できる機能を備える。グラフによる時系列表示だけでなく、過去の状態からの変化を表すアニメーションによる表示も行う。

(iii) センサデータからユーザの生活行動を抽出するために、特定の行動を簡易的なアイコンとして抽象化し、ラベル付けを行う機能を備える。その際に、対象となるセンサ及び、時間の範囲を指定し、アイコンを選択する。また、ラベル付けされたアイコンは全ての画面で同期を行う。ユーザの手間を削減するために、二度目以降のラベル付けは自動化する。



図 3 位置情報の軌跡表示

ユーザの位置情報は、図3のように2次元の間取り画像上に軌跡を表示する。この際、ユーザごとに色分けをし、移動速度や滞在時間に応じて色の濃さや太さを変化させる。また、再生ボタンにより部屋の状態やユーザの軌跡の変化をアニメーションで表示する機能を実装した。

ラベル付けインターフェースによりラベル付けされたアイコンを、対応する期間に带状に表示する。これにより、ユーザが特定の時間にどのような行動をしていたかを一目で理解でき、その時間における消費電力や部屋の状態との関連性を知ることができる。

4. 提案可視化システムの設計と実装

4.1 システムの概要

図1にシステムの構成図を示す。各種センサから取得したセンサデータを、環境情報データベース及び位置情報データベースに保存する。これらのデータを基に可視化し、ラベル付けを行う。

4.2 可視化インターフェース

図2に可視化インターフェースのイメージ図を示す。可視化インターフェースでは、指定した日付、時間に対応するセンサデータを表示する。表示方法は、グラフによる時系列表示に加え、バーチャル空間上の部屋に情報を重畳表示させる。これにより、複数の異なるセンサデータの関連性の分析を支援する。

4.3 ラベル付けインターフェース

図4にラベル付けインターフェースのイメージ図を示す。ラベル付けインターフェースでは、ある期間でのセンサデータを特定の生活行動に紐付け、アイコンとして表示する。ラベル付けの手順は、(1)関連するセンサを選択、(2)グラフ上をドラッグして時間範囲を選択、(3)ユーザの行動を示すアイコンを選択、の3ステップとする。

ラベル付けされたアイコンは、可視化インターフェースの画面上にも適応される。また、ラベル付けをしたアイコンに対して、別の同様の区間については自動でラベル付けを行う機能を備える。

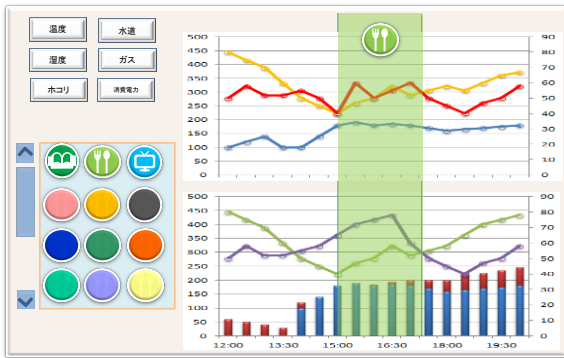


図 4 ラベル付けインターフェース

5. デモ

スマートハウスにおいて取得したセンサデータを、本システムを通して可視化することで、生活行動データの抽出が容易に行えることを示すデモを行う。また、データベースに蓄積されている情報を時系列で可視化すると同時に、複数のセンサを関連付けることで、スマートハウス内の状態の変化や過去の情報との比較を可能にし、類似しているセンサデータの組み合わせに対して、自動的にラベル付けを行うことで、生活行動への理解が深まることを示す。

6. おわりに

本稿では、複数のセンサデータを統合的に可視化し、ユーザの生活行動の理解を支援するシステムを提案した。提案システムは、指定した期間に応じたセンサデータを表示する可視化インターフェースと、ある期間でのセンサデータを特定の生活行動に紐付け、アイコンとして表示するラベル付けインターフェースから構成される。今後は、具体的なラベル付け自動化の手法について考案し、実際にスマートハウスで評価を行う予定である。

参考文献

- [1] Pierce, J. and Paulos, Beyond energy monitors : interaction, energy, and emerging energy systems, Proc. of the CHI '12, pp.665-674 (2012)
- [2] Erickson, Thomas, The dubuque electricity portal: evaluation of a city-scale residential electricity consumption feedback system, Proc. of the SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems. (2013).
- [3] Enrico Costanza, Sarvapali D. Ramchurn, and Nicholas R. Jennings, Understanding domestic energy consumption through interactive visualisation: a field study, Proc. of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing , UbiComp '12, pp.216-225 (2012).