

スマートメーターと ECHONET Lite 機器の消費電力データを用いた生活行動パターンの推定

品川 普[†] 伏見 魁[†] 酒井 貴洋[‡] 一色 正男[†]

神奈川工科大学 ホームエレクトロニクス開発学科[†]

神奈川工科大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻[‡]

1. はじめに

近年、見守りやヘルスケアなど様々なサービスへの応用のため生活行動情報を取得することが必要とされている。そのためセンシング手法やカメラシステムを用いた生活行動推定・認識の研究が行われている。しかし従来の取得方法におけるプライバシー侵害や大規模な工事によるコスト高などの問題の観点から、IoT 家電製品・機器やスマートメーターを用いた生活行動情報の取得方法が研究されている^[1]。

本研究ではECHONET Lite^[2]通信を用いてIoT家電製品・機器とスマートメーターから取得した消費電力データを分析・解析し、実生活者の生活行動パターンの推定を行った。

2. 生活行動パターンの推定

2.1 推定対象とする生活行動パターン

総務省統計局の生活行動に関する定義を基に、本研究では「炊事」「洗濯」「TV 視聴」「外出」「帰宅」「起床」「就寝」という生活パターンに重点を置いた。

2.2 データ取得環境

2019年2月22日から7月21日までと10月3日から2020年2月29日までの合計300日で、データ取得対象機器を設置した住宅に被験者3人を住ませ、データ取得対象機器の消費電力データを取得した。データ取得環境の概要図をFig.1に示す。データ収集間隔はネットワークの負荷を軽減し、処理の遅延による収集時のデータの欠落を減らす為、計測間隔を3分に設定した。Table1にデータ取得対象機器の詳細を示す。データ取得対象機器はメーカーに影響されない通信プロトコルECHONET Liteを用いて消費電力データの取得を行った。ECHONET Lite 非対応

機器はコンセント型計測器(eneQube)^[3]を採用し、消費電力の計測を行った。

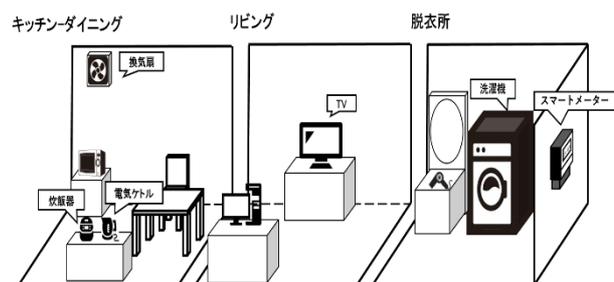


Fig.1 データ取得環境の概要図

Table1 データ取得対象機器の詳細

機器名	区分	種類
換気扇	キッチン-ダイニング	コンセント型計測器(eneQube)
炊飯器	キッチン-ダイニング	ECHONET Lite対応機器
電気ケトル	キッチン-ダイニング	コンセント型計測器(eneQube)
計測器(PC)	リビング	コンセント型計測器(eneQube)
テレビ	リビング	コンセント型計測器(eneQube)
洗濯機	脱衣所	コンセント型計測器(eneQube)
スマートメーター	その他	ECHONET Lite対応機器

2.3 消費電力変動パターンの分類

Python で k-means 法を用いた非階層的クラスタリングを行い、合計300日の各機器の消費電力変動パターンの分類を行った。クラスタリングでは、データの欠損が分類結果に大きな影響を与えるためデータ欠損が存在しない日(以下、有効日付データ)の選定を行った。各機器において「有効日付データ数が50日以上」かつ「可能な限り短い時間周期T」を基準とし、クラスタリングに適したデータを選定した。Table2に有効日付データの内訳を示す。

Table2 有効日付データの内訳

時間周期T	3[min]	6[min]	9[min]	12[min]	15[min]
スマートメーター	98日	110日	116日	133日	131日
洗濯機	7日	18日	34日	53日	68日
換気扇	26日	47日	68日	88日	105日
TV	40日	66日	97日	104日	125日
炊飯器	38日	61日	85日	94日	112日
電気ケトル	26日	55日	79日	90日	87日

Table2 よりスマートメーターは 3 分周期、TV・炊飯器・電気ケトルは 6 分周期、換気扇は 9 分周期、洗濯機は 12 分周期で k-means 法に基づいたクラスタリングを行った。各データ取得機器の消費電力変動パターンを 2~7 までの分類数で算出した。また同一クラスタに分類された日付の消費電力データの平均値を算出した。

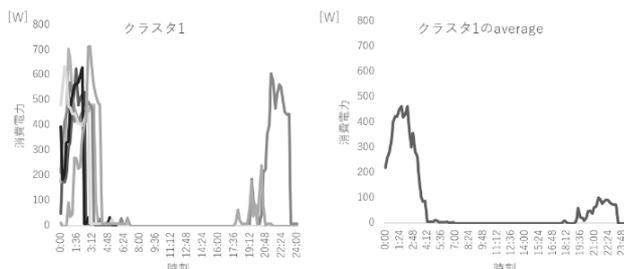


Fig.2 分類数 4・クラス 1(洗濯機)の消費電力変動パターン

2.4 ユークリッド距離による精度検証

クラスタリング結果の類似度を検証するために、各クラスタリング結果での日付データ間の消費電力データにおいてユークリッド距離を算出した。n 次元ベクトル(n=1440[min]/時間周期 T)のユークリッド距離を基に算出した類似度の算出式を以下に示す。ユークリッド距離の算出結果は 1 に近いほど類似度が高く、0 に近いほど類似度が低いとした。

$$\text{類似度} = 1 / (1 + \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2}) \dots (1)$$

各分類結果の類似度を比較するため、各クラスタの類似度の平均を Table3 にまとめた。Table3 から概ね各機器の平均類似度は 0.5 以上となった。

Table3 類似度比較表

	分類数2	分類数3	分類数4	分類数5	分類数6	分類数7
スマートメーター	0.050	0.21	0.37	0.30	0.23	0.36
洗濯機	0.75	0.83	0.86	0.93	0.87	0.89
換気扇	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
TV	0.41	0.50	0.48	0.52	0.58	0.64
炊飯器	0.76	0.79	0.78	0.79	0.83	0.85
電気ケトル	0.98	0.99	1.0	0.99	0.98	0.99

2.6 分類結果に基づく生活行動パターンの推定

各分類結果に対して算出した消費電力変動パターンの変化率を基に、生活行動パターンの推定を行った結果の一例を Fig.3 に示す。

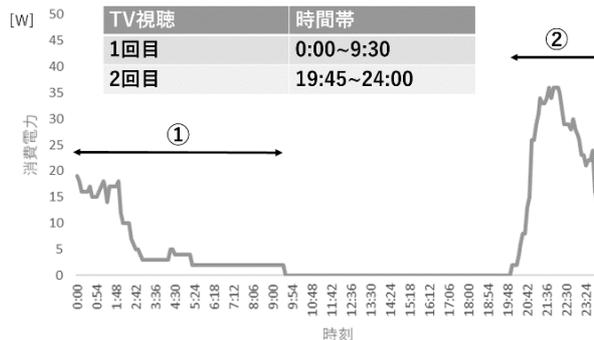


Fig.3 分類数 4・クラス 1 の TV 視聴パターンの推定結果

3. まとめ

6 機種種の ECHONET Lite 機器の消費電力データを k-means 法を用いてクラスタリングした。ユークリッド距離によりクラスタ内の類似度を測定し、各クラスタで類似度と消費電力データの平均を算出することで、生活行動パターンの推定を行った。各機器のクラスタリング結果の一部から、生活行動を推定することができた。しかし一部クラスタリング結果からは、外れ値の影響があり生活行動の推定が出来なかった

4. 今後の展望

本研究で得られた生活行動パターンの推定結果と正解データとの比較による精度検証の必要があると考える。一部、クラスタリング結果から生活行動の推定ができなかったため、最適なクラスタ数の分析とクラスタリング手法、類似度算出手法について再検討していく。

参考文献

- [1] 佐野芳樹, 増田陸, 酒井貴洋, 松方直樹, 濱本望絵, 杉村博, 一色正男, "IoT スマートハウス機器 (家電機器とスマートメーター等) による生活者行動推定技術の開発", 情報処理学会第 82 回全国大会講演論文集, 4W-07, 213-214
- [2] ECHONET Lite : <https://echonet.jp/>
- [3] eneQube : <https://www.q-tecno.co.jp/products/social13.html>

Estimation for Patterns of Life Behavior utilizing Power consumption data of Smart meter, IoT home appliances and devices

† Amane Shinagawa, † Kai Fushimi, ‡ Takahiro Sakai, † Masao Isshiki
 † Kanagawa Institute of Technology
 ‡ Graduate School, Kanagawa Institute of Technology