

HEMS データを用いた住居内消費電力予測

近藤貴裕[†] 久代紀之[†] 小川雄喜[‡] 樋熊利康[‡]

[†]九州工業大学 [‡]三菱電機株式会社

1 はじめに

一般住戸への太陽光発電の大量導入により、一般住戸から発電所に送られる余剰電力が電力の総需要を上回ることがある。その結果、電力の需要と供給のバランスが崩れ、大規模停電の可能性があり、一般住戸での電力需給制御が必要となる。一方、一般住戸の消費電力は居住者の生活パターンにより大きく変動する。

筆者らは電力線上の機器特有の電力波形から家電機器の動作履歴を取得するライフイベントセンサの開発とこのセンサを用いたエネルギー需給予測アルゴリズムの開発を実施してきた。

本論文では日々の家電機器の稼働履歴から居住者の生活パターンを予測し、生活パターンから電力需要予測を行うことを試行する。本試行のため長期フィールドデータ収集装置[1]を一般住戸 5 軒に設置し、機器稼働履歴、住戸全体の消費電力など約 2 年間のフィールドデータを収集した。本研究では、以下の二つの項目をデータを用い検証する。

- (1) 家電機器の稼働履歴から居住者の生活パターンの予測が可能か
- (2) 生活パターンから電力需要の予測が可能か

2 家電機器の稼働履歴から居住者の生活パターンは予測可能か

掃除をするには掃除機、洗濯をするには洗濯機を使うといった特定の家電機器の稼働により、生活上の主要なイベント(以下ライフイベント)を同定することが可能である。このライフイベントの時系列をライフパターンと呼ぶ。

収集したフィールドデータに基づき、住宅毎にライフイベントと対応する家電機器を抽出し、機器稼働履歴からライフイベントを同定した(表 1)。

表 1 ライフイベントと対応機器(住宅 3)

ライフイベント	対応機器
料理(朝, 昼, 夜)	電子レンジ, IH クッキングヒーター, 炊飯器
洗濯	洗濯機
掃除	掃除機
食事片づけ	食洗機
髪乾燥	ドライヤー

Predict Electricity Consumption in the house using HEMS data
 Takahiro Kondo[†], Noriyuki Kushiro[†], Yuki Ogawa[‡],
 Toshiyasu Higuma[‡]
[†]Kyushu Institute of Technology
[‡]Mitsubishi Electric Corporation

機器稼働履歴より居住者のライフパターンを推定した(図 1)。図 1 はライフイベント種毎に色を変え、X 軸に 1 日の時間帯を、Y 軸に日毎のライフイベント(1 年分)を表示したものである。図 1 から、居住者のライフパターンには規則性が確認できる。



図 1 居住者のライフパターン

上記規則性を利用して、発生時刻、および曜日を事前条件としたマルコフ過程により、各日のライフパターンを予測した。ライフパターン予測アルゴリズムを図 2 に示す。図 2 のアルゴリズム中のライフイベント毎の継続時間はフィールドデータに基づき統計的に決定した。

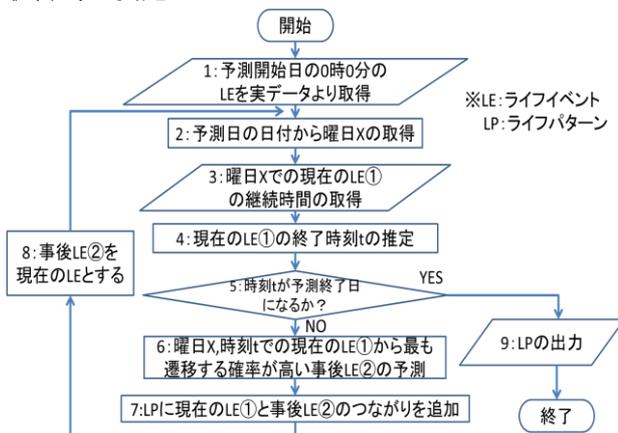
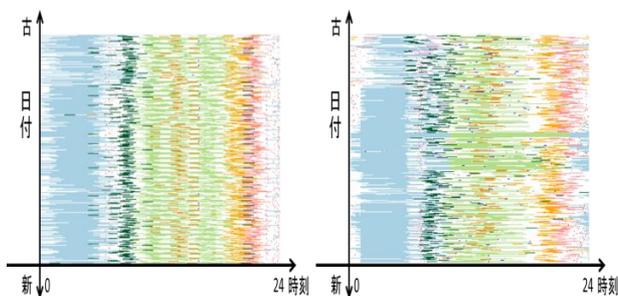


図 2 ライフパターンの予測アルゴリズム



(1) 予測したライフパターン (2) 実際のライフパターン

図 3 ライフパターンの予測結果

予測したライフパターン(図 3(1))と実際のライフパターン(図 3(2))を比較すると、ライフパターンの概要は予測できていることがわかる。家電機器の稼働履歴からライフパターンをある程度予測することは可能であることが確認できた。しかし、ライフパターンの一致率を調べたところ 44%であった。誤りの原因として、統計的に定義した各ライフイベントの継続時間の変動に起因していることが考えられる。

予測精度向上のため、収集した機器稼働履歴に応じて、ライフパターンの予測結果を逐次的に修正するように予測アルゴリズムを改良した。逐次修正した後の 1, 3, 6, 12, 24 時間のライフパターンの一致率を示す(図 4)。

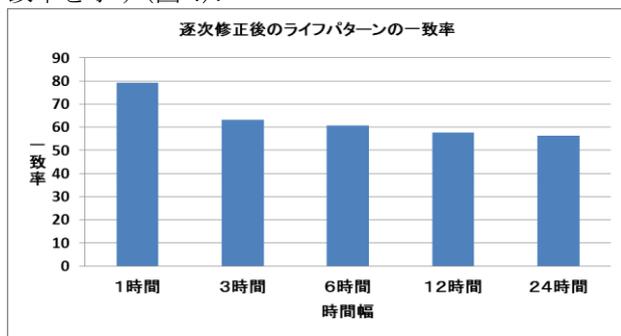


図 4 逐次修正後のライフパターン一致率

ライフパターンの一致率は逐次修正後 1 時間は約 80%, 3~24 時間は約 60%の一致率に向上することができることを確認した。

3 生活パターンから電力需要の予測が可能か

各ライフイベントの実行に必要な電力量をフィールドデータから同定した(図 5)。前項で求めたライフパターンの予測結果にライフイベント毎の電力を当てはめることで 1 日の電力需要予測を行う(図 6)。

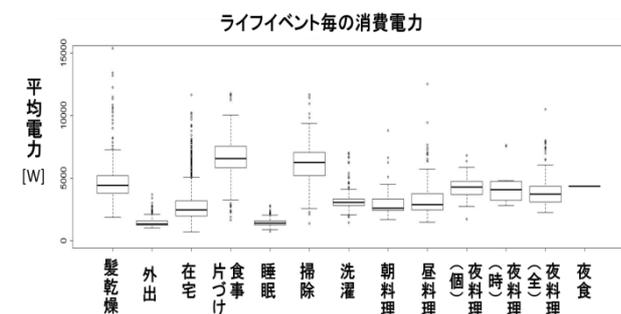


図 5 ライフイベント毎の消費電力

図 6 は上図が 1 日の消費電力, 下図が家電機器稼働履歴を示す。上図の黒線(波形)は住戸全体実消費電力, 赤・青線(直線)は予測最大・最少電力を示す。これより生活パターンから電力需要の予測が可能であることを確認した。

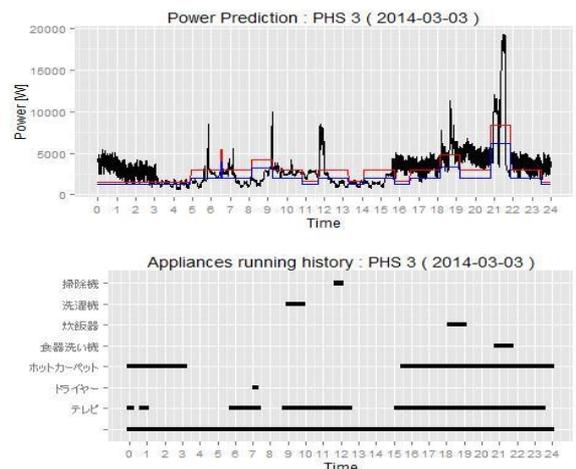


図 6 電力予測結果と家電機器稼働履歴

電力予測の評価には平均絶対誤差率(MAPE)を用いた。測定電力と予測電力の誤差の絶対値を測定電力で割った値に 100 を掛けパーセントにした指標で、以下の式で表す。 n は測定時間, V は測定電力, P は予測電力を表す。

$$MAPE = 100 \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{V_t - P_t}{V_t} \right|$$

評価の結果 MAPE=42.9%であった。原因として、冬季にホットカーペット(図 6 参照)の稼働の有無により、ライフイベントの電力量が変動することがあげられる。同様に、エアコンなどの冷暖房機器の稼働によっても、ライフイベントの消費電力は変動することが想定される。そこでライフイベントの消費電力を推定する際、事前条件として季節、気温などを考慮することで推定電力の精緻化を行う。これにより電力需要予測の精度の向上ができる。

4 まとめ

本論文では日々の家電機器の稼働履歴から居住者の生活パターンを予測し、生活パターンから電力需要予測ができることを 2 年間のフィールドデータを用い検証した。検証の結果、生活パターンの予測、電力需要予測が可能であることを確認した。しかし、電力予測の結果、約 40%の誤差が生じた。

今後、電力需要予測の精度向上のため、ライフイベントの消費電力を推定する際、事前条件として季節、気温などを考慮し、推定電力の精緻化を行う。さらに、予測結果を用いた電力需給制御アルゴリズムの開発・評価を行うことを計画している。

5 謝辞

本研究は JSPS 科研費 25330372 の助成を受けたものです。

6 参考文献

[1] N.Kushiro, T. Ide, K. Tomonaga, Y. Ogawa and T. Higuma, "Feasibility Study for Life Event Sensor on Big Field Data", IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), January 11, 2015.