

消費電力観測値からの生活状況推定手法の提案

吉野 太郎*

大澤 由憲†

菅沼 拓夫‡

橋本 和夫†

* 東北大学工学部

† 東北大学大学院 情報科学研究科

‡ 東北大学 サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

2011年3月11日の東日本大震災により、東北地方の太平洋沿岸部ではたくさんの建物が津波で破壊された。東日本大震災からの復興計画として、宮城県では現在、エコタウン構想 [1] を提唱している。エコタウン構想とは、次世代送電網「スマートグリッド」を利用して自然エネルギーを供給する構想であるが、エネルギーの効率的な利用を行うためには、生活状況を正しく推定し、これに基づく電力制御が必要になる。

京都大学の松山教授らのチーム [3] は「エネルギーの情報化」を提唱し、従来では実現が難しかった超省エネ生活環境を目指している。2010年に、家庭内の電気器具から人物の位置情報を推定する研究 [4] を行った。この研究では、従来のタップにネットワーク機能を付加したスマートタップを用いて、人物ごとの消費電力の変化や、電気器具の波形特性と使用時間を計測し、人物の位置情報を推定している。

本研究では、エネルギーの効率的な利用を行うための正しい生活状況推定を目的に、消費電力の観測値を用いて生活状況をラベリングし、それを基に隠れマルコフモデルを用いて生活状況を推定する手法を提案する。また、研究室の学生室を対象にして評価実験を行い、本手法の有効性を確かめる。

2 既存研究における生活状態推定技術

従来の高齢者見守りシステム [2] では、カメラやセンサを組み合わせて生活状況を推定するものが多かった。しかし、カメラやセンサを使ったシステムでは、直接人の動きを感知して生活状況を推定するため、見守られる側のプライバシーの問題が生じる。この問題を解消するため、プライバシーに配慮した新しい見守り支援システムを実現していく必要がある。

また、生活状況を推定する上で、行動のラベリングが重要になる。[5]の研究では、人間の行動の因果関係を探る目的で、ICFコードを用いた行動ラベルを設定した。[6]の研究では、人間の行動を理解・認識するこ

とを目的に、動画画像から「歩く」、「座る」などの人間の基本動作の行動ラベルを自動的に付与する手法を提案した。しかし、ICFコードを用いると行動が細かすぎてしまい、人間の基本動作で表すとかなり粗いラベリングになるため、独自の行動ラベルを設定する必要がある。

3 提案手法

3.1 ラベリングのための環境設定

ラベリングを行うためには、消費電力ログを取るネットワークが必要になる。観測対象の電気器具にテスター付の自作のタップを取り付け、多点電力監視装置(中央電子株式会社製 ND-AW64)を使う。これで消費電力ログを取得し、消費電力ログから取得時間ごとに生活状況をラベリングしていく。また、ラベリングするための生活状況が必要になるため、観測対象の部屋にカメラを取り付ける。カメラはあくまでも生活モデルの作成のために使用する。本稿では、東北大学電気通信研究所の研究室の学生室を使って実験を行う。学生室の状況は以下のとおりであり、パソコンやカメラの設置状況は図1で示す。

- 学生室には4名の学生が在籍
- 各学生にパソコン、モニターが必ずある
- 必要に応じて個人の使用する電気器具を追加
- 学生室に3台のカメラを設置

3.2 生活状況のラベリング

消費電力から生活状況を推定するために、消費電力の観測値に生活状況をラベリングする必要がある。ラベリングでは、電気器具の消費電力ログに使用者の有

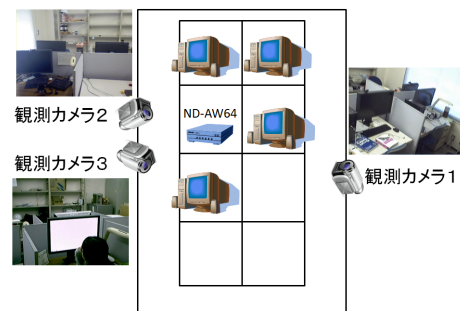


図1: ラベリングを行う環境

Estimation of the living conditions from the observed power

* Taro YOSHINO †Yoshinori OSAWA ‡Takuo SUGANUMA
†Kazuo HASHIMOTO

* School of Engineering, Tohoku University

† Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

‡ Cyber Science Center, Tohoku University

表 1: ラベルの定義

ラベル	内容
PC で作業	学生が所有する PC で作業している
打合せ	学生が教授と打ち合わせを行っている
外出	作業と作業の合間に不在 (ゼミ除く)
休憩	学生が休憩している
雑談	室内で雑談している
ゼミ	学内でゼミをしている
帰宅	学生が家に帰宅

表 2: 生活状況のラベリング

ラベル	トレインデータ	テストデータ
PC で作業	55	28
打合せ	19	0
外出	74	2
休憩	3	0
雑談	46	0
ゼミ	104	0
帰宅	0	0

無, 使用者の在室状況, 使用者の生活状況を記入する. 本研究では, カメラ映像を基に使用者の有無や在室状況を考慮した独自のラベリングを行う. ラベルは表 1 のように定義する.

3.3 推定手法

生活状況の推定には ohmm-0.02[7] を使用する. ohmm-0.02 は, オンライン EM アルゴリズムを用いた隠れマルコフモデルのプログラムである. 消費電力, 使用者の有無, 使用者の在室状況, ラベリングした生活状況を記述したファイルをトレーニングさせてモデルを作成し, このモデルを基にしてプログラムを実行させる.

3.4 評価方法

本手法の評価には, レーベンシュタイン距離を使う. レーベンシュタイン距離とは文字列の類似度を測る手法であり, 2 つの文字列の変形回数で評価する. 変形回数が 0 であれば全く同じ文字列であり, 数値が高いほど類似性が低くなる. 評価には, フリーソフト「編集距離」を使用する. ohmm-0.02 で学習させたデータと出力結果をレーベンシュタイン距離で比較し, 距離が低いほど本手法が有効であるといえる.

4 評価実験

提案手法の有効性を確かめるため, 本稿では学生一人のパソコンを対象にして評価実験を行った. 今回は消費電力ログは 1 分毎に取得し, 5 時間半分の消費電力ログを取得した. 消費電力ログのラベリングの内訳は表 2 のようになった.

取得した消費電力ログのうち, 5 時間分をトレインデータ, 残り 0.5 時間分をテストデータとして推定を行った. 推定結果は図 2 のようになり, 推定結果をレーベンシュタイン距離で評価したところ, 距離 33, 適合率 97.3% であった. この値は類似性が高いと評価できるので, 本手法は有効であるといえる.

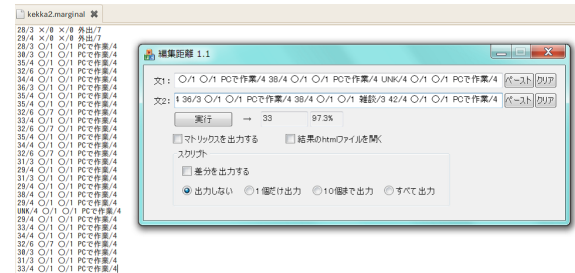


図 2: 実験結果

5 まとめ

本稿では, 消費電力の観測値からどのような生活状況であったかを推定する手法を提案した. はじめに, 消費電力ログに独自の行動ラベルを作成した. それを基にオンライン EM アルゴリズムを使って生活状況を推定し, 有効性を検証した.

実験では, 学生一人のパソコンの消費電力から学生一人の行動ラベルを作成した. 5 時間半分の消費電力ログから行動ラベルを作成し, 生活状況の推定と本手法の評価を行った結果, 本手法が有効という結果を得た. 今後の研究では, 学生室の複数人の消費電力ログから, 個別の行動ラベルと学生室全体の行動ラベルを作成して, 学生室全体の生活状況の推定を検討する.

謝辞 本研究の一部は, 平成 23 年度総務省 PREDICT 委託課題「情報システムの省電力化を実現する次世代ネットワーク管理技術の研究開発」の援助を受けて実施した.

参考文献

- [1] 河北新報社, "エコタウン / 自然エネの活用推進", http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1080/20110731_01.htm
- [2] Satoru Izumi et al., "Ubiquitous supervisory system based on social contexts using ontology", *Mobile Information Systems*, Vol.5, no.2, pp.141-163, 2009
- [3] エネルギーの情報化 WG, "エネルギーの情報化 WG", <http://i-energy.jp/>
- [4] 山田祐輔 他, "スマートタップネットワークを用いた家電の電力消費パターン解析に基づく人物推定", *信学技報*, vol.111, no.134, pp.25-30, 2011
- [5] 白石康星 他, "日常生活行動の観測実験と確率的因果構造分析", 第 23 回人工知能学会全国大会, 2009
- [6] 石川詔三 他, "日常生活行動における確率的因果構造モデルの構築と行動推論", 第 22 回人工知能学会全国大会, 2008
- [7] 岡野原大輔, "ohmm: Online training for Hidden Markov Model", <http://www-tsujii.is.s.u-tokyo.ac.jp/~hillbig/ohmm-j.htm>