

令和元年6月17日現在

機関番号：32704

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01571

研究課題名（和文）スマートメーターを活用した見守り・熱中症予防システムの開発

研究課題名（英文）Development of monitoring and heat-stroke prevention system by using smart meter

研究代表者

中野 幸夫（Nakano, Yukio）

関東学院大学・理工学部・教授

研究者番号：10371254

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：スマートメーターが出力する30分間総消費電力量と時間帯別不在アンケート結果を用いて、居住者の生活状態を推定するアルゴリズム（見守りアルゴリズム）を開発した。また、30分間総消費電力量ならびに各世帯に設置されたエアコンの30分間消費電力量を用いて、エアコンの動作状態を推定するアルゴリズム（熱中症予防アルゴリズム）を開発した。この生活状態推定アルゴリズムとエアコン動作状態推定アルゴリズムを実装した見守り・熱中症予防システムのプロトタイプを構築し、実際の独居高齢者7世帯を対象に、システムの性能検証試験を約18ヶ月間実施した。その結果、構築したシステムは十分な性能と実用性を有するものと判断した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義：スマートメーターによって電力会社を経由して得られる世帯毎の電力量データを活用して、見守りならびに熱中症予防をはかるための具体的なアルゴリズムを開発し、これらを実装したプロトシステムを構築して性能検証試験によって、その性能と実用性を検証したこと。

社会的意義：スマートメーターは電力会社の負担で我が国の全ての世帯に導入されるため、このスマートメーターによって電力会社を経由して得られる世帯毎の電力量を活用することで、我が国の全ての世帯を網羅する見守り・熱中症予防システムを安価かつ効率的に構築できることを明らかにしたこと。

研究成果の概要（英文）：We developed an algorithm (watch over algorithm) to estimate the living condition of the resident using the 30-minute total power consumption output by the smart meter and the presence-absence questionnaire result by time zone. We also developed an algorithm (heatstroke prevention algorithm) to estimate the operating condition of the air conditioner using the total power consumption for 30 minutes and the power consumption of the air conditioner installed in each household. We constructed a prototype of a watching and heat stroke prevention system that implemented this life condition estimation algorithm and air conditioner operation condition estimation algorithm, and conducted a system performance verification test for about 18 months for seven elderly people living alone. As a result, it was judged that the constructed system had sufficient performance and practicability.

研究分野：電気工学

キーワード：独居高齢者 見守りシステム 熱中症予防システム スマートメーター

1. 研究開始当初の背景

1) 独居高齢者について

独居高齢者などの単身世帯の孤独死、老々介護世帯や生活弱者世帯の孤立死、さらに猛暑期には、これら世帯における宅内での熱中症発症が全国的な社会問題となっている。このため、これらの世帯を効率的かつ効果的に見守り、孤独死・孤立死ならびに熱中症発症を防ぐ体制の整備が急ぎ求められている。しかし、介護支援法によって我が国の全ての地域に開設された地域包括支援センターや、民生委員、自治会などが、対象世帯毎に連絡を取る、あるいは戸別に訪問するような人的見守りの方法ではすでに限界にきている。これは、その地域における見守り対象の候補世帯数が多いことだけにとどまらず、その時点において、多数ある候補世帯のうち、どの世帯に最も注意を払うべきかをリアルタイムにスクリーニングする術がないからにほかならない。このため、その時点において最も注意を払うべき世帯を自動的かつリアルタイムにスクリーニングして、限られた要員を有効に機能させるための支援システムが不可欠である。無論、そのシステムがその地域の社会インフラとして、その地域を網羅するとともに、安価かつ効果的に構築できるものでなくてはならない。

2) スマートメーターについて

電力会社はスマートメーターを我が国の全ての家庭に設置すべく作業を開始している。全ての家庭への設置完了は 2024 年度末の予定である。スマートメーターは、住居の給電線入口に設置されている従来式(電気機械式)の電力量計に替えて設置され、当該家庭の電気使用量(消費電力量)を 30 分毎に計測して、データを電力会社ほかに自動送信する。これによって家庭毎の電気使用量の遠隔検針が可能になるほか、データは「電気使用量の見える化」による節電の促進や電気需要のピークカットのために活用される。さらに、スマートメーターを活用した新しい顧客サービスの検討が進められており、スマートメーターを活用した独居高齢者の見守りも検討候補の一つとしてしばしば取り上げられているが、具体的な提案は本研究以外に見当たらない。

2. 研究の目的

独居高齢者や老々介護世帯などの孤独死・孤立死、ならびにこれら世帯の猛暑時における宅内での熱中症発症を防止するため、2024 年度末までに我が国の全ての家庭に設置されるスマートメーター(家庭の電気使用量を 30 分毎に計測して電力会社ほかへ送信)のデータを活用して居住者の生活状態ならびにエアコンの動作状態を推定するシステムを開発し、検証試験によって有効性を実証する。本システムは、多数ある見守り対象の候補世帯の中から、その時点においてどの世帯に最も注意を払うべきかをリアルタイムにスクリーニングするシステムである。これによって、地域や自治体などが行っている電話や訪問による人的見守りでは限界にきている現状を劇的に改善し、限られた要員で効率的かつ効果的に地域全体を見守ることを本研究の目的としている。

3. 研究の方法

電力中央研究所の保有するデータ(独居高齢者世帯 11 世帯の 1 分毎総負荷電流(1 年分)ならびにその期間における居住者の時間帯別在不在状況アンケート結果)を用いて、スマートメーターが出力する 30 分間総消費電力量から居住者の生活状態推定アルゴリズムを開発する。また、大阪大学の保有するデータ(実家庭 38 世帯の 30 分間総消費電力量ならびにエアコンの 30 分間消費電力量(2 年分))を用いて、30 分間総消費電力量からエアコンの動作状態推定アルゴリズムを開発する。これらのアルゴリズムを実装した見守り・熱中症予防システムのプロトタイプを開発し、10 世帯程度の独居高齢者世帯を対象に検証試験(18 ヶ月)を実施し、その有効性を検証する。

4. 研究成果

電力中央研究所が保有する独居高齢者 11 世帯の 1 分毎総負荷電流(1 年分)を用いてスマートメーターが出力すると想定される 30 分間総消費電力量のデータベースを作成し、このデータベースとその期間における居住者の時間帯別在不在状況アンケート結果を用いて、居住者の生活状態を推定するアルゴリズム(見守りアルゴリズム)を開発した。また、大阪大学が保有する実家庭 38 世帯の 30 分間総消費電力量ならびに各世帯に設置されたエアコンの 30 分間消費電力量(2 年分)を用いて、30 分間総消費電力量からエアコンの動作状態を推定するアルゴリズム(熱中症予防アルゴリズム)を開発した。

この生活状態推定アルゴリズムとエアコン動作状態推定アルゴリズムを実装した見守り・熱中症予防システムのプロトタイプを構築した上で、実際の独居高齢者 7 世帯を対象に、システムの性能検証試験を約 18 ヶ月間実施した。収集したデータを用いてプロトタイプの性能向上を図るとともに、その有効性の検証を行った。その結果、構築した見守り・熱中症予防システム

は十分な性能と実用性を有するものと判断した。

以上の成果は、電気学会の電子・情報・システム部門誌に1件（査読付論文）および関東学院大学理工/建築・環境学会研究報告に1件（査読付論文）が掲載された。また、電気学会の電子・情報・システム部門大会において6件、電気学会の全国大会において2件、IEEE（米国電気電子学会）のInternational Conference on Consumer Electronics（国際会議）において2件、IEEEのGlobal Conference on Consumer Electronics（国際会議）において2件発表した。さらに特許も1件出願した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- 1) 中野幸夫、上野剛、堀田和孝、野瀬崇、野林正盛、「スマートメータを活用した独居高齢者見守りシステム その1：変動評価法の提案と見守り精度に及ぼす電力量粒度の影響評価」、電気学会論文誌C、137巻10号、pp.1320-1328、平成29年10月。〔査読あり〕
- 2) 中野幸夫、小林拓朗、池滝雄平、上野剛、小川晃子、堀田和孝、野瀬崇、野林正盛、「電気の使い方から独居高齢者を見守るシステム L値積分法を用いた異常事態世帯の分析」、関東学院大学理工/建築・環境学会 研究報告、研究論文、第60巻、pp.61-70、2017年3月。〔査読あり〕

〔学会発表〕(計12件)

- 1) Y. Nakano and F. Keino, " Monitoring System for a Single Aged Person on the Basis of Electricity Use - By Using Smart Meter with B Route -", 2019 IEEE 37th International Conference on Consumer Electronics (IEEE ICCE 2019), 3.15-1, Jan. 11-13, 2019, Las Vegas Convention Center, Las Vegas, USA. 〔査読あり〕
- 2) K. Katori, Y. Nakano, T. Imanishi, T. Nose, K. Hotta, H. Kawarai, F. Ishida, T. Ueno, " Monitoring System for a Single Aged Person on the Basis of Electricity Use - Performance Improvement by Interpolating Watt Hour Granularity -", 2018 IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2018), PAW.38, Oct. 9-12, 2018, Nara Royal Hotel, Nara, Japan. 〔査読あり〕
- 3) 佐々木直樹、中野幸夫、今西隆夫、野瀬崇、堀田和孝、瓦井秀樹、石田文章、上野剛、「スマートメータを活用した高齢者見守りシステムの開発 その8：熱中症予防システムの独居高齢者世帯への適用」、平成30年電気学会 電子・情報・システム部門大会、OS2-2、平成30年9月。〔査読なし〕
- 4) 香取洸樹、中野幸夫、今西隆夫、野瀬崇、堀田和孝、瓦井秀樹、石田文章、上野剛、「スマートメータを活用した高齢者見守りシステムの開発 その7：電力量粒度の補間による性能向上」、平成30年電気学会 電子・情報・システム部門大会、OS2-1、平成30年9月。〔査読なし〕
- 5) Y. Nakano, T. Nose, K. Hotta, H. Kawarai, and T. Ueno, " Monitoring System for a Single Aged Person on the Basis of Electricity Use - Heatstroke-Prevention System -", 2018 IEEE 36th International Conference on Consumer Electronics (IEEE ICCE 2018), CT10-1, Jan. 12-14, 2018, Las Vegas Convention Center, Las Vegas, USA. 〔査読あり〕
- 6) K. Katori, Y. Nakano, T. Nose, K. Hotta, H. Kawarai, T. Ueno, " Monitoring System for a Single Aged Person on the Basis of Electricity Use -Prototype by Using Smart Meter -", 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2017), POS (1).18, Oct. 24-27, 2017, WINC AICHI, Nagoya, Japan. 〔査読あり〕
- 7) 中野幸夫、山木奎佑、野瀬崇、堀田和孝、瓦井秀樹、上野剛、「スマートメータを活用した高齢者見守りシステムの開発 その6：熱中症予防システムの試運用」、平成29年電気学会電子・情報・システム部門大会、OS2-3、平成29年9月。〔査読なし〕
- 8) 香取洸樹、中野幸夫、野瀬崇、堀田和孝、瓦井秀樹、上野剛、「スマートメータを活用した高齢者見守りシステムの開発 その5：見守りシステムの性能評価」、平成29年電気学会 電子・情報・システム部門大会、OS2-2、平成29年9月。〔査読なし〕
- 9) 香取洸樹、中野幸夫、野瀬崇、堀田和孝、瓦井秀樹、野林正盛、上野剛、「スマートメータを活用した高齢者見守りシステムの開発 その4：見守りシステムの試作」、平成29年電気学会全国大会、3-094、平成29年3月。〔査読なし〕
- 10) 中野幸夫、大塚敬太、上野剛、「スマートメータを活用した高齢者見守りシステムの開発 その3：平均法の見守り精度に及ぼす電力量粒度の影響評価」、平成29年電気学会全国大会、3-095、平成29年3月。〔査読なし〕
- 11) 中野幸夫、野崎貴史、上野剛、堀田和孝、野瀬崇、野林正盛、「スマートメータを活用した高齢者見守りシステムの開発 その2：熱中症予防システムの試作」、平成28年電気学会 電

子・情報・システム部門大会、OS4-2、平成 28 年 9 月。[査読なし]

12) 上野剛、中野幸夫、稲葉大貴、池滝雄平、堀田和孝、野瀬崇、野林正盛、「スマートメーターを活用した高齢者見守りシステムの開発 その 1 : 変動評価法の見守り精度に及ぼす電力量粒度の影響評価」、平成 28 年電気学会 電子・情報・システム部門大会、OS4-1、平成 28 年 9 月。[査読なし]

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 1 件)

名称：熱中症予防システム
発明者：中野幸夫、堀田和孝、野林正盛、野瀬崇
権利者：関西電力株式会社
種類：特許
番号：特願 2016-234754
出願年：平成 28 年 12 月 2 日
国内外の別：国内

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等 <http://ee.kanto-gakuin.ac.jp/lab03.html>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：上野 剛

ローマ字氏名：Tsuyoshi Ueno

所属研究機関名：電力中央研究所

部局名：エネルギーイノベーション創発センター

職名：上席研究員

研究者番号 (8 桁) : 50516622

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。