

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K02390

研究課題名（和文）多種の屋内環境センサによる生活状況認識

研究課題名（英文）Living conditions detection using multi environment sensors

研究代表者

笹間 俊彦（Sasama, Toshihiko）

鳥取大学・工学研究科・助教

研究者番号：80362896

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：現在の家電には多くのセンサが備わり、またそれを統合制御するIoT機能も充実しつつある。そうしたセンサ情報を深層学習で解析し、人の生活状況や行動詳細を求め、省エネや独居高齢者の健康管理等に役立てるのが研究の最終的な目標である。本研究では人感センサに特化し、監視カメラ等よりはプライバシーに配慮された状態で、在室・転倒等の大まかな認識ができる事を確認した。多数の人感センサをある程度定期的に配置した場合は概ねの室内位置を特定でき、またそこから転倒を高精度で認識できる事をシミュレーションで確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
生活のモニタリングは省エネや健康管理に有用だが、プライバシーへの配慮や、機器の装着・設置の手間が問題となる。しかし、既に室内に置いてある家電が持っているセンサであれば、大きくプライバシーを侵す事なく、また、装着や設置もある意味不要となる。特に人感センサはTV・空調・照明等の多くの機器に当たり前に組み込まれつつあるため、これを利用したモニタリングの可能性は高い。プライバシーとのトレードオフから詳細な状況判定は難しいが、なんらかの異常事態を判定する事、あるいは、どの程度の異常が判定できるかを追求する事には意義がある。

研究成果の概要（英文）：In today's home appliances, many sensors and IoT functions are included. Our approach is to analyze these sensors information using deep learning for energy saving or health monitoring of elderly people living alone, and so on. In this study, we developed the sensors information analyzed system using only infrared motion sensors without cameras to avoid privacy issues. Simulation results show fall detection and location estimation of the person in the room is possible.

研究分野：センサーネットワーク

キーワード：人間生活環境 情報システム

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在、我々の身の回りには多数の家電が存在し、またその家電の中には様々なセンサが存在する。これらのセンサはそれぞれに別個の目的に専従しているが、それらをまとめて解析すれば、各個人の生活状況・生活行動を把握できるのでは、というのが本研究の大きな趣旨である。生活状況や行動が把握できれば、そこから家電群の快適かつ省エネな制御や、子供や老人の見守り等、多くの有用な運用に繋がると考えている。

現在の家電の多くはそれぞれに専用のセンサを搭載し、そのセンサ値に基づいて自動制御するのが普通になっている。温度センサと連動した空調、光センサと連動した照明等がその例にあがる。しかし残念ながら現状では、

(1)設置の容易な廉価品であれば尚更に、適切にセンサと連動しない事が多い。

(2)これらのセンサはそれぞれの家電に特化し、その情報を共有しない。

という問題がある。例えば照明では、

(1)センサの配置が思っていた方向に向かず、一部の照明が欲しい時に点灯しない。

(2)その隣に設置した照明と連動して点灯すれば丁度いいがその機能がない。

といった例があげられる。

今や Internet of Things(IoT) という言葉があるように、身の回りの品全てがある種の家電であり、相互に情報をやり取りする未来が来ている。Amazon Alexa や Google Home などの商品展開がその走りともいえる。Home Energy Management System(HEMS) などの屋内家電の統合制御システムもある。しかしまだそれらは、「複合して動く思ったような制御」ができる程には熟成しておらず、単純なコマンドであったり、上述のようにそれぞれ別個特化のセンサによるものでしかない。

制御のキーとして、監視カメラを設置して画像解析で人物を追跡する研究や、各自にマーカを持たせてそれを追跡する研究もあるが、家庭内においてそうしたプライバシーを大きく侵害する手法は精神的に忌避されて取り難い。

そこで、比較的忌避されにくいだろう、人感センサ・光センサや温度や湿度を測る環境センサのデータを、既にある家電からという形で得、それより解析・制御を行う方法を考えた。

これは、高価で高レベルな専用センサを苦勞して最適な位置角度に設置する代わりに、安価で低レベルなセンサを配置にさほど考慮する事なく多数設置し、そのデータを統合する事で同じ機能を実現すると言える。上記の例に沿うなら、各照明にはセンサが無いが、粗密あるものの多数の人感センサ・光センサがその周囲には散っており、センサ群のデータを統合すれば、粗密は数でカバーして正確に点灯が制御できるはず、となる。

本研究では、そうした、いわば漠然としたセンサ設置から得られる、最適ではないデータ・曖昧なデータからの状況推定が、深層学習を用いて何処まで可能かを検証する。

2. 研究の目的

多種のセンサの中から、まずは一般的になりつつある人感センサ(赤外線モーションセンサ)に特に注目し、深層学習での解析によってどのような生活状況・生活行動を得られるか確認するとともに、それらの設置方法(設置数や設置位置角度)も検討した。

つまり、本研究では

(1)人感センサの無線ネットワークを構築し、そのセンサ反応の時系列情報をデータサーバへと集約するシステムを構築する事、

(2)蓄積した時系列情報を深層学習で解析する事、

(3)一般家庭で使用できるアプリの形に上記をまとめる事、

を目的とし、特に(1)(2)について、

・「手を振る」「椅子を揺らす」といった細かい行動が得られるのか、

・「不在」「歩行」「転倒」といった大まかな行動が得られるのか、

・「室内の何処にいるのか」といった位置情報が得られるのか、

・「異常(平時とは異なる)」といった漠然とした行動が得られるのか、

・また、その為には、数及び配置の観点からどの程度の人感センサを設置したらいいのか、を明らかにする事を目的とした。

3. 研究の方法

データ収集では、小型シングルボードコンピュータ(Raspberry Pi)に複数の人感センサを接続したセンサノードを多数用意した上で、これらを無線ネットワークで接続し、時間的に同期しつつ全てのセンサ情報を蓄積するデータサーバを構築した。

データの解析には、行動の解析という観点から、深層学習の中でも時系列情報を用いるRNN(Recurrent Neural Network) を主に用いた。

細かな人物の所作や行動を解析できるのかという確認からは、センシング対象を机とし、机を完全にではないが 3 次元的に囲む事を意図した配置でセンサを設置した実験を行った。多くの所作や行動を記録すると共に、平時に使用する机にもセンサを設置し、日常行動を記録した。また、大まかな人物の行動や異常状態の判定ができるのかという観点からは、センシング対象を 6 畳程度の室内と想定し、様々な人感センサ配置における、実測実験及びシミュレーション実験を行った。この室内を様々なテンポ及び経路で歩行及び転倒するデータを用意し、位置情報及び転倒情報をどの程度の粒度と精度で得られるか確認した。

4 . 研究成果

全体において、深層学習に時系列情報を用いる場合と用いない場合では、用いた場合の方が推定精度が高くなった。その瞬間瞬間のセンシング情報だけでは確度が不足し、行動という一連の時系列情報の方が確度が高くなるのは理にかなった結果と考える。

センシング対象を机とした実験では、机奥両端に、机下・机面・机上とセンサを設置した。細かな身振り手振り等は今回のセンサ配置では解析できなかったが、「不在」「着席」「転倒」といった分類は可能な事を確認した。また、人感センサ以外のセンサ情報を含めるか否かで推定精度が変わり、含めた方が高くなった。光センサや温度センサから日中か否か、つまり普段机に居る時間なのか否か等を判断していると考えられる。

センシング対象を室内とした実験では、人感センサを家電内蔵と想定してランダムに設置した状況、人感センサの距離感度を変えたものを複数まとめ、疑似的な測距センサとしたものを部屋の壁沿いに設置した状況、人感センサの設置角度を僅かずつ変えたものを複数まとめ、結果的に検知範囲の分解能を高めたものを部屋の 4 隅に設置した状況、等を想定して実験した。多数の人感センサを意図的に設置していれば、室内のどのあたりに居るのかを、半畳区切り、あるいはそれよりも小さい区切りで推定できた。シミュレーション上では、6 畳程度の室内に 16 個の人感センサを設置した場合、45cm 四方区切りの位置推定精度が 95%となった。更にこの位置推定情報に基づいた解析を行うと転倒推定の精度が向上した。

アプリの構築については、開発と研究のために、取得データのマップ表示や解析データ表示等の機能は実装したが、一般用の機能とは言い難く、一般家庭で使用できるアプリの形へとまとめる事はできなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

最終年度の成果の一部について、2024年 電気学会 電子・情報・システム部門大会(2024年9月開催)にて発表予定である。

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------