JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	スマート環境向けの人体EMIベースのアクティビティ認識と予測
Author(s)	都，業剛
Citation	
Issue Date	2020-03-25
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/16652
Rights	
Description	Supervisor:丹　康雄，情報科学研究科，博士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

氏　　名	DU, Yegang		
学位の種類	博士(情報科学)		
学位記番号	博情第 428 号		
学位授与年月日	令和 2 年 3 月 25 日		
論文題目	Human Body EMI-based Activity Recognition and Prediction for Smart Environments		
論文審査委員	主査　丹　康雄	北陸先端科学技術大学院大学	教授
	篠田　陽一	同	教授
	リム　勇仁	同	准教授
	知念　賢一	同	特任准教授
	Li, Keqiu	Tianjin University	教授

論文の内容の要旨

This dissertation proposed a novel interaction-based HAR approach. The approach can be scalable enough to be applied to different indoor scenarios. In this dissertation, we chose smart home and smart library as the main scenarios. The dissertation makes a deep analysis on indoor human activity, and finally determines to utilize the interaction between human and objects to infer the human activity. Because only in this way, the proposed approach can be scalable, flexible, and avoid of ``cold start'' problem which appears commonly in data-driven approaches. The proposed approach utilized passive RFID technology to recognize the interactions between human and the objects of daily life. And with the help of machine learning and deep learning, the proposed approach can combine the recognized low level activities to infer the high level activities. So that the proposed approach can be applied to recognize all grain activities including both fine-grain and coarse-grain activities.

Smart Homes are generally considered the final solution for living problem, especially for the health care of the elderly and disabled, power saving, etc. Human activity recognition of smart homes is the key to achieving home automation, which enables the smart services to automatically run according to the human mind. Recent research has made a lot of progress of this field; however, most of them can only recognize default activities, which is probably not needed by smart homes services. In addition, low scalability makes such research infeasible to be used outside the laboratory. In this study, we unwrap this issue and propose a novel framework to not only recognize human activity but also to predict it. The framework contains three stages: recognition after the activity, recognition in progress, and activity prediction in advance. Furthermore, using passive RFID tags, the hardware cost of our framework is sufficiently low to popularize the framework. In addition, the experimental result demonstrates that our framework can realize good performance in both activity recognition

and prediction with high scalability.

In the library, recognizing the activity of the reader can better uncover the reading habit of the reader and make books management more convenient. In this study, we present the design and implementation of a reading activity recognition approach based on passive RFID tags. By collecting and analyzing the phase profiling distribution feature, our approach can trace the reader's trajectory, recognize which book is picked up, and detect the book misplacement. We give a detailed analysis of the factors that can affect phase profiling in theory and combine these factors of relevant activities. The proposed approach recognizes the activities based on the amplitude of the variation in phase profiling, so that the activities can be inferred in real time through the phase monitoring of tags. We then implement our approach with off-the-shelf RFID equipment, and the experiments show that our approach can achieve high accuracy and efficiency in activity recognition in a real-world situation. We conclude our work and further discuss the necessity of a personalized book recommendation system in future libraries.

Keywords: Wireless sensing, human activity recognition, activity prediction, activity of daily living, passive RFID system

論文審査の結果の要旨

本論文は RF タグを用いて人間の行動を認識するシステムを構築する技術について論じたものである。人間の行動認識は様々なシステムにおいて重要な情報を与えるものとして各種の手法が提案されているが、その多くが人間をとりまく環境側に比較的大規模な設備を要求するものであったり、何らかの装置を人間に常時身に着けさせることを要求するものであったりなど、実用化するにあたっては課題の多いものがほとんどであり、広く実用化されているといえるものはまだ存在していないのが実情である。これに対し、本研究では RF タグという極めて安価な技術を用いることで実用化の可能性を大幅に向上させる技術を提案し、その効果を評価している。

人間の行動にはある瞬間の情報だけでは何をしているのか判断できないものがあったり、また、複数の行動を同時に行っていたりするなど、モデル化にあたっては議論を要する部分がある。本研究では、こうした観点での議論を通じ、技術的に行わねばならない内容を明らかにした後、システムの提案、適用可能なアプリケーションに関する議論を展開している。本論文で提案している手法においては、注目する物理量によって取得できる情報およびそのアプリケーションが異なることを示し、同一の RF タグを活用して各種の人間の行動を認識するだけでなく、スイッチやスライダといった制御情報のインタフェースとしても利用可能であることを示している。

具体的なアプリケーション例として、図書館における人間行動認識、家庭における人間

行動認識について、実験による有効性確認を含めた議論を行っており、それぞれがジャーナル論文として採録されるレベルの成果をあげている。特に、家庭環境における行動認識についてはセンシングされた生情報に対し、Recurrent Neural Network の一種である LSTM(Long Short-Term Memory)や、tf-idf (Term Frequency - Inverse Document Frequency)といった比較的新しい技術が適用され、その有効性が示されており、Impact Factor 3.72 の国際ジャーナルや IEEE の国際会議に採録されるなど、高い評価を受けている。

以上のように本論文の研究は学術的な意義のみならず、実用性の観点で極めて有利である技術について提案・評価を行ったもので、産業界へのインパクトも期待できるものであり、博士(情報科学)の学位論文として十分に価値のあるものと認めるものである。