

論文内容の要旨

博士論文題目

非接触センサを用いた日常生活センシングシステムと
行動の共起性に基づく複数居住者の行動認識手法の研究

氏 名

松井 智一

(論文内容の要旨)

高齢者に対し生活に紐づいたヘルスケアや行動推薦アプリケーションなどの高品質な生活サービスを提供するためには、日常生活行動を理解することが重要である。従来提案されている日常生活行動のセンシングシステム・認識手法は、高齢者の住む実際の一般家庭に対する受容性が低く、また、システム自体が高価であることや、設置が難しいこと、システムの利用に IT の知識が必要なことなどの課題がある。したがって、安価、環境順応性が高い、低プライバシー侵害、低設置・維持コスト、高ユーザビリティといった要件を満たすセンシングシステムが求められている(課題 1)。また、家庭ごとの活動量計や、電力量予測、外出支援・推薦サービスへの応用可能性を高めるためには、複数居住者を対象とした行動認識手法が必要である。既存の複数居住者の行動認識手法では、映像データやウェアラブルセンサデータに基づいて個人を識別しているが、課題 1 の要件を満たせない。一方、非接触センサのみを用いたセンシングでは、個人を識別するためのデータが得られないため、行動者と行動種類の組を認識する手法が適用できないという課題がある(課題 2)。本論文では、上記の課題 1, 課題 2 を解決するためのセンシングシステムおよび複数居住者の行動認識手法を提案する。課題 1 に対しては、カメラやマイクなどを利用せず、安価かつ少数のセンサのみを利用し、設置位置や間取り、セットアップに依存しない非接触センサのみでシステムを構成する。また、小型で取り外し容易な、環境発電で動作する省電力センサ、シンプルな押しボタン式アノテーションボタンを採用し、高齢者に対しても容易な生活行動データの収集を実現する。10 軒の一般家庭に対して、2 ヶ月間のセンシング実験および行動認識を行った結果、提案システムは全家庭に対して平均一時間程度で設置でき、実験期間を通してメンテナンスフリーで動作すること、平均 72% の再現率で行動認識ができることを確認した。課題 2 に対しては、複数居住者家庭を対象に、個人識別を伴わない家庭全体での行動認識手法を提案する。具体的には、対象行動のうち、どの複数の行動が並行して行われているのかを推論する推論タスク(協調行動認識タスク)と効率よく協調行動を認識するための機械学習による新たな認識フローを提案する。センサ特徴量から各居住者の行動を独立して推論する第一モデルと、第一モデルから得られる両居住者の過去の行動を特徴量として各居住者の現在の行動を推論する第二モデルの 2 種類のモデルを構築し、協調行動認識タスクを実施する。5 軒の一般家庭に対して、1 ヶ月間のデータ収集実験を行った結果、66% を超える F 値で協調行動を認識できた。また、複数居住者の行動の共起度合いを考慮した場合、各居住者の行動を独立に認識する場合と比べて、約 5% 高い F 値で協調行動認識が可能となった。

(論文審査結果の要旨)

本研究では、高齢者家庭を対象とした生活行動認識において、環境順応性が高く、低プライバシー侵害で、低い設置・維持コストで導入でき、かつ高いユーザビリティを持つセンシングシステムを実現する(課題1)、低プライバシー侵害な非接触センサのみを用いて複数居住者がいる家庭における行動者と行動種類の組を認識する手法を開発する(課題2)、という2つの研究課題に取り組んだ。

本研究の学術的貢献は以下のとおりである。

- (1) 課題1に関して、安価・小型かつ少数の省電力・環境発電非接触センサ、押しボタン式アノテーションボタン、小型ホームサーバからなり、設置位置や間取り、セットアップに依存しないシステム SALON を設計・開発した。10 家庭への設置・各2ヶ月間のデータ収集実験を通して、各家庭に平均一時間程度で設置でき、実験期間を通してメンテナンスフリーで動作し、平均72%の再現率で行動認識ができることを示した。
- (2) 課題2に関して、複数居住者家庭を対象に、個人識別を伴わない家庭全体での行動認識手法として、どの複数の行動が並行して行われているのかを推論する協調行動認識を定義し、行動の共起度合いを学習することで効率良く協調行動を認識する機械学習モデルの構築法を新規に提案・開発した。5軒の一般家庭での各1ヶ月間のデータ収集実験を通して、66%を超えるF値で協調行動を認識できること、複数居住者の行動の共起度合いを考慮した場合、各居住者の行動を独立に認識する場合と比べて、約5%高いF値で協調行動認識が可能となることを示した。

本研究を通して実現された、高齢者家庭を対象とした、設置・維持が容易で、かつ、複数居住者に対応可能な生活行動センシング・認識システムは他に例がなく、本研究は、生活行動認識の研究分野において、大きな貢献があると評価する。

以上より、本論文は、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。