

論文内容の要旨

博士論文題目 コンタクトレス宅内行動認識のための ドップラーセンシングシステムの研究

氏 名 三崎 慎也

(論文内容の要旨)

近年、センシング技術の発展に伴い、省エネ家電制御等の日常生活をサポートする様々なサービスの実現が期待されている。このようなサービスを実現するには、多種多様な生活行動を正確かつ安価に認識できることが重要である。そのため、多数のセンサ設置により高くなるコスト（課題 1）、読書のような場所に依存しない行動の認識（課題 2）、デバイス装着による負担（課題 3）、カメラ使用によるプライバシーの侵害（課題 4）といった課題への対応が不可欠である。本研究では、これらの課題を解決するため、検出距離が長い(10 m 程度)、ドップラーセンサを使用した生活行動認識手法の実現を目的とする。具体的には、ドップラーセンサから得られたセンサデータから周波数特性を取得し、特徴量を抽出することによって生活行動を認識する。初めにドップラーセンサによってどの程度行動認識が行えるか評価するため、机以外の家具がない環境において数名の被験者に対して、複数のドップラーセンサを被験者からの距離が一定になるよう設置し実験を行った。その結果、1 セッション除外の交差検証でランダムフォレストの平均認識精度が、81.0%となり、被験者の行動を高い精度で認識できた。しかし、動きが大きい行動に信号の増幅率を合わせると、一部の細かい手の動きを取得しづらいことが分かった。そこで、出力された信号を3つの異なる増幅率によって増幅する増幅器を開発した。この改良を行った後、被験者5人に対して、実際の家庭環境に近い奈良先端科学技術大学院大学スマートホームのリビングルームで実験を行った。実験では、被験者がリビングルームの異なる位置に設置されたテーブルとソファで行動したデータを取得し、位置と行動を認識できるかを評価した。また、提案システムの最適化と比較を行うため、場所と行動の組み合わせを各機械学習モデルによって直接推定する手法、場所と行動を別々に認識するモデルを組み合わせる手法、センサ数を削減した場合の認識精度を評価・比較した。その結果、場所と行動の組を直接推定する手法では、1 被験者除外の交差検証でロジスティック回帰が最も高く 66.0%となり、別々に推定し組み合わせる手法では、59.4%となった。センサ数を削減した場合、被験者の横2箇所とソファ近く1箇所、天井1箇所の4箇所のセンサのデータを使用したロジスティック回帰が 65.3%となった。これらの結果より、提案した手法によって、実際の家庭に近い環境で、コンタクトレスで位置を含めた生活行動認識をある程度の精度で行えることが分かった。

氏 名	三崎 慎也
-----	-------

(論文審査結果の要旨)

生活行動認識は、省エネ家電制御等の日常生活をサポートする様々なサービスの実現のために必要不可欠な技術である。しかし、従来の生活行動認識手法は、多数のセンサ設置により高くなるコスト(課題 1)、読書のような場所に依存しない行動の認識(課題 2)、デバイス装着による負担(課題 3)、カメラ使用によるプライバシーの侵害(課題 4)といった課題を抱えていた。本研究では、これらの課題に対処するため、ドップラーセンサを使用した非接触での生活行動認識手法の開発に取り組んだ。

本研究の学術的貢献は以下のとおりである。

- (1) 複数のドップラーセンサを被験者からの距離が一定になるよう設置した環境において、平均 81.0%で生活行動認識ができることを示した。
- (2) 行動によって体の動きの大きさが異なるため、信号の増幅率を大小どちらかの動きに合わせてと信号が飽和してしまう問題を、3つの異なる増幅率の信号を取り出す機構を開発することにより解決した。
- (3) 部屋の異なる場所で行われている同じ行動を区別するために、場所と行動の組を推定する機械学習モデルを開発し、66%の認識精度を達成した。
- (4) ドップラーセンサの数を 4 個に減らした場合でも設置位置を工夫することで、認識精度がほとんど下がらないことを示した。

全体として、本論文は、ドップラーセンサからの効果的な信号抽出機構と位置・行動の組を識別する機械学習機構を巧みに組み合わせることによって、これまでに無い実用的な生活行動認識システムを実現しており、本分野において十分な学術的新規性を有していることを確認した。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。