

小型行動認識センサーを用いた高齢者の軽運動活動認識に関する研究

遠藤 和基^{†1} 伊藤 優樹^{†2} 阿部 亨^{†2, †3} 菅沼 拓夫^{†2, †3}

^{†1} 東北大学工学部電気情報理工学科 ^{†2} 東北大学大学院情報科学研究科

^{†3} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

高齢者の運動習慣と健康寿命に関連性があることは、今まで多くの疫学的調査・研究等によって報告されてきている。例えば、要介護・要支援の要因として、運動器の障害が最も大きい割合を占めていることが報告されている[1]。このことから、高齢者の健康寿命延伸のためには、激しい運動よりは、高齢者でも容易に取り組める、ウォーキング、ジョギング、体操等の軽い運動(軽運動)が効果的であることが言える。また、様々な社会参加のうち、スポーツグループへの参加は最も要介護状態になりにくいということも示されている[2]。

しかし、これらの疫学的調査の結果は、アンケート等による定性的な調査に基づく評価が主となっており、正確性、網羅性、継続性の観点から課題があった。従って、運動の様子の自動計測による定量的な調査結果に基づく評価によって、詳細かつ正確に運動習慣と健康寿命の関係性を見出す必要性がある。

近年のIoT技術の進展により、様々な身体活動を認識し、そのフィードバックによって適切な動作を促すシステム等の開発が進んでいるが、高齢者の軽運動認識のための認識システムについては未だ未整備となっているのが現状である。

そこで、本研究では、高齢者の健康寿命延伸のための軽運動活動の認識を目的とし、この目的に適したセンサーおよびシステムを開発する。具体的には、以下の2点について提案を行う

1. センサーとして、本研究室で開発中の小型行動認識センサーを用いたシステムの構成
2. 機械学習を用いた軽運動活動認識のためアルゴリズム

本発表では、システム全体の設計、および軽運動認識のための機械学習アルゴリズムの検討について述べる。

2 関連研究と課題

2.1 軽運動活動認識における機械学習アルゴリズムの比較[3]

モバイル機器の高度化に伴い、スマートフォン内部に、GPS、音声、加速度などといった多種多様なセンサーが搭載されるようになった。この研究では、これらのうち、加速度センサーを用いて、ユーザーの身体活動認識を実現するシステムについて述べている。29人のユーザーから、ウォーキング・ジョギング・階段昇降・座る・立つといった6つの行動の学習データを収集し、それらを用いて、J48・ロジスティック回帰・多層パーセプトロン(MLP)の3種類のアルゴリズムの性能比較を行い、以下のような結果を得ている。

表1 各学習アルゴリズムの分類精度[3]

	J48	Logistic Regression	Multilayer Perceptron
Walking	89.9	<u>93.6</u>	91.7
Jogging	96.5	98.0	<u>98.3</u>
Upstairs	59.3	27.5	<u>61.5</u>
Downstairs	<u>55.5</u>	12.3	44.3
Sitting	<u>95.7</u>	92.2	95.0
Standing	<u>93.3</u>	87.0	91.9
Overall	85.1	78.1	91.7

注)下線は各クラスの精度の最大値を表す

2.2 関連研究の課題

関連研究では、データの収集と機械学習アルゴリズムの比較にとどまっており、具体的なシステムの設計等については言及がなされていない。また、比較に使用したアルゴリズムが3種類のみのため、新たなアルゴリズムについても同様の比較を行い、最適なアルゴリズムを検討する必要性がある。

3 提案

2で言及した、具体的なシステムの実装のため、次の2点について提案を行う。

1. センサーとして、本研究室で開発中の小型行動認識センサーを用いたシステムの構成

A Basic Study on light-exercise activity recognition using a small activity recognition sensor

Kazuki ENDO^{†1}, Yuki ITO^{†2}, Toru ABE^{†2, †3}, and Takuo SUGANUMA^{†2, †3}

^{†1}Department of Electrical, Information and Physics Engineering, School of Engineering, Tohoku University

^{†2}Graduate School of Information Science, Tohoku University

^{†3}Cyberscience Center, Tohoku University

2. 機械学習を用いた軽運動活動認識のためのアルゴリズム

以下では、それぞれの提案について述べる。

3.1 小型行動認識センサーを用いたシステムの構成

本研究では、本研究室で開発を進めている小型の行動認識センサーをデバイスとして用いる。このセンサーは、小型・低消費電力が特徴となっており、高齢者の運動習慣と健康寿命の関係性を見出すための長時間のデータ収集が可能となっている。

以下の図は、このセンサーを用いた提案システムの構成図である。まず、各利用者の付近にLPWAのアクセスポイントを配置し、各利用者のデバイスからセンサーデータをリアルタイムで収集可能とする。収集したデータはデータセンターへ収集され、サーバーへと送信される。サーバーにはあらかじめ学習済みの機械学習モデルを用意し、データを元に各利用者の行動を推定した上で、管理者へと推定結果を提示する。

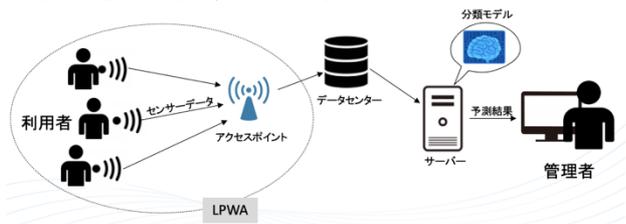


図1 提案システムの構成図

3.2 機械学習を用いた軽運動活動のためのアルゴリズム

既存研究より、初期段階の実装ではJ48, ロジスティック回帰, 多層パーセプトロンのいずれかの適用を検討している。システムの実装とともに、さらなる機械学習アルゴリズムについても性能比較を行い、より本システムに適した機械学習アルゴリズムがないかについて検討を行っていく。

4 実験と結果

4.1 既存データセットを用いた機械学習アルゴリズムの性能比較

まず、既存のデータセットであるWISDM Activity Prediction dataset[4], および機械学習ツールWEKA[5]を用いて、関連研究と同様の機械学習アルゴリズムの性能比較を行なった。表2にその結果を示す。データセットの更新の影響で、多少の変化はあったが、おおよそ既存研究と同様の結果が得られており、機械学習アルゴリズムが効果的であることが示された。

表2 実験における各機械学習アルゴリズムの分類精度

	J48	Logistic Regression	Multilayer Perceptron
Walking	0.907	0.846	<u>0.945</u>
Jogging	0.954	0.986	<u>0.993</u>
Upstairs	0.696	0.541	<u>0.705</u>
Downstairs	<u>0.702</u>	0.519	0.700
Sitting	<u>0.990</u>	0.932	0.977
Standing	<u>0.968</u>	0.946	0.910
Overall	88.8	84.5	91.0

注)下線は各クラスの精度の最大値を表す

4.2 既存データセットとセンサーから得た実データを用いた性能比較

次に、既存データセットを用いて得られた機械学習モデルに対し、本研究室で試作した小型行動認識センサーを用いて得られた実データを適用した際の分類性能について検証を行なった。アルゴリズム, 分類するクラスによって差はあったが、ジョギングを除くほぼ全てのクラスで性能の低下が見られた。

5 今後の展望

実験結果から、新たな学習データを収集し、機械学習モデルを再構成する必要があることが分かった。今後は、スポーツジム等の協力のもと、学習用のデータの収集を進め、機械学習モデルの性能向上をはかる。また、システムの実装、センサーの量産を進め、提案システムの実現を目指す。

参考文献

[1] 健康長寿ネット, ”健康寿命延伸のための運動器の重要性”
<https://www.tyojyu.or.jp/>
 [2] JAGAS project, ”スポーツによる高齢者の介護予防と政策展開に関する提言～ JAGAS project のエビデンスをもとに～”
<https://www.mext.go.jp/sports/>
 [3] Jennifer R. Kwapisz, Gary M. Weiss and Samuel A. Moore (2010), ”Activity Recognition using Cell Phone Accelerometers”, *Proceedings of the Fourth International Workshop on Knowledge Discovery from Sensor Data (at KDD-10)*, Washington DC.
 [4] WISDM Activity Prediction dataset
<https://www.cis.fordham.edu/wisdm/dataset.php>
 [5] Weka 3: Machine Learning Software in Java
<https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>