

研究報告書

「行動認識における Zero-shot 学習法の提案」

研究期間：2018年10月～2020年3月
研究者番号：50187
研究者：松木 萌

1. 研究のねらい

デバイスの小型化や軽量化に伴い、加速度センサなどのセンサデータの情報から人の行動をAI(人工知能)が学習する行動認識の研究がコンテキストウェアネスの必須分野として注目を浴びている。応用例として、介護スタッフがウェアラブルデバイスを装着し、センサデータから業務行動を認識することで業務日誌の自動生成をすることや、一人暮らしの高齢者見守りシステムに応用することでカメラ映像を保存しないためプライバシーを考慮することがある。

しかし、既存の行動認識手法は実用化が難しい点が存在する。行動認識の一般的な既存手法は、センサデータ(x)を入力し行動クラス(y)を出力するモデルを構築するために、 x と y が対となった教師データを学習させる。日常生活の多種多様な行動を細分化すると462種存在すると報告されており、全ての行動クラスにおいて教師データをあらかじめ収集することは、多大な手間とコストがかかる。本研究は、教師データ収集がボトルネックとなっていた行動認識技術のブレイクスルーを目指し、教師データに存在しない行動クラス(未知行動)を推定する手法(Zero-shot 学習法)を提案する。

2. 研究成果

(1)概要

未知クラスを推定する手法は Zero-shot 学習法と呼ばれ、入力データから知識データ空間に投影する方法を学習し投影先の空間でクラス探索をすることで、知識データ内に含まれるクラス推定を可能とする手法である。近年、画像認識の分野で多くの研究が取り組まれており、例えば、「しろくま」や「しまうま」の画像ベースの教師データから「白黒」や「熊の形状」という知識を学習することができれば、同様の属性をもつ「パンダ」クラスを推定することを可能にする。センサ行動認識では、動物画像のように属性が明確でないという課題点から、**【テーマ A】 Wikipedia から生成される意味ベクトルを使用する未知行動推定の検討**を行う。また、介護業務のような時系列的に行動属性をセグメントできる行動に対して、**【テーマ B】 介護記録データを参照することで属性ベクトルを作成し、時系列上に並ぶ属性推定を考慮した Deep learning Zero-shot 学習法の検討**を行う。

テーマ A に関して、既存の属性ベクトルを用いた手法に対し、意味ベクトルを用いる本提案手法のほうが有用であることを示すことができた。

テーマ B に関して、開発したアプリケーションが時間短縮部分で効率的にデータ収集できることを示し、提案手法が既存手法に比べて未知クラス推定の精度向上できることを示した。

(2) 詳細

研究テーマ A 「Wikipedia から生成される意味ベクトルを使用する未知行動推定の検討」

センサ行動認識における Zero-shot 学習法の既存手法は、推定したい行動クラスに対して小さな行動属性が含まれるかどうかを自作で生成したものをを用いている。例えば、「走る」という行動は「足をあげる」行動と「足を下げる」という行動が含まれているため、この2つの属性に対応する次元を1、それ以外の「体がとまっている」などの

行動属性の次元を0とした、**属性ベクトル**と呼ばれるものを自作している。しかし、この手法では全ての行動クラスに属性ベクトルを生成しないとけないため、作成コストがかかる、画像認識のよう

に属性の決定は難しいというデメリットがある。そこで、自然言語処理ツールの word2vec から自動生成される**意味ベクトル**を用いた Zero-shot 学習法の提案を行った。具体的に、「投影関数の検討」(成果 2)と「属性ベクトルとの比較」(成果 1,3,4) を、公開データセットを用いて評価/分析をした。その結果、意味ベクトルを領域拡張させた手法が推定精度向上に有効であったことや、意味ベクトルの足し算による再構築がセンサデータとの互換性を高める働きをしていることを示した。

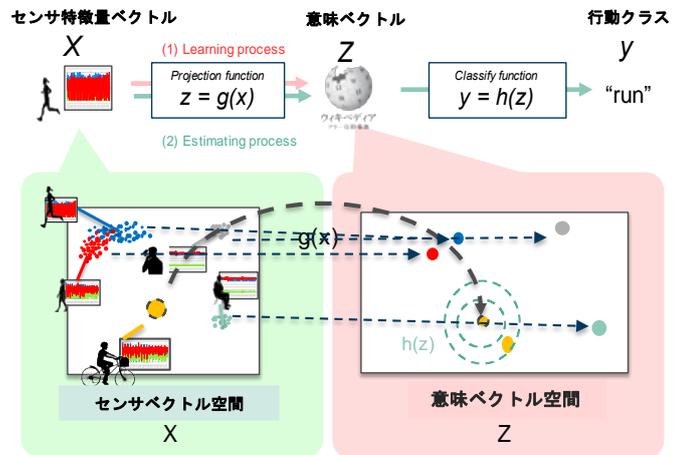


図 1. センサ行動認識の Zero-shot 学習法の概要. 上段は、センサデータから属性ベクトル空間を介して行動クラスを出力する流れを示しており、下段は、具体的な例を示している。色は同様の行動クラスを示しており、黄色のサンプルが未知クラスを示している。

研究テーマ B 「介護業務行動認識への応用の検討」

介護行動や現場業務は一般的にマニュアルが存在し、遂行する業務に対して細かな説明が付与されている。このマニュアルを属性ベクトルのようなフォーム化することで Zero-shot 学習法の実装ができると考えた。しかし、現場の実際の介護士の行動データは存在しないため、**腕時計型のウェアラブルデバイスを用いたデータ収集アプリケーションの開発**を行い実際の介護行動を2週間収集した。さらに、Zero-shot 学習法の既存手法では特徴量抽出を手動で行っていたが、これでは自作の属性ベクトルに対応する特徴量の抽出ができないという懸念があったため、**Deep Zero-shot learning 手法を提案**し、公開データセットと我々が収集した介護データセットを用いて評価した。

その結果、一般的なマルチラベル推定を目的とした Deep learning model と比較し我々の提案手法のほうが高い精度で未知クラスの推定を行うことを示した。さらに、開発したデータ収集アプリケーションは、介護士の業務の妨げにならないように開発し、時間的効率化の評価をした結果、スマートフォンを用いたデータ収集の場合と比較して時間的な短縮ができていたことを示した。

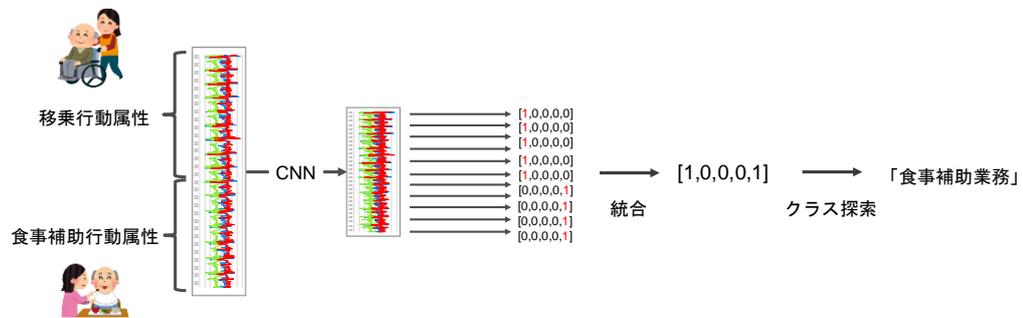


図 2. Deep Zero-shot learning の提案手法概要図.

3. 今後の展開

テーマ A に関して、既存手法と同等の推定精度を得ることができ、実用面で有用なことを示したので、実用化にむけた推定精度の向上を目指す。具体的に、センサデータと意味ベクトルの互換性を獲得することが重要であることがわかっており、今回の研究結果を分析した結果を参考にすると、意味ベクトルの足し算による意味ベクトル再構築によって互換性を獲得することができるのではないかと考えている。

テーマ B に関して、本期間ではデータ収集を 2 週間かけて行なったが、評価用のデータとしては不十分であると感じているため、今後は大規模なデータ収集の計画が必要であると考えている。

4. 自己評価

[研究目的の達成状況]

センサ行動認識手法の Zero-shot 学習法における提案手法として、既存の手法より実用面での有用性を示すことができたが、当初予定していた介護施設でのデータ収集が時間的都合上できなかったため、介護行動推定に対する評価が小規模になってしまったため、達成度は 8 割程度と考える。

[研究の進め方]

提案手法から実装、既存データを用いた評価までは計画通りにいったと考えているが、実際のデータ収集を行うアプリケーションの開発や実際のデータ収集実験の期間の見積もりが甘かったと感じている。

[研究成果の科学技術及び学術・産業・社会・文化への波及効果]

センサ行動認識の Zero-shot 学習法の研究は未だ少なく、課題が明確ではないが本研究では様々な種類のデータを用いて手法の検討と分析を行っているため、学術的に貢献でき

たと考えている。

[研究課題の独創性・挑戦性]

センサ行動認識のデータ収集の問題に対して、転移学習や教師なし学習といった他のアプローチがある中で、テキストデータを統合させた行動認識 Zero-shot 学習法の研究はないため新規性があり、センサデータとテキストデータの互換性を獲得する部分で挑戦的な課題であると考えている。

5. 主な研究成果リスト

(1) 論文(原著論文)発表

[成果 1] Moe Matsuki, Paula Lago, Sozo Inoue, MDPI Sensors, "Characterizing Word Embeddings for Zero-Shot Sensor-Based Human Activity Recognition", 2019, Vol. 19, No. 22, pp1-26.
[成果 2] Moe Matsuki, Sozo Inoue, International Conference on Activity and Behavior Computing, "Toward Projection Learning between Sensor Data and Semantic Word Vector for Zero-shot Learning", 2019, pp1-16
[成果 3] 松木 萌, 井上 創造, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2019)シンポジウム, "センサ行動認識における Zero-shot 学習法のためのベクトル表現の性質の分析", 2019, pp1-18.
[成果 4] 松木 萌, 井上 創造, 情報処理学会全国大会, "センサを用いた人間行動認識における Zero-shot 学習法の検討", 2019, pp1-2.

(2) 特許出願

なし。

(3) その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

- 2019年7月 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2019)シンポジウム 優秀論文賞
- 2019年7月 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2019)シンポジウム 最優秀プレゼンテーション賞