

保育士行動認識におけるウェアラブルセンサ数削減

大見 士¹ 藤原 健之² 石橋 尚子³ 大村 廉⁴

豊橋技術科学大学¹ 豊橋技術科学大学²

椋山女学園大学³ 豊橋技術科学大学⁴

1. はじめに

近年、保育施設の急増とそれに伴う保育士不足が、保育現場の負荷を増大させている。また、保育行動の善し悪しに関する研究の余地はまだ多く残されており、このような背景から、保育士の業務を記録・分析することが求められている。そこで、保育士の行動に対して行動認識技術を適用し、保育士の日々の業務を記録することで、その分析を促進し、効率的かつ質の高い保育のあり方の開発につなげることが期待できる。

本研究では、保育士が屋内外など多様な場所で児童の面倒を見る可能性があることから、ウェアラブルセンサを用いた行動認識技術を用いる。この時、多様な保育行動を認識するためには、対象となる保育士が多数のセンサを装着することが望ましい。しかし、多くのセンサの装着は非常に手間のかかる作業となり、業務に支障をきたしかねない。このため、ウェアラブルセンサの数の削減を検討するとともに、限られたセンサ数において、高精度の認識が可能な装着位置を検討する必要がある。

Chengshuo Xiaらは、17個のウェアラブル加速度センサを使用して、立つ、寝る、歩くなど10種類の日常行動を認識するとともに、1個から4個のセンサ使用時の適切な装着位置の検討を行なった[1]。また、石田らは、日常行動についてセンサデータが欠損した場合にも適切に認識を行えるようなセンサデータ補間手法を提案し、同手法を装着センサ数削減に応用する方法を提案している[2]。しかし、保育業務における保育士の行動は日常行動に比べて特殊であり、補間技術の有効性や、必要なセンサ数や装着位置を改めて調査する必要がある。

そこで、本研究では、保育業務における保育士の行動について、センサデータ補間手法の有効性、ならびに、適切なウェアラブルセンサ装着数とその位置を明らかにする。

2. 関連研究

Chengshuo Xiaらは、立っている、や、座っているなどの人の行動を認識するためのウェアラブル加速度センサの適切な位置の検討を行った[1]。[1]の研究では、10種類の日常行動を認識するのに適した1~4個のセンサ使用時の適切な装着位置の組み合わせを検討している。

石田らは、長期的なセンサデータの欠損に対応するためのデータ補間手法を提案している[2]。[2]の研究では、日常行動のオープンデータセットを用いて補間手法の評価を行っている。

これらの研究では、日常行動を対象としているが、保育士が行う行動は、子どもを対象としており、低姿勢で行なう動作が多いなどの特徴が日常行動とは異なる。そのため、本研究では、保育士の行動において、補間手法の有効性を明らかにするとともに、適切なウェアラブルセンサの装着数やその位置を明らかにする。

3. 実験方法

本研究では、実際の保育士にウェアラブルセンサを装着してもらい、業務中の行動データを取得した。そして各センサデータを人工的に欠損させ、欠損データを補間したデータを作成した。各欠損センサ数、装着部位ごとに、欠損したデータを用いた場合と補間手法を適用した場合とで認識精度の比較を行なった。

ウェアラブルセンサとして加速度・角速度センサを使用し、保育士1名を被験者として、実際のこども園での勤務(9時~11時, 13時~15時の計4時間)における行動のデータを取得した。図1に示すように保育士には6個のセンサを装着してもらい、センサデータはサンプリングレートは100Hzで取得した。

図2に室内での実験の様子を示す。現場にビデオカメラを設置し、実験の様子を確認してラベル付けを行った。その結果、39種類の行動を抽出し、その中で、総行動時間が20秒に満たない行動を除いた27種類の行動を認識対象とした。認識対象とした行動の一部を表1に示す。

表1にあるように、「子供に触れている」、「手をたたいている」など子供と接するための行動や、「紙を切っている」、「紙を折っている」など子供と何かを制作するための行動など、

The number of wearable sensors reduction in nursery teacher activity recognition.

1 Akira Omi, Toyohashi University of Technology

2 Kensi Fujiwara, Toyohashi University of Technology

3 Naoko Ishibashi, Sugiyama Jogakuen University

4 Ren Ohmura, Toyohashi University of Technology

保育士の特徴的な行動が多数含まれている。

取得したセンサデータに対し、ウィンドウサイズ 640ms, 重なり 50%のスライディングウィンドウを適用してデータの部分系列(インスタンス)を得た。総インスタンス数は22975個である。各センサ軸から9種類の特徴量(最大, 最小, 平均, 中央値, 分散, ゼロクロス, 軸間相関係数, エネルギー, ピーク周波数)を算出して識別における特徴量とした。同時に, センサデータを人工的に欠損させ, 欠損データを Denoising AutoEncoder (DAE) を用いて補間し, 欠損したデータ, および, 補間したデータをそれぞれ作成した。各欠損センサ数, 装着部位ごとに, 補間したデータで識別器を学習させて補間したデータを識別した場合, 識別器を欠損データで学習させて欠損データを識別した場合について, 識別精度の比較を行なった。なお, 識別器には Random Forest を用いた。また, 評価方法には Stratified K-Fold Cross-Validation を用いた。

表1 認識行動例

行動表		
しゃがんで話している	連絡帳を読んでいる	紙を切っている
子供に触れている	手をたたいている	紙を折っている
足で線を引いている	見回している	座って話している

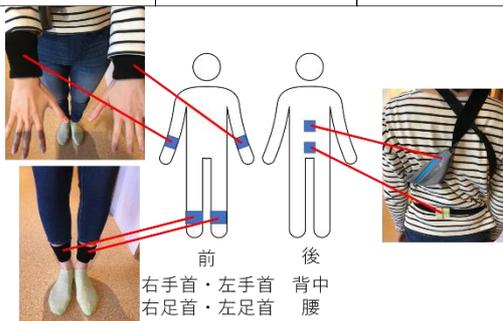


図1 センサ装着位置



図2 実験の様子

4. 実験結果

識別器を補間したデータで学習させて補間したデータを識別した場合(補間データ), 欠損データで学習させて欠損データを識別した場合(欠損データ)について, それぞれの平均認識精度を図3に示す。なお, 図3のエラーバーは標

準偏差を表す。

図3より, すべての欠損センサ数において欠損データより補間データの認識精度が高く, 補間処理が有効に働いていることがわかる。また, 補間データを用いて識別器を学習させた場合, 3個のセンサを欠損させた場合でも無欠損データ(欠損センサ数0個)と同等の認識精度が得られた。

センサを3個装着することとした場合, 認識精度の高かった装着パターンは, いずれも「左右どちらかの手首」「左右どちらかの足首」「背中」の3か所の組み合わせであった。この事から, ウェアラブルセンサを左右いずれかの手首, 左右いずれかの足首, 背中にそれぞれ1つずつ装着することが適切であると考えられる。

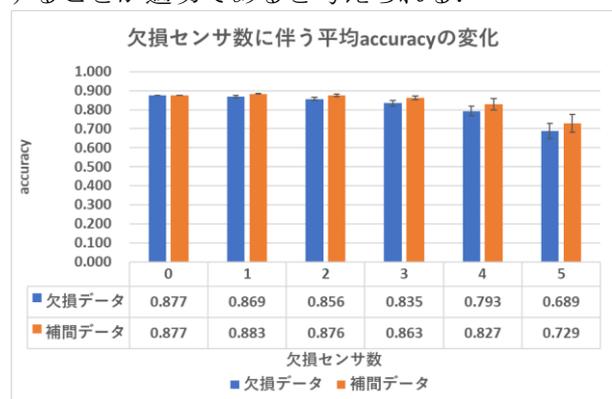


図3 欠損センサ数ごとの平均 accuracy

5. まとめ

本研究では, 保育業務における保育行動の認識について, 欠損センサデータ補間技術の有効性を明らかにするとともに, 適切なウェアラブルセンサ装着数とその装着位置の調査を行った。

実験の結果, 補間技術を用いることでセンサ数を3個に限定した場合においても6個のセンサを使用した場合と同等の認識精度を得られることがわかった。また, この時センサは, 左右どちらかの手首, 足首に1つ, および, 背中に1つずつ装着するのが適切であることがわかった。

謝辞

実験にご協力賜りました椋山女学園大学附属椋山こども園の保育士の皆様, 実験やラベル付け作業にご協力賜りました椋山女学園大学教育学部子ども発達学科初等中等教育専修石橋ゼミ田尻萌乃様に深く御礼申し上げます。

参考文献

[1] Chengshuo Xia, Yuta Sugiura. "Wearable Accelerometer Optimal Positions for Human Motion Recognition", 2020 IEEE 2nd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech), pp. 19-20
 [2] 石田義人, 多田剛史, 大村廉, "行動認識におけるGANを用いた欠損データ補間手法の性能評価", マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム, pp. 277-283