

パッシブセンサーと画像を用いた個人識別型行動追跡法 - 保育所における幼児活動記録への適用を目指して -

小川 真生[†] 新谷 公朗^{††} 坂東 敏博[†] 金田 重郎[†] 柳田 益造[†]

[†] 同志社大学大学院工学研究科 知識工学専攻

^{††} 常磐会短期大学 幼児教育科

1 はじめに

少子化が深刻な社会問題となっている今日、「子育て支援」は、社会福祉の枠を越えた国家的重要課題であり、保育所はその中核を担う組織である。そして、保育時間の延伸と言った保育形態の多様化のみならず、子育て支援を目的として、IT ツール (Web カメラ・Eメール等) を用いたサービスの保育所への導入が始まっている。

本稿では、保育所において作成が義務付けられている「保育記録」の自動作成を最終目的として、幼児の行動追跡法 (保育記録作成に十分な制度の位置検出法) を検討する。室内での位置検出法としては、無線タグや PHS を用いた手法が知られている [1]。しかし、著者らによる保育所園長へのヒアリングでも、電波等が幼児に与える影響への危惧が指摘されている。

そこで、電波・超音波・赤外線などを一切利用しないパッシブセンサー¹による位置検出手法を提案する。具体的には、動画処理により幼児を含む複数の移動体の動きを検出し、幼児が装着した加速度センサーの情報とこの動画処理の結果を照合し、各幼児を個人特定しながら、その位置を推定する。

2 パッシブセンサーによる位置検出手法

2.1 高精度位置検出の必要性

保育記録は、幼児ひとりひとりの1日及び週単位の行動記録であり、保育士が作成する。「何時から何時までお散歩」といった活動内容や「今日は昨日とちがって元気に遊んだ」といった幼児の生活の様子が記録される。いわゆる「連絡帳」は、保育記録から抜き出して書かれることも多い²。

¹ センサー分野では電池を持たないタグをパッシブタグと呼ぶが、本稿では、外部に一切エネルギー放出しないものを「パッシブ」と呼ぶ

保育記録を自動生成/作成支援するには、下記の2つが必要である。

- ・ 「寝ている」、「散歩している」、「走っている」など、幼児の動作の判定
- ・ 「～ちゃんと遊んでいた」といった情報を得るために十分な精度の位置検出

前者では、高齢者等に用いられる加速度センサー等を用いた行動種別判定技術を適用できる可能性がある。後者では、超音波や電波を利用した、部屋の中での位置決めの手法が MIT 等により提案されている [2]。しかし、保育現場への適用を考えた場合、電波等の利用は現場の理解が得られない恐れがある。そこで、本稿では、エネルギー放出を利用しない高精度位置検出を考える。

2.2 提案手法

天井に設置した TV カメラ画像からの動画処理を用いて、幼児 (移動物) の位置 (あるいはマーカー) を抽出する。ただし、動画処理のみでは、そこに移動体 (幼児) が存在することは分かっても、個人は識別できない。そこで、動画処理により得られた移動体の位置情報と、各幼児が装着している加速度センサーから得た情報を照合し、幼児の個人識別を行なう³。

3 実験

提案手法の可能性を探るため、被験者 5 人に縦 (Y軸) 約 4m、横 (X軸) 約 6m の範囲内を動き回ってもらい、その中の 1 人には加速度センサー⁴を

² 保育士が幼児ひとりひとりに対して日々作成した後、園長の決済を受ける。中長期の個々の幼児に対する保育計画策定に利用されるのみならず、国による保育所への「第三者評価」導入により、保育記録は、保育士による「子育て支援」のためのひとつの手段として、重要性を増して行くと考えられる。

³ パッシブ性を保つためには、加速度センサーのデータは、メモリに蓄え「お帰し」時に回収する。

⁴ NEC-TOKIN 製 3D モーションセンサー MDP-A3U7 を利用。

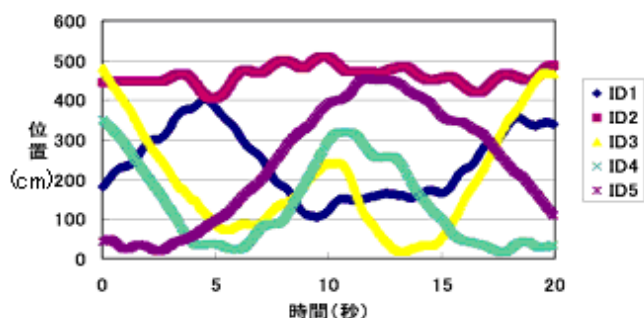


図1 マーカートラッキング処理結果

(移動体位置に相当する2次元座標の中で、カメラ画面上での横方向座標のみを図の縦軸として示した。横軸は時間経過である)

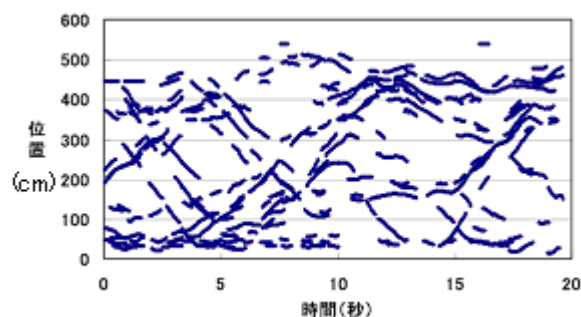


図2 フレーム間差分による移動体抽出結果

(移動体位置に相当する2次元座標の中で、カメラ画面上での横方向座標のみを図の縦軸として示した。横軸は時間経過である)

腰に装着させた。そしてセンサーの出力データと映像データとの照合結果から、センサー装着者を特定した。動画像処理による移動体抽出については、1) マーカートラッキングを用いる場合、2) マーカーを用いない自然画像から行なう場合、の2方式を比較検討した。

3.1 マーカートラッキングによる位置検出

マーカートラッキングでは市販のマーカー追跡ソフトを用いて移動体の位置を検出した。図1は5人の被検者(ID1~ID5)に対する、それぞれのマーカーのトラッキング結果を、カメラ画像の水平位置座標(X軸方向)に関して示したものである。ID1がセンサー装着者である。頭等によってマーカーが隠れない限り、トラッキングは確実である。

3.2 動画像処理による移動体抽出

マーカー等の特別な道具を用いずに、自然画像のフレーム間差分処理によって移動体を検出する方法である。何も装着しなくてすむため、保育

現場での運用上は魅力的な方法であるが、幼児が停止すると検出できない。今回は

- ・ フレーム間差分による背景画像からの移動部分の抽出
- ・ フレーム毎の2値化と連続領域の抽出
- ・ フレーム内での連続領域の重心座標計算
- ・ 10フレーム以上連続して、近傍位置に連続領域ありとしてラベル付けできた領域のみを移動体として抽出

といった処理を行なった⁵。なお、このままでは、幼児1人が必ずしもひとつの連続体としては取り出せる保証がない。抽出結果の例を図2に示す。

3.3 センサー出力のカメラ座標への変換

今回使用したセンサーは、水平状態からの傾き度合いを示す姿勢角センサーとしての機能を持ち、センサー座標をオイラー角(Z-Y-X座標)で出力する。センサー座標はカメラ座標に変換する必要があるが、座標変換の際、重力加速度の除去が必要である。しかし、このセンサーでは構造上、加速度の検出は2軸である。そこで、センサー座標でのZ軸はカメラ座標の奥行き方向の軸(鉛直方向)とほぼ等しくなるように保ち、Z軸方向の加速度は1G(重力加速度)と仮定した。

図3はセンサー装着者(図1のID1)のX軸方向の加速度データを、カメラ画像の横軸(X軸)に変換した加速度変化である。センサーはかなり傾いており、歩行に伴う上下動振動の影響が大きいが図3より読み取れる。このため、実験にあたっては、鉛直方向の軸(Z軸)はできる限り動かさないように注意した。

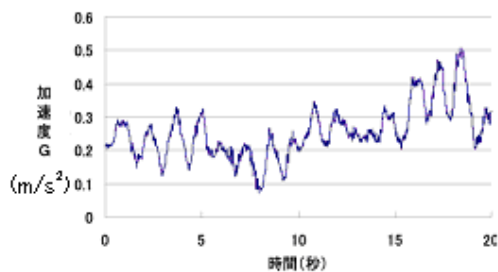


図3 ID1の加速度変化(X軸)

(カメラの横座標方向に変換後)

⁵ 今回採用した動画像処理は初歩的なものである。フレーム間差分を採用して、移動平均を背景画像とする背景画像との差分は採用していないが、深い意味はない。

4 センサーデータと動画像処理結果との照合

4.1 センサーデータとマーカートラッキング処理データとの相関

センサーから得た加速度データと、マーカートラッキング結果から計算した加速度データとの相関を取った結果を表 1 に示す。マーカーを利用すれば、移動位置をほぼ正確に出せるため、センサー装着者 (ID1) の X 軸 (カメラ座標横軸) の加速度データで比較的相関値が高い。しかし、Y 軸 (カメラ座標縦軸) の照合は失敗している。これは、被験者に、Y 軸方向は一定の速度で、加速度が小さい動きをするようにあらかじめ頼んでおいたためと考えられる。

表 1 加速度センサーデータとマーカートラッキング処理データとの相関

	X	Y
ID1	0.5588	-0.1651
ID2	-0.0580	-0.3579
ID3	-0.0059	-0.1254
ID4	0.0472	-0.0923
ID5	0.0631	0.0153

4.2 センサーデータと差分移動体抽出処理データとの照合

センサーから得た加速度データと、フレーム間差分からの動画像処理により得た位置情報との抽出はより難しい。照合性能を上げるため、相関係数に連結領域を追跡したフレーム数を乗じた⁶ものを利用した。図 4 は図 2 の結果を加速度センサーの情報と照合したものである。照合は加速度を利用している。参考のために、加速度センサーを装着している ID1 の被験者のマーカートラッキング処理結果をあわせて表示している。「正解」の部分もあるが、センサーノイズの影響か、異なる動きを正解としている部分もある。

図 4 より、マーカーを用いない動画像処理 (ここでは、フレーム間差分による移動体抽出処理) データとマーカートラッキングの照合による位置検出の可能性が感じられる。しかし図 4 を見ても、移動体が一定の速度で動き、加速度が小さい場合、照合は難しい。今後の検討課題である。

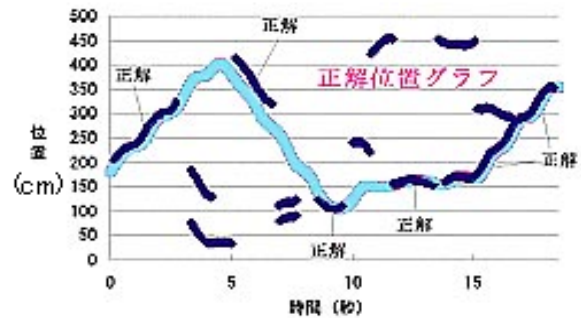


図 4 フレーム間差分による移動体抽出処理と加速度センサーとの照合結果

(カメラ画像横軸座標のみを示す。)

5 まとめ

実験結果から見ると、パッシブセンサーと動画像による個人特定の可能性が期待できる。マーカーありの動画像処理との組み合わせが現実的である。マーカーは、同じものを各幼児に装着すれば良く、幼児教育現場での運用容易化の観点からも許容できる。ただし、自然画像からの移動体抽出は、マーカー不要である。一方、実験に用いたセンサーは加速度が 3 軸中 2 軸しか測定できない。今後実用性を深めるため、これらの点を改良しながら、複数人がセンサーをつけた状態での実験を行い、現場での保守性に優れた「マーカーなし動画像処理との照合による位置検出・個人特定」の可能性を探って行きたい。

参考文献

- [1] 保育に生かす記録・保育所保育業務の効率化に関する調査研究より、日本保育協会「無線タグシステムを用いた幼児の行動記録について」
http://www.nippo.or.jp/cyosa/01/01_ta.html
- [2] Cricket Indoor Location System, MIT
<http://nms.lcs.mit.edu/projects/cricket/>
- [3] 全国社会福祉協議会・全国保育協議会「あなたの園の自己点検」
<http://www.gsn.jp/index.htm>
- [4] 朝日新聞「超低周波の電磁波、小児白血病発症率に影響全国疫学調査」2002年8月24日
<http://www.asahi.com/life/health/medical/K2002082400285.html>
- [5] 全日本私立幼稚園連合会九州地区会、第 14 回教師研修大会、福岡大会「無線タグシステムを用いた幼児の行動記録について」平成 13 年度
<http://www.yoiko.ed.jp/tokusyu/0108-10.htm>

⁶ データ照合において、移動体抽出の連結したフレーム長が大きいものほど、信頼性が高いことを考慮して重みをつけた。