

RFID 及び加速度センサによる子どもの交友関係の自動抽出

Automatic extraction of children's friendship relation from the integration of RFID and accelerometer

今城 和宏^{*1} 上坂 和也^{*1} 柴田 征宏^{*1} 芳賀 博英^{*1} 金田 重郎^{*1}
 Kazuhiro Imaki Kazuya Kousaka Masahiro Shibata Hirohide Haga Shigeo Kaneda

^{*1} 同志社大学大学院工学研究科
 Graduate School of Engineering, Doshisha University

Children learn to fit into society through living in a group, and their sociability is greatly influenced by their friendship relations. Although preschool teachers need to observe them to assist in the growth of children's social progress and support the development of each child's personality, only experienced teachers can watch over children while providing high quality guidance. Therefore, the authors have been proposing the method that analyzes the children's friendship relation from accelerometer sensors. But, previous method has no location information because we use only accelerometer sensors. So if two groups do the same play in different locations, members of these groups have a friendship relation. In this paper, we get area information by active-RFID. So we propose an extraction method of children's friendship relation by acceleration data and located information. The result of experimentation by a kindergarten, we could inspect the validity of our method.

1. はじめに

幼児は幼稚園や保育所等における集団生活を通して社会性を身につけるため、保育者や友達との交友関係が成長に大きく影響を及ぼしていると考えられる。また、近年問題となっている「気になる子」については、早い段階で彼ら(彼女ら)に対して適切な発達援助を行うことが効果的とも言われている。「気になる子」とは、知能の発達に遅れは見られないものの、友達と人間関係がうまく構築できない、集団に馴染めない、年齢的に未発達な部分を多く残すなどの、行動面や感情面での困難を抱えている子どもを指す。

従って、幼稚園・保育所の保育者がそれぞれの幼児に応じた保育を行うには、幼児一人ひとりの交友関係を把握しておかなければならない。しかし、1クラスに30名程度いる幼児に対して、それぞれの交友関係を日々観察することは、知識・技術だけでなく、豊富な経験が必要であり、経験の浅い保育者にとっては困難である。また、ベテランの保育者でもすべての子どもに常に付き添えないので、観察できていない部分を含む客観的な観察ができれば、より良い保育につながると考えられる。

上記の背景をふまえて、我々はこれまで幼児に活動量を記録する歩数計を装着し、そこから得られる活動量のクラスタリング結果から、幼児の交友関係を活動データという客観的な指標で分析する手法を提案してきた[Kono 05, 上田 05, 三木 05, Kumon 06, 木原 07, 柴田 08]。

しかし、従来の手法では、子どもの位置は無視して交友関係を抽出しているため、異なった位置に居ても同じグループと認識してしまい、精度低下を招いていた。また、1日のデータからの抽出精度は平均50%程度であり、交友関係の可視化には、長期間の観察が必要であった。そこで、本稿では、active型RFIDを用いて各子どもの位置情報を取得した。加えて、以前より短周期(0.05秒毎)でデータ取得を行う加速度センサ付きライフレコーダを使用し、位置情報と組み合わせて1日分のデータで交友関係抽出を行う手法を提案した。そして幼稚園に協力し

ていただき、社会実験を行った。その結果、従来手法より精度の向上が見られ、有効性を検証することができた。

以下2章で従来の手法の概要とその課題を述べる。3章では本稿で提案する手法について述べる。4章では提案手法を実装し、幼稚園で社会実験を行った結果を述べる。5章では考察を、6章では結論を述べる。

2. 従来手法

2.1 概要

従来手法[Kono 05, 上田 05, 三木 05, Kumon 06, 木原 07, 柴田 08]では、5歳児を対象として、4秒毎に活動量を記録する歩数計(ライフレコーダ EX4 秒版 スズケン社)を幼児に装着し、登園時から降園時まで幼児の活動量を記録した。そして、得られたデータのうち、幼児が相手を自由を選んで行動できるため、交友関係が最も現れると考えられる「自由遊び」の時間に着目し、該当する時間帯のデータをクラスタリング手法によって分析した。そして長期間の分析結果より、子どもの交友関係の広さや深さ(図2.1)を抽出し、「気になる子」等の分析を行っていた。

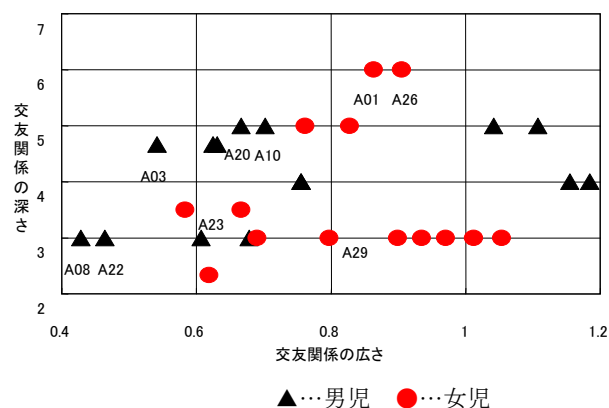


図 2.1: 子どもの交友関係の広さと深さ

連絡先: 今城和宏, 同志社大学大学院工学研究科,
 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3, 0774-65-6979
 kimaki@ishss10.doshisha.ac.jp

2.2 課題

しかし、従来の手法には、以下の問題点が存在していた。

- 位置情報の欠如
歩数計が示す活動量のみであったため、位置情報を無視して活動波形のみで交友関係の分析を行っていた。結果として、全く別の位置にいるグループが同じような遊びをしていた場合、活動波形が似ているため、交友関係があると誤認識してしまい、精度が低下していた。
- 交友グループの出力が不可能
一日の交友関係の分析精度が平均 50%と低く、1日の分析結果はクラスタリング結果によるデンドログラムのみであったため、従来手法では長期間のデータを用いた交友関係の広さと深さを出力していた。しかし、長期間の分析結果だけでなく、1日分のデータにより、1日の交友グループを分析することは、保育者にとって支援となると考えられる。

3. 提案手法

従来手法の問題点を受けて、提案手法では、active型RFIDタグと3軸加速度センサを使用してデータを取得し、それらを基に非類似度計算を行い、1日の交友関係を可視化した。提案手法では図3.1に示した手順で分析を行う。まず、RFIDによって得られたデータを分析し、各子どもの位置を判別する。次に、加速度センサから得られる3軸加速度データを合成加速度に変換し、クロック補正・移動平均による平滑化を行う。次に2つのデータを観察記録と照合し、自由時間のデータだけ切り取って非類似度を計算する。最後に、計算された非類似度を用いて、各子どもを2次元空間に配置し、クラスタリングをして、交友関係の2次元マップを作成する。

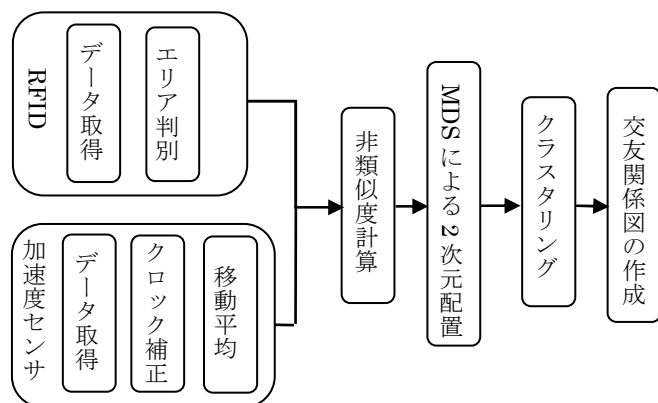


図 3.1: 本提案手法の手順

4. 評価実験

手法の有効性を検証するために、以下の社会実験を行った。

- 協力幼稚園 : A幼稚園
- 観察日 : 2008年12月11日
- 観察対象クラス : 5歳児30名(男児8名, 女児22名)

ただし、対象人数に関しては観察中、使用デバイスに不具合が発生したため、6名分のデータが取得不可能であった。また、1名遅刻したため、今回は23名分のデータで分析を行った。

この条件の下、データを採取した。また並行して、後の精度検証のために保育者とは別に観察者を数名置いて、1日における保育内容とそれぞれの保育の期間、及び子どもの活動や交友状況を詳細に観察・記録した活動記録表を作成した。

4.1 データ測定

本稿で用いたRFIDは、RF Code社のRFIDシステムを採用した。これは、アクティブRFIDタグMANTIS Tag、電波受信機SPIDER V READER及びMANTIS SSI READER、制御ソフトConcentratorで構成されている。タグはIDデータを静止時に7秒毎、移動時に1秒毎に発信する。受信機はタグが発信する電波よりIDと受信感度を測定し、制御ソフトが複数の受信機を管理している。ここで得られる受信感度は、SSI値というマイナスデシベル値である。RFIDタグの大きさは6cm×3cm×1cmで、重量は16gである。

また、加速度の測定には、日立製作所のライフレコーダであるAir Senseを使用した。大きさは4cm×5.5cm×1.6cmで、重量は36gである。先ほどのRFIDタグと合わせても非常に小型で軽量であり、子どもの行動には影響を及ぼしていないと考える。3軸加速度センサを内蔵しており、性能は3軸とも±2Gまでを0.05秒間隔で計測でき、精度は12bitである。今回の実験では、センサは子どもの腰に装着しており、激しい動き等によってセンサが傾いていることを考慮して、データとしては合成加速度に変換して用いた。

4.2 エリア判別

RFIDリーダが受信したデータは制御ソフトによって取得できる。取得したデータファイルは、タグID、受信リーダ、受信感度、発信状態(静止時か移動時)が時系列に並べられている。これらのデータから、エリア判別する方法について述べる。

まずは、RFIDリーダを図4.1の位置に設置した。RFIDリーダの受信範囲は6m程度であり、この幼稚園の壁の素材であるコンクリートは通過しないことから、幼稚園をこのように8つのエリアに分割する。エリア8以外は室内であり、エリア8は運動場である。各リーダは、受信範囲内にいる各タグが静止時に7秒毎、移動時に1秒毎発信しているデータを取得している。

次に各リーダが受信したデータを基に、各タグがどのエリアに居るかを判別する。静止時に7秒毎に発信することから、10秒毎にどのエリアに居るかを判別することに決定した。手順としては、タグごとに、各リーダが受信したデータを全て時系列に並べて、10秒毎にまとめる。そしてその間で最も低いSSI値を受信したリーダ、つまり最もタグが近い位置に存在したリーダのエリアに居ると判別する。この際、リーダとタグの間が同じでも、移動時と静止時に発信されるデータのSSI値に違いがあり、移動時のSSI値の方が5程度低かったという検証結果により、静止時のSSI値を-5補正した。

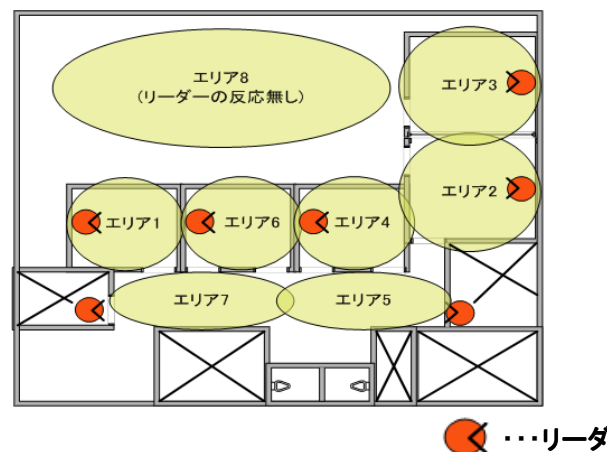


図 4.1: エリア分割

4.3 データ処理

ライフレコーダによって得られたデータを類似度計算可能するための処理について説明する。

今回用いたライフレコーダはクロックを手動で設定するため、各デバイスに数秒のズレが存在し、そのままでは影響を与えるため、クロック補正を行った。提案手法では、観察前と観察後に、すべてのライフレコーダに対して、同時に振動を与え、その時の加速度を目安に各ライフレコーダの同期をとる手法を採用した。

クロックは電波時計とのズレがもっとも微小であった子どものライフレコーダをマザークロックとし、このクロックを基準として他のクロックのズレを検出した。図 4.2 の上段は観察前に特定の振動を与えたときの加速度のグラフであり、縦軸は加速度(mG)、横軸は時間である。この加速度の 5 つの振動の最初のピーク時刻のズレを検出し、マザークロックとの差を数値化し補正したものが下段である。

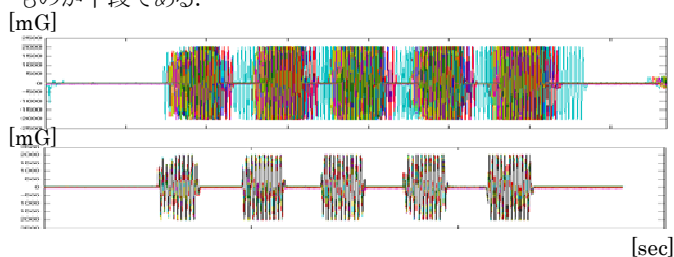


図 4.2:クロック補正前(上)と補正後(下)

また、合成加速度データは、波形で見ると、行動した際に非常に起伏が激しくなり、そのまま使用する場合、類似度計算が難しくなる。また、クロック補正に平行移動法を用いているため、多少の誤差が考えられ、少しのデータのズレが分析結果に影響を与える可能性がある。そのためスムージング処理を行った(図 4.3)。縦軸は加速度(mG)、横軸は時間である。今回はいくつかのクラスタリング結果より、スムージング幅は 0.25 秒が妥当と判断し、処理を行った。

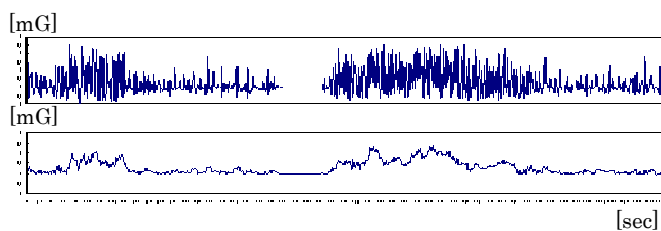


図 4.3:スムージング前(上)とスムージング後(下)

4.4 交友関係図の作成

前節までに行った処理データを用いて、子ども同士の交友関係を数値化する。判定基準には、類似度や非類似度を考える必要がある。類似度が大きいもの、また、非類似度が小さいものは似ていることを示す。本手法では非類似度を考える。本手法では、増減のパターンを考慮する Pearson の積率相関係数を用いて非類似度を計算し、比較する。その際に、以下に示す手順で、RFID データによるエリア情報を用いて重み付けを行う。

[STEP1] ある子どもを基準として、他の子どもと同じエリアにいた時間帯(10 秒間毎)を抽出する。

[STEP2] その取得された時間帯の合成加速度データを用いて、Pearson の相関係数を求める。一緒に居なかった時間帯については、同様に 10 秒間毎に区

切るが、合成加速度は用いずに非類似度に変換した場合に最も遠い値である 2 とする。

[STEP3] Pearson の相関係数を非類似度に変換する。
(非類似度=1-Pearson)

[STEP4] それらを合計・平均し、子ども同士の非類似度とする。

上記の手順で非類似度を算出し、その類似度データを基に非計量 MDS によって 2 次元上に配置する。配置結果は図 4.4 の左図である。これは類似を基にした子どもの位置なので、軸に意味はない。この図からは、大きく分けて 3 つのグループに分けられる。これを観察記録と照合した結果、右図のように、グループ 1 は運動場で活動的に遊んでいた子ども達、グループ 2 は室内で比較のおとなしく遊んでいた子ども達、グループ 3 は検証用として、遅刻で間に合わなかった子どものセンサを装着した観察者(特にどの子どもとも交友の無かった)ことが分かり、非計量 MDS によって、どのような行動をとっていたかが大まかに判断することが可能であると示された。

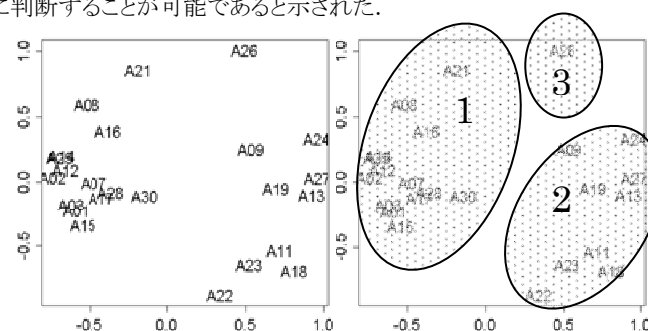


図 4.4:類似度データを 2 次元配置した結果

次に、図 4.4 のように 2 次元空間に再配置された関係情報を用いてクラスタリングを行う。手法は、従来研究同様、2 つのクラスターを併合したとき、群内平方和の増加量が最小となる 2 つのクラスターを併合する Ward 法を用いた。クラスタリングの分析結果から 8 つのグループを作成したものが図 4.5 である。グループ数は、心理学者パーテンが提唱したパーテンの幼児遊びの分類を参考にしている。パーテンによれば、5 歳児の交友関係の広さは 3~5 人である。従って、1 グループの人数を平均値である 4 人と設定し、今回の 5 歳児クラスを分析するために、グループ数を 8 つと設定した。この結果を、観察者によって作成された観察記録と見比べてみると、グループ 1, 2, 3, 8 は女子グループであり、グループ 5, 6, 7 は男子グループである。それぞれのグループ内では、自由時間で共に行動しており、交友関係があった。そして、グループ 4 は観察者(交友関係のない子ども役)であった。このことから、今回のクラスタリング結果は交友関係を判断する上で意味のある測定結果になったと言える。

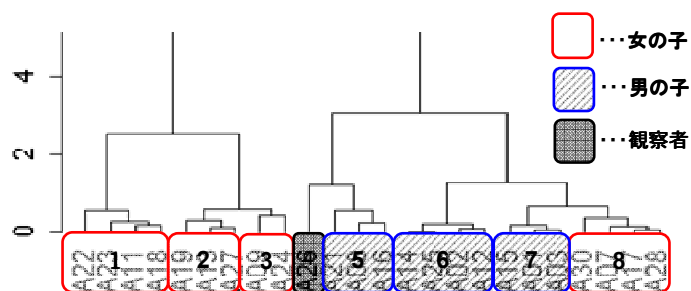


図 4.5:クラスタリング結果

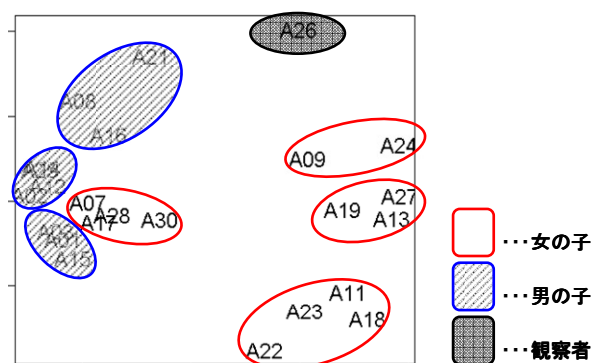


図 4.6: 交友関係図

最後に、クラスタリング結果を 2 次元配置図にマッピングした交友関係図が図 4.6 である。

4.5 評価

今回、評価として、交友関係を以下の 4 つの手法で分析し、観察記録との照合結果を比較して検証した。なお、クラスタリング及び MDS に使用する非類似度データはそれぞれ同じものである。

1. 位置情報なし・クラスタリングのみ (従来手法)
2. 位置情報あり・クラスタリングのみ
3. 位置情報なし・MDS の後にクラスタリング
4. 位置情報あり・MDS の後にクラスタリング (本提案手法)

なお、今回の実験で、観測する予定の 1 人の子どもが遅刻で自由時間に間に合わなかったため、検証用として A26 のセンサを我々観測者の 1 人に装着させ、自由時間を行動してもらった。この観測者は子どもとほとんど交友がなかったため、交友関係が正しく抽出されているかの判断に用いた。交友関係抽出結果と、観察記録との照合をした一致率が表 4.1 である。

表 4.1: 手法別の一致率

手法	クラスタリング		MDS+クラスタリング	
	なし	あり	なし	あり
一致率	60%	65.9%	59.7%	70.8%
A26 検出	不可能	不可能	不可能	可能

以上の結果より、RFID を用いて位置情報を取得することによって、従来の問題点であった別の場所で同じ活動をしていたら交友があると判断する問題を解消でき、交友関係の抽出精度向上における有効性が確認できた。

そして非類似度からの交友関係を、MDS を用いて抽出することによって、交友関係が視覚的に分かりやすくなるだけでなく、従来手法と比較して、交友関係が高精度で検出でき、ほとんど交友関係のない子ども(気になる子である可能性の高い子ども)も抽出することが可能となることが判明した。

5. 考察

5.1 観察期間の不足

本来、本研究は従来研究同様、長期間の観察を行い、提案手法の有効性を検証する予定であった。しかし、問題が生じ、1 日のみの観察となった。そのため、提案手法の有効性が、今回の観察のみに依存してしまっている可能性が低いとは言えない。また、交友グループを 2 週間以上の短期連続結果や、4 月から

1 ヶ月置きにとるなどの長期間隔結果を取得することによって、より保育者にとって支援できる結果が得られると考えられる。

5.2 非類似度計算手法

本稿では、従来研究同様、Pearson の相関係数を用いて非類似度を算出している。しかしデバイスの高性能化に伴い、同クロックでの子ども同士の合成加速度の波形増減を考慮する相関係数を用いると、1 つの遊戯を交互に遊ぶ場合(滑り台や鉄棒など)に合成加速度のピークがずれてしまい、相関係数が低くなり、交友関係の抽出精度が低下するという問題がある。これを解決するには、取得した加速度データに Wavelet 解析やフーリエ解析等の周波数解析を行い、RFID データによる位置情報と組み合わせ、子どもの活動内容を時系列毎にある程度把握し、近い位置にいて同じ活動内容の場合に非類似度が低くなるような算出方法を考案する必要がある。

6. まとめ

本稿では、ライフレコーダ及び RFID を用いてデータを取得し、それらを基に自由遊びにおける子どもの交友関係を非計量 MDS 及び Ward 法によるクラスタリングによって可視化した。3 軸加速度データは合成加速度データに変換し、時間の誤差を最小限にするために前後 0.25 秒のスムージング処理を行ったデータを用いた。また、従来の問題点であった位置情報については、active 型 RFID を用い、10 秒間毎に各子どもがどのエリアにいるかを判別した。そして、MDS を用いてからクラスタリングを行い、交友関係を抽出することによって、従来手法では不可能であった 1 日の交友関係図を作成でき、精度も向上した。この分析結果と保育者の目による観察を組み合わせれば、子どもの交友関係をより詳細に把握でき、子ども一人ひとりの特性に応じた質の高い発達援助が可能になると考えられる。

しかし、今回の手法ではいくつかの改善すべき点が存在する。今後の課題としては、非類似度計算の見直し等が挙げられる。

参考文献

- [Kono 05] Kono, A., Shintani, K., Ueda, M., and Kaneda, S.: NEW CHILDHOOD OBSERVATION METHOD BY ACTIVE MASS, in Proc. of the 4th IASTED International Conference on WEB-BASED EDUCATION, pp. No.461-812 (2005)
- [上田 05] 上田真梨, 三木紀佳, 糠野亜紀, 新谷公朗, 金田重郎: 保育者の気づきを喚起する行動量に視点をおいた観察手法の提案-歩数計とクラスター分析を用いた発達段階の自動抽出-, 情報処理学会・第 67 回全国大会論文集, pp. No. 5A-1 (2005)
- [三木 05] 三木紀佳, 九門さほ, 糠野亜紀, 新谷公朗, 金田重郎: 子どもの活動量を基にした観察手法の提案, 電子情報通信学会知能ソフトウェア研究会資料(2005)
- [Kumon 06] Kumon, S., Kohno, A., Shintani, K., Kaneda, S., and Haga, H.: Research for Analysis of Companion Relation Based on Measurement of Action, in Proc. of PECERA 7th Conference, pp. 168-169 (2006)
- [木原 07] 木原真哉, 糠野亜紀, 新谷公朗, 芳賀博英, 金田重郎: 活動量のクラスタリングに基づく子どもの交友関係の自動抽出, 情報処理学会第 69 回全国大会, 2M-6 (2007)
- [柴田 08] 柴田征宏, 勝木琢也, 糠野亜紀, 新谷公朗, 芳賀博英, 金田重郎: 活動量に基づく幼児の交友関係の抽出, 第 22 回人工知能学会, 3G3-8 (2008)