

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500149

研究課題名（和文）センサを用いた行動分析と幼児教育分野への適用

研究課題名（英文）Behaviour analysis using sensing devices and its application to early childhood education

研究代表者

芳賀 博英（HAGA HIROHIDE）

同志社大学・理工学部・教授

研究者番号：30268114

研究成果の概要（和文）：本事業では、モーションセンサ等のセンシングデバイスを用いて、幼児の集団行動の分析を行うことを目的とした。当初は日本と外国の幼児の集団行動の比較分析を行う予定であったが、共同研究先の都合で実施できなくなった。そこでセンシングデバイス技術を他の分野に応用した。絵本の読み聞かせを通じた幼児の興味の測定法や、素話（すばなし）という、絵本等の道具を使わない読み聞かせ活動を通じた集中度の測定法などを確立した。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research project is to establish the method of behavior analysis of children. The original plan was the comparison of activities between Japan and other countries. However, because of the personnel accident of partner institute, international comparison became impossible. Therefore, we tried to apply the method established in this project to other childhood education fields such as reading picture storybooks to children (YOMIKIKASE) and story telling without any tools (SUBANASHI). We established the method to measure the degree of interests and that of concentration to the books and story.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，知能情報学

キーワード：知識発見とデータマイニング，比較教育

## 1. 研究開始当初の背景

子どもは幼稚園や保育所などにおける集団生活を通して社会性を身につけるが、そこには他者との交友関係が大きく影響していると思われる。また、近年、問題となっている「気になる子ども」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。従って、

保育所・幼稚園の保育者がそれぞれの子どもに応じた保育を行うには、子ども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20数名の子どもに対して、それぞれの交友関係を日々観察する作業は、経験年数の浅い保育者にとって必ずしも容易ではない。また最近では核家族化と子どもの数の減少から、幼児のころに家庭内の社

会的体験が減少し、その結果幼稚園や小学校などの集団の中に上手くとけ込めないということが起こっている。特に協調しているようなことを行うという能力の未発達な子どもの数が増えている。これらの問題に対して、教育学、保育学、社会心理学などの領域から研究がなされているが、保育・教育の基礎となるデータの収集、例えば集団の中での仲間意識の変化や集団行動の分析などは、機械化が進んでおらず、基本的には人手で行われている。これらの作業は膨大な人手と手間とコストがかかり、大規模なデータの収集と解析時間の短縮が大きな課題となっている。

## 2. 研究の目的

これまで4秒ごとに測定可能な歩数計に記録した加速度センサの加速度データから得られる活動の程度を0から9までの10段階の整数値として表した活動量に基づき、クラスタリングを用いて交友関係を分析する手法を既に提案している。さらにクラスタリングの結果に基づき、交友関係の広さと深さを表す指標を提案し、それらを算出することによって、「気になる子ども」の抽出に成功した。しかし歩数計から得られる活動量という1次元のデータだけでは、子どもの詳細な活動状況を把握することには限界があった。例えば歩いている場合を考えると、左右別方向に歩いていても、活動量としては同じパターンを示す。これでは行動、特に協調行動の分析は難しい。つまり歩数計という1次元データしか取れないデバイスだけでは、解析に限界があることが明らかになった。そこでより詳細な計測が可能なセンサを用いて子どもの行動を分析し、それによって解析精度の向上と高度なサービスの提供の実現を目指す。

## 3. 研究の方法

(1) 3次元の加速度を計測できる加速度センサを用いて、装着者の行動と加速度データの照合を行い、活動と加速度データ間の関係を表すルールを抽出し、そのルールを用いて加速度データから装着者の行動を推測する手法を確立する。その後この手法を用いて、ソシオグラムの自動生成を行う。自動生成に必要な補助的データとして、画像データとRFIDを活用する。このソシオグラムを継続的に作成することにより、集団の中の仲間関係の変化の可視化手法を確立する。

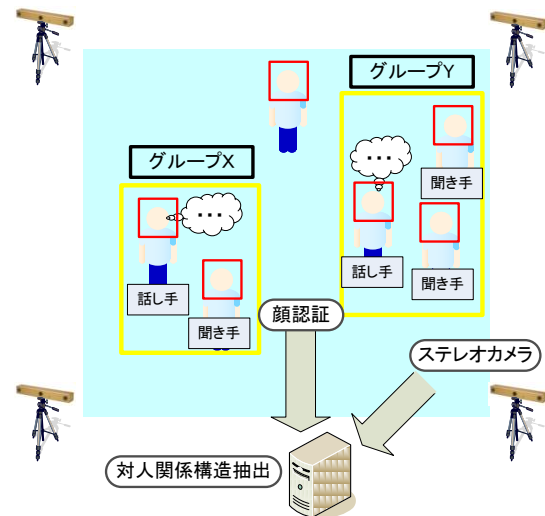
(2) 動作以外のセンシングをおこなうために、撮影されたシーンの中にあるオブジェクト(顔等)の奥行きが検出できる3次元カメラ(3Dカメラ)を用いて、被験者の顔や頭の動きを検出し、そこから興味の度合いや集中度を表すパラメータを検出する。それらの結果から、被験者の集中度を測定する。

(3) 顔の表情や視線を検出できるソフトウ

エア OKAO VISION を用いて、被験者の視線を検出し、そこから興味や集中度を表すパラメータを同定し、そこから興味の度合いの変化を計測する。

## 4. 研究成果

(1) ソシオグラムの自動生成については、ほぼ当初の目的を達成した。センシングデバイスで検出できる非言語行動(姿勢、目線など)から、対人関係を抽出するシステムを構築した。本システムは、3Dステレオカメラと顔認証ソフトウェアを利用して、視線、対人距離、顔面表情の3つのパラメータを用いて、対人関係を推測する。



具体的には顔面表情のうちの笑顔度  $d$  から計算された親密さ  $w$  と対話や対人距離から計算された親密度  $e$  を用いて、被験者  $i$  と  $j$  の関係度を次のように定義した。

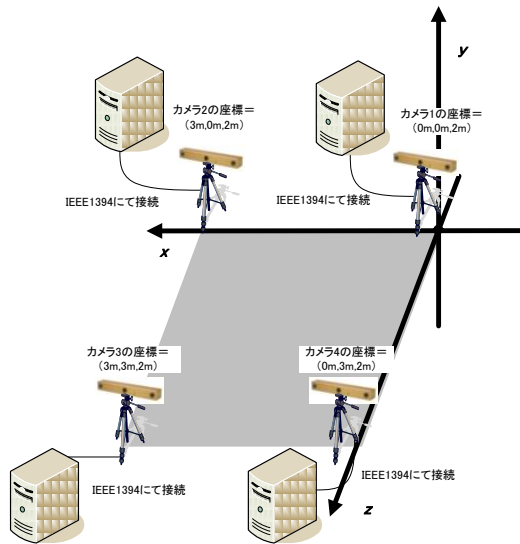
$$a_{ij} = e_{ij} * w_{ij} (e_i + e_j) + a_{ij}$$

但し  $i$  と  $j$  は個々の被験者を示すインデクスである。これをすべての被験者について計算して、以下のような関係行列を作成する。

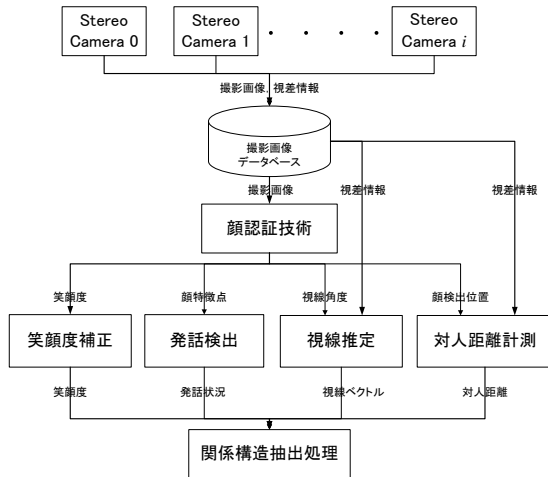
$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & \cdots & a_{1(n-1)} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & \cdots & a_{2(n-1)} & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots \\ a_{(n-1)1} & a_{(n-1)2} & \cdots & \cdots & a_{(n-1)(n-1)} & a_{(n-1)n} \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & \cdots & a_{n(n-1)} & a_{nn} \end{bmatrix}$$

この関係行列を可視化(visualize)することによって関係を表す。

実際に構築したシステムでは、4台のステレオカメラを接続したサーバーマシンを4隅に配置した擬似的な部屋を構築した。

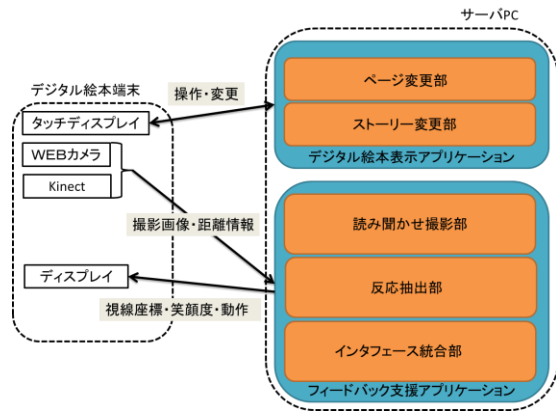


これらのシステムを稼働して、以下の処理手順でパラメータを取得した。



これらのシステムを用いて作成したソシオグラムとソシオプロフィール法および間隔尺度ソシオメトリックテスト法で作成したソシオグラムを比較したところ、ソシオプロフィール法と提案手法の編集距離は1で、間隔尺度ソシオメトリックテスト法で精製されたソシオグラムとの距離は5となった。この結果から、本提案手法はソシオプロフィール法とほぼ同等の能力を有する事が明らかになった。

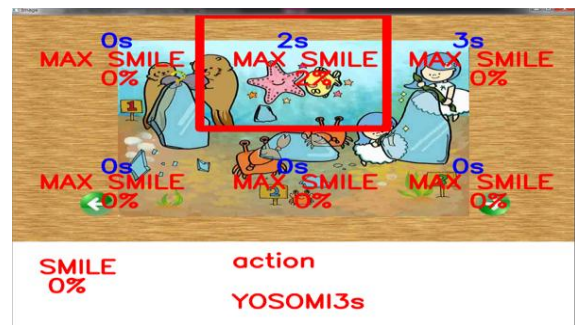
(2) 興味度の集中度の測定については、Webカメラとマイクロソフト社の KINECT を用いて、システムを構築した。システムは利用者（幼児）に見せるデジタル絵本表示アプリケーション部分と、集中度を測定し、それに基づいて適切なフィードバックアクションを生成するフィードバック支援アプリケーション部からなる。



実際に作成したシステムは以下の通りである。右のディスプレイにデジタル絵本が表示される。幼児用のディスプレイの下には、幼児の表情をとらえるためのwebカメラが設置してある。また後方にあるのは、幼児の動作をとらえるための KINECT センサである。また左にあるディスプレイは保護者にいるるな情報を提示するためのディスプレイである。



これらの機能を使って計測した情報は、以下のようなインターフェースで表示される。

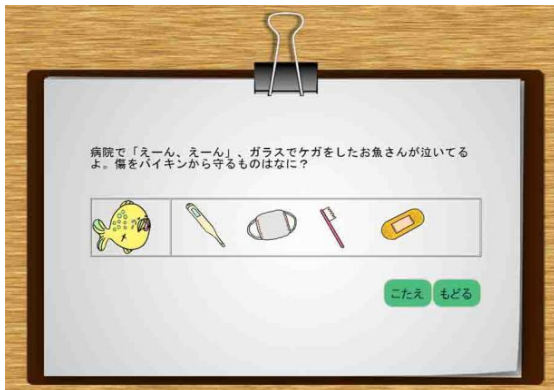


この画面で現在の視点、各領域の注視時間、笑顔度、最大笑顔度、現在の動作、よそ見の累計時間等が表示される。これらの情報を見

て、話者は話し方等を臨機応変に変更する。また、幼児の注視の度合いに応じて、絵本をマルチストーリー化する技術を実装した。例えば、以下のような画面が表示されたとする。



この時、真ん中左の魚のアイコンにはドリルがリンクされている。そして幼児がこの魚を注視したことを検出したら、自動的にドリルパートに移行する。



子どもは、自分の興味を持った部分に関するドリルであるので、単純に与えられたドリルよりも積極的に取り組めると考えられる。評価実験の結果、効果があることが認められた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

- (1) Hirohide Haga, Shigeo Kaneda, Aki Kono, and Kimio Shintani, Extraction of Children's Friendship Relation from Activity Level, Journal of Digital Information Management, 査読有, Vol.8, No.4, 2010, 270-275

〔学会発表〕(計12件)

- (1) 角谷隆行, 山本真吾, 芳賀博英, 金田重郎, 動画像処理を用いた人の非言語的行動に基づく対人関係構造抽出手法の提案, 情報処理学会・コンシューマ・デバイス&システム(CDS)研究会, 2012年1月19日
- (2) Hirohide Haga, Shigeo Kaneda, Mining the

friendship relation of children from the activity data, The International Conference on Informatics Engineering & Information Science (ICIEIS2011), 2011年11月14日

- (3) 角谷隆行, 芳賀博英, 金田重郎, 動画像処理を用いた人の発話状況に基づく集団の対人関係抽出手法, 情報処理学会・情報システムと社会環境研究会第115回, 2011年3月14日
- (4) 野村悟司, 上坂和也, 岩城拓郎, 高橋一夫, 新谷公朗, 金田重郎, 3Dカメラと加速度センサを用いた読み聞かせ支援システムの構築と評価, 情報処理学会・第73回全国大会, 2011年3月2日
- (5) Hideaki Nishihara, Shigeo Kaneda, Hirohide Haga, Collaborative Educational Environment using Wall-size Display, Irish Human Computer Interaction Conference (iHCI 2010), 2010年9月3日
- (6) Masanori Moriyama, Takuma Ikesue, Aki Kono, Kimio Shintani, Hirohide Haga, Shigeo Kaneda, A Method of Deriving Children's Development Tendencies using Decision Tree and Bootstrap, PECERA'10 (Pacific Early Childhood Education Research Association, 11th Annual Conference), 2010年6月26日
- (7) Kazuhiro Imaki, Kazuya Kousaka, Takahiro Mitsumoto, Shigeo Kaneda, Kimio Shintani, Aki Kono, A Concentration Analysis Approach for Storytelling using Stereo Cameras and Accelerometers, PECERA'10 (Pacific Early Childhood Education Research Association, 11th Annual Conference), 2010年6月26日
- (8) 上坂和也, 今城和宏, 柴田征宏, 三本貴裕, 小林由季, 岡田良平, 糠野亜紀, 新谷公朗, 芳賀博英, 金田重郎, 3Dカメラと加速度センサを用いた読み聞かせ支援システムの構築, 第24回人工知能学会全国大会, 2010年6月9日
- (9) 森山政訓, 池末拓馬, 糠野亜紀, 新谷公朗, 芳賀博英, 金田重郎, 保育者の主観が入った発達記録からの保育傾向自動抽出の試み, 第24回人工知能学会全国大会, 2010年6月9日
- (10) 近藤潤也, 吉田慎吾, 長谷川弘明, 金田重郎, 芳賀博英, ユーザ識別機能を持つFTIR方式タッチパネルの構築と描画アプリケーションの開発, 情報処理学会・コンピュータと教育研究会, 2010年5月22日
- (11) 金田重郎, 上坂和也, 今城和宏, 三本貴裕, 新谷公朗, 糠野亜紀, ステレオカメラと加速度センサを用いた読み聞かせに対する集中度分析手法, 情報処理学会・コンピュータと教育研究会, 2010年5月22日
- (12) Hirohide Haga, Shigeo Kaneda, Aki Kono, Kimio Shintani, Mining the friendship relation of children from the activity data, Second

International Conference on the  
Applications of Digital Information and  
Web Technologies (DIWT 2009), 2009年8月  
5日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

芳賀 博英 (HAGA HIROHIDE)  
同志社大学・理工学部・教授  
研究者番号：30268114

(2) 研究分担者

金田 重郎 (KANEDA SHIGEO)  
同志社大学・理工学部・教授  
研究者番号：90298703

(3) 連携研究者

塘 利枝子 (TOMO RIEKO)  
同志社女子大学・現代社会学部・教授  
研究者番号：00300335