

# 生体指標によるロボット - 子供遊び戦略の妥当性の評価

Evaluating the robot strategy to play with children by biomarker

岩崎安希子<sup>1</sup> 下斗米貴之<sup>1\*</sup> 嶋原宏明<sup>2</sup> 安東裕司<sup>2</sup> 日永田智絵<sup>2</sup>

アッタミムハンマド<sup>2</sup> 長井隆行<sup>2</sup> 大森隆司<sup>1</sup>

Akiko Iwasaki<sup>1</sup>, Takayuki Shimotomai<sup>1\*</sup>, Hiroaki Shigihara<sup>2</sup>, Naoki Fujioka<sup>2</sup>, Yuji Ando<sup>2</sup>,

Chie Hieida<sup>2</sup>, Muhammad Attamimi<sup>2</sup>, Takayuki Nagai<sup>2</sup>, Takashi Omori<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 玉川大学

<sup>1</sup>Tamagawa University

<sup>2</sup> 電気通信大学

<sup>2</sup> The University of Electro-Communications

**Abstract:** We have studied about the autonomous robot that plays with children. In order to elucidate strategic behavior in playing, we performed an experiment that a robot plays with a child by WoZ method in kindergarten. In this study, we analyzed the data, such as heart rate, temperature and parents' questionnaires. As the result, some significant correlations between maximum/minimum LF/HF values and some parents questionnaire items were found. This indicates that parents' subjective rating is valid to evaluate the playing. And this result suggests that the playing quality can be estimated by measured biological data from the robot. And we discuss the methodology to evaluate the playing strategy.

## 1. はじめに

本研究では、子供の遊び相手をする自律ロボットの実現を目標として、エージェントモデルを構築してきた[1~3]。その一環として、ロボットをこれまでのような自律システムとしてではなく遠隔操作システムとして用い、保育士がロボットを遠隔操作して子供の遊び相手をする調査を行った。本稿では、これまでアンケートなど主観評価が主であったロボットの言動や遊びの戦略の妥当性の評価方法を、より客観的な生体データなどによって評価する方法を検討した。

## 2. 実験

本研究では屋内で子供の遊び相手をするロボットを遠隔操作するシステムを用いて実験を行った。

### 2.1. 被験者

被験児(遊び相手)は5~6歳の幼稚園児39名(内男児25名、女児14名)とした。実験は12日間に分け、1日あたり2~4名に対して行った。

### 2.2. 手順

実験環境として、待機部屋と遊び部屋、操作部屋の3つを用意した。子供と保護者は到着後まず待機部屋に入り、受付や実験に関する説明を受けた。保護者はアンケートの記入なども行た。保育士は操作部屋からロボットを遠隔操作し、子供は遊び部屋でロボットと遊ぶ。保護者は子供と同時に入室し、入り口近くの椅子に座る(図1, 2)。

操作者は一定の保育経験がある保育士は4人おり、一日あたり1人もしくは2人が交代で実験に参加した。操作者は事前に操作練習を行った。また、ロボットと子供が初対面であることを想定し、操作者には子供の名前と性別のみを事前情報として与えた。

### 2.3. ロボット

実験には家庭用サービスロボットとして開発された多自由度を持つロボットLiPROを用いた(図3)。LiPROは身長可変であるが、今回の実験では、子供に威圧感を与えないために、床から頭頂部までおよそ105cmに設定した。上半身は7自由度のアーム2

\*玉川大学脳科学研究所

〒194-8610 町田市玉川学園6-1-1

email: shimotomai@lab.tamagawa.ac.jp

つと 2 自由度の首, 1 自由度の腰で構成されている。



図 1 実験の様子

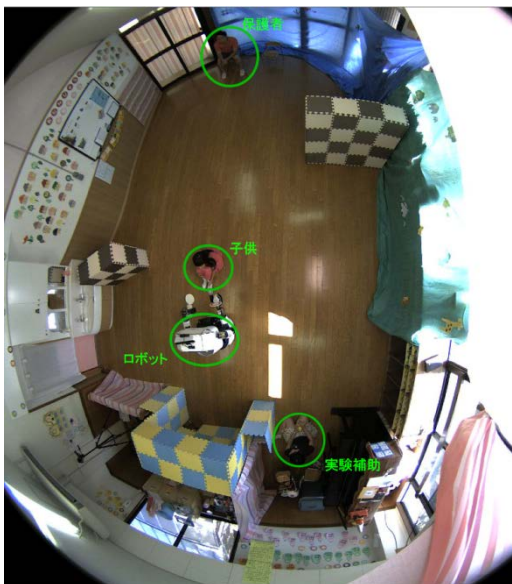


図 2 実験の見取り図

また, 下半身の全方位台車により平坦な屋内であれば, 任意の方向に自由に移動することができる。首は左右それぞれ 90 度, 上 60 度, 下 40 度の範囲で動作する。また, 頭部には視野角 120 度で 200 万画素, フレームレート 30fps を持つウェブカメラと RGB カメラ, 深度センサーを装備し, 操作者への映像の伝送や記録のために使用される。台車にはマイクが設置されており, ロボットの周囲の音声を操作者に伝える。台車前部にはレーザーレンジファインダーを搭載しており, これによって前方角度 270 度以内の物体との距離を測定した。台車後部には緊急停止ボタンを設置し, ロボットが誤動作を起こした場合には実験補助者がこれを押す。操作者からの指示を受け台車や各関節を動かす PC と, 映像の記録および伝送をする PC の 2 台の PC を搭載した。

### 2.3.1 音声発話

ロボットの発話は直接操作者の声を子供に聞かせるのではなく, 一度合成音声に変換した言葉をロボットに出力した。これはノンバーバルな情報も伝わってしまうことを避けるためである。音声認識には, Julius と Google 音声認識の 2 つのソフトウェアを



図 3 LiPRO

併用する。音声認識が間に合わない場合に備えタイピングによる補助も行った。

### 2.3.2 ヘッドトラッキング

操作者の頭部に地磁気センサーを取り付けることで, 操作者の頭部の動きを検知し, ロボットの頭部の動きと同期させる(ヘッドトラッキング)。これにより, 操作者は頭部を動かす事によって視界を制御することが可能となり, より直感的な操作を実現する。

### 2.2.3 遊びモジュール

遊びモジュールは表 1 のようなものを実装した。これらの遊びモジュールを使用せずに, 移動と発話を用いて行う遊びとして, 「かくれんぼ」と「かけっこ」の 2 つを用意する。かくれんぼでは, あらかじめ準備段階で, 室内に隠れ場所として 2 箇所障害物を設置した。

表 1 遊びモジュールの内容

遊びモジュール	内容
じゃんけん	操作者が選択した「グー, チョキ, パー」の手の形を出す。あいこの場合は続けてランダムに「グー, チョキ, パー」が選択される
○×ゲーム	予め登録した問題文の発話と, 「答えはマル(バツ)」の音声とともに, 左右の手にそれぞれ持たせた○, ×が書かれた棒を上げる動作を行う
サイコロ遊び	「サイコロを掴ませてね」と発話したあとにハンドを閉じる動作と, 掴んだサイコロを前方に落とす動作を行う
歌	合成音声によって作成された「勇気100%」「大きな栗」「幼稚園園歌」を出力する。歌は途中で停止できる
カニ歩き	ロボットが持つ左右両方のアームを制御して持ち上げ, ボタンに応じて開閉することで, ハンドをハサミのように見せかけた姿勢を取らせる
ジェスチャー	手を振るなどの動作を行う
プレゼント渡し	右アームを制御して, 前へと伸ばしたポーズを取り, 消しゴム人形の入ったカゴを掴ませることで, 子供にカゴの中身をプレゼントとして渡す
手つなぎ	ロボットが差し出した右アームを子供が掴んで引くことで, 引いた方向にロボットが移動する
あっち向いてホイ	「じゃんけん」後に, ロボットが勝った場合は「上」「右」「左」「下」の方向を選択してその方向を指す。負けた場合は操作者がトラッキングを用いてロボットの頭部を上下左右に動かす

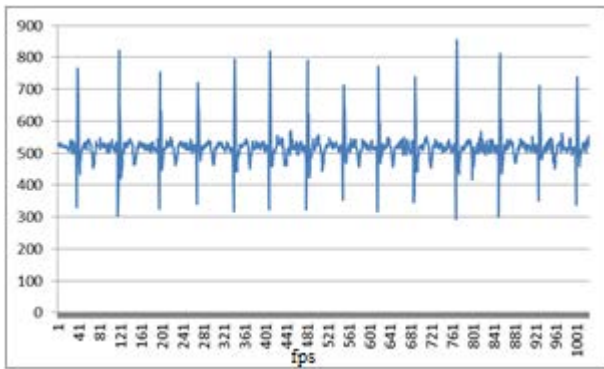


図 4 心拍の実際の測定例

## 2.4. 保護者アンケート

本実験では、実験終了時に保護者を回答者とした子供の実験時の様子、または普段の様子に関するアンケートを実施した。回答は5段階（当てはまる・少し当てはまる・どちらともいえない・あまり当てはまらない・当てはまらない）とした。

## 2.5. 生体データ計測

子供には胸部に張り付ける形式の無線心拍計を取り付けた。この心拍計は、心拍、体表温度、加速度（x、y、z 軸方向）が計測できるものである。図 4 は心拍計測の例である。本稿では心拍の分析にはストレス指標として LF/HF 値を用いた。ストレス指標は心拍のパワースペクトルの LF 成分の領域（0.05Hz～0.15Hz）と HF 成分の領域（0.15Hz～0.40Hz）の比（LF / HF）から計算されるものである。HF は呼吸変動由来の副交感神経の活動を表し、LF/HF は交感/副交感神経活動を表す。

## 2.6. TS 式幼児・児童性格診断検査

子どもの性格について、保護者が回答する形式で、質問紙法の性格診断テストである TS 式性格診断検査を実施した[4]。TS 式幼児・児童性格診断検査は、未就学児童の性格について客観的に把握し、養育上必要な配慮を判断することを目的としたものである。検査には、顕示性・神経質・情緒不安・自制力・依存性・退行性・攻撃性・社会性・家庭適応・学校適応・体質傾向の 11 項目、さらに、顕示性・神経質・情緒不安・自制力・依存性・退行性・攻撃性を総合した個人傾向、社会性・家庭適応・学校適応を総合した社会傾向の 2 項目がある。それぞれの項目の結果は 1～99 で表わされ、値が低いほど精神的に不安定であり、何らかの配慮が必要であるとされる。

## 3. 結果

本稿ではアンケートの結果と生体データの相関をとり、より客観的に子供の心的状態を推測できる指標を検討した。

アンケートと生体指標、性格検査の結果のうち、有意な相関のあったものを図 5 に示す。青い円、ピンクの円、緑の円で囲ったものはそれぞれ生体指標、保護者による子供の様子に関するアンケート、TS 式幼児・児童性格診断検査を示している。図 5 より、アンケート項目の「できるだけロボットに近づきたくないと思っていた」とストレス指標の最大値に有意な正の相関( $p < 0.05$ )、「調査中の機嫌がよかった」とストレス指標の最小値に有意な負の相関( $p < 0.05$ )があった。これはアンケートの信頼性を保証している。

## 4. 考察

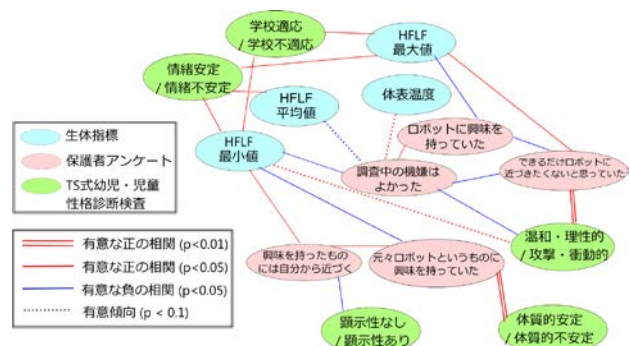


図 5 アンケートと生体指標、性格検査の相関

ストレス指標と保護者アンケートの相関では、ストレス指標の最大値と有意な相関( $p < 0.05$ )のあった項目は「できるだけロボットに近づきたくないと思っていた」「ロボットに興味を持っていた」であり、これらの項目に共通するのは子供の実験の際の様子について質問しているということである。これとは異なり、ストレス指標の最小値は「興味を持った者には自分から近づく」「元々ロボットというものに興味を持っていた」など普段の子供の性格を示す項目が関与している。このことから、ストレス指標の最大値と最小値はそれぞれ異なる性質のものを示していると考えられる。

さらに、「温和・理性的/攻撃・衝動的」とストレス指標の最小値にも有意な傾向があり、ストレス指標から性格の傾向も推定できることが考えられる。

今後仮に心拍を測りながら遊ぶシステムがあれば、子供の遊びの質や性格をモニタリングしながら遊び相手を行うことができるようになり、これを利用し

てより子供個人に合わせた行動を選択できるようになると考えられる。得られた結果から、生体データなどを組み合わせてモニタリングすることは、遊びの妥当性を評価すること方法として有効である。

## 謝辞

本研究は、科研費（基盤(C) 23500240）及び新学術領域研究「伝達創成機構 21120001」21120010、若手研究(B) 22700225 の助成を受け実施したものである。本実験に当たり、学校法人 柿の実学園 柿の実幼稚園には実験場所をはじめ実験における多大な協力を得たことを感謝する。

## 参考文献

- [1] 阿部香澄, 岩崎安希子, 中村友昭, 長井隆行, 横山絢美, 下斗米貴之, 岡田浩之, 大森隆司: 子供と遊ぶロボット: 心的状態の推定に基づいた行動決定モデルの適用, 日本ロボット学会誌, Vol.31, No.3, 2013, pp. 263-274
- [2] Akiko Iwasaki, Takayuki Shimotomai, Kasumi Abe, Tomoaki Nakamura, Takayuki Nagai, Takashi Omori: Using Robots to Estimate Children's Personalities, First International Symposium on Affective Engineering 2013, pp397-400
- [3] 岩崎安希子, 下斗米貴之, 阿部香澄, 中村友昭, 長井隆行, 大森隆司: 遊びロボットによる子どもの性格傾向の推定に関する研究, 日本感性工学会論文誌, 2013, 12, 1, pp.219-228
- [4] 高木俊一郎, 坂本龍生, 園山繁樹, 門田光司, 谷川弘治, 伊東真理: TS 式幼児・児童性格診断検査 手引き, 金子書房, 1997