

幼児行動観察からのコモンセンス知識抽出の検討

Commonsense knowledge extraction based on infant behavior observation

大谷 尚史*¹
Naofumi OTANI

山本 剛*¹
Goh YAMAMOTO

仲川 淳*¹
Jun NAKAGAWA

Heikki Ruuska*¹
Heikki RUUSKA

桐山 伸也*¹
Shinya KIRIYAMA

坂根 裕*¹ 竹林 洋一*¹
Yutaka SAKANE Yoichi TAKEBAYASHI

*¹静岡大学
Shizuoka University

We have developed an environment for infant observations, which includes recording behavioral data from an infant school, constructing a model based on the analysis of the data, verifying and modifying the model. We have held an infant school regularly, and recorded video and speech data of each infant for two years. We have implemented a support system for infant behavior analyses, which realizes efficient analyses of complicated thoughts and behaviors by a person or a group. The implemented system enables us to collect scenes where infants try to catch each other's intention. We then have discussion about these collected scenes and construct behavioral models of infant's problem solving. A simulation environment using computer graphics technique provides us with the visualization of infant behaviors based on the models. We have obtained a method of verification and modification of constructed behavioral models.

1. はじめに

家族形態の変化, 少子化に伴い, 幼児の健やかな成長にむけて幼児の発達過程に即した接し方や育児の方法に対する関心が高まっている. これまで幼児の言動を記録, 観察することで幼児の音声言語・ジェスチャの獲得過程の解析が行われてきた [Hsu 00, Pizer 04, Petters 05, DK 86, Ejiri 98] が, いずれも単発的な仮説の検証を行う立場の研究が主流である. Deb Roy らのグループでは, 生後~3歳までの幼児行動を映像と音声で記録し, 言語学習過程のモデル化を狙ったプロジェクトを進めている [Roy 06] が, モデル構築の方法論に検討の余地がある. 産総研の西田らは, 乳幼児の事故防止のための行動シミュレーションシステムを実用性の高いサービス提供を狙って開発している [西田 05] が, 行動内部モデルの精緻化が課題である.

以上のように, (1) 継続的なデータ収集を行い, (2) 収集したデータに多視点からの分析を加え, (3) 内部モデルを構築し, (4) 構築したモデルを検証する, という幼児の行動分析からモデル構築を行うというプロセスにおいて, 個々のプロセスを検討した事例は数多く存在するが, これらを一貫して行う取り組みはこれまでにない.

幼児の行動が表出する過程をモデル化することは, 行動が表出するまでに幼児が用いたコモンセンス知識を明らかにすることに繋がる. 本稿では, 図1に示すように上記4つのプロセス全てを幼児教室の場で一貫して行うことによる, 幼児行動分析の方法論を提案する.

2. 幼児行動記録の収集

2.1 幼児教室のデザイン

特定の刺激に対する幼児の反応を調べることに留まらず, 幼児の成長に伴って新たな行動が表出してくる様子を捉えるため, 図2に示すように学内に幼児教室を設置した. 学内に幼児教室を設置することで, 幼児に与える教材, 授業時間, 教室内の空間の使い方を自由に決めることができ, 幼児の発達過程が表出する場を効率良く収集することを実現した.

教室内での幼児の言動を記録するために配置した機材の位置を図3に示す. ネットワーク経由で遠隔操作可能な4つのカメラと, 固定の集音マイクを2つ, 個々の幼児の発話音声を収集するために幼児が常時着用可能な音声収録装置からなる.

2.2 幼児教室運営の実践

この幼児教室環境を用いて, 2005年6月から毎週1回幼児教室を定期的に開催してきた. 1~3歳児クラスがあり (2007年3月現在), それぞれ親子3組ずつが参加している. 21ヶ月に渡って通算146回の幼児教室を開催し, 217時間分の授業記録を映像・音声データとして収集してきた. 幼児教室中に親との育児相談時間を設けることで両親とも協力的な関係を構築してきており, 幼児教室での授業時間外での出来事や幼児の変化も継続的に収集できる体制を実現している.

3. 多視点からの幼児行動分析

幼児教室の運営を通して収集した映像や音声データ, テキストデータによる幼児の行動記録を効率よく分析するため, 以下の2点を実現する幼児行動分析ツールを開発した. 図4に

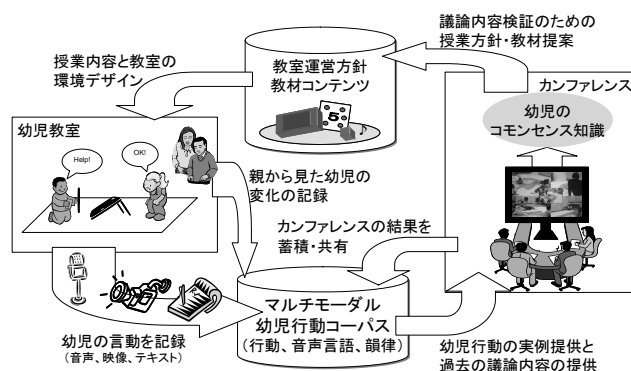


図1: 幼児のインタラクションモデル構築の方法論

示す.

1. 立場の異なる人が幼時行動記録にアクセスでき、多視点から幼児の行動分析に参加できること
2. 分析した結果を検証するために、分析結果を後から計算機処理可能な形で残しておくこと

3.1 幼児行動観察ツール

1つ目の要求を実現するため、指定した観察用の映像や音声データをファイルサーバから読み出し、映像・音声記録データ中から望む箇所を再生できる機能、見ている映像と同期して再生する音声ソースを環境マイク・ウェアラブルマイクと自由に切り替えられる機能を実装した。

環境マイクの音声を用いて幼児と他者とのやり取りを分析すること、および各幼児の発話能力の分析を同時に行える観察環境を実現した。記録に対するコメント入力も、自然言語文で入力を可能にした。これによって誰でも記録データを再生しながら幼児の行動分析に参加できる。

3.2 幼児行動モデル構築に向けた観察ツールの強化

2つ目の要求を実現するために、共同研究を行っている Push が構築した EM-ONE アーキテクチャ [Singh 05] に基づいて幼児の行動や思考過程を表現・検証することとした。EM-ONE アーキテクチャは、(1) 行動や思考を記述するための Lisp 形式に則った EM-ONE 記述言語、(2) EM-ONE 記述言語で記述



図 2: 杉材で組んだやぐらに囲まれた幼児教育空間

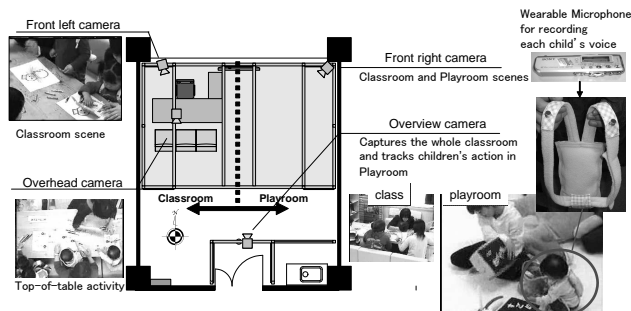


図 3: 幼児の言動を記録するカメラとマイクの配置

した思考方法をもとに推論するプログラム、(3) 推論結果をもとに CG 世界におけるロボットの行動をシミュレートするシステムから成る。筆者らは EM-ONE アーキテクチャのソースコード提供を受けている。観察した事例をもとにプログラムを修正し、現実の幼児行動を分析して得られた知見を還元する。例えば「green (ロボット) は pink が板を持ち上げてくれることを望んでいる」というシナリオは EM-ONE の使用する言語で図 5 のように表現できる。

そこで、開発した自然言語アノテーションができるツール上に、EM-ONE 記述言語に基づく記述作業を支援する機能を実装した。(図 4 下部) 自然言語文での記述に対して、対応する EM-ONE 記述言語表記に書き直す作業を記述事例や記述ヒントを参照しながら行うことができる。また、EM-ONE 記述言語の語彙では表記できないような幼児行動があった際は自然言語表記部分を残しておくことができ、後から別観点での考察に利用できる。

自然言語記述だけでなく、記述モデルの構築など行動記述の流儀を定めると、それに則った記述が多数で行うことができるようになり、行動分析を効率よく進められるようになった。

4. カンファレンスによる記録の分析

4.1 幼児の行動記録の分析

図 4 に示す観察ツールを実装後、収集した 3 歳児クラスの 2006 年度の授業 1 年分、20 時間分の授業データを観察対象として 600 の場面に自然言語文によるコメントを付与した。このコメントデータを用いてカンファレンス形式で収集したコメントデータの分析を行った。ネットワークを介して記録データを共有し、参加者全員で授業中の幼児の行動記録を見ながら 2ヶ月に渡って毎日 1 時間 5 人の学生が参加した。



図 4: 幼児行動の記述支援ツール

```
(defnarrative partner-does-not-know-desire
 (together
  (desires green (does pink (lifts pink board))) [1])
  (desires green
   (believes pink (desires green (does pink (lifts pink board)))) [2]))
 (implies [1] [2]))
```

図 5: EM-ONE 記述言語 (Narrative-L) による記述例

幼児がゴール達成に向けて問題解決に取り組む様子の中から、幼児を一ヵ月毎に観察し、意図に応じて表出する発話内容、視線、身振りを240のシーンについて議論した。

4.2 幼児の行動モデルの検証

図6に示すような場面に対して議論した。相手の気を引くために月齢16ヶ月目では指差しをするだけだったが、月齢を重ねるにつれて相手を叩くという行動に変化していた場面、視線が16ヶ月の時点では幼児自身の注目対象に固定だったものが、月齢を重ねるにつれて注意を引きたい相手を見るように変化していく場面をカンファレンスの場で議論した。この結果をもとに、指示表現における月齢別の行動モデルを構築した。

構築した幼児行動モデルを検証するため、EM-ONEシステム中のシミュレーション環境上のロボットに発話機能を導入し、指差し・手差し(図7)を表現できるロボットシミュレーション環境(roboverseII)を実装した。

実例をベースにモデルを構築し、シミュレーション環境で動作させ、観察することで構築したモデルの検証を行える見通しを得た。

5. まとめ

幼児教室を運営しながら生きた幼児の行動事例を収集し、多視点からの分析を行い、問題解決に向けた幼児行動に基づく行動モデルを構築し、仮想世界でのシミュレータを用いてモデル検証が行える幼児の行動モデル構築環境を実現した。開発した幼児の行動分析支援システムを利用し、幼児が問題解決に向けて試行錯誤する場面に着目した行動分析のためのカンファレンスが幼児の行動モデル構築に役立つ場面の抽出に有効であることを示した。

今後は、得られた知見を授業内容にフィードバックしながら



図6: 指差しでは相手の注意を引けなかった。相手に直接触れる手段に変える。

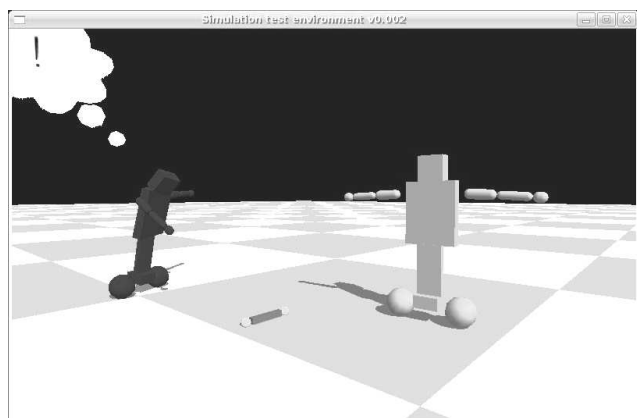


図7: roboverseIIによる指差し行動シミュレーション

幼児行動記録の収集と分析を継続する。継続的に増加していく事例をもとに構築モデルと幼児の持つコモンセンス知識の検討と精緻化を進める。

参考文献

- [DK 86] DK, O.: Metaphonology and infant vocalizations, *In precursors of Early Speech*, pp. 21-35 (1986)
- [Ejiri 98] Ejiri, K.: Relationship between rhythmic behavior and canonical babbling in infant development, *Phonetica*, Vol. 54, pp. 226-237 (1998)
- [Hsu 00] Hsu, H., Fogel, A., and Cooper, R. B.: Infant Vocal Development during the First 6 Months: Speech Quality and Melodic Complexity, *Infant and Child Development*, Vol. 9, No. 1, pp. 1-16 (2000)
- [Petters 05] Petters, D.: Building agents to understand infant attachment behaviour, *International Joint Conference on Artificial Intelligence 2005*, pp. 158-165 (2005)
- [Pizer 04] Pizer, G.: Baby Signing as Language Socialization: The Use of Visual-Gestural Signs with Hearing Infants, *Proc. of the 11th Annual Symposium about Language and Society*, Vol. 47, pp. 165-171 (2004)
- [Roy 06] Roy, D., Patel, R., DeCamp, P., Kubat, R., Fleischman, M., Roy, B., Mavridis, N., Tellex, S., Salata, A., Guinness, J., Levit, M., and Gorniak, P.: The Human Speechome Project, *the Proceedings of the Twenty-eighth Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (2006)
- [Singh 05] Singh, P.: *EM-ONE: An Architecture for Reflective Commonsense Thinking*, PhD thesis, Department of Electrical Engineering and Computer Science, Massachusetts Institute of Technology (2005)
- [西田 05] 西田 佳史, 本村 陽一, 山中 龍宏: 乳幼児事故予防のための日常行動モデリング, *情報処理*, Vol. 46, No. 12, pp. 1373-1381 (2005)