

見立て遊びの成立過程のモジュール組換え計算によるモデル化

坂戸 達陽[†] 尾関 基行[†] 大森 隆司^{††} 長井 隆行[‡] 岡 夏樹[†]京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科[†] 玉川大学 工学部^{††}電気通信大学 大学院情報理工学研究科[‡]

1. はじめに

子どもと養育者が一緒に遊ぶ場面で発生する複雑なインタラクションは、子どもの発達において重要であると考えられており、遊び場面における子どもの振る舞いを説明するモデルを提案することには意義がある。我々は、子どもの遊びの中でも、特に見立て遊びに注目し、その成立過程を再現することを目指している。見立て遊びは1歳半ごろから出現する。見立て遊びは、行動の対象となる物体の表象を1次的表象、見立ての対象となる表象を2次的表象とすることによって成立すると考えられている[1][2]。そこで本稿では、エージェントのワーキングメモリ内で行動の対象になっている物体の表象を1次的表象、その行動を生成する方策モジュールが対象としている表象を2次的表象として見立て遊びが成立するモデルを提案する。評価実験の結果を基に提案モデルにおける見立て遊びについて考察し、今後の課題について述べる。

2. エージェントの構成

本研究では、子どもと養育者が積み木やミニカーで遊ぶ場面を想定し、モジュール組換え型モデル[3][4]を用いて、子どもモデルをエージェントとして実装する。エージェントは図1のように構成される。各モジュールの動作を以下に示す。

2.1. ワーキングメモリ

ワーキングメモリは、各モジュールから出力される情報を格納する。ワーキングメモリには4つの情報を格納することができる。ワーキングメモリ内で参照された情報はタイムスタンプが更新され、容量以上の情報を格納しようとした場合はタイムスタンプの古いものから上書きされる。

Modeling the Development of Pretend Play as a Computational Process of Module Recombination

Tatsuya Sakato[†], Motoyuki Ozeki[†], Takashi Omori^{††}, Takayuki Nagai[‡], Natsuki Oka[†]

[†]Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

^{††}School of Engineering, Tamagawa University

[‡]Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

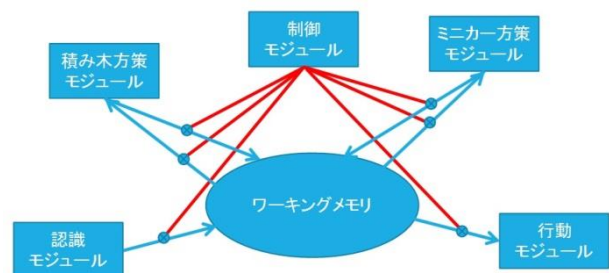


図1 モジュール組換え型モデルによるエージェントの構成

2.2. 認識モジュール

認識モジュールは、(belief, オブジェクト, クラス, 状態)の単位で外部からの情報を取得する。取得する順番はランダムに決定する。

2.3. 積み木方策モジュール

積み木方策モジュールは、次の2つの挙動のいずれかを行う。(i) WM内に(belief, *, block, *)が1つ以上存在するときに、タイムスタンプが1番新しい(belief, 物体1, *, *)である物体1を床に置く行動を、(intention, putOnF, 物体1)の形で生成する。(ii) WM内に(belief, *, block, *)が2つ以上存在するときに、タイムスタンプが1番新しい(belief, 物体1, *, *)である物体1に、タイムスタンプが2番目に新しい(belief, 物体2, *, *)である物体2に載せる行動を、(intention, putBlock, 物体1, 物体2)の形で生成する。どちらの行動の生成を試みるかはランダムに決定する。

2.4. ミニカー方策モジュール

ミニカー方策モジュールは、WM内に(belief, *, car, *)が存在するときに、タイムスタンプが1番新しい(belief, 物体1, *, *)である物体1を左右に動かすという行動を、(intention, moveCar, 物体1)の形で生成する。

2.5. 行動モジュール

行動モジュールは、WM内に(intention, *, ...)が存在するときにその行動を実行する。複数存在する場合はタイムスタンプが新しいものから実行する。

2.6. 制御モジュール

制御モジュールは、ゲートの開閉を制御する。

ワーキングメモリ内のタイムスタンプの最も新しい2つの情報を状態、どのゲートを開くかを行動とする Q 学習によって学習する。開くゲートの選択は、ソフトマックス法によって行う。

見立て遊びは、行動を生成する方策モジュールが対象とする表象 (e.g. ミニカー方策モジュールに対するミニカー) と、生成された行動が対象とする表象 (e.g. 積み木を左右に動かす行動における積み木) が異なるときに、後者を1次的表象、前者を2次的表象として成立する。

3. 実験設定

図2のような、子どもと養育者が対面で遊ぶ場面を想定している。今回の実験では、養育者はプログラムで構成される。モジュール組換えの結果として子どもが行動を成功させると、養育者が褒め、そのとき1.0の報酬が与えられるとする。行動は、対象となる物体の上に何か載っていた場合に失敗する。行動を行わなかった場合、行動が失敗した場合には報酬が与えられない。今回の実験では、養育者は褒める以外の行動を行わない。Q 学習の学習率 α は 0.1, 割引率 γ は 0.9, ソフトマックス法における温度パラメータ T は 0.2 とする。

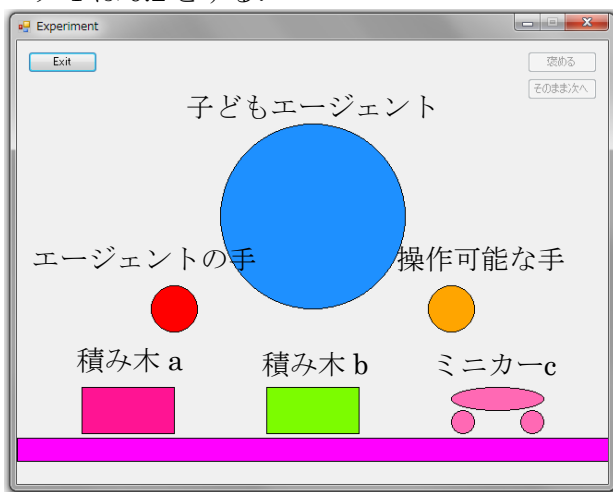


図2 実験環境

4. 結果および考察

図3に、100回の切換えごとの行動回数および見立て回数を示す。図3より、見立て行動を含みながら学習が進んでいることが分かる。図3に示した実験では、エージェントははじめランダムな切換えを行っていたが、学習が進むにつれて適切な切換え(方策モジュールへの入力→方策モジュールからの出力→行動モジュール)を行うようになり、最終的に積み木 b をミニカーに見立てて左右に動かすという行動に収束した。実験は5回行ったが、5回中3回は積み木を

ミニカーに見立てて左右に動かす行動に、2回はミニカーを左右に動かす行動に収束した。いずれの実験でも、実験結果は図3のような傾向を示した。ただし、ミニカーを左右に動かす行動に収束した場合は、見立て回数は0に収束した。ミニカー遊びに収束したのは、積み木方策モジュールが生成する行動に、2つの物体が対象となる行動 (putBlock) が含まれており、行動の生成、実行において、ミニカー方策モジュールよりも失敗しやすいためであると考えられる。積み木をミニカーに見立てて遊ぶことが多いのは、積み木の方が環境中に存在する数が多いためであると考えられる。

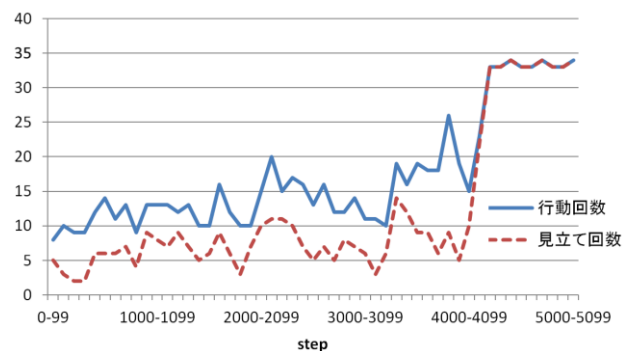


図3 100回の切換えごとの行動回数および見立て回数

5. おわりに

本稿では、モジュール組換え型モデルを用いて見立て遊びの成立を試みた。実験の結果、見立て遊びの成立を確認することができた。今後の課題としては、各モジュールの同時学習、注意モデルの実装、飽きモデルの導入、メタ認知のモデル化、基本的なインタラクションの実現などが挙げられる。

参考文献

- [1] 久崎 孝浩, 生後2年目における認知発達—表象機能という視点からの考察—, 九州大学心理学研究, Vol. 4, pp. 37-55, 2003.
- [2] 志波 泰子, 2歳児は誤信を理解するだろうか: Perner と Leslie の論争を再考する, 京都大学大学院教育学研究科紀要, Vol. 55, pp. 75-87, 2009.
- [3] 坂本 裕太, 坂戸 達陽, 尾関 基行, 岡 夏樹, モジュール組換え型モデルにおけるモジュールの学習とモジュール組換え系列の学習, 第26回人工知能学会全国大会論文集, 3B2-R-2-6, 2012.
- [4] 岡 夏樹, 吳 霞, 神山 薫, 深田 智, 尾関 基行, 機能語や抽象語の意味表現とその獲得—モジュール組換え演算に基づくモデル化の試み—, 信学技報, Vol. 113, No. 426, pp. 101-106, 2014.