

# 人間とロボットの情動インタラクションにおける 適応的引き込み制御と学習

森郷士<sup>†1</sup> 佐野睦夫<sup>†1</sup> 足立奈生<sup>†1</sup> 高潔<sup>†1</sup>

本論文では、ロボットと人間とのコミュニケーションにおいて、情動を介したインタラクションに着目し、ポジティブなマインドを想起させるための引き込み制御方式とその学習方式を提案する。具体的には、表情・情報行動・韻律変化などの情動因子に対して、情動の大きさ・タイミングなどの情動パラメータを変化させ、同調引き込みと強制引き込みを統合した適応的引き込み制御を行う。同時に、視線の滞留時間や表情の同調性尺度に基づき、強化学習を行い、適応的引き込み制御の個人適応化を実現する。情動インタラクションにおける適応的引き込み制御方式の有効性と強化学習による効果を、人間・ロボット間のコミュニケーション実験を通して検証する。

## Adaptive Entrainment Control and Learning on Emotional Interaction between Human and Robots

SATOSHI MORI<sup>†1</sup> MUTSUO SANO<sup>†1</sup> NAO ADACHI<sup>†1</sup> JIE GAO<sup>†1</sup>

This paper proposes an adaptive entrainment control / learning system on emotional interaction between human and robots in order to promote human's positive minds. Concretely, the proposed system varies emotional parameters (power, timing, and etc.) of face expressions, emotional behaviors, and prosodic variations, and conducts the adaptive entrainment control integrating synchronized entrainment with compulsory one. Moreover, The system executes its personalization to entrainment control by a reinforcement learning based on gaze residence time and synchronization criterion. The effectiveness of the proposed method is verified through communication experiments.

### 1. はじめに

近年、認知症や高次脳機能障害のような認知機能に何らかの障害を有する患者が急速に増えてきている。認知障害としては、記憶障害・注意障害・遂行機能障害・失語症などが挙げられるが、情緒コントロール面で障害を有する患者も多く見られる。しかしながら、介護やリハビリ担当者は24時間付き添うことは不可能であり、何らかの代替手段が求められている。我々は、今まで医療関係者と連携した遠隔認知リハビリテーション支援システムを開発してきた。特に、認知リハビリテーションを円滑に進めるには、情緒の変化をモニタリングし、ポジティブなマインドを想起させるコミュニケーションが重要となる。

本研究では、人間とロボットのコミュニケーションの中で、情動を介したインタラクションに着目し、ポジティブなマインドを想起させるための引き込み制御と学習方式を提案する。

### 2. 関連研究

渡辺らは、頷き、身振り動作などの各動作タイミングを相手の音声情報から予測することにより決定し、アバタやロボット制御に組み込み、InterActorとしてコミュニケーシ

ョンに適用している1)。神田らは共同注視機構を取り入れ、構成論的アプローチにより適応的にふるまう研究を行っている2)。このように、人間とロボットの関係性を構築し、親和性を高めるには、非言語情報は重要である。非言語情報の中で、コミュニケーションの確立には情動は非常に重要であり、表情の同調に基づくコミュニケーション制御の研究も報告されている3)。しかし、情動を日常生活の中でモニタリングを行い、ポジティブなマインドを想起させるコミュニケーション制御に関する研究はほとんどない。我々また、認知リハビリテーションや介護の現場においては、患者の情緒が大きく変化する。情緒が大きく変化する中で、安定化へと導く適応的引き込み制御の研究もほとんどない。

### 3. 提案方式

#### 3.1 コンセプト

我々は、視線一致とコミュニケーション量に応じて身体的な適応的引き込み制御を行う有効性を検証した4)が、本研究では、それに加えて、情動因子として、表情・情報行動・韻律変化に着目し、ポジティブなマインド状態を目的関数とし、強制的引き込みと同調引き込みを統合したインタラクションを行う。単純な模倣応答よりもゆらぎを許容した同調応答の方が自然さや親密性が向上することを確認している5)。具体的には、働きかけてもマインド状態の変化が観察されない場合は、過去のインタラクション履歴か

<sup>†1</sup> 大阪工業大学  
Osaka Institute of Technology

ら有効なインタラクションルールを発見し、強制的引き込みを行うインタラクションを仕掛ける。同調引き込みの可能範囲内まで向上すれば、同調引き込みインタラクションを実行し情動の安定化を図る。一方で、情動の変化が極めて大きいときは、同調の振幅を大きくして共感し寄り添うようなスタンスをとり情動変化を安定化させる方策をとる。

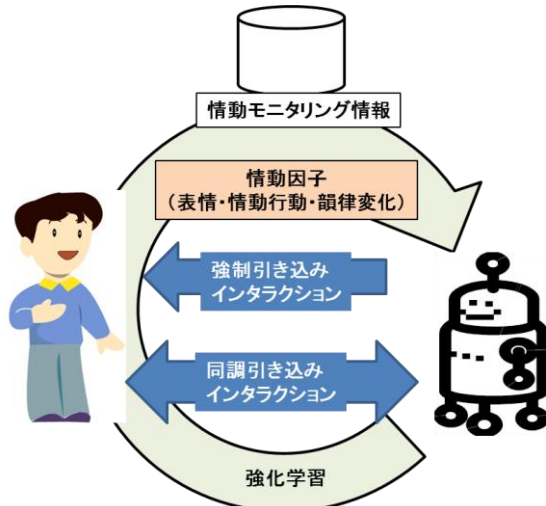


図 1. 情動インタラクションにおける適応的引き込み制御

### 3.2 強化学習のアルゴリズム

情動パラメータは、個人によって大きく異なる。本研究では、ユーザが明示的に報酬を与えることなく、ロボットを注視している滞留時間<sup>6)</sup>および表情の同調性尺度により自然な形で学習ができる方策をとる。本研究の強化学習システムの流れを図2に示す。

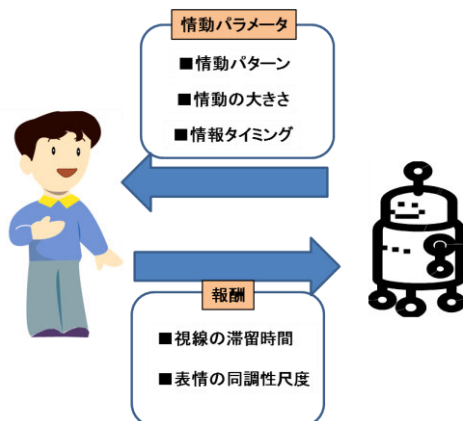


図 2. 強化学習の機能要素

## 4. 実装・評価

### 4.1 コミュニケーションロボットの实装

本研究に使用するロボットの外観・機能を図3に示す。情動行動として、a)近づく、b)LEDの色を変化させ感情表出を行う、c)LEDの点滅時間を変化させ感情や意志を表出、d)

応答音声の韻律情報を変化させ感情を表出などを想定する。

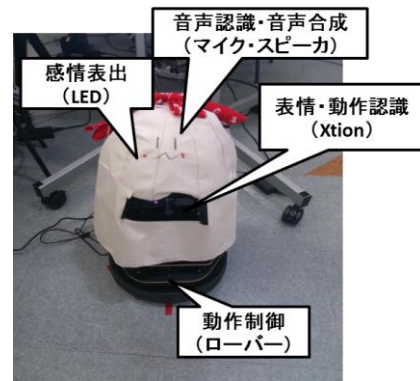


図 3. コミュニケーションロボットの外観・機能

### 4.2 実験計画

情動インタラクションにおける適応的引き込み制御方式の有効性と強化学習による効果を、人間・ロボット間のコミュニケーション実験を通して考察する。現在、検証中である。

## 5. まとめ

ロボットと人間とのコミュニケーションにおいて、情動を介したインタラクションに着目し、ポジティブなマインドを想起させるための引き込み制御方式とその学習方式を提案した。現在、表情・情報行動・韻律変化などの情動因子に対して、同調引き込みと強制引き込みを統合した適応的引き込み制御の有効性を検証中である。強化学習に基づく適応的引き込み制御の効果も含めて発表時に報告したい。

本研究の一部は、文部科学省研究費補助金（基盤 C 21500192）の支援を受けた。

## 参考文献

- 1) 渡辺富夫：身体的コミュニケーションにおける引き込みと身体性一心が通う身体的コミュニケーションシステム E-COSMIC の開発を通して、ベビーサイエンス, Vol.2, pp.4-12(2003)
- 2) 神田崇行, 石黒浩, 小野哲雄, 今井倫太, 前田武志, 中津良平: 日常活動型ロボット"Robovie"の開発, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol.J85-D-I, No.4, pp.380-389 (2002)
- 3) 山野美咲, 薄井達也, 橋本稔: 情動同調に基づく人間とロボットのインタラクション手法の提案, HAI シンポジウム 2D-4, 2008
- 4) 佐野睦夫, 宮脇健三郎, 寺本佳生, 速水達也, 向井謙太郎, 川野雅雄, 笹間亮平, 伊藤宏比古, 山口智治, 山田敬嗣: 初対面紹介エージェントにおけるコミュニケーションモデルと身体的引き込み制御, 電子情報通信学会 HCS 研究会, Vol.108, No.487, pp.49-54 (2009)
- 5) 速水達也, 向井健太郎, 佐野睦夫, 宮脇健三郎, 神田智子, 笹間亮平, 山口智治, 山田敬嗣: 交替潜時と韻律情報に基づく会話同調制御方式と情報収集を目的とした会話エージェントへの実装, 情報処理学会論文誌, Vol.58, No.8, pp.2109-2118 (2013)
- 6) 光永法明, クリスチャンミス, 神田崇行, 石黒浩, 萩田紀博: 方策勾配型強化学習によるロボットの対人行動の個人適応, 日本ロボット学会誌, Vol.24, No.7, pp.820-829 (2006)