

リズムをとおして人を惹きつけ人を動かす インタラクティプロボット

小嶋 秀樹^{*1} マーク ミハロフスキ^{*2}

Rhythmic Synchrony for Attractive Human-Robot Interaction

Hideki Kozima,^{*1} Marek P. Michalowski^{*2}

Abstract – We are investigating the role and cognitive mechanisms of rhythm and synchrony in human-robot social interaction. One of our targets is nonverbal interactive dance-oriented play between children and a creature-like robot, Keepon. We present here the background of our research, the robot we are currently using for this research, techniques for the perception and generation of rhythmic actions, and some of the facts we observed in our preliminary experiments with children.

1. はじめに

人と人、あるいは、人とロボットの社会的インタラクションは、言語的（シンボリック）な情報のやりとりだけでなく、むしろ視線・表情・身体動作といった非言語的な情報のやりとりを主軸として維持・展開される。

本研究では、非言語的な情報のなかでも、時空間的に展開されるリズムに注目し、リズムのやりとり（認識・表出・共有・調整など）をとおして「人を惹きつけ・人を動かす」インタラクションの実現をめざす。

2. リズムの共有・調整

リズムは、視覚・聴覚・触覚といった個々のモダリティの違いを越えた情報であり、時間軸（たとえば聴覚的リズム）あるいは空間軸（たとえば視覚的テクスチャ）、ときにはその両方にも展開される。リズムは、モダリティ未分化（amodal）な情報であり、その認識・表出・共有・調整といった情報処理は、個体発生的にも系統発生的にも、知能の基盤を構成する上で重要な役割を担っている。

人とロボットのインタラクションでも、リズム



図 1 Keepon と加速度センサを入れた玩具
Fig. 1 Keepon and toys with accelerometers

の認識と表出、そして、リズムの共有と調整は、つながり感・共在感覚・共感的コミュニケーションなどを支える底流（いわば「通奏低音」）となる。そこには言語的コミュニケーションに見られる逐次的なターン（送受交代）ではなく、身体をとおして表出・認識されるリズムの連続的な流れがあり、その流れに同調したり、あるいは流れに変化を与えることで、さまざまなコミュニケーションが行なわれる。

3. Keepon — A BeatBot

著者らは、リズムをとおした人との社会的インタラクションをめざしたロボット（BeatBots）の開発を進めている。現在、ぬいぐるみロボット Keepon をベースとして、リズムの認識・産出機能の実装・

*1: (独)情報通信研究機構 知識創成コミュニケーション研究センター, xkozima@nict.go.jp

*2: カーネギーメロン大学 ロボティクス研究所, michalowski@cmu.edu

*1: Knowledge Creating Communication Research Center, National Institute of Information and Communications Technology

*2: Robotics Institute, Carnegie Mellon University

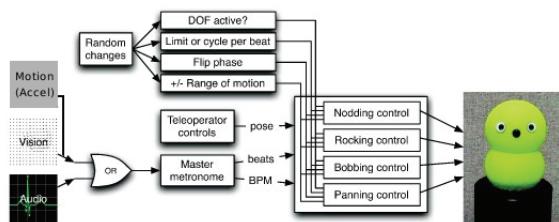


図2 Keepon 内部でのリズム情報の流れ
Fig. 2 From rhythmic perception to action

評価を進めている。ここでは、Keepon の基本的な構造と機能について概観したのち、リズムの認識・産出の実装方法を説明する。

3.1 ぬいぐるみロボット Keepon

Keepon (図1) は、高さ 120mm の黄色い雪ダルマ型の身体をもつ。上側の頭には2つのカラー CCD カメラ (水平画角 120 度) の眼とマイクロフォンの鼻をもつ。下側の腹の内部にはジンバルがあり、4本のワイヤで下方にある DC モータにつながり、マリオネットのように駆動される。外皮はシリコンゴムで出来ていて、手で触ったり、Keepon が姿勢を変化させることで、自然な伸びやたるみを見せる。

Keepon は4つの自由度をもつ うなずき (上下傾動 ± 40 度)・かしげ (左右傾動 ± 25 度)・くびふり (水平旋回 ± 180 度)・上下伸縮 (ストローク 15mm)。これらの動きを組み合わせることで、注意表出 (視線のある対象に向ける)・情動表出 (楽しさ・興奮などの表現) に加え、さまざまなリズム動作を表出することができる。

3.2 リズムの認識と表出

リズムの認識と表出は、Max/MSP [1] を利用して実装されている。ロボット (モータやカメラなど) との接続部分は Max/MSP のオブジェクトとして実装され、入力装置・出力装置のひとつとして利用できるようになっている。

人が表出したリズム、あるいは、人と共有される環境リズムは、音声信号 (音楽など)、あるいは動画像 (フローなど) または加速度 (被験者や玩具にセンサを装着) から抽出され、マスター・トロノームの速度を調整する。Keepon の4つの自由度 (モータ) は、このマスター・トロノームによって駆動される。各自由度について振幅や位相などを任意に設定することができ、また、一定時間ごとに (あるいは外部からのトリガによって)、



図3 子ども・ロボットのインタラクション
Fig. 3 Child-robot rhythmic interaction

これらをランダムに変化させることができる。さらに、Keepon の注意方向 (リズム表出時の平均方向) を実験者が操作することもできる (図2)

4. 子どもとのインタラクション

研究デモ会場でのインタラクション観察 [2] (図3 左) では、幼児から学童期の子どもたち (N=116) に、Keepon のリズム動作を提示したところ、Keepon が音楽に同調したリズム動作をしているとき、非同調的な場合と比べて、子どもからのリズム応答 (ダンスなど) が有意に多かった。

一方、実験室でのインタラクション (図3 右) では、平均 2 歳 11 ヶ月の幼児 (N=8) について、加速度センサを備えた玩具 (図1) を使い、子どもの身体動作 (玩具操作) と Keepon のリズム動作を接続/切断することで、子ども・玩具・Keepon の間でのリズム情報の伝達経路を明らかにしようとしたが、被験児の年齢が低かったため十分なリズム同調を確認できなかった。

今後は、乳幼児を対象としたリズム同調の実験スキームを改良し、リズムの認識・表出の認知メカニズムを解明するとともに、リズムの共有・調整の能力が発達的にどのような変化をみせるのかを調べていきたい。また、成人を含めた一般向けのエンターテイメント (たとえば [3]) への応用可能性も探索していきたい。

参考文献

- [1] Cycling 74. Max/MSP: A graphical programming environment for music, audio, and multimedia. <http://www.cycling74.com/products/maxmsp> (2006).
- [2] M. P. Michalowski, S. Sabanovic, H. Kozima. A dancing robot for rhythmic social interaction. Proceedings of HRI 2007 (2007).
- [3] M. P. Michalowski. Keepon dancing to Spoon. <http://youtube.com/watch?v=3g-yrjh58ms> (2007).