

INAMO: 人と一緒に「遊び」を組織するロボットを目指して

Toward Establish Co-creative Interaction with Human

馬場 翔太郎^{1*} 竹田 泰隆¹ P. Ravindra S.De Silva¹ 岡田 美智男¹
Shotaro BABA¹ Yasutaka TAKEDA¹ P.Ravindra S.De Silva¹ Michio OKADA¹

¹ 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

¹ Department of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology

Abstract: We develop the INAMO as multi-gathering robot that can be potential to produce variety of patterns through the swarm behaviors. In the interaction, INAMO is capable to play with interactive users while demonstrate the collaborative swarm behaviors with each other. Since, our study is motivate to explore variety of rules (e.g symbolic communication) in co-creative interactive between INAMO and human with different personalities and also tries to understand how INAMO facilitate as an ad-hoc interface in the interaction.

1 はじめに

私たちの日々の生活の中には多くの遊びが存在する。小さな子どもから大人まで、皆何らかの遊びを行いながら生活している。そうした中で、エンタテインメントロボットと呼ばれるものも多く出現している。

これまでエンタテインメントロボットといえば、人が一方的に遊ぶ「道具」にすぎなかった。人の話しかけに対して返事をするなど、人からのはたらきかけに対してあらかじめ用意された反応を返すのみであった。ロボットのこのような作り込まれたような反応に対して、人ははじめは楽しそうに遊びはするものの、いずれ飽きを感じてしまう。

一方で、人と人が遊ぶ状況では、互いに相手のことを意識しながら、相手の行動に対して自分の行動を決定したり、時には相手の次の手を予想したりしている。人とロボットの間にもこのような関係を構築することが出来れば、より人が遊ぶことを楽しめるようなロボットを作れるのではないだろうか。

本研究では、人とロボットが相互に「遊びあう」関係の形成に着目している。ロボットが人を相手に遊ぶというのはどのような状況なのか。またそれを実現するためにはどのような要素が必要となってくるのか。これらを議論するためのプラットフォームとして筆者らはINAMO (図1) と呼ばれるパネル型ロボット群を開発してきた。本発表では、INAMO のデモを通して人とロボット間の遊びについて議論していきたい。



図 1: INAMO

2 遊び

私たちは日常の中で様々な遊びを行っており、生活していく中で必要不可欠なものである。ホイジンガは人間が遊ぶ動物であることから自らを「遊ぶ人 (ホモ・ルーデンス)」と呼んだ [1]。遊びは無数にあり、その種類も様々ではあるが、こうした多様性にも関わらず、遊びという言葉はつねに、くつろぎ、リスク、巧妙といった観念を呼び起こし、休息あるいは楽しみの雰囲気を伴う [2]。

また、遊びには様々な種類が存在する。カイヨワは遊びをアゴン (競技)、アレア (賭け)、ミミクリ (模倣)、イリンクス (渦巻き) の4つに分類した [2]。ほとんどの遊びはこの4つに振り分けられる。INAMO も偶然や賭けを楽しむアレアや他者と競い合うアゴンといった要素が含まれる。さらにこの4分類に含まれないものとして、「創造的な要素」や「意味生成的な要素」

*連絡先：豊橋技術科学大学 情報・知能工学系
〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1. F1-404
E-mail: baba@icd.cs.tut.ac.jp

もあると考えられる。これは、偶然や競い合いの中から新しい形や周囲との意外な関係など、そこから生まれる意味自体を楽しむというものである。さまざまな遊び方を提供する遊具も、デザイナーがそれを使って子どもたちがどのように遊ぶかをすべて予見しているとは考え難い [3]。子どもたちが実際に遊ぶことで新しい遊び方が生み出されるということ自体が楽しみの一つになっているようにも思える。

本研究で提案している INAMO は、その動きがある程度予想は出来るものの、思いがけない動きに対して、その偶然を楽しみながら遊ぶことのできるコンテンツである。このような偶然から生み出される INAMO の形状や動作には創発的な面白さもあると考えられる。

2.1 相互行為と創発

私たちの日々の振る舞いは必ずしもすべてが意識的に成されるわけではなく、周りを取り囲む環境や状況から制約を受けた結果として、行われていることも数多くある [4]。「サイモンの蟻」[5][6][7]の議論では、砂浜を歩く蟻の残した足跡は、なぜ複雑な絵模様を描くのか、と考えるとき、その複雑さの要因を一方的に蟻個体へと帰属させやすい。しかし一方で、その要因は砂浜という環境の複雑さにあるという考え方もある。

このように、私たちの一見複雑な行動も「サイモンの蟻」と同様に、周囲の「場」[8]の持つ制約に導かれることによって、場当たりの生成された行為と言える。遊びにおけるこのような場当たりの行為からは偶然性などが生まれ、予測が難しく、より面白いものが生み出されると考えられる。

また、このように創発された行為には、トップダウンに設計者が作り込んだものではなく、人とロボットの間で身体性をともなう関わり合いをもたらしことが期待できる [9][10]。

2.2 ロボットの遊び

ロボットが人で遊ぶような状況を生み出すには何が必要だろうか。その要素として、人の目的に合わせて行動するのではなく、ロボットが自らの目的を達成するために人を利用することが挙げられる。例えば、コンピュータ将棋は人を欺きながら自らの勝利に向かって行動するわけであるが、この行動はある意味、人で遊んでいると言えるのではないだろうか。ロボットにとっての遊びは、自らの目的や欲求にアプローチする上で、人を利用していくことではないかと考える。また、このような遊びは、子どもの頃に行う運動等を獲得する発達のための遊びに近い。単なる学習行動では

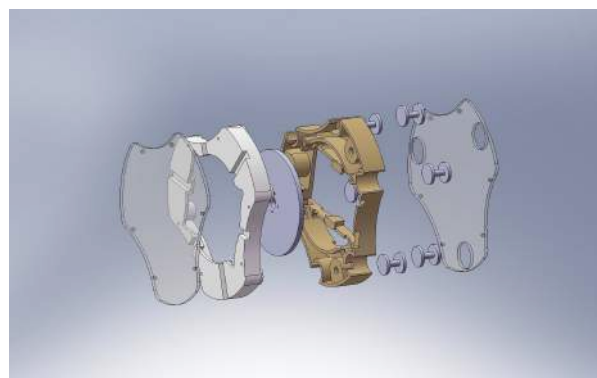


図 2: INAMO の構成

なく、その過程自身を楽しむことでロボットが遊んでいるような状況を生み出せると考えられる。

3 INAMO

INAMO はパネルのような形状を持ったロボット群である。慣性を利用した回転動作により移動し、角についている電磁石の切り替えにより他の INAMO と接続、分離することができる。このような動作原理を用いることで、一体のみではその場で回転することしかできないが、複数体で連結することで群れとして移動することができる。

形状は正六角形を変形した形状をしており、平面充填（平面内を平面図形（タイル）で隙間なく敷き詰める操作）が可能である。

3.1 INAMO の構成

INAMO のシステム構成を図 2 に示す。INAMO には以下のものが搭載されている。

- フライホイール

INAMO にはフライホイールと呼ばれる金属製の円盤が内蔵されている。これを高速回転させ、急停止や逆回転を行うことで生じる慣性モーメントを利用して INAMO は回転動作を行う。

- 電磁石

タリ型の電磁石が INAMO の頂点 6 箇所に取り付けられている。この電磁石の極性を切り替えることで他の INAMO と接続、分離を行う。また、どの電磁石が ON となっているかをわかりやすくするために電磁石上部に LED を搭載しており、視覚的に例示状態を確認することができる。

このLEDは2色あり、電磁石の極性によって色
が変化するようになっている。

- IR 通信

INAMO 間通信は赤外線を用いて行っている。
INAMO はそれぞれ固有の ID を所有しており、
互いに通信しあうことでどの方向に他の INAMO
がいるかを認識することが可能である。この機能
により、上記の電磁石を接続状況に合わせ自動的
に切り替えることが可能である。

- 制御回路

INAMO 自身の様々な動作の管理・制御を行う
ためにマイコン（Renesas 社製 SH7125）が搭
載されている。このマイコンにより以下のような
回路の制御を行っている。

- － モータードライバ

INAMO に内蔵されているブラシレス DC
モータからの回路信号を基に、モータの駆
動・管理を行う。ここでは、モータにかかる
電圧・電流を調整し、モータの速度・加速度
を自由に変えることができる。

- － 無線通信回路

INAMO と制御用 PC を接続するための
回路である。PC からの命令を各 INAMO
に送信することが可能である。コントロー
ラからの命令も、一度 PC で処理した上で
ZigBee により INAMO へ送信される。

- － バッテリー保護回路

INAMO に内蔵されている LiPo バッテ
リーを常に監視し、バッテリーの不具合を
未然に防ぐ役割を持つ。特に、LiPo バッテ
リーは厳密な電圧の管理が必要であり、本
回路によって多重の保護を行っている。

- コントローラ

各 INAMO を操作するためのコントローラを用
意した（図 3）。コントローラにはジョイスティック
が搭載されており、倒した方向に INAMO 内
のフライホイールが回転する仕様となっている。
電磁石は接続状況により自動的に切り替えられる
ため、操作者は単純に回転方向による制御のみで
簡単に INAMO を操作することが可能である。



図 3: コントローラ

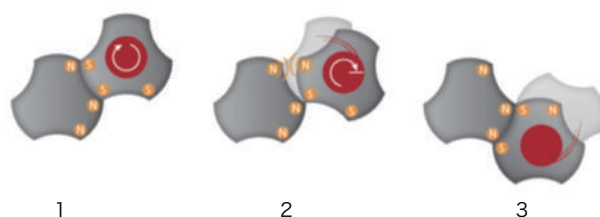


図 4: 2 体による群体移動

うことで発生する慣性モーメントにより INAMO 自身
が回転する。

1 体のみの動作では、その場でコマのように回転し
移動することはできないが、複数体集まることで互い
に利用し合いながら移動することが可能である。ここ
では INAMO の群体運動の基本動作を 2 体の場合を例
に説明する（図 4）。

1. 図のように 2 体の個体が電磁石により相互に接続
されている状態からスタートする
2. 回転したい方向を考慮し、電磁石の切り替えを行
う。この状態でフライホイールを回転させ、逆回
転による慣性モーメントにより回転する
3. 回転先では再び電磁石により接続され、移動が完
了する

4 INAMO による遊び

INAMO は前章で述べたように、他の INAMO を踏
み台のように利用しなければ移動することができない。
この動作原理から、互いに利用し、利用されることが
不可欠である。

例えば、スタートとゴールを用意し、初めにゴール
した INAMO を勝利とするようなレースゲームのよう

3.2 動作原理

INAMO はフライホイールと電磁石により動作する。
フライホイールを高速回転させ、急停止や逆回転を行

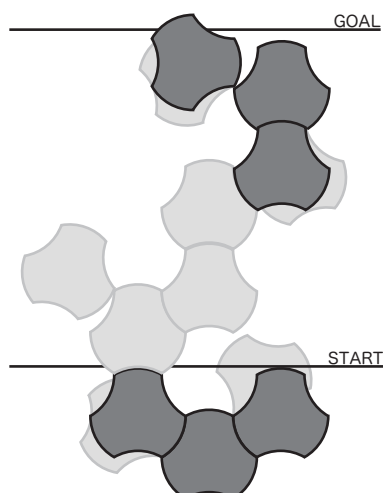


図 5: コンテンツ例

なものを考える。それぞれの INAMO は各操作者がコントローラにより操作するものと、自律的に動作するものを混在させる。INAMO の移動特性上、他者を利用しなければ群れとして移動できないため、自分勝手に動くことはできずに他の INAMO を利用したり、時には利用されたりしながら群れとしての行動を形作っていく。

ここで、自律型の INAMO に利用された際には、操作者はどこか INAMO に遊ばれているような感覚を覚えるのではないだろうか。この INAMO の行動は、あらかじめ作り込まれたものではなく、その時の状況に応じて INAMO 自身が他者をうまく利用しながら自らの目的を達成しようとしたものである。2 章で述べたように、人の目的に対して補助を行うのではなく、ロボット自身が自らの目的にアプローチするため人を利用するという状況が、ロボットが人で遊ぶという状況に近いと考えられる。

5 おわりに

本論文では、ロボットが人に遊ばれる状況の中から、時にはロボットも人で遊ぶような相互的な遊びの関係構築ができるプラットフォームとして、パネル型ロボット群 INAMO のシステムと、INAMO を用いた人とロボットの遊びについて議論した。

ロボットが人の目的に対して補助を行うのみでなく、ロボット自身の目的や欲求に対してアプローチする過程で人を利用することがロボットの遊びであると考えた。その過程を楽しむような状況を作り出せばロボットの遊びが実現できるように思われる。

INAMO は、他の INAMO を利用しなければ群れとして行動できない。このことから、他者を利用し、時



図 6: インタラクション事例 1



図 7: インタラクション事例 2

に利用される関係が必要不可欠である。自律的に動く INAMO が踏み台として人が操作する INAMO を利用したとき、INAMO による遊びが行われたと考えられる。

また、INAMO は昨年、今年と Entertainment Computing においてデモ展示を行っている。(図 6,7) 昨年は INAMO をインタラクティブパズルとして提案した。これは、INAMO 自身が自律的に動きながらも、そこに人が介入し、さらには周りの環境から制約を受けることで思いがけない模様などが創発されるというものである。この際の発表では、人とロボットと環境が互に関わり合いながら次々と新しい状況を生み出していく様子を、INAMO による共創とした。

このように、INAMO というプラットフォームの、群ロボットとしての特性を生かして共創的な場を構築するメディアとしてのはたらきにも注目している。またコミュニケーション場において構成される関係性への影響についても議論していきたい。

参考文献

- [1] ホイジンガ:『ホモ・ルーデンス』; 中公文庫 (1973).
- [2] ロジェ・カイヨワ:『遊びと人間』; 講談社 (1990).
- [3] 川上浩司, 三嶋博之, 塩瀬隆之, 岡田美智男: インタフェースとしての遊び・遊具に対する考察; ヒューマンインタフェース 学会論文誌, Vol.6, No.4, pp.1-10(2004).
- [4] サッチマン.L.A: 『プランと状況的行為』; 産業図書,(1999).
- [5] 岡田美智男:社会的な相互行為とそのリアリティを支えるもの, 岡田美智男, 三嶋博之, 佐々木正人 (編), 『身体性とコンピュータ』,bit 別冊, 共立出版 ,220/232(2000).
- [6] 岡田美智男:『口ごもるコンピュータ』; 情報処理学会編 情報 フロンティアシリーズ (9), 共立出版 (1995).
- [7] Simon, H. A.: The Sciences of the Artificial; the MIT Press (1969).
- [8] 清水博, 久米是志, 三輪敬之, 三宅美博: 『場と共創』; NTT 出版,(2000).
- [9] 柴田崇徳 (編集), 福田敏男: 『人工生命の近未来』; 時事通信 社,(1994).
- [10] 伊藤宏司編著: 『知の創発』; NTT 出版,(2000).