

Pelat : おぼつかない振る舞いをするロボットにおける 内部状態の表出について

Pelat : the representation of the internal state in robots
that behave unnoticeable behavior

佐々木 祐哉¹ 見目 海人¹ 香川 真人¹ 岡田 美智男¹
Yuya Sasaki¹, Kaito Kenmoku¹, Masato Kagawa¹ and Michio Okada¹

¹豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

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

Abstract: 私たちは、おぼつかなく歩きはじめた幼児の様子を思わず目で追いかけてしまう。今にも転びそうな姿に、思わず手を差し伸べてしまう。これはどうしてなのだろうか。本研究では、こうした幼児のおぼつかない振る舞いをヒントに、倒立振り子型ロボット〈Pelat〉の構築をしてきた。本論では、〈Pelat〉の概要や狙いを紹介するとともに、バランスを維持しようと懸命に手を動かしたり、思わず声をあげてしまうといった内部状態の表出方法を検討した結果を述べる。

1 はじめに

これまでのシステムやロボットの多くは、正確で効率的に与えられた仕事をこなすことを目的として開発がされている。これは、社会の中に便利なシステムやロボットを普及させるためには大切な考え方だろう。

しかし、このアプローチ方法ではユーザーである人はロボットが完璧な存在であると期待してしまい、ロボットへの要求水準を高めてしまう一因となっていると考えられる。

むしろ、ユーザーに対してロボットが〈不完全さ〉を積極的に表出する事によって、人のロボットに対しての要求水準が緩和されるとともに、それによって周囲からの手助けを引き出す事に繋がるのではないだろうか。

それでは、ロボットがどのように〈不完全さ〉の表出をすれば周囲からの手助けを引き出す事に繋がるのだろうか。

本研究で着目したのは、ようやく歩き始めた幼児のおぼつかない立ち振る舞いである。

私たちは初めて幼児が歩き始めた姿を思わず目で追いかけてしまう。今にも転びそうになると、思わず手を差し伸べてしまう。こうした場面において幼児のおぼつかない振る舞いは、周囲からの手助けを上手に引き出していると言える。幼児の振る舞いが人からの思わずの行動を引き出してしまうのは何が要因となっているのだろうか。

筆者らは、幼児のおぼつかなく立ち歩きをする振る舞いをヒントにして、思わず周囲の手助けを引き出してしまう倒立振り子型ロボット〈Pelat〉を構築してきた[1]。(図1)

本稿では、〈Pelat〉にロボットの〈不完全さ〉の表出手法として「腕」の動きと「音声」に着目し、それが周囲からの手助けを引き出す事に繋がる要因としてふさわしいのかについて議論し、検討した結果を述べる。

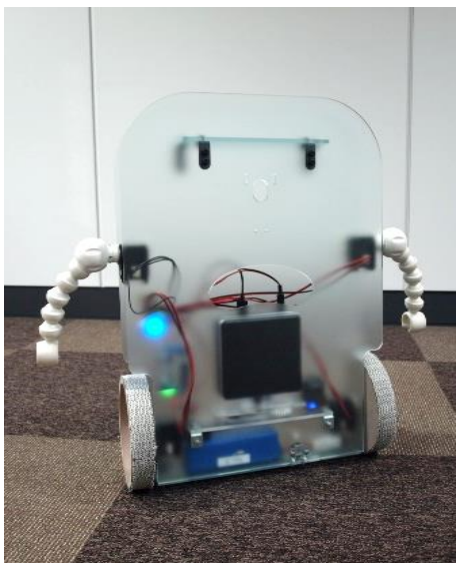


図1 構築したロボット〈Pelat〉

2 研究背景

2.1 志向的な構え

私たちは人間や動物といった生き物、あるいは動く物体をどのように捉えているのだろうか。ここでは Heider の行った心理実験と Dennett の志向姿勢に関する議論を手がかりに考える。Heider らは、図 2 に示すような、丸や三角などの 3 つの図形が動き回る動画を実験参加者に見せ、図形の様子を答えさせる心理実験を行った[2]。実験参加者の多くは、それらの図形に対して「ためらった」「あきらめた」などの心の状態を表す説明をした。このように、その対象が図形のような非常にシンプルなものであっても、動きや周囲との関わり方などの条件によっては、人は心があるかのように解釈してしまう事が分かっている。

また、Dennett によれば人は「なにか動いているもの」を見たとき、その動きを説明しようと下記の 3 つの構えのうちどれかを取るといふ[3]。

- 物理的な構え
- 設計的な構え
- 志向的な構え

例えば私たちの目の前にゴミ箱が倒れていても、「疲れているから横になっている」とは考えず、「これは誰かがぶつかって倒れたのだろうか」と解釈するだろう（物理的な構え）。

では、自動販売機の場合はどうだろう。100 円を入れ、ボタンを押すと、ジュースが出てきたら「そのように設計されているものだから、ジュースが出てきたのだな」と解釈するだろう（設計的な構え）。

他方で、路上を歩く犬を眺める時などは、少し様子が違う。「ゼンマイ仕掛け」のようなものが動いているとは思わずに、その動きに目的や意図を読み解こうとするだろう。「道に迷ったのだろうか、それとも誰かに追いかけているのだろうか。」こうした帰属傾向は、「志向的な構え」と呼ばれる。

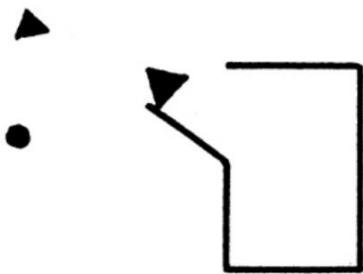


図 2 Heider の心理実験に用いられた図

しかし、犬が私たちの思いがけない行為を促す場面は多くない。例えば、家で静かにしていたはずの犬が、突然吠え始める場合がある。それに対して私たちは驚いて「何かあったのだろうか」と反応してしまう。

こういった事から、私たちは自身の身体を思いがけず揺り動かす存在に対して、「志向的な構え」に加え、別の観点からも対象を捉えていると考えられる。

2.2 関係としての同型性

ロボットをデザインする場合、アプローチの仕方は大きく分けて二通りに分けられる。一つは「実体としての同型性」の追求、もう一つは「関係としての同型性」の追求である[4]。

「実体としての同型性」の追求とは、ヒューマノイド型ロボットや、犬型ロボット、猫型ロボットといったような実世界に存在する生き物を手本とし、それに近づけていけば、きっと本物に近づくであろうというアプローチである。しかし、不思議な事に手、足、顔、表情などを追加していけばしていくほど、本物からかけ離れた存在となってしまう。むしろこの考え方は、その壁をどう乗り越えるかが重要であると考えられる。

一方で、「関係としての同型性」の追求とは、実体を追求していく事が足し算であるとするならば、むしろ機能やデザインをそぎ落としていき、人との関係性を志向して、その関わりの中からオリジナルの意味や機能を見出していくという考え方である。この考え方では、どこまで引き算すればいいのかという部分が重要である。

〈Pelat〉は、自身だけでは意味や役割を完結した形で与えられないという点や、大地に支えられて立っているという点で、私たちと「関係としての同型性」を持った存在であるといえる。

本研究では〈Pelat〉の機能やデザインから「関係としての同型性」を追求していると言える。

2.3 ミニマルデザイン

〈Pelat〉は「ミニマルデザイン」と呼ばれる考え方に基づいてデザインされている。「ミニマルデザイン」とは、ロボットの外観やインタラクションをデザインするときの一つの指針となる考え方であり、外見や機能に制約を与えることで、周囲の状況の変化による人の意味付け行為を利用し、人からの積極的な関わりを引き出すことを狙いとする[5]。

この「ミニマルデザイン」に依拠して作られた〈Pelat〉は、ロボットの振る舞いによって、そのロ

ボットに心があるかのように感じさせ、人からの手助けを引き出すことを狙いとしている。

3 研究プラットフォーム〈Pelat〉

3.1 システム構成

〈Pelat〉のハードウェア構成を図3に示す。〈Pelat〉のシステムはロボット全体の管理・制御を行う x86 PC(Brix)を中心に、サーボモータ、車輪と腕を回す為のモータの制御を行うマイコン(コンフィギュレータ)、本体の傾きを検出するジャイロセンサ、音声を出力する為のスピーカー、DCDC コンバータ、バッテリーを備えている。

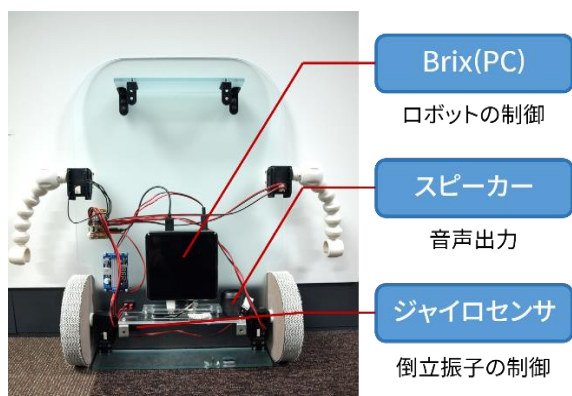


図3 〈Pelat〉のシステム構成

3.2 動作原理

図4に〈Pelat〉における倒立振子制御を実現するための原理を示す。

〈Pelat〉はジャイロセンサから、角速度と角度を算出している。速度値と距離値はフィードバックで返ってきた速度値を用いて算出している。それらから状態方程式を用いて計算し、モータの回転速度を決定し、その値をタイヤと腕のサーボモータに送っている。腕のサーボモータには計算した値に対して係数をかけて送っている。

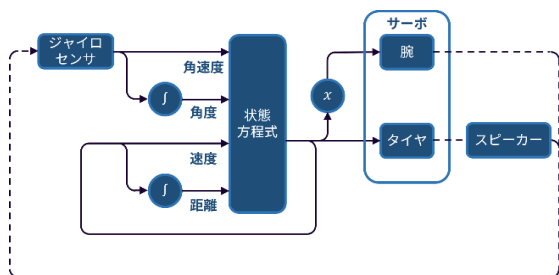


図4 〈Pelat〉の動作原理

これにより、腕の振る速度を容易に変更できるようになっている。また、サーボモータに送った値をジャイロセンサにフィードバックして、再び回転速度を算出する。これを繰り返す事で、倒立振子での自立を可能にしている。

音声に関しては、タイヤの制御値が一定の値になった場合にスピーカーから出力するように設定している。

3.3 〈Pelat〉の振る舞い

〈Pelat〉の振る舞いについて図5を用いて詳しく説明する。

〈Pelat〉の身体が前に傾くと、タイヤが前に進み、腕が後ろに出る。それによって、身体が後ろ側に傾き、バランスを取る。また、〈Pelat〉の身体が後ろに傾くと、タイヤが後ろに進み、腕が前に出る。それによって、身体が前側に傾き、バランスを取る。この動作を繰り返す事で、上手く自立を行い、フラフラとした振る舞いを可能にしている。

また、倒立振子の制御は本来であれば常に平衡であるが、〈Pelat〉には腕がついており、外乱が発生するため、それによってフラフラとした動作が実現されている。

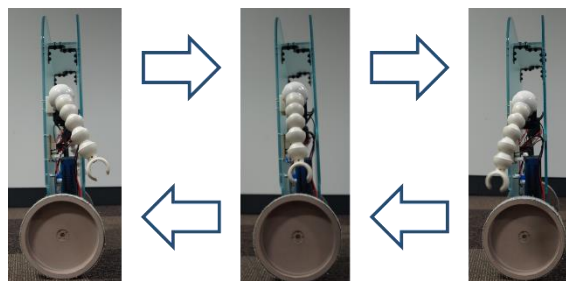


図5 〈Pelat〉の動作

4 内部状態の表出方法

4.1 内部状態を表出する為に必要な要素

思わず周囲の手助けを引き出してしまうようなロボットには、効果的な〈不完全さ〉の表出が必要であると考えられる。では、〈Pelat〉にはこういった要素が必要なのだろうか。

例えば、フラフラして倒れそうになったら声を出して人の注意を引き付ける、今よりも見た目を可愛くして人からの興味を引く、フラフラしているのが分かるように腕をつけてみる、など色々な表出方法があると考えられる。

本研究では、〈Pelat〉のおぼつかない振る舞いは、

〈不完全さ〉を表出する要素として適切ではあるが、それだけでは足りないと感じた為、要素を追加する必要があると考えた。そこで、〈不完全さ〉の表出方法に必要な要素として「腕」の動きと「音声」に着目し、議論を行っている。

4.2 「腕」の動きによる表出方法

人は倒れそうになってバランスを取る場合、何とか倒れまいと頑張つて「腕」を使いながら前後にゆらゆらしてバランスを取ろうとする。

そこで、〈Pelat〉にも「腕」をつけることによって、人と同様に重力に逆らいながら自立しようと頑張つて「腕」を使ってフラフラと器用にバランスを取っているように感じる。それによって人は、「頑張つて立っていたいから腕を使ってバランスを取っている」と感じ、より「関係としての同型性」に近づくと考えた。

そうすることで、人が〈Pelat〉の動きをついで追ってしまい、いざ倒れそうになると、思わず手を差し伸べてしまうといった周囲からの手助けを引き出すロボットになり得るのではないかと考えている。

4.3 「音声」による表出方法

「腕」の動きだけでは、自身の内的状態が分かりにくいのではないかという考えもある。そこで、もっと積極的に〈不完全さ〉を表出していく為には「音声」を用いるべきなのではないかと考えた。

何故「音声」なのかというと、人は突然転びそうになったり、人に押されたりした時について声が出てしまう事がある。

そこで、〈Pelat〉にも人と同じように危ない時に声を出すことによって、人はそれを見て、「倒れそうで危ないから音声が出た」と感じる事で、より「関係としての同型性」に近づくと考えた。

〈Pelat〉が転びそうになったり、人に押されたりした場合には、思わず声を出す。そうすることで、周囲に〈Pelat〉自身の内部状態がどうなっているか分かるようになる為、〈Pelat〉が倒れそうになった時に人からの手助けを引き出すと考えている。

また、「音声」であれば、発声する「音声」によっても人の感じ方を変える事が出来ると考えられる。

5 まとめと今後の展望

本稿では、幼児のおぼつかなく立ち歩きをする振る舞いをヒントにして、思わず周囲の手助けを引き出す倒立振り子型ロボット〈Pelat〉を構築し、効果的な〈不完全さ〉を表出する為にはどのような要素が

必要なのか検討を行ってきた。

本研究で作製した〈Pelat〉は、おぼつかない振る舞いをより強くする為に「腕」の動きと「音声」を追加した。しかし、追加した要素の効果についてはまだ検証はしていない為、今後は実際に人に〈Pelat〉と触れ合ってもらいどう感じたのかを実験していき、必要な要素が何であったかを調べていきたいと考えている。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科研費補助金(基盤研究(B)18H03322)の援助により行われたものです。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 堀田大地, 伊藤夏樹, 竹田泰隆, P.Ravindra De Silva, 岡田美智男: Pelat:おぼつかないさを有するロボットと人との関わりについて, HAI シンポジウム 2014 論文集, 2014
- [2] Fritz Heider and Marianne Simmel: An experimental study of apparent behavior, The American Journal of Psychology, Vol. 57, No. 2, pp. 243-259, 1944.
- [3] ダニエル・C・デネット (若島正・河田学訳): 『志向姿勢の哲学』, 白揚社, 1996.
- [4] 岡田美智男: 『弱いロボット』, 医学書院, 2012.
- [5] 岡田美智男, 松本信義, 塩瀬隆之, 藤井洋之, 李銘義, 三島博之: ロボットとのコミュニケーションにおけるミニマルデザイン, ヒューマンインタフェース学会論文誌 7(2), pp.189-197, 2005.