おぼつかないロボット〈ペラット〉における弱さの開示手法について

佐々木 祐哉[*1]　見目 海人[*1] 香川 真人[*1] 岡田 美智男[*1]

The Disclosure Method of Weakness in the unsteadily Robot “Pelat”

Yuya Sasaki[*1], Kaito Kenmoku[*1], Masato Kagawa[*1] and Michio Okada[*1]

Abstract - Up to date researches have mostly appealed the advanced functions and abilities of systems and robots in their development. There are less attempts to disclose a system or a robot positively with “weakness” and “imperfection” in their nature. In this study, we employed a robot “Pelat” whose behaviours has been inspired from an infant that brings out help from surrounding by acting as if it will fall down unexpectedly. With this demonstration, we will outline the concept of this study, introduce the "weakness" disclosure methods, and discuss which method is more effective on bringing out help from surrounding.

Keywords: unstable behaviors, inverted pendulum, embodied interface

1.　はじめに

これまでのシステムやロボットは、正確で効率的に仕事をこなす事を目的として開発が行われている。これは、人間社会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はユーザーである人の要求水準をエスカレートさせてしまうこともある。

むしろ、ユーザーである人に対してロボットの〈弱さ〉や〈不完全さ〉を積極的に開示してみる事で、周囲からの手助けや優しさを引き出す事に繋がるのではないだろうか。

では、ロボットがどのように〈弱さ〉の開示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。

私たちは初めて幼児が歩き始めた姿をつい目で追ってしまう。いざ倒れそうになると、思わず手を差し伸べてしまうだろう。こういっ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く引き出していると言える。

そこで筆者らは、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す倒立振子型ロボット〈ペラット〉を構築した（図1）。

本稿では、〈ペラット〉を用いてどのようなインターフェースデザインがロボット自身の〈弱さ〉の開示手法として効果的であり、周囲からの手助けを引き出す事に繋がるのかについて議論した結果を述べる。

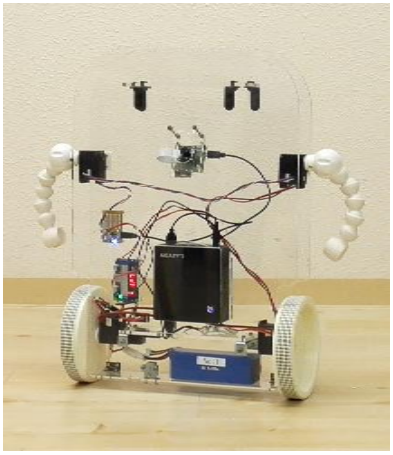

図 1　構築したロボット〈ペラット〉
Fig.1 Constructed robot (Pelat)

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[1]。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

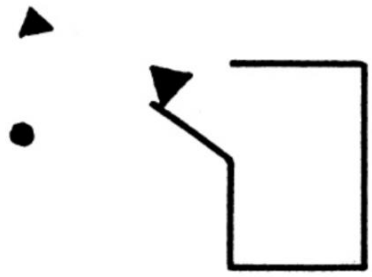

図 2 Heider の心理実験に用いられた図
Fig.2 A picture used for Heider's psychological experiment

*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

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う[2]。

- 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」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られているのだろうか。」こうした帰属傾向は、「志向的な構え」と呼ばれる。

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[3]。

「実体としての同型性」の追求は、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。だが、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。

〈ペラット〉では、「関係としての同型性」の追求をアプローチとしている。この〈ペラット〉の機能やデザインから人との関係性を探っている。

2.3 ミニマルデザイン

〈ペラット〉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[4]。

「ミニマルデザイン」に依拠して作られた〈ペラット〉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. プラットフォーム〈ペラット〉

3.1 概要

本研究で用いるプラットフォーム〈ペラット〉は、倒立振子によりフラフラと動きまわるロボットである。ここでは〈ペラット〉のコンセプトとシステム構成を述べる。

3.2 コンセプト

〈ペラット〉は、幼児のおぼつかない振る舞いをコンセプトとした。

私たちは初めて幼児が歩き始めた姿をつい目で追ってしまう。いざ倒れそうになると、思わず手を差し伸べてしまうだろう。このことから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く引き出していると言える。この周囲からの手助けを上手く引き出している要因について〈ペラット〉を用いて、議論している。

また、〈ペラット〉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。

3.3 システム構成

〈ペラット〉のハードウェア構成を図 3 に示す。〈ペラット〉のシステムはロボット全体の管理・制御を行う x86

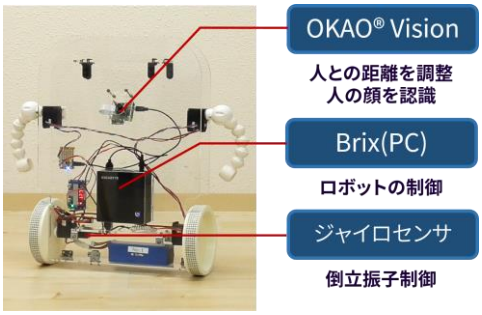

図 3〈ペラット〉のシステム構成
Fig.3 System Configuration of robot (Pelat)

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、人との距離の測定や、人の顔を検出するためのカメラ（OKAO® Vision）、DCDC コンバータ、バッテリーを備える。

3.4　動作原理

図 4 に〈ペラット〉における倒立振子制御を実現するための原理を示す。

〈ペラット〉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係数をかけて送っている。これにより、腕の振る速度を容易に変更できる。そして、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。

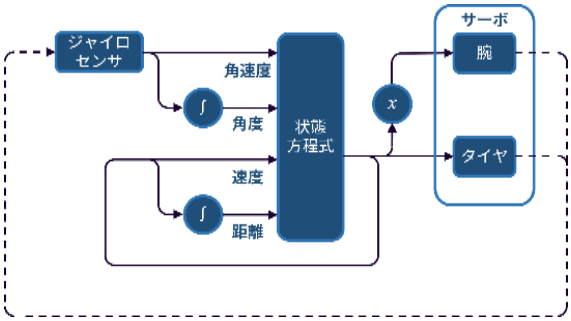

図 3 動作原理
Fig.3 Operating principle

3.5　〈ペラット〉の振る舞い

〈ペラット〉の振る舞いについて図 4 を用いて詳しく説明する。〈ペラット〉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、〈ペラット〉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。

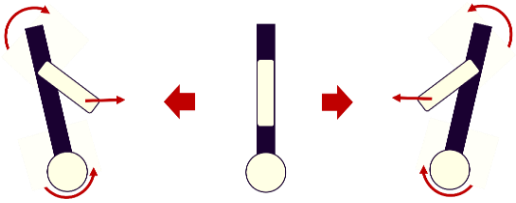

図 4〈ペラット〉の動作
Fig.4 Operation of robot (Pelat)

4.　〈弱さ〉の開示手法の検討

4.1　〈弱さ〉を開示する為に必要な要素

〈弱さ〉を開示する為には、ロボット自身の内的状態を外部に開示する事が必要となる。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〈弱さ〉の開示が必要であると考えられる。では、〈ペラット〉にはどういった要素が必要なのだろうか。

例えば、フラフラしていて倒れそうになったら音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、など色々な開示手法があると考えられる。

本研究では、〈弱さ〉の開示手法として「腕」と「声」に着目し、議論を行っている。

また、本発表では〈弱さ〉の開示を「腕」と「声」を用いて行い、それが人からの手助けを引き出す有効性があるかどうかを実際にデモによって議論する。

4.2　〈弱さ〉の開示手法「腕」

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って「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だろう。

そこで、〈ペラット〉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って「腕」を使ってフラフラと器用にバランスを取る。人はそれを見て、「頑張って立っていたいから腕を使ってバランスを取っている」と感じる事で、より関係としての同型性に近づくと考えたからである。

そうすることで、人が〈ペラット〉の動きをつい目で追ってしまい、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　〈弱さ〉の開示手法「声」

「腕」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〈弱さ〉を開示していく為には「声」を用いるべきなのではないかと考えた。

〈ペラット〉が安定している時には、嬉しそうな「声」、倒れそうになったり、人に押されたりした場合には、焦りや怒りの「声」を出す。そうすることで、周囲に〈ペラット〉自身の内的状態がどうなっているか分かるようになる為、〈ペラット〉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、「声」であれば、発声する「音」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子型ロボット〈ペラット〉を構築し、効果的な〈弱さ〉

の開示する為にはどのような要素が必要なのか議論を行ってきた。

今後は、実際に作製した〈ペラット〉が本当に周囲からの手助けを引き出すのかどうかを検証していく。

また、本稿では、「腕」と「声」を介した〈弱さ〉の開示手法について議論を行ったが、今後この二つで検証を行い、人からの手助けを引き出す要因になるという結果が得られた場合には、他の〈弱さ〉の開示手法によっても、人の〈ペラット〉への関わりや興味を引き出せるのか探っていきたい。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究(B): 18H03322)の助成を受けて行われている。ここに記して感謝申し上げたい。

参考文献

[1] Fritz Heider and Marianne Simmel : An experimental study of apparent behavior, The American Journal of Psychology, Vol. 57, No. 2, pp. 243-259, 1944.

[2] 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.

[3] 岡田美智男 :『弱いロボット』, 医学書院, 2012.

[4] 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.