

# 小動物を模したロボットによる愛おしさの表現技術と感性価値 —見て、触って、「愛おしい」と感じる生き物の特徴を抽出して誇張した表現 技術—

Expression technology and sensitivity value of love by robots that imitate small animals  
- An exaggerated expression technique that extracts and exaggerates the characteristics of creatures that  
you see, touch, and feel "loving" -

正 ○水品 隆広 (カシオ計算機) 二村 渉 (カシオ計算機)  
市川 憲造 (カシオ計算機)

MIZUSHINA Takahiro, Casio Computer Corporation mizushina@casio.co.jp  
NIMURA Wataru, Casio Computer Corporation  
ICHIKAWA Kenzo, Casio Computer Corporation

What are the characteristics of small animals that many people find to be dear, and what are the factors that make them feel and heal? We discovered that some motions, shapes, and tactile sensations had a great influence, and developed it as a pet robot "Moflin®".

**Key Words:** Communication Robot, Soft Robot, Nonverbal communication

## 1. はじめに

犬、猫といったペットは、自分の生活空間に、いつもいて心が和む存在として人気である。特に子猫や子犬は「かわいい」、「愛おしい」と多くの人を感じる存在である。子猫や子犬のどのような特徴が「愛おしさ」を感じる要因なのであろうか。特に言葉を交わすわけではないが、見つめたり、撫でたり、感情が伝わっているかのような非言語のコミュニケーションをとっている。まさに「愛おしい」存在なのである。私達は「愛おしさ」を明らかにすることを試みた。本研究で「愛おしい」とは、大事にして、かわいがりたくなるさまで、たまたまかわいい様子を意味している。したがって、小さく、未熟であり、見て、触って、大事に可愛がりたくなるような存在を対象にしている。その結果、いくつかの動きと形状、触感が大きく影響していることを発見し、それをペットロボット「Moflin®」\*として開発した[1]。

ペットロボットやコンパニオンロボットと呼ばれるこのようなロボットは、これまでいくつも開発されている。中でも、産業総合研究所で開発された「パロ」はアザラシの赤ちゃんをモチーフにしたロボットで、愛らしいフォルムと、インタラクティブに反応する鳴き声や動きから、癒やし効果が認められるロボットとして有名である。しかしながら、静止画でみると、生命感のないぬいぐるみと変わらない。パロは様々な刺激に対する反応、朝・昼・夜のリズム、気分にあたる内部状態の3つの要素から、生き物らしい行動を生成するロボット[2]で、動きや反応から生物らしさを表現しているのである。一方で、生き物は静止画であっても生きていて感じる。この違いはどの要素がもたらすのだろうか。これを明らかにするため、小動物を模倣したロボットを作成し、見た目と触り心地、様々な動作を再現して評価することにした。

### 1.1 外観による生き物らしさと接近動機

小動物のかわいいらしさの要因は、その外観にある。ベビースキーマという概念が提唱されているが、それ以外の要素の影響も大きい。近づきたい、そばに置いておきたいという接近動機が影響しているとも言われている[3]。外観のどのような

要素がかわいい生き物らしく見せ、接近動機をあたえるのだろうか。ともにベビースキーマの要素を持ち合わせている子猫と子猫のぬいぐるみの比較では、明らかに違いを感じる。剥製ではどうだろうか。猫と猫の剥製を比較すると静止画では見分けがつきにくくなる。ぬいぐるみと剥製の違いは、毛皮の出来が影響していると考えられるが、形状が全く同じでなくても、生き物は生き物として見え、ぬいぐるみはぬいぐるみとして見える。本物の毛皮を使った製品が何でも生き物に見えるわけではない。私達が動物を見るとき、無意識に毛皮の下の骨と関節からなる骨格モデルを見ていると考えられる。そこで、毛皮をかぶったフォルムとは別に、骨格モデルの動作のみで生き物らしさや可愛らしさを表現できるか検討することにした。

### 1.2 触感による生物らしさ

本研究において、対象とした小動物は、哺乳類で、体毛に覆われているものである。大きさは、手で持てる大きさの範囲で検討を進めた。私達が小動物に触れるとき、毛皮の表面の状態を、手や指から伝わる感覚として情報を得ている。同時に、毛皮の下の皮下脂肪の柔らかさ、筋肉の弾力、骨格の硬さなどを感じている。このような触感としては、重さ、硬さ、摩擦、温度に分け、触れたときの感情の変化を評価することにした。評価するに当たり、以下の要素の再現を試みた。

- ・毛の生え方に方向をもたす
- ・哺乳類の密度 (およそ 1.0) になる重さ
- ・陸上で生活する哺乳類と同程度の体温 36°C~40°C
- ・胴体は、表面は柔らかく弾力があり、撫でると骨に触れる感じが感じ取れる
- ・僅かでも、常に動いている

## 2. 実験

ペットとして身近に飼われている様々な小動物の映像から比較的動きが単純で特にかわいいと評判の良かった生後数ヶ月のうさぎをモチーフにロボットを設計した。図1は実験のために製作したロボットである。うさぎの骨格標本を参考に

\* Moflin®はカシオ計算機株式会社の登録商標です

骨格部分をつくり、

- ・背骨（主に腰椎）：多関節構造とし、ピッチ、ヨーに反るように4本のワイヤーで引張り、モータ2個で駆動
- ・股関節：モータ1個で駆動
- ・前足：リンク機構とし、モータ2個で左右別駆動
- ・後足：リンク機構とし、モータ2個で左右別駆動
- ・首（頸椎）：ピッチ方向にモータ1個、リンク機構で伸ばす方向にモータ1個、ロール用にモータ1個
- ・鼻：開く機構にモーター1個

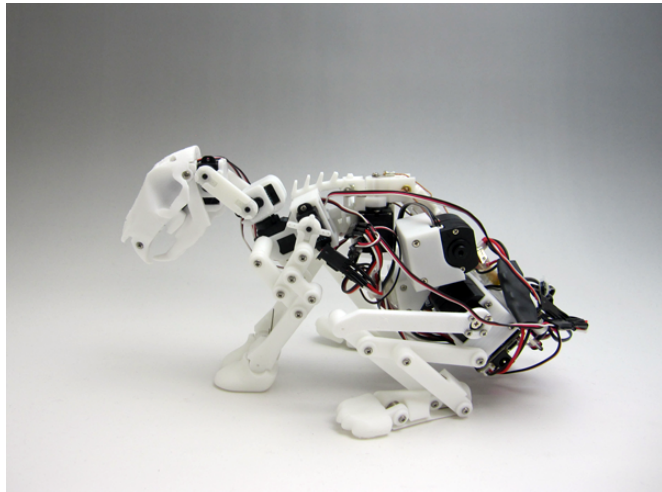


Fig. 1 Rabbit skeleton type robot

合計 11 個のサーボモータによりうさぎの動きを真似る事のできるロボットを作り上げた。重力方向に対する重心移動もできるように、3軸加速度センサを搭載した。評価方法は、被験者5名による主観評価とした。

### 2.1 うさぎ骨格型ロボットで再現した動作

動作による生き物らしさを評価するために、図1のうさぎ骨格型ロボットを使い、

- ① 呼吸をしている（30回/分で背中を上下動）
- ② 後ろ足だけで立ち上がる
- ③ 伸びをする
- ④ 背中を丸める
- ⑤ 餌をついばむ
- ⑥ 飛び跳ねる
- ⑦ 傾斜に合わせ、体を前後左右に傾ける

のうさぎの仕草（動作）を再現した。

再現した動作を被験者5名で観察し、生物感表現力を5点満点で点数化した。

### 2.2 うさぎ骨格型ロボットの生き物らしさ表現力評価結果

生物らしさ表現力評価の結果は表1のようになった。この結果から、①呼吸動作、⑤餌をついばむ動作、⑦体を傾ける動作の評価が高いことがわかる。

呼吸動作については、周期的に体を膨らましているように見えることから、生命感を感じる結果になった。⑤、⑦に共通している動作はひねりを入れていることである。ロールとピッチのように交差する2軸以上が連動して動作すると生き物らしい自然な動きとを感じる結果になった。

Table 1 Evaluation score for motion by the rabbit skeleton type robot

	Motion	Evaluation score average
1	Breathing	5
2	Stand up with only hind legs	3.2
3	Grow	3
4	Round the back	3
5	Peck the bait	5
6	Jump	3.6
7	Tilt the body	5

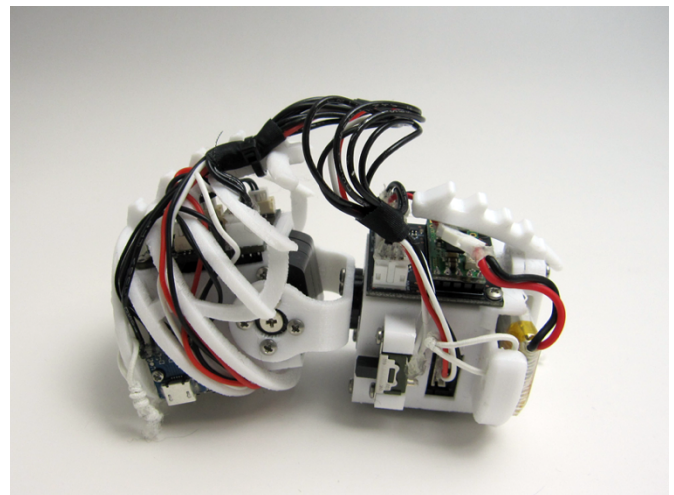


Fig. 2 2-axis robot with only head and body

### 2.3 2軸骨格型ロボットの表現力評価

うさぎ骨格型ロボットの表現力評価結果から、特に点数の高かった首のピッチ軸とロール軸のみのロボット（図2）を製作し、同様の実験を行った。胴体と頭だけであるので、立ち上がるなどの動作はできないが、呼吸、伸びをする、背中を丸める、餌をついばむ動作を実装した。細かな評価内容は割愛するが、うさぎ骨格型ロボットでの評価と同様の評価結果となった。

### 2.4 外装材（フェイクファー）と触感

図2のロボットを樹脂製の毛を生やした毛皮（フェイクファー）で覆ったもの（図3）と、ぬいぐるみのように綿を詰めたもので、触覚による差異を被験者5名により評価した。視覚的な要素を除くため、同一形状としており、撫でる、掴む、手に乗せる行為をし、小動物を触っているような感覚が得られるかを評価した。骨格ロボットは非動作状態と呼吸動作状態の2種類とした。動作状態では、体温も36~40℃になるようにした。

使用した毛皮は表2に仕様を示す。



Fig. 3 Fur-covered skeletal robot

Table 2 Fur specifications

Pile length	22mm
Table material	100% acrylic
Base cloth material	55% acrylic 45% polyester
Fabric manufacturing method	Pile knitted fabric

### 2.5 触感による生き物らしさ表現力評価結果

表面素材は全く同じ毛皮であるが、撫でる、掴む、手に乗せるのすべての項目で、内部に骨格ロボットがあるものが生物を触っているような感覚に近いと評価された。実際に触れているのは表面の素材であり、内部構造以外に差異はないが、明らかに異なる評価を得た。手に伝わる感覚は内部構造の影響が大きいことを示している。触覚による生物らしさをロボットで表現するとき、表面素材越しに感じる背骨や肋骨の感触が有効であるとの結果となった。さらに、呼吸動作状態で手に乗せた場合は、動きや体温も感じられることから、生き物らしさの表現力が増大する。

### 3. おわりに

本研究に使用した図 1 のロボットは、うさぎを模したことから、生物らしさを表現できることは期待通りである。しかし、実験を進める中で、生物らしさ表現力を持つ 2 軸のみとした図 2 の骨格ロボットが同様に生物らしさを表現できると評価されたことは新たな発見であった。これまで、まるでペットのように「愛おしい」と感じるロボットを作成する場合、どれだけ生体を真似ればよいか、明確に示唆するものはなかった。しかし、図 2 の骨格ロボットに毛皮をかけたロボットの表現力は、小動物を愛でると同様に「愛おしい」感情を抱かせるものであった。

ただし、「どのように感じるか」の評価は、各実験を通して主観評価にならざるを得ず、計測値などの客観評価には程遠い不確かさを含んでいる。感情のもとになっている被験者の経験や生活習慣などが全く異なる集団に対して、同じ評価結果になるかどうかは、別の実験が必要である。

図 2 のロボットの主要な要素を搭載した「Moflin®」[1]は、日本以外の文化圏でも「たまたまかわい」と評判を得ていることから、異なる文化圏でも同様の評価結果が得られる可能性は高い。

### 謝辞

研究用ロボットの製作に協力して頂きました (株) テクノロードの杉浦登氏、木村翠氏に感謝いたします。

### 参考文献

- [1] “MOFLIN | An AI Pet Robot with Emotional Capabilities”, <https://www.kickstarter.com/projects/vanguardindustries/moflin-an-ai-pet-robot-with-emotional-capabilities>, (accessed 2021-03-25)
- [2] “世界一の癒し効果, アザラシ型ロボット「パロ」, いよいよ実用化”. 産総研. 2004-09-17. [https://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2004/pr20040917\\_2/pr20040917\\_2.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040917_2/pr20040917_2.html), (accessed 2021-03-25)
- [3] 入野野宏, “かわいさと幼さ : ベビースキーマをめぐる批判的考察 <解説>”, 日本視覚学会 VISION Vol.25 No.2 p.100-104 2013