

# 柔軟触覚センサを搭載した モデルベース動物画像可触化システム

大久保 貴博<sup>1,a)</sup> 季 雨農<sup>1</sup> 小林 剛<sup>1</sup> 赤羽 克仁<sup>1</sup> 佐藤 誠<sup>1</sup>

**概要:** 我々は、動物画像を鑑賞するユーザの触覚的な欲求を満足させるため、画像と動物の3Dモデルを組み合わせた可触化システムを提案してきた。その際、評価実験の被験者からは、皮膚の「やわらかさ」や「毛並み」を表現する要素に関する要望が多く寄せられた。そこで本稿では、力覚提示装置に柔軟触覚センサを組み合わせるにより、「やわらかさ」や「毛並み」を感じながら、指で撫でるようにして触ることができるシステムを提案した。

## Model-based Animal Image Haptization System with Flexible Tactile Sensor

TAKAHIRO OKUBO<sup>1,a)</sup> YUNONG JI<sup>1</sup> TSUYOSHI KOBAYASHI<sup>1</sup> KATSUHITO AKAHANE<sup>1</sup> MAKOTO SATO<sup>1</sup>

**Abstract:** We previously proposed a haptization method using the 3D model of the animal to satisfy the haptic interest about animal images. From subjects' feedback, there were many requests of sense of softness or fur textures. Therefore, we propose a system that can present a feeling of the softness and fur texture as if stroking with a finger by using haptic device and flexible tactile sensor.

### 1. はじめに

近年、スマートフォンやタブレットPCの普及により、インターネットがより身近な存在となり、掲示板やSNSなどを通じて愛玩動物の画像を共有する機会が増えている。それらの画像を見たとき、視覚的に満足感を得られても、「触りたい」という触覚的な欲求は画像のままでは満たすことはできない。

そこで我々は、動物画像と動物の3Dモデルを組み合わせた可触化システムを提案した[1]。ここでは、画像が持つ情報のみで可触化を行う「イメージベース可触化[2]」に対し、本システムの手法を「モデルベース可触化」と呼ぶ。

### 2. モデルベース可触化システム

#### 2.1 概要

モデルベース可触化システムにおけるユーザへの情報提示の流れを図1に示す。従来の画像可触化システムでは、入力された画像の持つ情報から力覚提示用パラメータを計算し、画像に触れたときの力を表現していた。本システムにおいては、入力画像からの情報提示を視覚のみにとどめ、力覚提示は動物の3Dモデルから行う。力覚提示のための動物の3Dモデルは、システムがあらかじめ用意しておき、画像内の対象の動物に合わせて位置・姿勢を設定する。この3Dモデルは画面上へのレンダリングを行わず、動物の画像のみを表示する。これにより、平面的な動物画像に対し立体的な可触化を実現することができる。また、3Dモデルを使用することによる利点として、画像から見ることでできない動物の裏側に力覚ポイントを移動させることにより、裏側を触ることも可能になる。

<sup>1</sup> 東京工業大学 精密工学研究所  
Precision and Intelligence Laboratory, Tokyo Institute of Technology

<sup>a)</sup> takahiro.okubo@hi.pi.titech.ac.jp

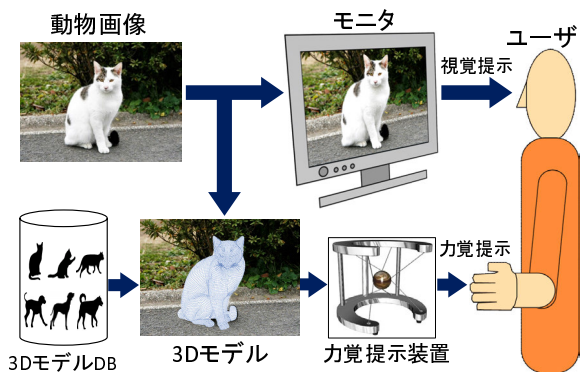


図 1 モデルベース可触化システム  
Fig. 1 Model-based haptization system.

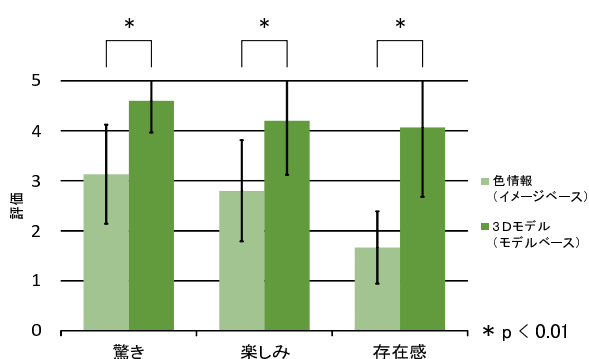


図 2 実験結果  
Fig. 2 Experimental result.

## 2.2 評価実験

動物画像のモデルベース可触化についての有効性を検証するため、評価実験を行った。以下の

- (a) 色情報にもとづく可触化 (イメージベース) [2]
- (b) 3D モデルを用いた可触化 (モデルベース)

のそれぞれの手法で、被験者に使用させた。なお提案手法における 3D モデルは、既に適切に姿勢付けされ、画像に対し適用されたものとした。そのため、被験者は可触化のための一切の操作を行っていない。

実験結果を図 2 に示す。グラフは、被験者 15 名が回答した各項目についての評価値の平均であり、エラーバーは標準偏差である。実験結果から、提案手法は色情報による可触化に比べ、「驚き」「楽しさ」「存在感」のすべての項目で高い評価となった。ここから、二次元の画像を三次元的に触ることに興味を持った被験者が多かったと考えられる。

## 3. 柔軟触覚センサ

ここまで述べたように、動物画像と 3D モデルの組み合わせによるモデルベース可触化は、評価実験により有効性が確認された。しかし、凹凸が少なく、硬さも一定に設定した 3D モデルを使用しているため、実験後の被験者から

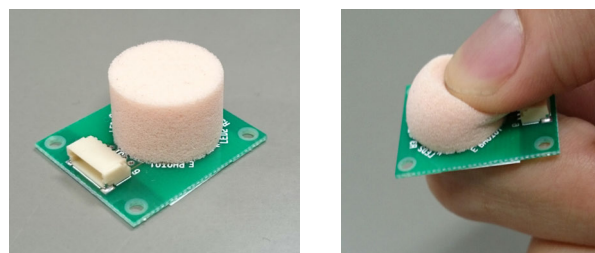


図 3 柔軟触覚センサ  
Fig. 3 Flexible tactile sensor.

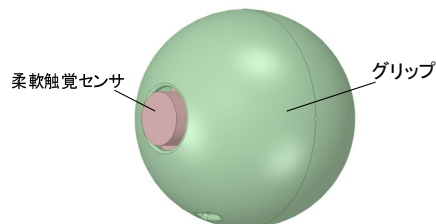


図 4 柔軟触覚センサ用グリップの設計  
Fig. 4 Design of a grip for flexible tactile sensor.

は皮膚の「やわらかさ」を表現する要素や、「毛並み」の感覚を求める要望が多く寄せられた。

本システムは、動物との擬似的なふれ合いを実現するためのものであるため、これらの感覚を提示できないことは大きな問題となる。そこで本稿では、モデルベース可触化システムで使用する力覚提示装置に、柔軟触覚センサを組み合わせ、「やわらかさ」や「毛並み」を感じながら、指で撫でるようにして触ることができるシステムを構築する。図 3 に、柔軟触覚センサの画像を示す。柔軟触覚センサはタッチエンス社のショッカクポット™[3]を使用する。これは、円柱状のウレタン内部に LED およびフォトトランジスタを 2 つずつ配置し、ウレタン表面 4 点の押し込みによる変位を計測するものである。

## 4. システムの実装

我々がこれまでに作成してきたモデルベース可触化システムでは、力覚提示装置として SPIDAR-G[4] を使用していた。そこで、SPIDAR-G のための柔軟触覚センサ専用グリップを設計した (図 4)。柔軟触覚センサはマイコンボードで A/D 変換を行い、変位を PC に送信する。実際に SPIDAR-G のグリップ上に柔軟触覚センサを搭載した状態を図 5 に示す。ユーザは、SPIDAR-G により画像内の動物に触った力覚を感じながら、グリップ上の柔軟触覚センサで力覚ポインタを微小に移動させることにより指で撫でる感覚を得る。また、柔軟触覚センサのウレタン表面にフェルトやファー生地を貼り付けることにより、接触感を良くすることができる。

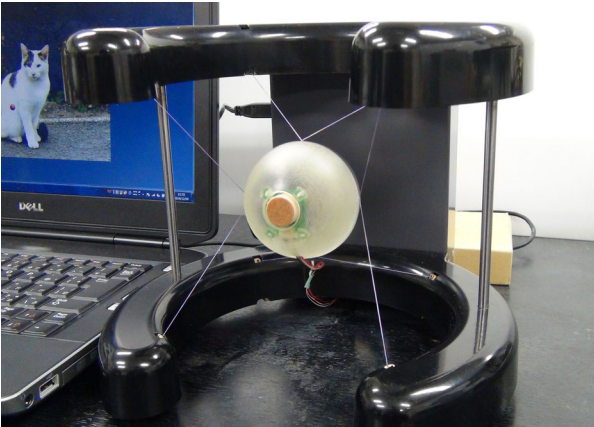


図 5 柔軟触覚センサを搭載した SPIDAR-G  
Fig. 5 SPIDAR-G with flexible tactile sensor.

## 5. おわりに

本稿では、モデルベース可触化において課題であった、「やわらかさ」や「毛並み」の表現についての要望に答えるために、力覚提示装置に柔軟触覚センサを搭載することにより、指で撫でるようにして触ることができるシステムを構築した。

今後は、このシステムについての評価実験を、主に主観評価を中心に行う予定である。また、「やわらかさ」や「毛並み」についてはソフトウェアの面での解決方法も考えていく。

## 参考文献

- [1] Okubo, T., Akahane, K. and Sato, M.: A Proposal of Model-based Haptization System for Animal Images, *Asia Haptics*, B19, 2014.
- [2] 高濱敦, 赤羽克仁, 佐藤誠: 色とエッジ情報に基づいた画像可触化手法の提案, *画像電子学会誌*, Vol.40, No.4, pp.695-701, 2011.
- [3] ショッカクポット™, <http://www.touchence.jp/cube/>
- [4] Kim, S., Hasegawa, S., Koike, Y. and Sato, M.: Tension Based 7-dof Force-Feedback Device: SPIDAR-G, *Proceedings of IEEE Virtual Reality 2002*, pp.283-284, 2002.