

# Hedgehog: 硬さの変わるインタフェース

菰池 裕美<sup>†</sup> 松下 光範<sup>†</sup>

本稿では、触覚だけでなく視覚的にも「硬軟感」を変化させることができる毛状の触覚インタフェースを提案する。このインタフェースは、ハリネズミの毛の変化をメタファとして利用している。インタフェースはテグスにビーズを通して連節形状にした「毛」を格子状に配置し、各毛のテグスを裏側からソレノイドで引っ張ることによって、毛の角度や硬軟感を変化させることができる。

## Hedgehog: an Interface for Tactile/Visual Information

YUMI KOMOIKE<sup>†</sup> and MITSUNORI MATSUSHITA<sup>†</sup>

This paper proposes a tactile interface which presents “a feeling of solidness” both visually and tactually. This interface utilizes a change of a hedgehog’s fur as a metaphor. This interface consists of arrayed flexible wires and each wire is made of several beads tied in a row with a nylon fiber. The interface changes the wire’s angle and a degree of hardness by pulling the fiber with a solenoid.

### 1. はじめに

ハリネズミは、毛の形状や硬さを変化させることで感情表現を行っている。例えば、穏やかな時には毛を寝かせているが、防御の姿勢を取る時には毛を鋭く立たせて丸く縮こまる。本研究では、ハリネズミの毛のように、毛の全体形状や硬さを変化させることで、視覚と触覚の両方でその「硬軟感」を提示できるインタフェースの実現を目指している。

串山らは磁力によって硬軟感提示が可能なディスプレイを提案している<sup>1)</sup>。このシステムは、スチールボールを磁力で制御することによってディスプレイ自体の硬軟感を変化させることができる。しかし、この手法では立体感に欠けるため、視覚的に硬軟感を読み取ることが難しい。また、中安らは装置全体で「ざわめく」表現を行うディスプレイを提案している<sup>2)</sup>。このシステムでは、ディスプレイのアクチュエータとして形状記憶合金を用いており、その形状を変化させることができる。しかし、このディスプレイは視覚的な変化の生成に主眼が置かれており、それ自体に触れることを想定してはいない。また、串山らは天然の毛を上下に回転するアクチュエータで制御し、生物感を表現できるディスプレイを提案している<sup>3)</sup>。このシステムは視

覚的な提示だけでなく、ユーザがディスプレイに触れてその動きを感じることを可能にしている。しかし、このシステムの主眼は動きの提示による生物感の表現であり、硬軟感の変化は考慮していない。

本研究では、ディスプレイの構成要素である毛の一本一本の形状や硬さを変化させることで、ユーザに視覚的にも触覚的にも硬軟感の変化を伝えられるようにする。

### 2. 提案手法

上述したようなインタフェースを実現するには、一定の長さを持った毛を軟らかく寝ている状態から硬くピンと立っている状態へと変化させられる構造が必要になる。そこで、糸にビーズを通して連節形状にした毛を作成し、その糸を引っ張ることによって毛の形状と硬さを変化させることにした。

予備実験を行ったところ、毛の素材としてビーズのみを使用した場合は、糸を引っ張った時、全体形状があまり変化しないうちにビーズ同士が密着してしまった。そのため、毛の角度を直立状態にまで変化させることができなかった。

そこで、ビーズとビーズの間に弾性のあるシリコンゴムを緩衝材として挿入し、糸に力をかけた時にそれらの緩衝材が少し撓むようにすることで、各毛がより垂直に近い角度にまで変化できるようにした。

本研究で実装した試作システム「Hedgehog」の構

<sup>†</sup> 関西大学 総合情報学部

Faculty of Informatics, Kansai University

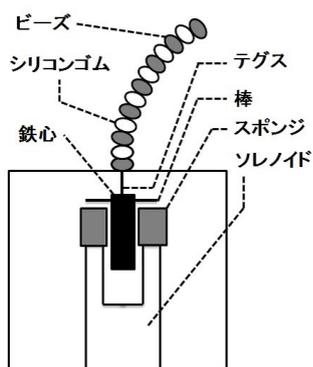


図 1 提案するインタフェースの構造  
Fig.1 Structure of proposed interface



図 2 実験の様子  
Fig.2 Experimental Setting

造を図 1 に示す。実装では、糸に 3 号のテグスを、糸を引っ張るアクチュエータにソレノイド (2mm ストローク, 0.69N/2.5W) を各々用いた。テグスにはビーズとシリコンゴムを交互に通し、根部をアルミ製の土台に固定した。そして、その土台の背後からソレノイドで糸を引っ張ることにより、毛の角度と硬さを調節できるようにした。ソレノイドの鉄心には、穴の開いた棒を垂直に取り付け、そこに糸を固定した。各ソレノイドは各毛の根元の直下に配置した。このとき、ソレノイドと鉄心の間に 3mm の隙間を作り、そこに緩衝用のスポンジを挟みこむことで、毛の変化する角度がより大きくなるようにした。これは、スポンジがない場合は未通電時であっても鉄心の重みが糸にかかってしまい、結果として毛の角度の変化が小さくなってしまふのを防ぐためである。

毛の硬さはソレノイドの吸引力を制御することによって調節できる。今回は Arduino を用いて PWM 方式で制御することとした。

### 3. 実 験

2 章で実装したインタフェースを用いて実験を行った。図 2 に示すように、重さ 0.5g の紙片 (PPC 紙 75mm × 105mm) を重ねて毛の先端に載せ、ソレノイドの吸引力を最大値から徐々に下げていき、毛が紙の重みに耐えられなくなったときの値を測定した。

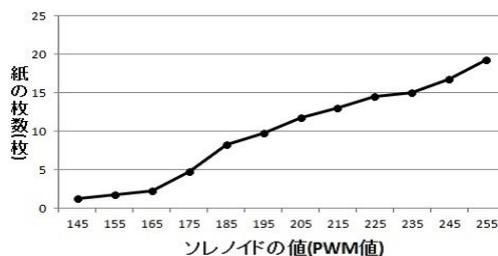


図 3 実験結果  
Fig.3 Result of Experiment

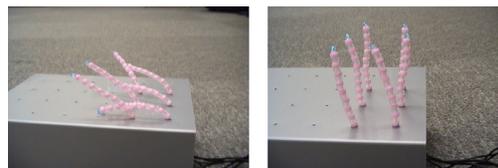


図 4 毛の角度の変化  
Fig.4 Change of wires' angle

実験結果を図 3 に示す。ここで、縦軸は毛の上に載せた紙片枚数を、横軸はソレノイドに与えた PWM の値を各々示している。

ソレノイドの力を大きくしていくにつれて載せられる紙片の枚数が増えていくことからわかるように、ソレノイドの力によって毛の硬さを変化させることができている。また、形状に関しても図 4 のようにソレノイドの力によって毛の角度を変化させることができている。

### 4. おわりに

本論文では、毛の形状や硬軟感を変化させられるインタフェースを提案した。今後は毛の本数を増やし、その動きを制御することによってディスプレイとして利用できるように拡張することを検討している。

### 5. 謝 辞

本研究は平成 22 年度関西大学学術研究助成基金の支援を受けた。記して謝意を表す。

### 参 考 文 献

- 1) 串山久美子, 笹田晋司: 硬軟感覚を提示できるアクティブ砂場「Magnet Sand play」の開発, インタラクシオン 2009, pp.51-52 (2009).
- 2) 中安翌, 富松潔: plant: Shape Memory Alloy Motion Display による葉群のざわめき表現, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 15(3), pp.289-296 (2010).
- 3) 串山久美子, 笹田晋司: 生物感覚を提示する毛状視触覚ディスプレイ「Fur-Fly」, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 15(3), pp.459-462(2010).