

Toria: 感情表出のためのウェアラブル起毛デバイスの提案

岩崎健一郎^{†1} 玉城絵美^{†2}

ヒトが感情表出に使用する非言語情報として顔の表情があるが、ヒト以外の動物は表情に加え、体毛を逆立てることで感情表出を行っている。人間の体毛は退化してしまったが、洋服の一部として自由に毛を逆立てることができるデバイスがあれば、ヒトの感情表現の幅を広げることができる。そこで我々は、感情表出のためのウェアラブル起毛デバイス『Toria』を提案する。『Toria』は、人工筋肉として知られている形状記憶合金を用いることで、動物の体毛が逆立つような表現をすることが可能である。一方でヒトは約5mmから約15mmの口角の動きで表情を認識する。本デバイスでヒトが読み取れる動き、つまり(1)5mmから15mmまでの動きを表現できるか(2)また、その表現にはどの程度の時間を要するのかを検証する。

Toria: A wearable feathery device for emotional expression

Ken Iwasaki^{†1} Emi Tamaki^{†2}

Human beings use facial expression as a means of non-verbal communication. In addition to facial expression, animals ruffle up hairs or feathers when they express emotions. Body hair of the human beings are degenerated, however, if we develop a device that can ruffle up hairs, our emotional expression can be extended. We propose Toria, a wearable feathery device for emotional expression. Toria uses shape-memory alloy actuator (artificial muscle) to make its feathers on the surface stand up like animals. Human beings recognize facial expression by approximately 5mm to 15mm movement of the corner of the mouth. We evaluated (1) whether proposed device can generate approximately 5mm to 15mm movement, and (2) how long does it take to make the movement.

1. はじめに

1.1 非言語情報としての起毛表現

人間は日常的に複数の非言語の手がかりを用いてメッセージを伝達しあっている。このような非言語コミュニケーションには、顔の表情、顔色、視線、身振り、手振り等が含まれる[1]。身振りなどは文化的な違いが見られるが、人間の基礎的な感情である怒り、恐怖、喜び、驚きなどに対する表情は普遍的なものとされる[2]。

一方で、ヒト以外の動物は表情に加え、体毛を逆立てることで感情表出を行うことができる。図1に、鳥の羽を逆立てることによる感情表現の様子を示す。多くの動物は、立毛筋という皮膚下の筋肉で体毛の根周辺を引っ張ることによって体毛を逆立てている。ヒトにも体毛を逆立てるための立毛筋は存在し、寒冷ストレスや情緒性ストレスによる皮膚の隆起(鳥肌)を発生させる。ただし、ヒトの体毛に発生する反射は交感神経に支配されており、意識的に制御することは難しい。また、ヒトの体毛の形状変化と皮膚の隆起はごくわずかであり、非言語コミュニケーションに使用することは難しい。

人間の体毛は退化してしまったが、洋服の一部として自由に毛を逆立てることができるデバイスがあれば、ヒトの

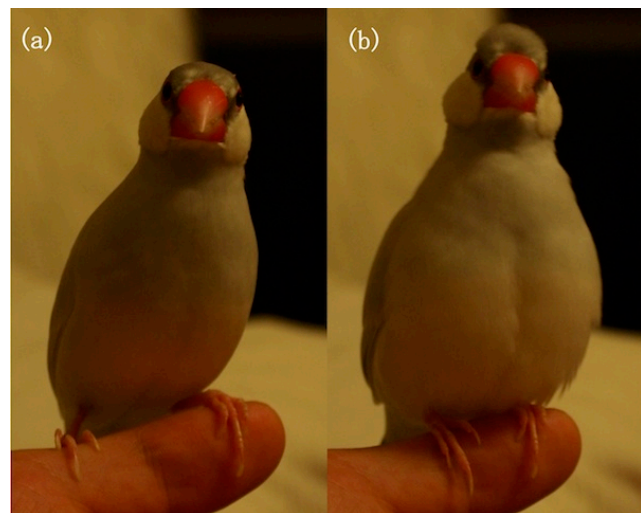


図1 鳥の感情表現と羽の形状変化。

(a)はリラックス状態であり、(b)は怒りの状態である。

Figure 1 The emotional expression of a bird.

(a) shows relax state, (b) shows anger state.

感情表現の幅を広げる助けになると我々は考える。感情表現の幅を広げることは、芸術やファッションといった分野のみならず、自閉症の方に役立つシステム作りの一助となると考えられる[3]。

そこで本報告では、感情表出のためのウェアラブル起毛デバイス『Toria』を提案し、その応用例について議論する。

^{†1} 東京大学
The University of Tokyo

^{†2} 早稲田大学
Waseda University

1.2 関連研究

上間らは、振動子を用いて毛を逆立てる情報提示デバイス「Fur Display」を提案している [4]。これは動物の毛皮を振動させ、立毛を実現している。自然な立毛現象を実現した点で優れているが、天然毛皮を用いる必要があるため、素材に限られるという欠点がある。本報告では、衣服の素材として広く使用されている布に実装できるシステムを目指す。

大久保らは、細く柔軟な触覚インタフェース「Hairytap Interface」を提案している [5]。これは形状記憶合金の繊維を光により制御可能なインタフェースである。繊維を一本ごとに制御できるため構成自由度が高いが、光を発するデバイスが必要なため、ウェアラブルデバイスとして使用するにはシステムが複雑になる。本報告では、動物が実際に使用している立毛筋を参考に、形状記憶合金を布に編み込むことによりシステム構成をより簡素化する手法を検討する。

福嶋らは、前腕部体毛の立毛制御による驚き感情の増幅について研究を行っている [6]。これは高電圧の静電気により前腕部の体毛を立毛させ、コンテンツへの没入感や感動を高めるデバイスである。ヒトの体毛を制御し、ユーザの感情操作を目指している点で興味深い。本研究の目的はユーザが自身のためだけでなく、他者との非言語コミュニケーションのために使用できるウェアラブルデバイスの構築である。

1.3 研究目標

本研究の目標は、ヒトの感情表現の幅を広げるために、洋服の一部として自由に毛を逆立てることができるデバイス『Torja』を提案することである。Torja は、洋服として着用することを想定し、布を基本とする。また、着用を阻害するモータや電子基板などの装置を配置せず、出来る限り布に連動した柔らかさのある機材を用いる。

次に、Torja でヒトが読み取れる動き、つまり (1) 5mm から 15mm までの動きを表現できるか (2) また、その表現にはどの程度の時間を要するのかを実験し、検証する。最後に、実験結果をふまえて Torja の応用可能性について議論する。

2. 提案装置

2.1 概要

本報告では、他者との非言語コミュニケーションに使用できるウェアラブルデバイスの構築を目指し、衣服の装飾素材として一般的に使われている羽素材を立毛させる手法について検討する。構成を簡素化するため、立毛筋の配置を参考にアクチュエータである形状記憶合金を布に編み込むという手法を用いた。

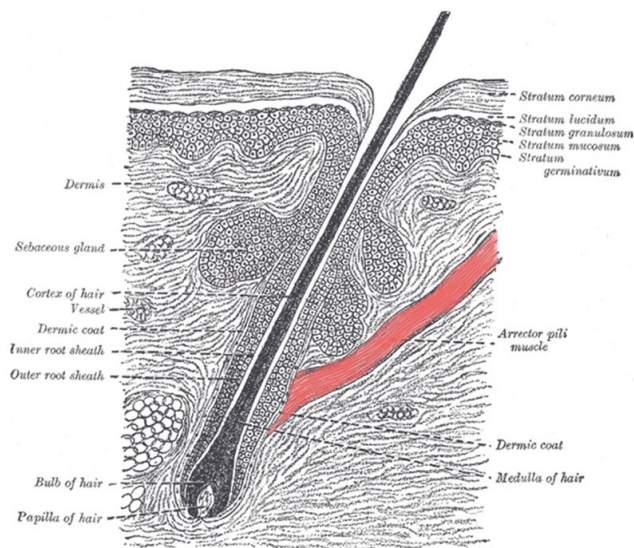


図 2 立毛筋の配置 [7].

赤色で塗った部分が立毛筋である。

Figure 2 The layout of arrector pili muscle. [7]

The red area denotes arrector pili muscle

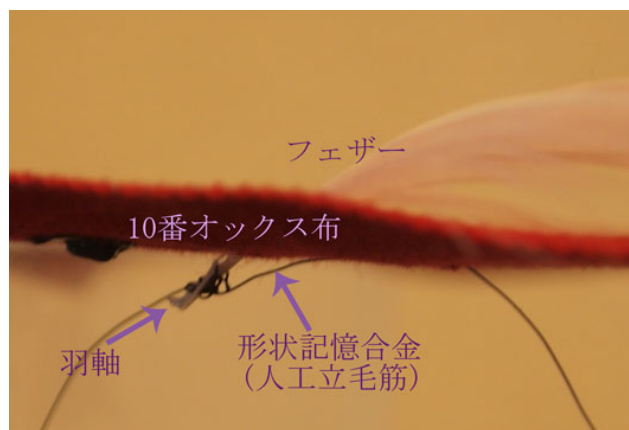


図 3 形状記憶合金 (BioMetal®) の配置

Figure 3 The configuration of proposed system.

羽素材については、ダウン、スモールフェザー、フェザー一等があるが、今回はフェザーを用いた。その理由は、羽軸が硬いため制御しやすく、実際の鳥も羽軸を制御することによって感情表出を行っているためである。

形状記憶合金は、人工筋肉として知られるトキコーポレーション社の BioMetal® BMF100 を使用した。これは電流を流すことで温度が上がり、全長の 4%程度収縮する素材である。

2.2 羽による感情表出の原理

動物は立毛筋を用いて体毛を逆立てている。立毛筋とは、毛根(羽軸)と真皮上層との間に斜めに位置する平滑筋であり、これが収縮することによって毛が逆立つ(図 2 赤色で示した部分)。

本報告ではこの立毛筋の配置に着目し、形状記憶合金を

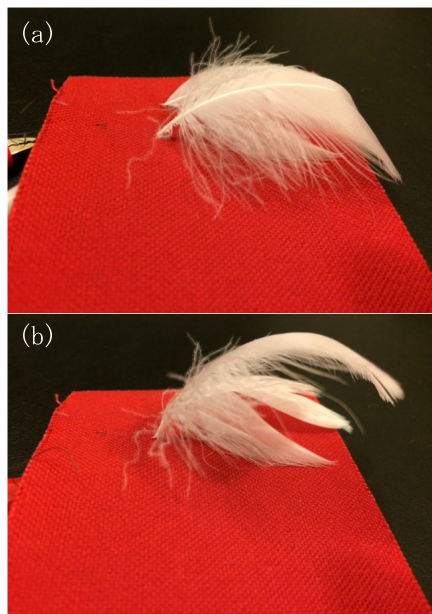


図 4 提案装置の立毛の様子

Figure 4 The configuration of template file.

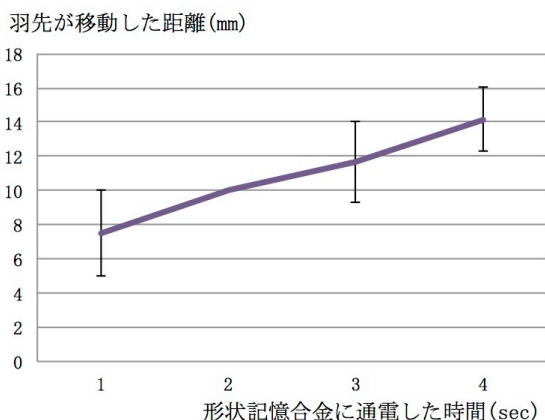


図 5 提案装置の応答速度

Figure 5 The response time of proposed device.

図 3 のように布と羽の間に斜めに編み込むことにより、羽の立毛を実現した。フェザーの全長は 60mm、布の下に出ている羽軸は 5mm であり、人工立毛筋部分は 10mm である。

布は 10 番オックス布を使用した。立毛の様子を図 4 に示す。

2.3 評価実験

作成したデバイスが日常生活での感情表出に使用できるかどうかを検討するため、羽の変化量と、応答速度の評価を行った。

ヒトの表情のうち、最も変位量が大きいのは口角である。口角は微笑んだ状態で約 5mm 上がり、最大で約 15mm 上がる。この変位量により、我々は相手の表情を認識してい

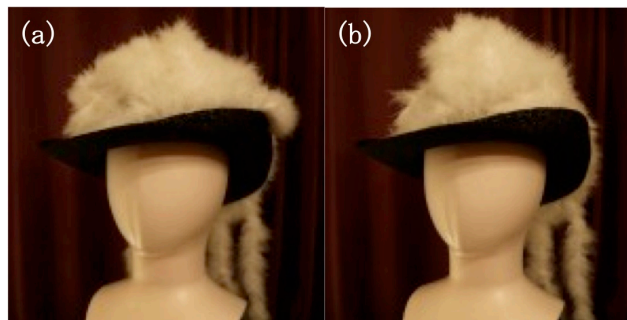


図 6 応用例: 帽子型デバイス (イメージ)。(a)がリラックス状態であり、(b)が怒りの状態。

Figure 6 Application: Emotional expression hat. (a) shows relax state, (b) shows anger state.

る。このため、本デバイスでヒトが読み取れる動き、つまり (1) 約 5mm から約 15mm までの動きを表現できるか (2) また、その表現にはどの程度の時間を要するのかを検証した。

気温 26°C の室内で、3V, 300mA の電流を、人工立毛筋前後の形状記憶合金 120mm の区間に 1 秒間から 4 秒間通電し、それぞれの時間でフェザーの羽先が移動した距離を計測した。6 回の平均時間と標準偏差を図 5 に示す。

図 5 から、(1) 4 秒間通電することで、目標の約 15mm の変位を作り出すことができる。また、(2) 少なくとも 1 秒あれば、羽先が 8mm 前後動く、つまり人間が認識できる変位量を得られることがわかった。

3. 議論と応用

3.1 アクチュエータ

本報告では、アクチュエータとして形状記憶合金である BioMetal® を使用した。BioMetal® は人工筋肉として使用しやすいものの、収縮率が 4% と小さいことや、周囲の温度によって応答速度が変化することが知られている。これらの欠点を克服するようなアクチュエータ開発が求められている。

また、今回は立毛の方向のみであったが、毛を寝かせる方向についても検討を行いたい。

布などの柔らかい素材を変形させる一般的な手法について、形状記憶合金の他に振動やテグスを用いる方法が提案されているが、どれも一長一短がある。HCI 研究の発展のため、更なる研究が求められる。

3.2 応用例: 帽子型の感情表現デバイス

近年、生体情報から感情状態を推定する手法が様々提案されている [8]。このような用途で使用できる生体情報として、皮膚抵抗 (GSR)、心電図、脳波などが挙げられる。

これらの技術を用いることで、帽子型の感情表現デバイスが実現できると考えられる (図 6)。生体情報から感情状態を推定し、その結果を立毛として表現するデバイスである。

帽子は顔の近くを装飾するため、ヒトの表情を自然な形で拡張することができる。このような装置を使い、ユーザの感情状態が相手に伝わることにより、ヒトのコミュニケーションに影響があるものと考えられる。

4. まとめ

本報告では、感情表出のためのウェアラブル起毛デバイス『Torja』を提案した。口角の変位量を目標に提案デバイスの評価実験を行った所、(1) 4 秒間通電することで、目標の変位量を作り出すことができる。(2) 少なくとも 1 秒あれば、人間が認識できる変位量を得られることがわかった。また、応用例として帽子型デバイスの可能性について言及した。

今後さらなる実装を進め、ヒトのコミュニケーションに与える影響などについて調査していきたい。

謝辞 本研究にあたり、動物の感情表現について示唆と洞察を与えてくれた文鳥のトリアとビヨンセに、謹んで感謝の意を表す。

参考文献

- 1) マジョリー・F・ヴァーガス: 非言語コミュニケーション, 新潮社 (1987)
- 2) チャールズ・ダーウィン: 人及び動物の表情について, 岩波書店 (1991)
- 3) Rana el Kaliouby, Rosalind Picard, and Simon Baron-Cohen: Affective computing and autism. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1093.1 (2006): 228-248.
- 4) 上間裕二, 古川正紘, 大越淳史, 常盤拓司, 杉本麻樹, 稲見昌彦: Fur Display: コミュニケーションを可能にする毛皮. 17th Workshop on Interactive Systems and Software (WISS) 2009, 2009.
- 5) Masaru Ohkubo, Yoshiharu Ooide, Takuya Nojima: An Interface Composed of a Collection of "Smart Hairs, Proceedings of the second international workshop on Smart material interfaces: another step to a material future, pp.23-26, 2013.
- 6) S. Fukushima, H. Kajimoto: Facilitating a Surprised Feeling by Artificial Control of Piloerection on the Forearm, AH '12, March 08 - 09 2012, Megève, France.
- 7) Human Skin, "Gray's Anatomy plates", Wikimedia Commons, the free media repository, The 20th U.S. edition of Gray's Anatomy of the Human Body, originally published in 1918 and therefore lapsed into the public domain
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gray944.png>
- 8) Broek, E. L. "Ubiquitous emotion-aware computing." *Personal and Ubiquitous Computing* 17 (2011): 53-67