

ビーズアクチュエータの試作とその応用

辰田 恵美[†] 塚田 浩二[‡] 椎尾 一郎[§]

お茶の水女子大学 大学院 人間文化創成科学研究科^{† §}

お茶の水女子大学お茶大アカデミックプロダクション/科学技術振興機構さきがけ[‡]

1. はじめに

ビーズでアクセサリや小物を作ることは、幅広い世代で親しまれており、ネックレス、ブレスレットなどのビーズアクセサリを身につけたり、置物などのビーズ小物を机に飾って楽しむことは多い。

そこで本研究では、ビーズ手芸の新しい可能性としてビーズ小物に多様な動きをつけて楽しめるビーズロボットを提案する。我々は基本的なアクチュエータパーツの試作を行い、ビーズロボットのプロトタイプを作成した。

図1にビーズロボットのコンセプトイメージを示す。

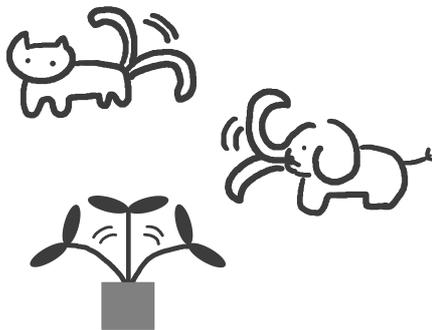


図1 ビーズロボットのコンセプト。

ビーズ小物の一部を自然な動作で駆動させることが出来る。

2. ビーズアクチュエータ

ビーズロボットの基本となるパーツ「ビーズアクチュエータ」を試作した。

2.1 バイオメタル

本研究では、基本となるアクチュエータとして、トキ・コーポレーション¹のバイオメタルを利用した。

バイオメタルを直接様々なビーズに通すことで、ビーズの物理的形狀に応じた動き方を作ることができる。

バイオメタルとは、形状記憶合金を加工して作られたワイヤーで、電流を流すと収縮する細い繊維状のアクチュエータである。通常は、柔らかくナイロンの糸のようにしなやかだが、電流を流すとピアノ線のように強靱になり、強い力で収縮する。バイオメタルにはBMF（バイオメタルファイバー）とBMX（バイオメタルヘリックス）の2種類がある。BMFは細線状で、力はあるが変位は全長の5%程度と少ない。BMXはコイル状で、力はないが変位は全長の100%~200%程度と大きい。本システムでは、多様な動きを実現するために、変位が大きいBMXを採用した。

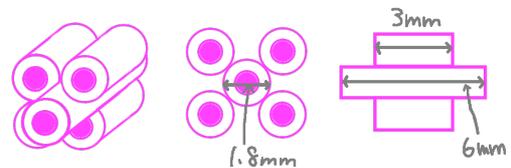


図2 5つ穴ビーズ（左図）、断面図（中央）、横断面図（右図）

2.2 ビーズアクチュエータの構造

ビーズアクチュエータは、4本の短い竹ビーズと、1本の長い竹ビーズの組み合わせ（以下、五つ穴ビーズ）を1単位として構成される（図2）。1本の長い竹ビーズの周囲に4本の短い竹ビーズを固定する。

次に、5つ穴ビーズを横に連ね、中央のビーズに導線を、周囲の短い竹ビーズにバイオメタルを通す（図3）。ここでは見やすいように導線とバイオメタルに色を付けて示している。中央の紫が導線、上下（オレンジ、緑）がバイオメタルとなっている。

ここで一方のバイオメタルに電流を流すとバイオメタルが収縮し図5のように曲げることができる。ビーズアクチュエータは、4本のバイオメタルを使うことで、4方向の曲げ伸ばしを制御する。

Bead Actuator

[†] Emi Tatsuta

Department of Information Sciences, Ochanomizu University

[‡] Koji Tsukada

Ochadai Academic Production, Ochanomizu University,

PRESTO, Japan Science and Technology Agency (JST)

[§] Itiro Siio

Department of Information Sciences, Ochanomizu University

¹ トキ・コーポレーション株式会社：

<http://www2.toki.co.jp/biometal/index.php>

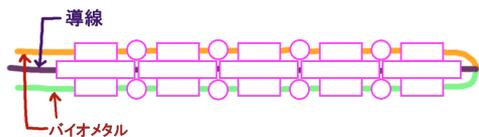


図3 ビーズアクチュエータのデバイス構成

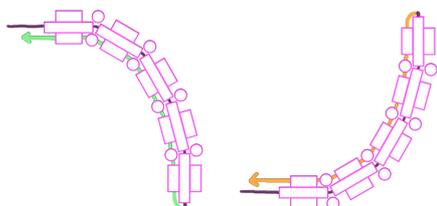


図4 緑の方に電流を流した場合（左図）、
オレンジの方に電流を流した場合（右図）

3. ビーズロボット

ビーズアクチュエータの応用として、ビーズアクチュエータをしっぽに組み込んだ動くネコ型のビーズロボットを作成した。ビーズアクチュエータは4方向に曲げることができ、さまざまなネコのしっぽの動きを表現することができる。

ビーズロボットは、外装となる猫型の本体をビーズとテグスで編み上げており、胴体内に制御部（Arduino Fio, XBee, 充電電池）を組み込んだ（図5）。各バイオメタルはトランジスタを介して、Arduino FioのPWM(Pulse Width Modulation)ポートに接続されている。制御部は、XBeeを介してホストPCに接続する。さらに、ホストPC上のソフトウェアを用いて、ビーズアクチュエータを無線経由で操作できる（図6）。

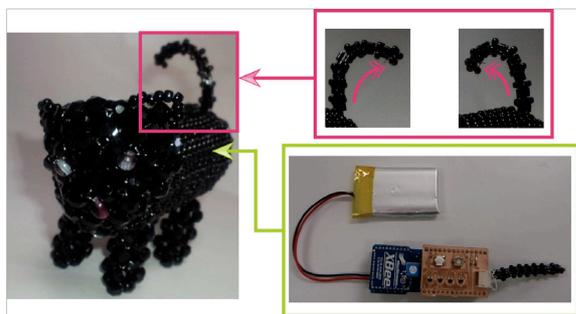


図5 ビーズロボットのプロトタイプ

次に、ビーズアクチュエータの挙動について示す。ビーズアクチュエータに電流を流すと、5～10秒程度で90度程度曲がり、電流を止めると、2～3秒程度で元に戻る。また、バイオメタルに電流を流した状

態で、逆側のバイオメタルに同様の電流を流すと、2～3秒で元の位置に戻ることが確認された。なお、ビーズアクチュエータの制御には前述のようにPWM機能を用いることで、曲がり具合や速度も調整できるようになっている。



図6 システム図

4. 関連研究

手芸作品にアクチュエータを用いた研究に、ぬいぐるみロボット[1]がある。また、形状記憶合金をアクチュエータに使った研究には、曲げられる布で環境制御やコミュニケーションを行う研究[2]や、ペーパーロボット[3]がある。また、テクノ手芸部²では、電子工作と手芸を組み合わせ、新しいクラフトを提案している。

これらの研究に対して本研究は、ビーズの物理的形狀を利用して、アクチュエータの動作を制約する点が特徴となっている。

5. まとめと今後の課題

動力として形状記憶合金を用いたビーズアクチュエータを試作した。5つ穴ビーズを用いることで、4方向に曲げられる。このビーズアクチュエータをネコ型のビーズロボットのしっぽ部分に組み込んだ。

今後は、ビーズアクチュエータを簡単につけ変えられるようにコネクタ部分を簡単に取り外し出来るものにし、子供でも簡単に使えるような物を目指す。

参考文献

- [1] 椎名美奈, 石川達也, 長谷川晶一: ぬいぐるみの柔軟性を持ったロボティック・ユーザ・インタフェース(RUI)の構築, 日本バーチャルリアリティ学会第13回大会論文集(2008年9月)
- [2] Coelho, M. and Maes, P. Shutter: A Permeable Surface for Environmental Control and Communication, in the 3rd Tangible and Embedded Interaction Conference (TEI'09). (Cambridge, UK, 2009).
- [3] Greg Saul, Cheng Xu, Mark D Gross: Interactive Paper Devices: End-user Design and Fabrication, TEI2010 pp.205-212, (2010)

² テクノ手芸部: <http://www.techno-shugei.com/>