

四分円環体が連結した運動によるアニメシー知覚に関する研究

松永康佑^{†1}

概要：円環体を4等分した四分円環体を複数用いて、これらをモーターで連結し、様々な動きや造形を試行する。その動かし方によっては、意志のある生物のように感じ、アニメシー知覚が生じたり、工業製品的、数理造形的な認識が生じたりする。本研究では、連結した6つの四分円環体を用いて、どのような動かし方の際に、アニメシー知覚がどの程度感じられるか、実際の試作を用いた実験を通じて、考察する。

1. 背景と目的

動きを伴うロボットのような人工物は、その動かし方によって意志のある生物のように感じさせることができる。このような現象はアニメシー知覚と呼ばれ、丸や三角などの単純な図形であっても、この知覚を生じさせることができる。本研究では、単純な構造をもった造形物をモーターで複数個連結させ、その動かし方の違いにより、生じるアニメシー知覚の変化について考察することを目的とする。

2. 関連作品

単純な構造が複数個連結している作品として、BurtonらのSodaplay^[1]や、Jansenのstrandbeest^[2]が挙げられる。これらの作品では多数の可動部品が連動して動き、節足動物のような動きを実現している。中安のTentacles^[3]では、形状記憶合金を用いた多数のアクチュエータを制御し、インゲンチャクの触手の動きを表現している。村田らのMTRAN^[4]では、ユニットが合体・分離して変形することが可能である。

モーター制御による、ロボットの研究としてはMITメディアラボのTopobo^[5]や、広瀬茂男や松野文俊によるヘビ型ロボットの研究^[6]が挙げられる。

これらの先行研究を踏まえ、本研究では、数学的造形として、円環体を基本図形として、モーター制御による変形が可能な造形を作り、その動かし方に着目する。

3. 方法

円環体を4等分した形状（以降、四分円環体と呼ぶ）は、角度を変えて連結させることで、平面的な配置から立体的な配置にすることができる。この四分円環体は角度を変化させながら多数連結させることで、さまざまな空間配置が可能である。典型的な配置パターンの例として、とぐろ状、輪状、直線状などが考えられる。四分円環体を12個連結させた造形イメージを図1に示す。四分円環体が4以上の偶数個の連結で構成される場合、角度の組み合わせによって、

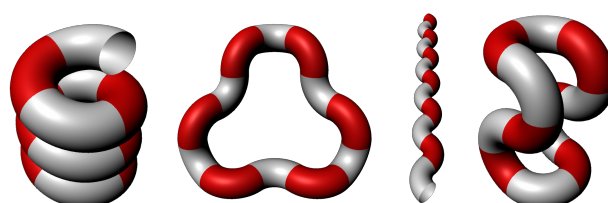


図1 四分円環体の組み合わせによる造形イメージ



図2 四分円環体をモーターで連結した内部構造

全体を輪の状態にできる（図1右）。輪になっている生物は存在しないため、輪になる直前と直後で、ミミズのような生物的印象から、鎖のような工業製品的印象へと変化させることを考えている。

この四分円環体の連結は角度制御可能なモーターを挟むことによって実現する。モーターは四分円環体に内蔵されるArduinoで制御できるようにし、生物らしさを感じられるように外部とは切り離され、自律的に動けるものとする。

用いる円環体は、断面の直径が50mmの円を、直径100mm円に添わせた形状で、全体の直径は150mmとする。四分円環体は3Dプリンタで造形する。内部にモーターを固定する必要があるため、縦半分に割った状態の造形を張り合わせて実現する。モーターは180度回転できるものを用い、どの角度の状態であっても、連結部で配線に支障が生じないように、空間を確保する。縦半分の四分円環体2つを連結した構造を図2に示す。

4. 試作

複数個のモーターを動かす電源として、アルカリ単3乾電

^{†1} 札幌市立大学

池を用いる。外部電源を使用した場合、ケーブルが外に出てしまう問題がある。また、サイズ、安全性、入手性の観点から、リチウムイオン電池ではなく乾電池とする。モータの動作には多くの電流を必要とするため、電池の電圧降下が発生し、マイコンの動作に影響を及ぼす。そのため、Arduinoには別系統の電池を用意する。これらの電池を収める空間を確保するために、モータの配置を一部変更する。連結する四分円環体の数は、電池容量と動作時間を加味し、6個(モータ5個)とした。内部の模式図を図3に示す。

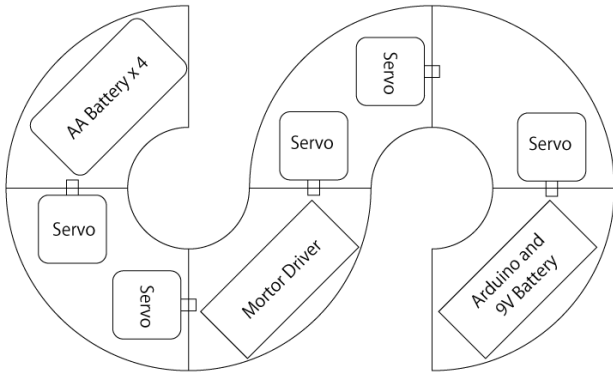


図3 6つの四分円環体内部の模式図

内蔵モータの動かし方について述べる。端から0~4番とし、生物らしく感じる動きのためのモータの速度を探り、いくつかのパターンを試した。結果、両端の速度をある程度速くしたほうが、アニメシー知覚を強く感じられた。また、生物の不規則な動きを表現するため、乱数による速度変化を取り入れたほうが、効果が高く感じられた。代表的な角速度値について、表1に示す。また、造形例について、図4-6に示す。

表1 5つのモーターに与えた角速度

モータ番号	角速度 (一定)	角速度 (乱数)
0	24	30~60
1	12	30~40
2	6	10~40
3	18	30~40
4	30	30~60

5. 考察

造形において、白色の樹脂のままであったため、試作物から受ける印象は、のたうちまわる蚕のようであった。試行の中で、特に注目すべき点として「不意な急激な動き」や「自立しようとする動き」について、アニメシー知覚を強く感じた。これは、芋虫が外部刺激を受けた際の反応や、蛇が頭を高く持ち上げる動作を想起させることに起因すると捉えている。



図4 輪になっている状態



図5 自立している状態



図6 直線的な状態

6. まとめと今後の展望

6つの四分円環体によるアニメシー知覚は確認でき、重要な動きについて、知見を得ることができた。当初、計画していた12個の動作が実験できなかったため、この動作の検証については、安定化電源を用いる。更に、 $4 \times 4 \times 4 = 64$ 個のヒルベルト曲線配置による、数学的美しさを兼ね備えた造形を試みる。

また、アニメシー知覚の効果検証のため、被験者実験を通じ、統計による分析を行う。これらの、検証の事前準備として、PC上で物理シミュレーションを行い、効率化を図る。

参考文献

- [1] E.Burton. "Sodaplay". <http://www.sodaplay.com/>, (参照 2009-03-01).
- [2] T.Jansen. "Strandbeest". <http://www.strandbeest.com/>,(参照 2022-12-01).
- [3] Nakayasu, A. "Waving Tentacles: A System and Method for Controlling a SMA Actuator". ACM SIGGRAPH. 2014.
- [4] 黒河治久, 吉田英一, 神村明哉, 富田康治, 村田智, 小鍛冶繁. "変形し移動する自立モジュール型ロボット MTRAN". 日本ロボット学会誌. Vol.21 No.8. pp.855-859. 2003.
- [5] H.Raffle, A.Parkes, H.Hiroshi. "Topobo: a constructive assemble system with kinetic memory". Proceedings of the SIGCHI Congerence. pp.647-654. 2004.
- [6] 広瀬茂男, 松野文俊. "レスキュー用ヘビ型ロボットの開発-形態設計とその制御-". 日本機械学会誌, vol.106. no.1019. pp. 769-773. 2003.