

1. 担当 PM

プロジェクトマネージャー：石黒 浩 PM
(大阪大学 大学院基礎工学研究科 システム創成専攻 教授 (特別教授))
(ATR 石黒浩特別研究室室長 (ATR フェロー))

2. 採択者氏名

クリエイター：野崎 大幹 (慶應義塾大学 環境情報学部 環境情報学科)

3. 委託金支払額

2,304,000 円

4. テーマ名

変形可能な風船によるインタラクション

5. 関連 Web サイト

<https://youtu.be/jsQN6rfAzXs>

6. テーマ概要

本プロジェクトで開発したロボット Podilla (ポディラ) は、空気圧を利用して柔軟に変形しながら動くロボットである。空気圧によって伸展・収縮のみを行なうシリンダを正二十面体状に組み合わせ、複数の電磁弁で空気圧の流入流出を巧みに制御することで、生物らしくない形の上に生物らしい動きを表現することを可能にした。

7. 採択理由

人と関わることができる、変形可能な風船を開発する提案である。提案者は非常に意欲的で高いモチベーションを持っており、開発能力も高いと感じた。しかしながら、実用的に使えるものにするためには、空中に浮遊する風船という形態に対するこだわりを検討し直す必要があり、基本的な構造に関する提案

はそのままに、より実用性の高いシステムを実現してほしいと望んだ。

8. 開発目標

本プロジェクトでは、生物の特徴と非生物の特徴を同一ロボット上を実現することで、生物の仕掛けをより強調して表現することを目指した。非生物的な形状の上で生物的な動きをする、見た目は生物らしく感じないが、動き出すと生物らしさを感じるロボットの開発を目標とした。

9. 進捗概要

本プロジェクトでは、正二十面体を基本構造にとり、空気圧を用いることで柔軟に変形しながら動くロボット Podilla を開発した（図 1）。伸展・収縮をおこなうシリンダを正二十面体上に組み合わせ、複数の電磁弁でそれらシリンダへの空気圧の流入流出制御をすることにより、生物らしくない形の上に生物らしい動きを表現した。

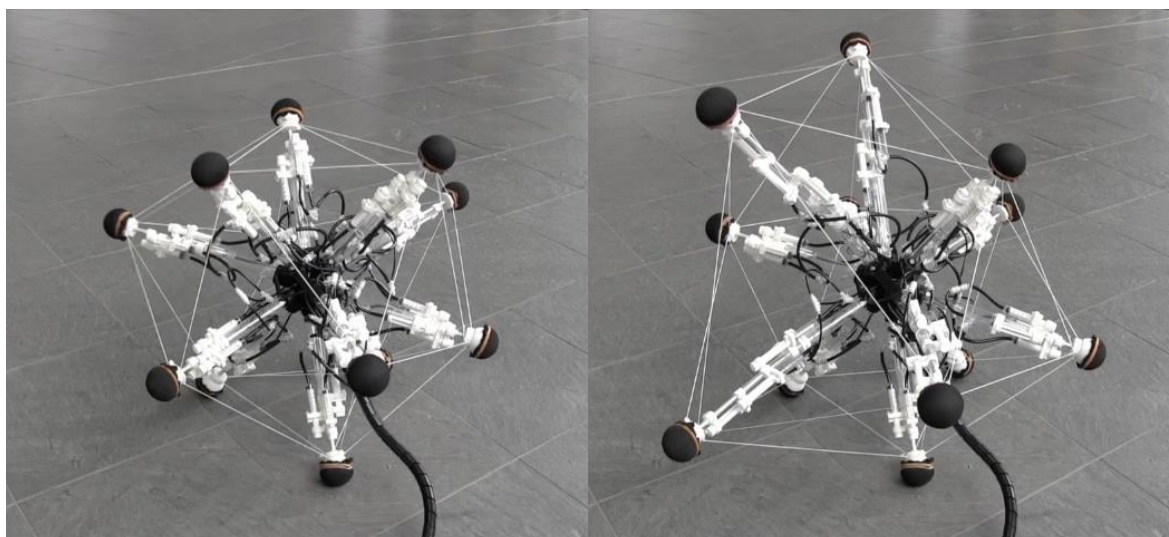


図 1 Podilla

- 非生物的な形

生物の身体構造には、前後上下左右の 3 軸に対して区別が存在する。特に、生物の機能上、前後上下の区別は大きく、非対称である。そのため本ロボットの基本構造として、非生物的な形を表現するために、前後上下左右の 3 軸に対して対称性を持つ正二十面体構造を採用した。ロボットの身体構造は、中心から各頂点に向かってシリンダを配置することによって支えられる。シリンダは、メディカルシリンジ（医療用針なし注射器）を折り畳み式に配置し、伸縮する前と伸縮した後で大きく変化する（図 2 左）。

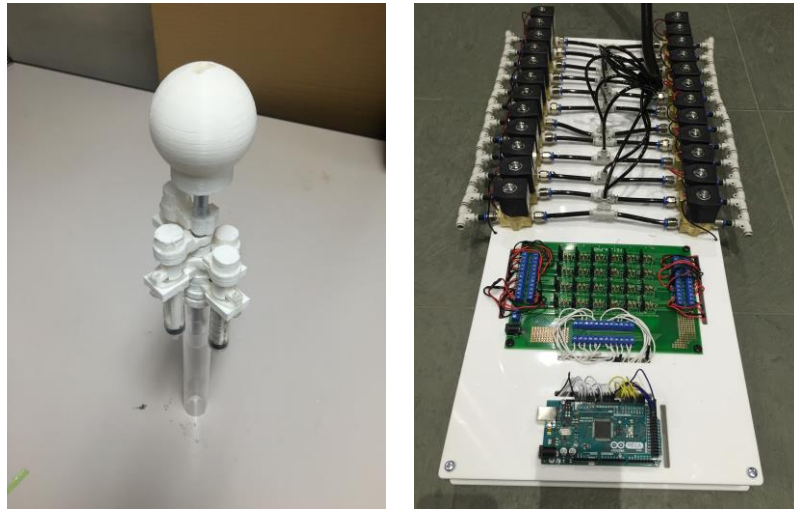


図 2 シリンダおよびコントロールボード

- 生物的な動き

本ロボットでは筋肉が柔軟に連動駆動する仕掛けを実現する。電磁弁のスイッチングにより、任意のシリンダ間で空気圧を物理的に連結させ、物理的な連動駆動を表現する。電磁弁の配置とチューブの配線をコントロールボード上に設計し、真空ポンプをつないだ（図 2 右）。真空ポンプを経由して、あるシリンダ内の空気が流出させた場合、他方のシリンダ内に空気を流入させることができる（図 3）。また、あるシリンダが手で押された際に、押し出された空気を、他方のシリンダ内に流入させることができる。あるシリンダが受けた外力を物理的に他のシリンダに伝達することが可能になり、筋肉の動きを表現する（図 4）。

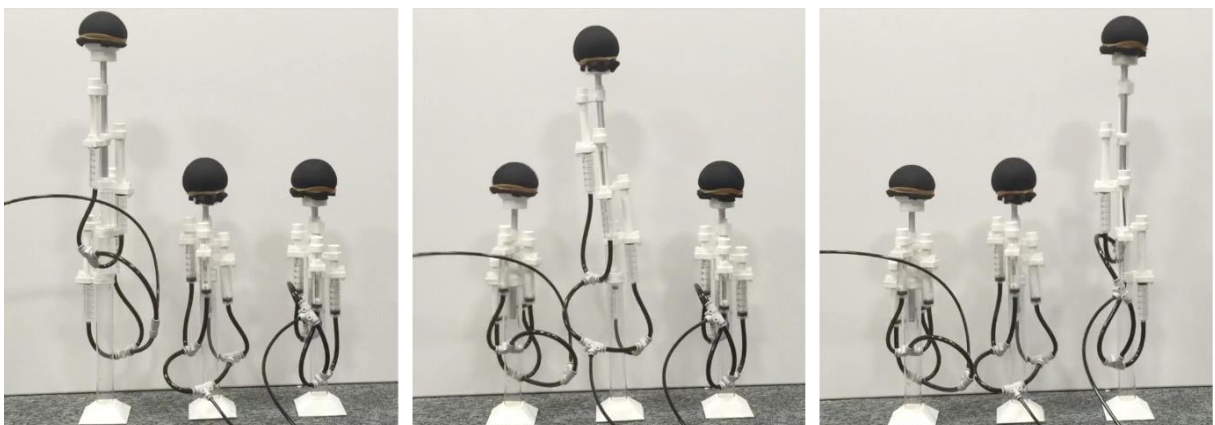


図 3 同時にシリンダが伸展・収縮する様子

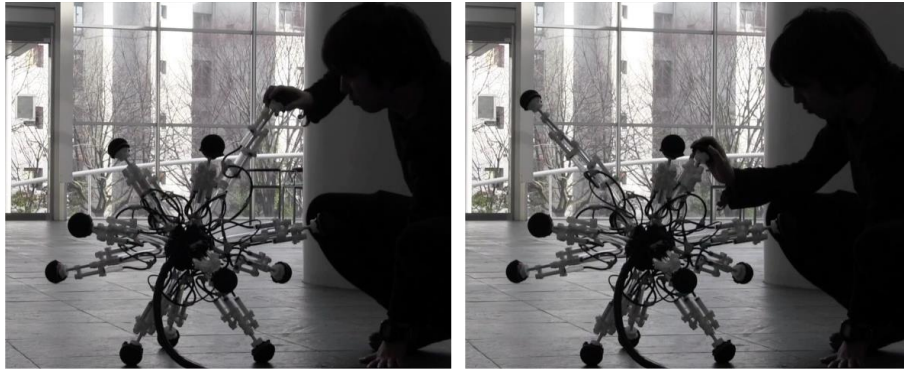


図 4 外力を受けて流入出をするシリンダ

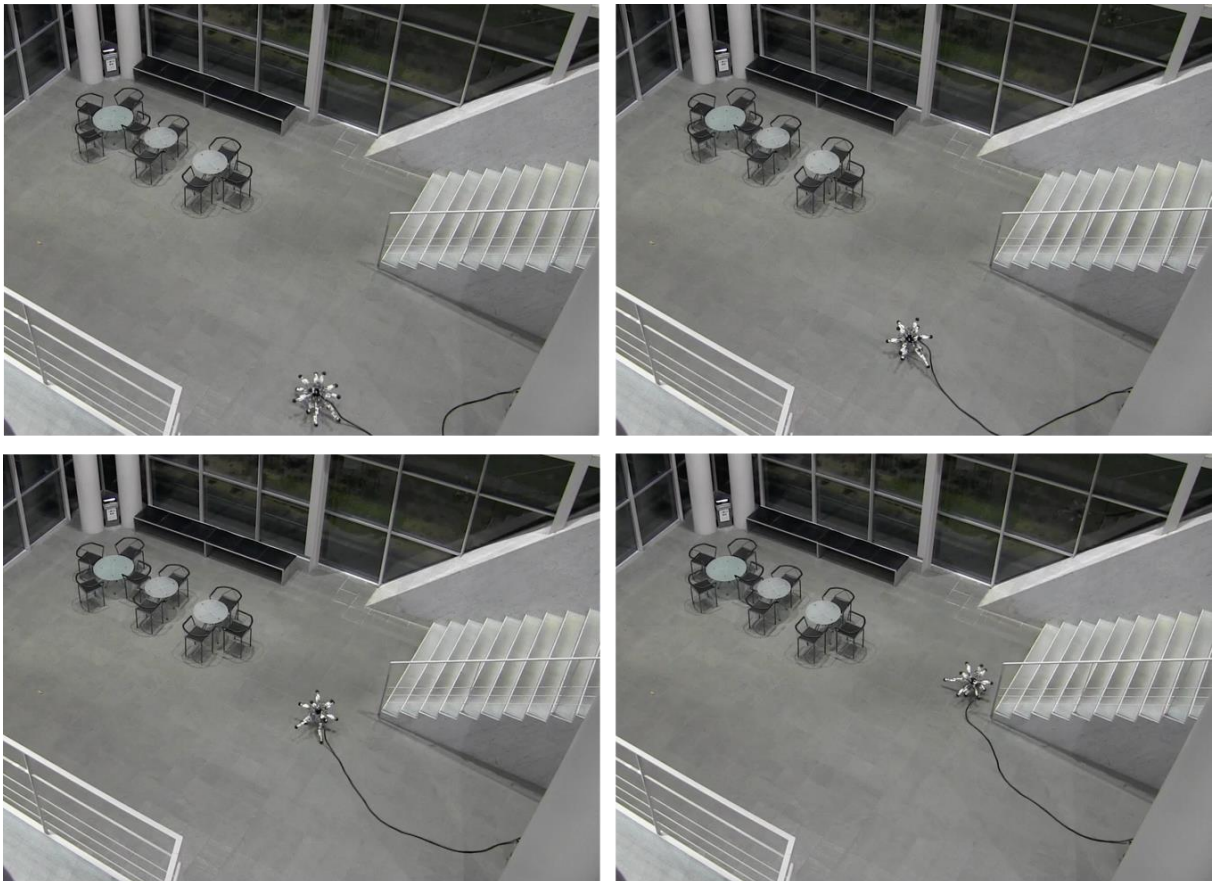


図 5 階段を目指して転がる様子

- Podilla の振る舞い

シリンダを連続的に伸縮させることで、本ロボットは地面を蹴りながら転がることができる。シリンダの伸縮する順番をプログラムすることで、設定した目的地へとロボットを歩かせることができる（図 5）。本ロボットは公園の芝生や砂浜のように、屋外においても動作する。

10. プロジェクト評価

開発開始当初より、空気アクチュエータを使った試作に苦勞をしてきた。終了直前まで、試作を繰り返し、最終的には制御装置を外部に設置することで、予定した変形・運動能力を持つロボット（変形可能な風船）を完成させることができ、生物らしい動きを実現できることも解った。

しかしながら、ハードウェアの開発に時間がかかり過ぎて、制御プログラムの開発に時間をかけることがほとんどできず、また、開発したロボットの応用について十分考察する時間が無かったのは残念である。クリエイター本人は生物らしい人工物に強い思いを持っていたことから、もう少し早めにハードウェアを開発してほしかった。

完成したロボットの動きは興味深いものであるため、この経験を基に、本来実現したかったロボットを将来是非とも完成させてほしい。

11. 今後の課題

本プロジェクトでは、生物の柔軟な動きとして筋肉に着目し、ボトムアップ的にそれを実装してロボット上で表現した。しかし、生物を表現するには筋肉の単純な動きだけでは不十分で、様々な動作を複合的かつ同時に行わなければならない。より生物らしい表現をするためのアルゴリズムの追加が必要である。