

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	バルーン型ジャコモッティアームの試作
Title	A prototype of a Giacometti Arm with Balloon Body
著者	武市将, 鈴森康一
Author	Masashi Takeichi, Suzumori Koichi
掲載誌/書名	ロボティクス・メカトロニクス講演会2016 予稿集, Vol. , No. , 2A1-17a6
Journal/Book name	Proceedings of the 2016 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Vol. , No. , 2A1-17a6
発行日 / Issue date	2016, 6
URL	http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本機械学会に帰属します。

バルーン型ジャコメッティアームの試作

A prototype of a Giacometti Arm with Balloon Body

○学 武市 将 (東工大) 正 鈴森 康一 (東工大)

Masashi TAKEICHI, Tokyo Institute of Technology, takeichi.m.aa@m.titech.ac.jp
Koichi SUZUMORI, Tokyo Institute of Technology

As one of Giacometti Robots, the potential of a very long, very light and very simple robot arm with balloon body is discussed in this paper. While this robot is not suitable for precious positioning, rapid motion, and big load capacity, which most of conventional robots have been seeking, it is designed for very specific purposes such as inspection with a small camera at the tip and it is essentially safe even if it falls down or hits something. Helium filled balloon bodies and thin pneumatic muscles realize this robot.

The arm fulfills a self-weight compensation and the possibility of design of very long arm is shown theoretically. The prototype of a 7-m-long cantilever arm is designed, developed and tested.

Key Words: Inflatable Robot, Manipulator, Robot arm, Giacometti Robotics, Artificial Muscle, Soft Robot

1. 緒言

現在使われているロボットの多くはモータ・センサ・リンク機構を用いたものである。これらのロボットは年々高性能化・高機能化が進む一方、重量の増加やシステムの複雑化も伴う。これらは扱いづらい・暴走時に危険であるといったことにつながり、しばしば現場投入の弊害になる。そこで我々は、こうしたロボットとは真逆ともいえる新しい考え方として「Giacometti Robotics」を提案している[1]。Giacometti Roboticsでは、そのロボットが持つ本質機能のみに特化し、他のあらゆる機能を削ぎ落としたとても軽量でシンプルなロボットの実現を目指している。これらのロボットは扱いやすく周りに危害を加えにくいので、今後のロボティクス分野の新たな一領域になるのではないかと考えている。Giacometti roboticsの例として、これまで長尺軽量細径な6脚のロボット[2]や長尺、細径なアーム[3]を提案しており、本稿では超長尺、超軽量なアームを提案する。

これまでに開発された長尺アームの例として、CEALISTのAIA[4]、OCロボティクス社のSnake-arm Robots[5]、東工大のMini 3D CT-Arm[6]がある。これらは高機能で環境耐性も高いが、その分かなりのパワーを必要とし操作も慎重にならざるをえない。また、長さも長くて10m程度であり、それ以上のものは存在しない。また、近年インフレータブルなロボットに関する研究が盛んに行われている。これはインフレータブルな構造が非常に軽く柔らかいので人に対する危険が少ないことによる。インフレータブルな構造材を使用したアームもあるが数mオーダーであり特別長いものは存在しなかった[7][8]。

本稿では、インフレータブルな構造材と後述する細径McKibben型人工筋肉を用いることで、軽量で安全なロボットの実現を目指した。また、インフレータブルな構造材の中にヘリウムを充填し浮力を発生させることで、今まで実現しえなかった長さのアームの実現も目指し、このアームをジャコメッティアームと名付けその試作と実験を行なった。

2. 開発概念

現在開発されている様々な長尺ロボットアームは、主にワイヤ駆動が用いられるが、この場合根元で非常に大きな圧縮力が生じてしまう。一方、ジャコメッティアームはアクチュエータに我々が開発した細径McKibben型人工筋肉を用いている[9]。この細径McKibben型人工筋肉は、直径1.8mm、質量1g/m、0.3MPa印加時に最大収縮率26%、最大収縮力14Nと従来のアクチュエータに比べ非常に大きな「発生力/自重比」を示し、さらに空圧駆動の特性上、関節部のみで圧縮力が発生するので、剛性の低い構造材も使用可能である。

アクチュエータ自体が数gであり1節あたり40g程度であることから、その構造材内部に充填する気体をヘリウムにすることで、浮力による自重補償を行い根元で発生するアームの自重によるモーメントをゼロにした。

ジャコメッティアームは先端に数gのカメラを搭載し、観察のみを行う。図1に3節のジャコメッティアームの概観図を示す。1節に2つの人工筋肉を拮抗させる形で配置させているが根元の人工筋肉以外は3つの節にまたがっており2関節筋のような配置にしている。これは、構造材どうしの干渉によ

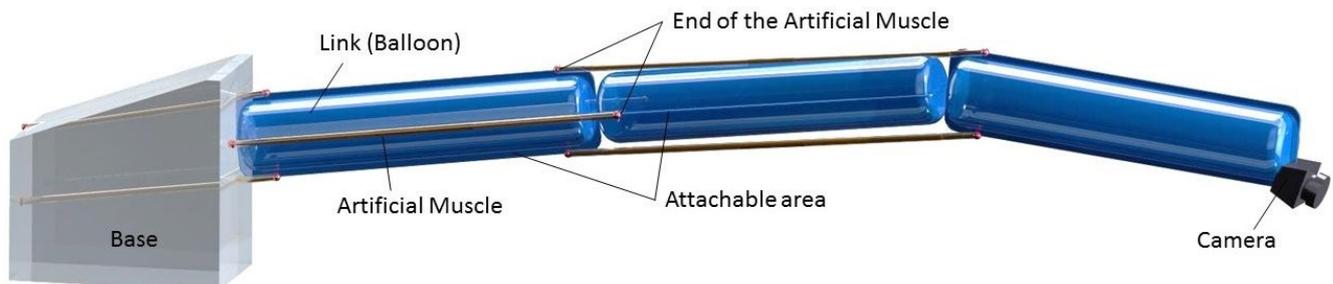


Fig. 1 Schematic design of Giacometti arm

5. 結言

3 節のアームを製作し、実験から十分に動作が可能であり、設計の妥当性を確認した。さらに 7 節のアームを製作し、カメラによる観察を行うことで、20 節への展開の可能性を示した。今後は、可動域を大きくするためパラメータを再検討し、組立てやすさも考慮した設計の見直し、GUI の構築による簡単な制御、20 節のアームを製作し、動作検証・カメラによる映像の確認を行うことがあげられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K13907 の助成を受けて実施しました。

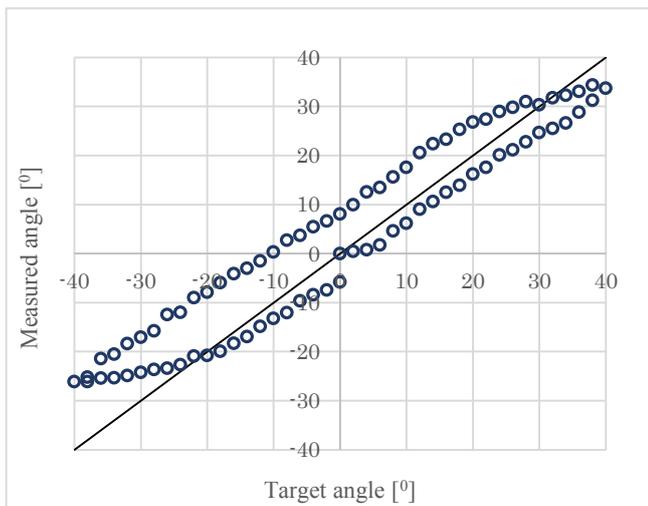


Fig. 4 Comparing the measured angle between first link and third link with the target angle

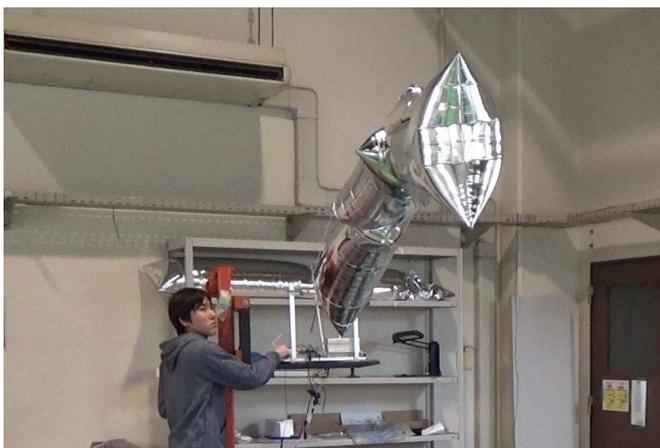


Fig. 5 Three link prototype, 3 m long



Fig. 6 Motion of the 7 link arm, 7 m long (upper left: a view from a camera mounted at the arm tip, lower-left: arm motion viewed from the robot base, right: whole view of the arm)

参考文献

- [1] K. Suzumori, "New Pneumatic Artificial Muscle Realizing Giacometti Robotics and Soft Robotics", in Okinawa, Japan, The 6th International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology (ICMDT 2015), 2015, No.15 – 204, pp. 4 – 5.
- [2] S. Kurumaya, F. Ni, and K. Suzumori, "Design of Hexapod Giacometti Robot with Very Long, Light, and Thin Legs" in Tokyo, Japan, Proceedings of the 6th International Conference on Advanced Mechatronics (ICAM2015), 2015, No. 15-210.
- [3] 稲岡敬之, 鈴森康一 "超長尺軽量細径ロボットアームの試作", ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2015, 1A1-A10(1)"-1A1-A10(3), 2015.
- [4] Y. Perrot, J. J. Cordier, J. P. Friconeau, L. Gargiulo, E. Martin, J. D. Palmer, A. Tesini, "ITER articulated inspection arm (AIA): R&d progress on vacuum and temperature technology for remote handling", Fusion Engineering and Design, Volumes 75–79, November 2005, Pages 537–541, Proceedings of the 23rd Symposium of Fusion Technology — SOFT 23
- [5] OC Robotics, <http://www.ocrobotics.com/>, accessed: February 29, 2016.
- [6] A. Horigome, H. Yamada, G. Endo, S. Sen, "Development of a coupled tendon-driven 3D multi-joint manipulator", Robotics and Automation (ICRA), 2014 IEEE International Conference on, pp.5915 – 5920, 2014.
- [7] S. Voisembert, N. Mechbal, A. Riwan, and A. Barraco, "A NOVEL INFLATABLE TENDON DRIVEN MANIPULATOR WITH CONSTANT VOLUME", Proceedings of the ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, IDETC/CIE 2011, August 28-31, 2011, Washington, DC, USA, DETC2011-47432.
- [8] 金慧鍾, 西岡靖貴, 川村貞夫, "インフレイタブル構造を持った極軽量ロボットアームの開発", ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2013, 1P1-F05(1)"-1P1-F05(2)", 2013-05-22
- [9] 高岡真幸, 鈴森康一, 脇元修一, 他, "生体模倣ロボット機構実現に向けた多繊維構造マッキベン人工筋", 第 14 回システムインテグレーション部門講演会 (SI2013) システム構成学論文集第 6 巻, pp.1767-1770, 2013.