

Title	伸縮機構を備えた装着型ロボットアームxLimbの開発 : 伸縮性と収納性を考慮したコンパクトデバイス
Author(s)	丁, 沢宇; 吉田, 匠吾; 中村, 浩太; 鳥居, 拓馬; 謝, 浩然
Citation	HCGシンポジウム2020: HCG2020-1-1-2
Issue Date	2020-12
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17039
Rights	Copyright (C)2020 IEICE. 丁 沢宇, 吉田 匠吾, 中村 浩太, 鳥居 拓馬, 謝 浩然, HCGシンポジウム2020, 2020, HCG2020-1-1-2.
Description	

伸縮機構を備えた装着型ロボットアーム xLimb の開発 —伸縮性と収納性を考慮したコンパクトデバイス—

丁 沢宇[†] 吉田 匠吾[†] 中村 浩太[†] 鳥居 拓馬[†] 謝 浩然[†]

[†]北陸先端科学技術大学院大学 〒923-1211 石川県能美市旭台 1-1

E-mail: [†]{s2010132, s2020047, s2010143, tak.torii, xie}@jaist.ac.jp

あらまし 日常生活において、両手が使用できない状態でも作業を行うことができるように、装着型ロボットアームによる支援技術を開発することは重要な研究課題となっている。そこで本研究では、日常の作業を支援する伸縮機構を備えた装着型ロボットアームを提案する。本デバイスは小型のロボットアームを内包した直方体型のデバイスであり、ユーザの上腕に装着して使用する。また、作業時以外のユーザの日常動作を支障なく行えるようにするため、ロボットアームを収納する機構を採用している。本論文では、制作したロボットアームのプロトタイプを紹介し、今後の展望について述べる。

キーワード ウェアラブルロボットアーム, 人間拡張, 身体拡張, 伸縮機構

A Wearable Robot Arm with Storage Mechanism — Stretchable and Storable Compact Device —

Zeyu DING[†] Shogo YOSHIDA[†] Kota NAKAMURA[†] Takuma TORII[†] Haoran XIE[†]

[†]Japan Advanced Institute of Science and Technology Asahidai 1-1, Nomi, Ishikawa, 923-1211 Japan

E-mail: [†]{s2010132, s2020047, s2010143, tak.torii, xie}@jaist.ac.jp

Abstract It is a challenging issue to propose a wearable robot arm device that can help users in daily activities. In this work, we aim to develop a wearable robotic arm that can be stretchable and storable while supporting our daily activities as the third arm. The proposed device can be fixed upon the wearer's upper arm and folded in a compact size without usage. We add a stretchable mechanism in the proposed device to increase the movable range.

Keyword Wearable Robot Arm, Human Augmentation, Physical Augmentation, Stretchable Mechanism

1. 研究背景

普段の生活において、両手が塞がっている際にほかの作業も行いたい場合や、直接自身の手で触れずに何らかの活動を行いたい場面は少なくない。そこで、装着型ロボットアームに関する研究が行われているが、開発されたデバイスのサイズは大きく、作業時の補助道具として長時間の使用に向いていない。本研究では日常生活での使用を想定し、コンパクト化した装着型ロボットアームの開発を目指す。

身体機能の拡張は人間拡張の一種であり、第三の腕や尻尾[1]のような、人間が持たない器官を体につけることが身体拡張の一面である。現在開発されているロボットには、組み立て作業の支援[2]や、飛行ロボットを用いて身体を拡張できるものなどがある[3]。しかしこれらのロボットは、ある特定の業務や専門性に特化しており、汎用的に使用できるものではない。更に、装着型ロボットアームに注目すれば、使用者に負担をかけないように、軽量化したロボットアーム[4]や、簡

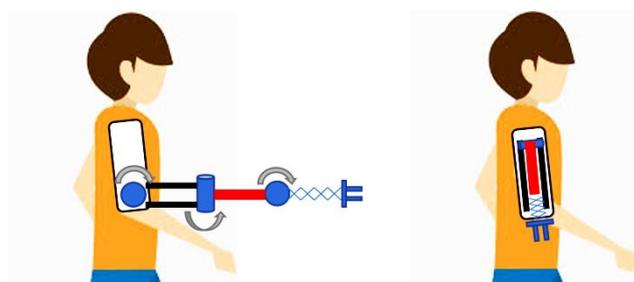


図 1: システムのコンセプト図

単な作業を支援する双腕ロボットアーム[5]及び外骨格のように腕を支えるロボット[6]なども挙げられる。これらの装着型ロボットアームは、デバイスのサイズが大きく、アームの格納もできないため作業時以外の日常生活に支障をきたすという欠点がある。この欠点を克服すべく、本研究では伸縮性と収納性を有するロボットアーム xLimb を開発する (図 1)。

伸縮性と収納性を兼ね備えた動物が存在する．例えば，リザメが捕食行動をする際に，顎を前方へ突出させ獲物を捕獲する．テントウムシは，飛行時以外は柔らかい後ろ羽を折り畳み，硬いさや羽の中に収納することで，羽を使用しない時でも邪魔にならないよう脆弱な羽を保護している．この仕組みを利用することで，羽を折り畳んでも嵩張らず，その場の活動に最適な形態を選択して活動することができる．

我々が提案するロボットアームは，日常生活のサポートを目的とする．軽量化だけでなくコンパクト化にも工夫を凝らし，使用者の日常生活に支障をきたすことのないような収納及び伸縮の機構を提案する．

2. 提案手法

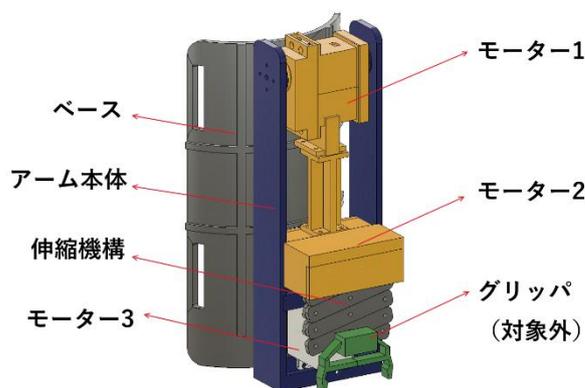
本研究で提案する装着型ロボットアーム xLimb（以下，本システム）は，ベース，アーム本体，伸縮機構で構成されている（図 2a）．本稿では，グリッパー部は研究の対象外なので，説明を省略する．

図 2 に試作品のプロトタイプの仕組みを示す．まず，各パーツが収納されている状態で，ベースを除いた本システムの寸法は 235×72×60 mm であり，展開後の最大の長さ（根幹部より先端まで）は 680 mm である．装着する際は，ベースを上腕につける．アーム本体には 2 自由度がある．モーター 1 はアーム本体の中心にあり，前後方向への回転を制御する．モーター 2 はアームの先端に設置されており，伸縮機構を制御する．アーム本体の開閉を制御することで，本システムが展開する（図 2b）．伸縮機構は 1 自由度を備えており，開閉はモーター 3 で制御する．伸縮機構の詳細を図 3 に示す．2 つの歯車の回転軸間の距離に制限があるが，片側の歯車だけを駆動させることで，歯車の回転軸間の距離に関係なく伸縮機構の収縮と展開を制御することができる．

本システムのパーツは，Prusa I3 MK3 ベアフルキット 3D プリンターを使用し制作した．プリントに要した時間は，約 20 時間ほどである．伸縮機構の部分を取り上げて図 4a に示し，デバイスの全体像を図 4b に示す．本システムで用いるサーボモーターは LD-20MG 及び LD-3015MG であり，それぞれアーム本体の根幹部及びそれ以外の箇所で使用されている．規格の詳細は表 1 に示す．制作したプロトタイプ xLimb を装着し，収納した状態及び展開した状態の様子がそれぞれ図 5a と図 5b に示す．

表 1 サーボモーターの規格と比較

規格	LD-20MG	LD-3015MG
重さ	65g	60g
寸法	40*20*40.5mm	40*20*40.5mm
速度	0.16sec/60° 7.4V	0.16sec/ 60° 7.4V
トルク	20kg・cm 6.6V	15kg・cm 6V 17kg・cm 7.4V
動作電圧	6-7.4V	6-7.4V
無負荷電流	100mA	100mA



a) 収納の様子



b) 展開の様子

図 2：提案デバイスの仕組み

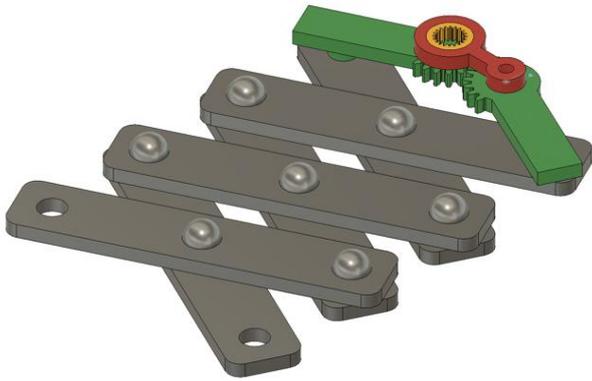
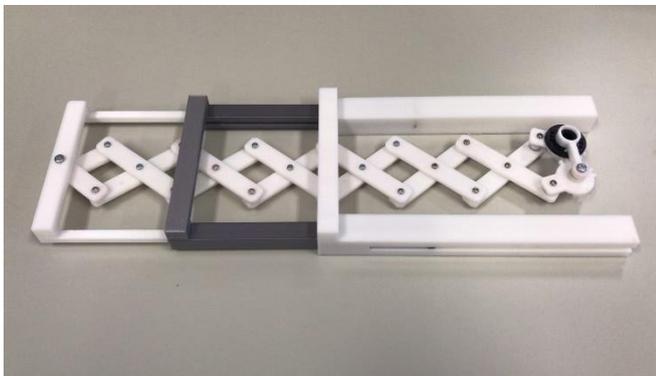
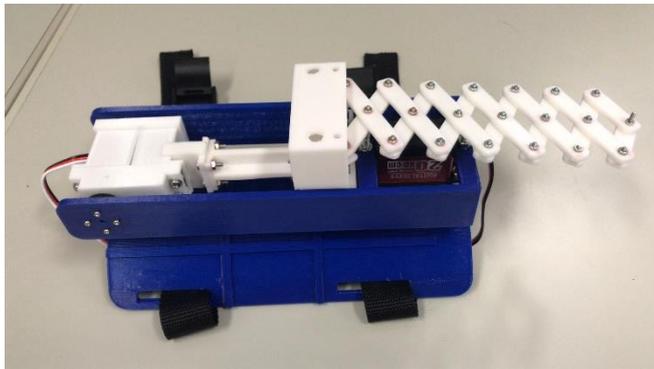


図 3：伸縮機構の 3D モデル



a) 伸縮機構の写真（補強カバー有り）

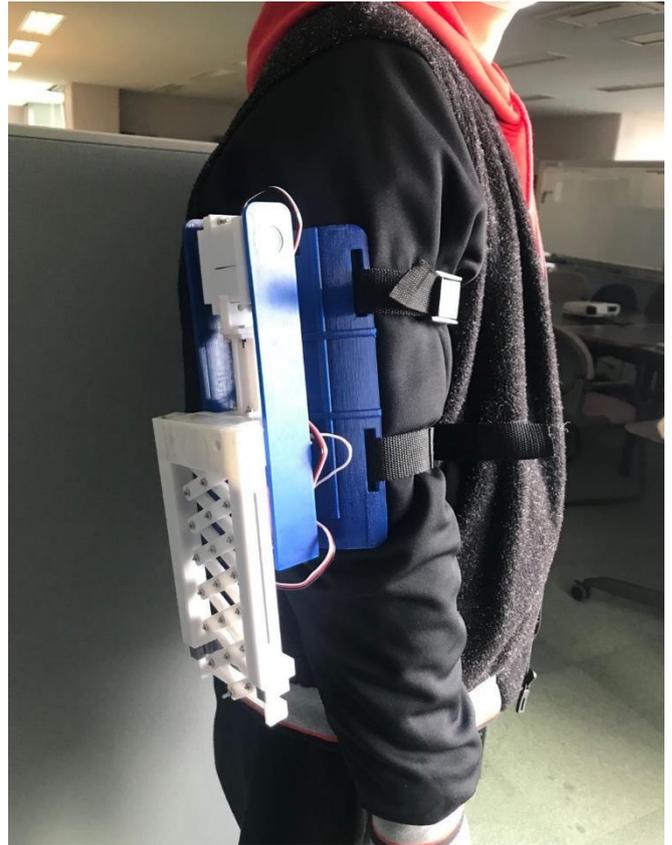


b) デバイスの全体像

図 4：3D プリントしたパーツの詳細写真

3. まとめと展望

本研究では、収納性と伸縮性を備えたロボットアームを提案した。今後の目標は、全体的な構造を最適化し、本システムの軽量化や動作範囲の拡大を図ることである。また、人間工学に基づきユーザが制御しやすい機構を模索するとともに、動作実験を通して本システムの堅牢性や操作性を検証していきたい。



a) 収納した状態



b) 展開した状態

図 5：実際に装着する様子

文 献

- [1] Haoran Xie, Kento Mitsuhashi, and Takuma Torii. "Augmenting Human with a Tail", Proceedings of the 10th Augmented Human International Conference 2019, Association for Computing Machinery, Article 35, pp.1-7, New York, NY, USA, Mar. 2019.
- [2] Bright, Lawrence, H. Harry Asada, "Supernumerary robotic limbs for human augmentation in overhead

assembly tasks”, Massachusetts Institute of Technology, Department of Mechanical Engineering, pp.91-95, 2017.

- [3] 吉田成朗, 鳴海拓志, 橋本直, 谷川智洋, 稲見昌彦, 五十嵐健夫, 廣瀬通孝, “ジェスチャ操作型飛行ロボットによる身体性の拡張”, 情報処理学会インタラクシオン論文誌, pp.403-408, 2012.
- [4] Akimichi Kojima, Hirotake Yamazoe, Joo-Ho Lee, “Wearable Robot Arm with Consideration of Weight Reduction and Practicality”, Journal of Robotics and Mechatronics vol.32, no.1, pp.173-182, Feb. 2020.
- [5] Tomoya Sasaki, MHD Yamen Saraiji, Charith Lasantha Fernando, Kouta Minamizawa, and Masahiko Inami. 2017. MetaLimbs: multiple arms interaction metamorphism. In ACM SIGGRAPH 2017 Emerging Technologies (SIGGRAPH '17). Association for Computing Machinery, Article 16, pp.1–2, New York, NY, USA, 2017.
- [6] Ritik Looned, Jacob Webb, Zheng Gang Xiao and Carlo Menon, “Assisting drinking with an affordable BCI-controlled wearable robot and electrical stimulation: a preliminary investigation”, Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation vol.11:51, Apr. 2014.