T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	マルチチャンネル EHA の提案
Title(English)	Proposal of multi-channel EHA
著者(和文)	木村稔輝, Tsai Chia-Yu, 井上淳, 難波江裕之, 遠藤玄, 鈴森康一
Authors(English)	Toshiki Kimura, Tsai Chia-Yu, Kiyoshi Inoue, Hiroyuki Nabae, Gen Endo, Koichi Suzumori
出典(和文)	ロボティクス・メカトロニクス講演会2018 予稿集, Vol. , No. , pp.
Citation(English)	Proceedings of the 2018 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Vol. , No. , pp.
発行日 / Pub. date	2018, 6

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

マルチチャンネル EHA の提案

Proposal of multi-channel EHA

○学　木村　稔輝（東工大）　　Tsai Chia-Yu（東工大）
井上　淳（東工大）　　正　難波江　裕之（東工大）
正　遠藤　玄（東工大）　　正　鈴森　康一（東工大）

Toshiki KIMURA, Tokyo Institute of Technology, kimura.t.bc@m.titech.ac.jp
Tsai China-Yu, Tokyo Institute of Technology
Kiyoshi INOUE, Tokyo Institute of Technology
Hiroyuki NABAE, Tokyo Institute of Technology
Gen ENDO, Tokyo Institute of Technology
Koichi SUZUMORI, Tokyo Institute of Technology

The hydraulic system of self-contained hydraulic robot at present has a big problem of energy loss. Although energy loss can be reduced by using EHA featuring high power and high power density, multiple pump motors are required for a system with multiple degrees of freedom. Therefore, there are problems such as increase in size, weight increase, and complication of wiring. Therefore, we propose a multichannel EHA that can drive multiple degrees of freedom for one pump motor. In this paper, we proposed a multichannel EHA that can drive multiple degrees of freedom for one pump motor, and conducted experiments with two hydraulic artificial muscles. As a result, it showed that basic operation in this system is possible.

Key Words: EHA, Hydraulic artificial muscle, Tough robot

1.　緒言

災害現場のような過酷な環境下では，高出力で外部からの衝撃に強い油圧ロボットが有効である．特に，BigDog[1]や Baby Elephant[2]，TITAN XI[3]といった外部電源を必要としない自立油圧ロボットは注目を集めている．

現状の自立油圧ロボットの油圧システムはエネルギー損失が大きく課題となっている．高出力，高出力密度を特徴とする EHA を用いることでエネルギー損失が小さくできるものの，多自由度のシステムに対しては複数のポンプモータが必要となり，大型化，高重量化，配線の複雑化といった問題がある．

そこで，1 つのポンプモータに対して，多自由度の駆動が可能なマルチチャンネル EHA を提案する．1 つの動力源に対し多自由度システムを実現した例として，ER 流体を用いた ER マイクロフィンガシステム[4]があるが，このマルチチャンネル EHA では作動油を用いる．本研究では，マルチチャンネル EHA のシステムを構築し，その動作を実験的に検証したことを報告する．

2.　マルチチャンネル EHA の概要

図 1 に，マルチチャンネル EHA の構成を示す．このシステムは，1 つのポンプモータと複数の電磁切替弁で構成され，アクチュエータとして油圧駆動高出力マッキベン型人工筋（以下，油圧人工筋あるいは Hydraulic Artificial Muscle, HAM）[5]を用いる．油圧シリンダは一般に 2 ポートで駆動させるが，油圧人工筋は 1 ポートで駆動させることが可能であるため，本システムに適用した．また，図 2 にマルチチャンネル EHA の動作の一例を示す．図 2 は，油圧の増減とバルブの開閉のタイミングを変えることで，人工筋 1 を伸ばし，人工筋 2 を縮ませ，人工筋 3 は伸縮していない状態にする動作を示す．このように，このシステムによってそれぞれの人工筋を独立に伸縮させることができ，周波数を上げることで擬似的に各人工筋を同時に駆動させることができる．

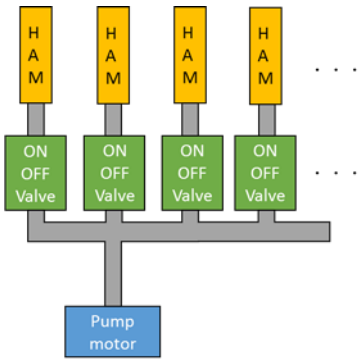

Fig.1 Configuration of multi-channel EHA

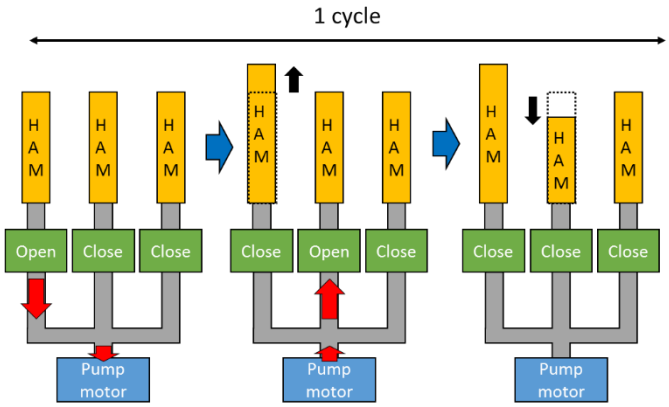

Fig.2 An example of operation of multi-channel EHA

3.　検証実験

3.1 実験システム

人工筋 2 本でマルチチャンネル EHA が正常に動作するかを検証する実験を行った．図 3 に実験システムを示す．ポンプモータ（TFH-160-U，Takako），電磁切替弁（BM4D31，

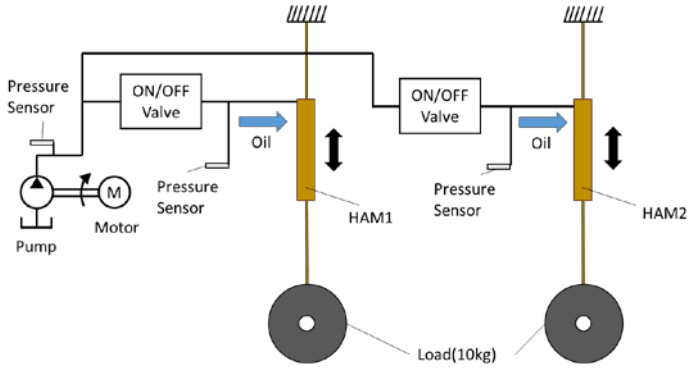

Fig.3 Experiment system

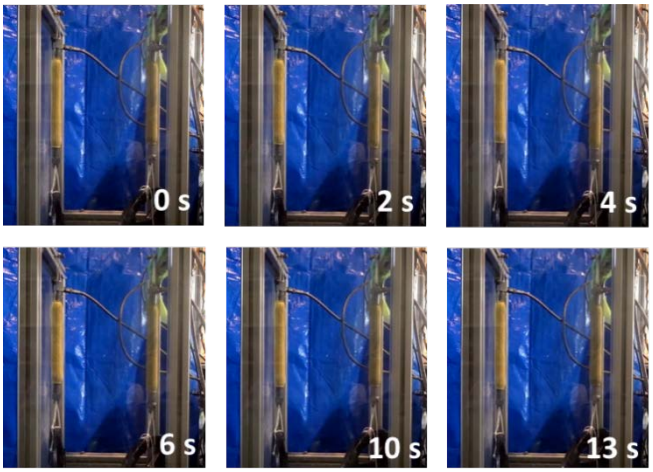

Fig.4 Movement of HAM

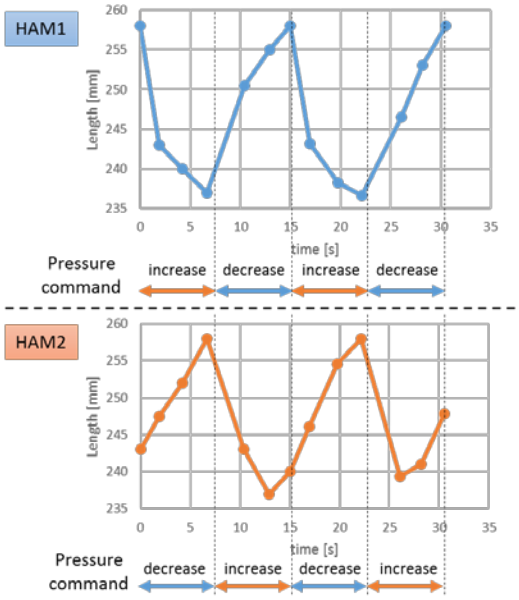

Fig.5 Response of HAM length

WANDFLUSH)，圧力センサ（NAT8252，Trafag），油圧人工筋，錘（10kg）により構成される．ポンプの圧力指令はサイン波とし，圧力制御により人工筋を駆動させる．ポンプで圧力を作り，バルブの開閉により，2 本の人工筋の内圧が独立に制御できるか検証した．

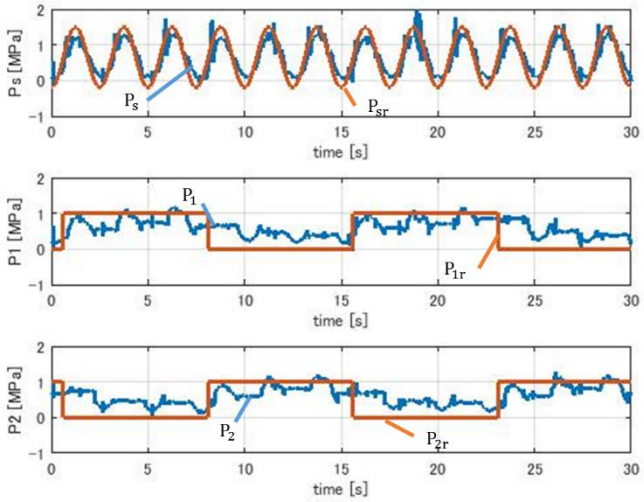

Fig.6 Response of HAM pressure

3.2 実験結果

図 4 に構築した実験システムでの 2 本の人工筋の様子を示す．

まず，図 5 に人工筋の長さの応答を示す．なお，人工筋 1 の圧力指令は 2 周期分，人工筋 2 の圧力指令は半周期ずらした．図 5 からわかるように，人工筋は圧力を増加させるほど縮み，減少させるほど伸びるため圧力指令どおりに，伸縮できていることが確認された．

次に，図 6 に人工筋の圧力応答を示す．なお，P_sはポンプ圧，P_{sr}はポンプ目標圧，P_1は人工筋 1 の内圧，P_{1r}は人工筋 1 の目標内圧，P_2は人工筋 2 の内圧，P_{2r}は人工筋 2 の目標内圧である．図 6 からわかるように，ポンプ圧は目標に対して追従できている．一方，人工筋 1，2 の内圧に関しては，目標に対して振動している点や，遅れが生じている点があるものの，ある程度追従していた．

4. 結言

本報告では，1 つのポンプモータに対して多自由度の駆動が可能なマルチチャンネル EHA を提案し，2 本の人工筋での動作実験を行った．これにより，基本動作が可能であることを示した．

今後は，人工筋の本数を増やす，周波数を上げるといった実験を行い，このシステムを活かしたロボットへの応用を進めていく．

謝辞

本研究の一部は，総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)「タフ・ロボティクス・チャレンジ」により，科学技術振興機構を通して委託されたものです．また，本研究で用いられている油圧人工筋は株式会社ブリジストンとの共同開発です．ここに敬意を表します．

参考文献

[1] Marc Raibert, Kevin Blankespoor, Nelson Gabriel, Playter Rob, and the Big-Dog Team. BigDog, the Rough-Terrain Quadruped Robot. In *Proceedings of the 17th IFAC World Congress, 2008*, Vol. 17, 2008.

[2] Jiaqi Zhang, Feng Gao, Xiaolei Han, Xianbao Chen, and Xueying Han. Trot gait design and cpg method for a quadruped robot. *Journal of Bionic Engineering*, Vol. 11, No. 1, pp. 18-25, 2014.

[3] R. Hodoshima, T. Doi, Y. Fukuda, S. Hirose, T. Okamoto, and J. Mori.

Development of titan xi: a quadruped walking robot to work on slopes. In *Intelligent Robots and Systems, 2004. (IROS 2004). Proceedings. 2004 IEEE/RSJ International Conference on*, Vol. 1, pp. 792-797 vol.1, sept.-2 oct. 2004.

[4] Tomoya Miyoshi, Kazuhiro Yoshida, Sang In Eom, Shinichi Yokota , “Proposal of a multiple ER microactuator system using an alternating pressure source”, *Sensors and Actuators A: Physical* , pp. 167-175, 2015

[5] 森田隆介，難波江裕之，鈴森康一，遠藤玄，山本明菜，櫻井良．”油圧駆動高出力マッキベン型人工筋の開発”. 第 34 回日本ロボット学会学術講演会講演論文集，pp. 3C3-01，2016.