

安定な精密つまみを実現する低自由度ハンドの構築

Construction of prosthetic hands with few degrees of freedom to obtain a stable precision grip

○馮 翔(電通大) 叶 鶴松(電通大) 姜 銀来(電通大) 東郷 俊太(電通大)

横井 浩史(電通大)

Syo HYO, The University of Electro-Communications  
Hesong Ye, The University of Electro-Communications  
Yinlai JIANG, The University of Electro-Communications  
Shunta TOGO, The University of Electro-Communications  
Hiroshi YOKOI, The University of Electro-Communications

**Abstract:** In daily life, not always ample space is available and situations require hand actions in narrow spaces. Very often, an amputee with a prosthetic hand will have difficulties in grasping object within a limited space. In this study, we provide a solution by adding adduction and abduction degrees of freedom between the metacarpal phalangeal joints of the interlocked middle and index finger. Further, we add a fold function between the ring finger and the little finger. We performed the following two experiments to test it. The first is a gripping force experiment in 8 different horizontal directions in 45 degree increments. Our modifications provide more stability in many directions than for the original hand. The second experiment is a “pick and place” experiment. Here, we find that it is possible to grasp and extract objects also from limited spaces.

**Key Words:** Prosthetic hand.

1. 緒言

筋電義手とは、筋肉が動きの時発生する筋電信号を制御信号とする電動義手である。患者の筋電で義手を動かせるため、患者たちに手のような操作感を与えられる。しかし、筋電義手は筋電信号の識別問題、重量の問題が存在する。また、Capriaini によって、握力把持、精密把持、側面把持だけで生活中に必要となる最低限手の動作の 85%を実現可能である[1]。本研究室では識別信号の問題と重量の問題を解決するため、人差し指と中指連結している屈伸自由度と親指内外転自由度を持ち 2 自由度ハンド研究した[2]。しかし、日常生活中開放な広い空間だけではなく、閉鎖な狭い空間も多数存在している。上述の 2 自由度ハンドは狭い空間からの物取り出しは難しい。なお、H.W.Kay の研究によって、義手を長時間付けるよハンドの重量を 370g 以下に抑えられる必要がある[3]。本研究では重量を抑えながら、狭隘部から物の取り出し可能、安定な精密つまみを実現する低自由度ハンドの構築を目指す。

2. 基本機能

2 自由度ハンドでは人差し指と中指を一体化され、内外転方向自由度を持ってなくて、狭隘部から物の取り出しが難しいである。また、2 自由度義手の薬指と小指が独立曲げられないため、4 指の幅より狭い空間に入ることが難しい。もし、狭い外部空間に応じて、義手の環指と小指が自動的に屈曲できれば、母指、示指、中指 3 本指だけで、示指から小指までの 4 指幅のより狭い空間から物体の取り出すことが可能である。本研究では、2 自由度義手の機能を持つまま以下の 2 つの機能を追加することを目指している。①指と中指の MP 関節に内外転の可動範囲を広げる。②3 指把持する時環指と小指が折り畳まれる。①によって、示指と中指の動作範囲が広げられた。これにより、対象物を把持する時、選ばれる把持点の範囲が広がって、対象物のサイズと形状に応じて把持可能である。②によって、環指と小指が 3 指把持への妨害を避けられる。義手に 3 指把持動作を追加されて、狭い空間か

ら物を取り出しも可能となる。

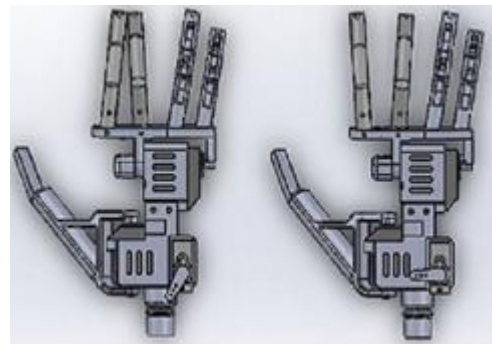


Fig.1 Adduction and abduction degrees of freedom

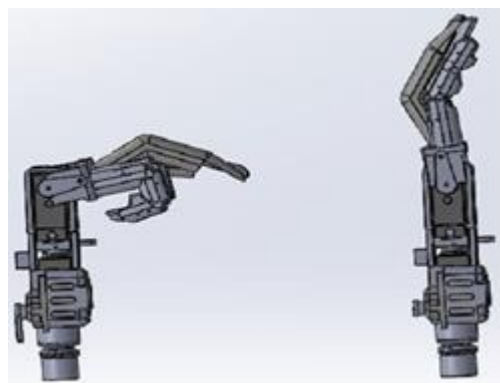


Fig.2 Fold function between the ring finger and the little finger

3. 評価実験

試作ハンドの性能を評価するため、把持力安定性実験と PICK AND PLACE 実験を行った。把持力安定性実験では試作ハンドを水平にし、Fig.3 に表示されている直径 5mm,15mm ,25mm 3 種類の把持物体に対して、三点つまみ

して,最大 2Kg 相当の外力を加えて把持の安定性実験を行った.Fig.4に表示されているように,つまみ先を原点として,原点を通して水平平面を八等分にした.各方向に対して 2 自由度ハンドと新しいハンドの把持の安定性を評価した.実験結果は Fig.5 と Fig.6 で表示した.実験結果から見ると,試作ハンドは安定把持可能な範囲が広がって,直径 5 mm の物体にも安定つまみができる.

PICK AND PLACE 実験では,仕切りボックスにビー玉(直径 16.9mm),M4 ネジ,M4 ナット 3 種類把持物体を対象物にして,試作したハンドが狭隘部から物取り出し機能の評価する.実験結果をより明確に分析できるため,失敗パターンを 3 種類分けした.フェーズ 1: 物体を把持あるいは吊り上げできない.フェーズ 2: 運ぶ途中物体が落ちる.フェーズ 3: 目的区域に運んだ物体を放置できないあるいは物体が倒れる.把持性能を Table1 で表示する.実験結果から見ると,試作ハンドは 2 自由度ハンドより狭い空間からの物取り出し機能が上回っている.

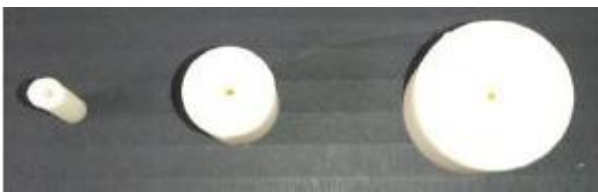


Fig.3 Experiment object for gripping force experiment

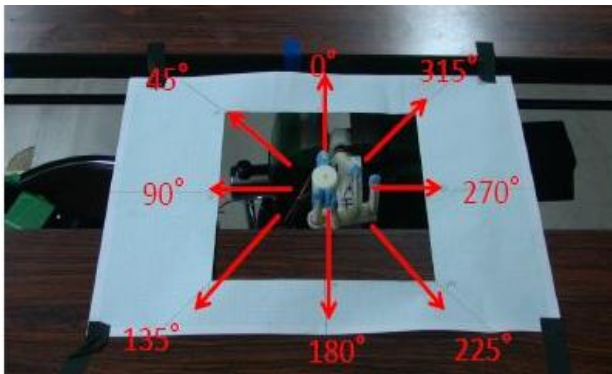


Fig.4 of gripping force experiment

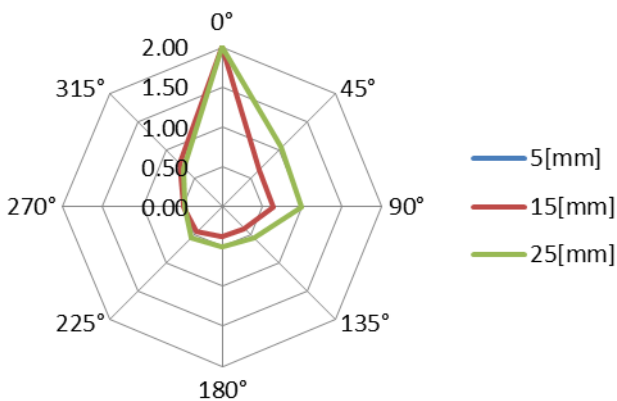


Fig.5 3point pinch by 2 degrees of freedom hand

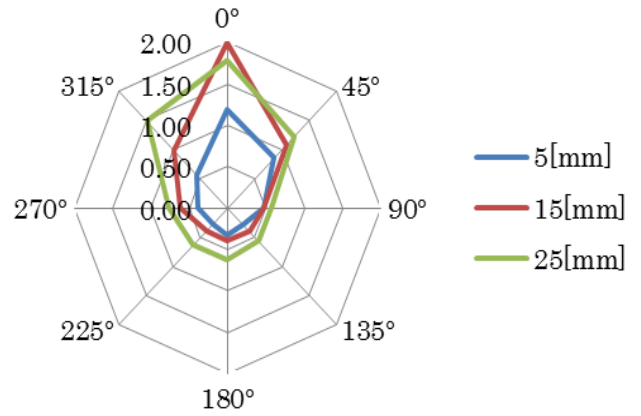


Fig.6 3point pinch by new hand

Table 1 Results of pick and place experiment in limited space

	品名	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	成功
2 自由度ハンド	ビー玉	0	0	0	3
	六角 M4 ネジ	7	0	0	0
	ステンレス ナット	8	0	0	0
試作ハンド	ビー玉	2	0	0	3
	六角 M4 ネジ	0	0	0	3
	ステンレス ナット	0	0	0	4

4. 結論

本研究では,軽量化と実用性を重視した.握力把持,精密把持,側面把持だけで,生活中に必要となる最低限手の動作の 85% を実現可能である.しかし,狭隘部から物の取り出そう時,義手の精密把持機能が発揮できない.その問題を解決するため,新たなハンドを構築した.

謝辞:

本研究 (の一部) は国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED)「医療分野研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP)」の支援によって行われた.

参考文献

- (1) 星川 英, 加藤 龍, 森下 壮一郎, 中村 達弘, 関 達也, 姜 銀来, 横井 浩史基本3種の把持姿勢をとる2自由度筋電義手の指形状の探索, 30<sup>th</sup> Fuzzy System Symposium, 2014.
- (2) Christian Cipriani, Marco Controzzi, Maria Chiara Carrozza, Objectives, criteria and methods for the design of the SmartHand transradial prosthesis, Robotica, Vol. 28, 919-927, 2009.
- (3) Kay HW, Rakic M. Specifications for electromechanical hands. Proceedings of the 4th International Symposium on the External Control of Human Extremities, Belgrade, Yugoslavia. p. 137-55,1972 Aug 28-Sep 2