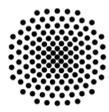


Entwicklung einer Low-Cost Handprothese mittels Twisted String Antrieb

BA0052/BA0053
22.10.2019



Universität Stuttgart

Laura Löhnert, Carla Siegle
Institut für Medizingerätetechnik, Universität Stuttgart, Deutschland

Institut für
Medizingerätetechnik **IMT**

Hintergrund

- Eine Dysmelie oder Amputation der Hand hat Auswirkungen auf die physische und psychische Gesundheit eines Menschen [1].
- Das Fehlen der oberen Extremität und die dadurch entstehenden Belastungen können durch eine gute prothetische Versorgung verringert werden.
- Derzeit liegen die Kosten kommerziell erhältlicher myoelektrischer Handprothesen mindestens 25.000 €.

Ziele

- Es soll eine leichtgewichtige und kostengünstige Handprothese entwickelt und aufgebaut werden. Die Größe der Prothese wird von den anthropomorphen Maßen eines 50-Perzentil-Mannes bestimmt.
- In dieser Arbeit wird die Ausführung einer einfachen Greiffunktion, der Präzisionsgriff, angestrebt. Die Anwendung ist auf wissenschaftliche Zwecke beschränkt.
- Die Fertigung erfolgt mittels der 3D-Drucktechnologie *Fused Deposition Modeling* (FDM).
- Die Aktuierung der Finger wird durch zwei Twisted String Antriebe (TSA) realisiert.

Methoden

- Zur Validierung der Greiffunktion wird ein Schraubendreher gegriffen. Dieser hat einen maximalen Durchmesser von 30 mm und wiegt 170 g (vgl. Abb. 1 und Abb. 2).



Abbildung 1: Greifen eines Schraubendrehers; Ansicht von dorsal



Abbildung 2: Greifen eines Schraubendrehers; Ansicht von radial

- Über einen Kippmechanismus ist es möglich Objekte verschiedener Geometrien zu greifen und die Finger F2 und F3 sowie F4 und F5 unabhängig voneinander zu flektieren (vgl. Abb. 3 und Abb. 4) [3].



Abbildung 3: Blockierung von F2 und F3, Flexion von F4 und F5



Abbildung 4: Blockierung von F4 und F5, Flexion von F2 und F3

Ergebnisse

- Der Anthropomorphismus wird in Größe, Masse und Gestalt berücksichtigt (vgl. Abb. 5). Das entwickelte Modell wiegt 448 g und ist damit nicht schwerer als eine natürliche Hand.
- Mit dem Modell kann die einfache Greiffunktion als Umfassunggriff ausgeführt werden. Das Ausführen eines Präzisionsgriffes ist nicht möglich.
- Mit Daumen (F1) und Zeigefinger (F2) können Objekte ab einer Größe von 15 mm gegriffen werden.
- Die Flexion der fünf Finger wird über die Bewegung palmarliegender Schnüre erreicht. Die Rückstellung basiert auf der Elastizität der Festkörpergelenke[2].
- Es sind zwei TSA integriert: einer zur Aktuierung der vier Finger, F2 bis F5, und einer zur Aktuierung von F1.
- Die meisten Komponenten des Modells werden mittels FDM-Druck hergestellt. Die fünf monolithischen Finger mit einachsigen Festkörpergelenken werden aus flexiblem thermoplastischem Polyurethan (TPU 92A) gedruckt [2]. Dadurch werden die Herstellungskosten niedrig gehalten.
- Die Anzahl der Zukaufteile ist gering, wodurch eine hohe Verfügbarkeit und wenige Zusatzkosten erreicht werden.
- Im Handballen ist eine Kamera integriert.



Abbildung 5: Gesamtaufbau der Handprothese

Diskussion

- Die Aktuierung der Finger einer Handprothese ist mittels TSA möglich. Es ist ein leichter und kostengünstiger Demonstrator realisiert worden.
- Durch die erforderliche Ausgangslänge und Linearität des TSA wird die Platzierung der elektronischen Komponenten eingeschränkt und die Länge der Handprothese bestimmt.
- Die Motoren werden in dem Prothesen-Unterarm positioniert. Dadurch ist das Modell nur für kurze Stumpflängen geeignet.
- In weiterführenden Arbeiten muss die Handprothese verbessert werden:
 - Die Realisierung des Präzisionsgriffes, sodass F1 und F2 aufeinander treffen, ist umzusetzen.
 - Es wird eine Steigerung der Griff- bzw. Haltekraft und eine höhere Abrutschfestigkeit angestrebt.
 - Die integrierte Kamera soll zukünftig der Auswahl einer Greiffunktion und zur Ansteuerung der Griffkraft dienen.

Literatur

- [1] Maduri P, Akhondi H (2019): StatPearls. Upper Limb Amputation, Treasure Island (FL)
- [2] Thingiverse: Flexy-Hand by Gyrobot. <https://www.thingiverse.com/thing:242639>. Zuletzt geprüft am: 22.10.2019
- [3] P. Weiner et al., „The KIT Prosthetic Hand: Design and Control“, in 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)