

腕の外骨格装置の製作と制御に関する研究

電気工学科5年 12番 敝田 優駿 指導教員 河合 康典

1 はじめに

近年、少子高齢化の激化により介護のニーズが増加してきている。それに伴い、介護士やヘルパーの負担があまりにも大きくなり過ぎてきている。そこで、様々な動作を補助する外骨格装置が普及し始めている。

本研究では、肘関節の屈伸動作の補助を行う外骨格装置を製作する。

2 腕の外骨格装置

前年度の研究^[1]を参考にして、肘につけるために製作するには小型軽量化が問題となる。そのための解決策として、本研究ではモータの小型化、ねじりばねをなくしてトルクセンサで制御する。図1に示すような腕の外骨格装置を肘関節に取り付ける。人が肘関節を動かそうとすると、腕のモータにつないでいる部品に力が加わるため、それが減るようにモータを制御する。

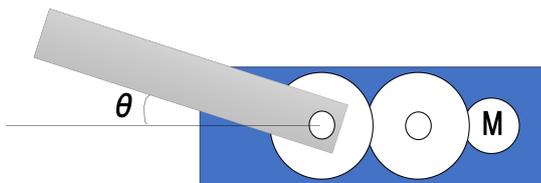


図1: 肘関節とギアのモデル図

3 腕の外骨格装置の製作

はじめに、モータとギアを入れるための箱(以下ギアボックスとする)を設計した。ギアボックスにモータとギアを組み込み、ギア比の公式からギア比を導出したものを(1)式に示す。

$$\frac{100}{18} \times \frac{120}{18} = \frac{1000}{27} \quad (1)$$

今回使用するモータは maxon EC60 flat φ 60mm, モータドライバは maxon ESCON 70/10, エンコーダは 4096 カウント, 2チャンネル, 制御用マイコンは, Arduino Due である。

エンコーダの出力電圧は5Vだが、そのまま入力するとマイコンが壊れてしまうため、変換器を使って3.3Vを入力電圧とした。

エンコーダカウンタのパルスは、エンコーダカウンタが高速回転に追い付かなかったためAの立ち上がりの1つのみにした。

肘関節部分の角度をθとして、P制御を行うプログラムは、ゲインKpを1.5に設定し、モータドライバの仕様から入力uの絶対値の下限を5にする。また、大きすぎると高速回転してエンコーダで読み取れなくなるため、入力uの上限を33で設定し、その間で変化させるようにした。(2)式にuを示す。

$$u = (r - \theta) \times Kp \quad (2)$$

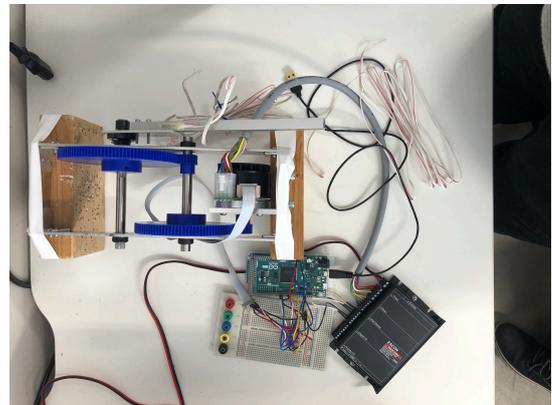


図2: 実験装置

4 実験結果

腕に取り付けた際の動作に近づけるため、目標値rを、90°と、0°にする実験を行った。

横軸を時間として結果のグラフを図3, 4に示す。この結果より、目標値rに合わせて、肘関節角度が動作することが分かる。

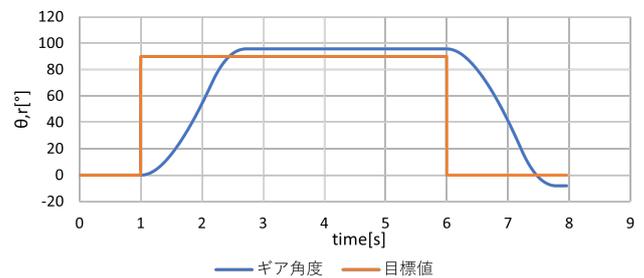


図3: 目標値とギア角度

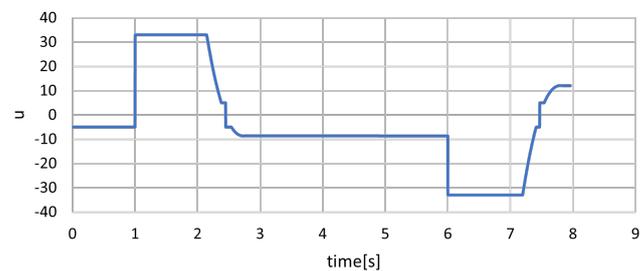


図4: 入力値

5 おわりに

本研究では、肘関節の屈伸動作の補助を行う外骨格装置を製作した。目標値に合わせて、肘関節角度が動作することが分かった。

参考文献

[1] 宮崎:「外骨格による膝関節の制御系設計に関する研究」, 石川工業高等専門学校 卒業論文, 2022.