2P1-43 バイラテラルサーボを用いたハンドトレーニングシステムの研究

Study on Hand- Training-System with Bilateral Servo System

○大林 誠典, 斎藤 之男*

東京電機大学大学院理工学研究科知能機械工学専攻

*東京電機大学理工学部知能機械工学科

Masanori Ohbayashi, Dept. of Intelligent Mechanical Engineering, Tokyo Denki University Graduate School

*Yukio Saito, Dept. of Intelligent Mechanical Engineering, Tokyo Denki University

1. 緒言

現在、身体障害者の数が年々増加傾向にあり、なかでも肢体不自由が全体の 53.9[%]を占めている。その内、約 95[%]近くが脳卒中や脊髄損傷による障害であり、上肢機能障害は約 50[%]である。そこで上肢機能としての手部のトレーニングを行う。まず、指の屈曲動作を行うものであり、五指を独立に行うことは従来行われておらず、今回はその試作を中心に報告するものである。本研究はバイラテラル油圧伝達機構を応用したハンドトレーニング用動力装具の研究開発である。

2. ハンドトレーニング装置の設計条件

ハンドトレーニング装置を設計する上で、必要な訓練事項として以下を示す。

- ① 把持能力の向上のため、五指の屈曲伸張を独立に動作
 - ② 初期訓練時は可動領域が狭いために屈伸力を常時測定し、力制御が可能
 - ③ 五指が独立に動作し、屈曲角度が任意に得られること
- 以上のような設計条件を定め、設計を進めた。次に、トレーニングを行う手の仕様について、指や母指の各関節の屈曲角度や伸張角度の最大可動域を基に角度の仕様を決定する。最大屈曲角度は、MP 関節 90 度、PIP 関節 100 度、DIP 関節 80 度であることから、以上の値に近い仕様とした屈曲を行うことが可能なハンドトレーニングとして、リンク機構を採用した。また、リハビリを行う指の筋力については、一般的な指先つまみ力は、平均で 0.95[N]である。以上より、力や関節角度を基準にハンドトレーニング装置の設計条件を進めた。

3. ハンドトレーニング装置のメカニズム

前節で示した仕様を基に、ハンドトレーニング装置の機構を示す。Fig.1 に装置の機構を示す。Fig.1 を指の各関節に装置を取り付け、スレーブシリンダが直動することによって、Fig1 のように四節リンクが MP, DIP, PIP 関節を同時に屈曲することが可能な構造とした。人間の把持を模擬した動作から、より実際の把持に近い訓練が可能となる。また、駆動はバイラテラルサーボ油圧駆動を用いた。バイラテラルサーボ油圧駆動はマスターとスレーブの二つのシリンダがあり、チューブにより並列に接続して油が流れ込みシリンダ間の拮抗作用により滑らかな駆動が得られるシステムである。このシステムによって変位と力制御を行うことが可能であることから、指の微小な運動を圧力変化として、検知し指の屈曲に不足している力を補助いわゆるパワーアシストができるため、障害レベルに応じたトレーニングが可能である。また、Fig.2 に CATIA を用いたハンド全体の概観図を示す。

Fig.1 design of hand-training-system

Fig.2 overview of hand-training-system

4. ハンドトレーニング駆動システムの基礎実験

マスターシリンダとしてストローク 15[mm]、内径 10[mm] 全長 135[mm]、スレーブシリンダとして、ストローク 30[mm]、内径 6[mm]、全長 177[mm]、使用圧 0.1~0.7[MPa]マスターの駆動源としては 6[W]のマイクロモータに減速比が 1/50 の減速機を用い結果を Fig.3 に示す。図よりオープンループでの動作特性が良いことが分かる。以上の結果をふまえ、バイラテラルサーボのマスター及びスレーブシリンダを $\phi 5 \times 45$ 、 $\phi 10 \times 15$ のサイズとして、設計を行った。

Fig.3 result of pressure and position by bilateral servo

5. 結言

以上のように、基礎実験をベースに今回は製作する上での設計条件、メカニズムや駆動システムの検討を行い、装置の試作中である。現在までの基礎実験から、バイラテラルサーボによる指部のパワーアシスト、指の独立させた屈伸運動、さらに手部の装具として重量は約 300[g]と軽量化を実現可能である。

参考文献

- 1)堀内 秀俊他:“慢性期の頸髄損傷患者に対するリハビリ効果”, 日本パラプレジア医学会雑誌, 9 巻, 1996, pp302~303