

リハビリのための上肢訓練支援装置の開発

Development of the Upper Limb Training Support Device for Rehabilitation

○学 水澤 誉 (秋田高専) 正 木澤 悟 (秋田高専)

Homare MIZUSAWA, Akita National College of Technology

Satoru KIZAWA, Akita National College of Technology

Key Words : Contracture, Upper Limb Rehabilitation, Omni-wheel, Distance Measuring Sensor, Motion Capture System

1. 緒 言

近年,日本では高齢化社会が急速に進むことによって医療,介護分野にかかる負担は増大している.高齢者の諸問題の一つとして運動機能障害があり,そのことからリハビリテーションの重要性は増している.上肢における運動機能障害には,拘縮と呼ばれる運動量の低下などが原因で肘や肩の関節可動域が狭まってしまう症状がある.しかし,この症状はリハビリ訓練により改善が可能である.そこで本研究では上肢の前腕と上腕のリハビリを目的に,ロボットの利点である長時間の反復的なリハビリ運動を活かしつつ,さらに福祉施設や在宅でも机上で手軽にリハビリが可能な上肢訓練支援装置の開発を行った.また,この装置の信頼性,安全性を確認するために三次元動作解析装置を用いたリハビリ運動動作評価実験を行ったので報告する.

2. 上肢リハビリ訓練支援装置の設計

装置のコンセプトは,①机上で二次元平面上の全方向に移動可能であること,②コンパクト化して持ち運びを可能にすること,以上の二つである.これらを実現させるため,車輪にはオムニホイールを採用した四輪駆動方式とし,制御機器類は全て USB 通信方式の機器を採用して,パソコン一台で装置の制御を可能にした.装置上部には使用者が握るためのグリップ,シャーシ部には二方向の距離を検知し,装置の自己位置を認識するための測距センサを設置した.装置の設計は 3DCAD ソフト「SolidWorks」を使用して行った. Fig.1 に実際に製作したリハビリ装置を示す.

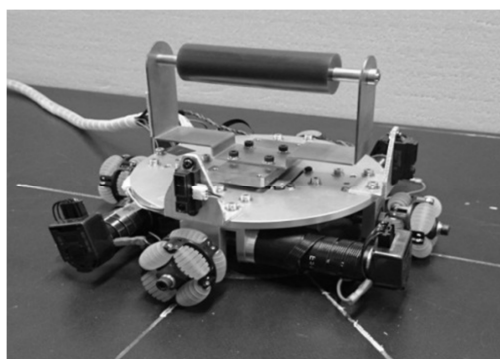


Fig.1 製作したリハビリ装置

3. リハビリ装置の動作制御

Fig.2 に制御システムの構成を示す.本装置は測距センサからの自己位置情報と,ロータリーエンコーダからの回転角度情報をもとに駆動制御を行っている.測距センサには,赤外線測距センサを採用した.このセンサで距離を測定するためには,センサから照射された赤外線を反射させる測定対象物が必要となる.そこで,寸法 700mm×700mm の反射壁を作成し,この反射壁からの距離をもって装置の自己位置認識を行った. Fig.3 に測距センサと反射壁の位置関係を示す.

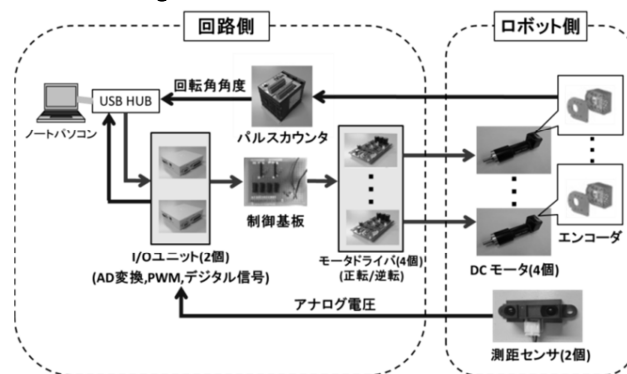


Fig.2 制御システムの構成

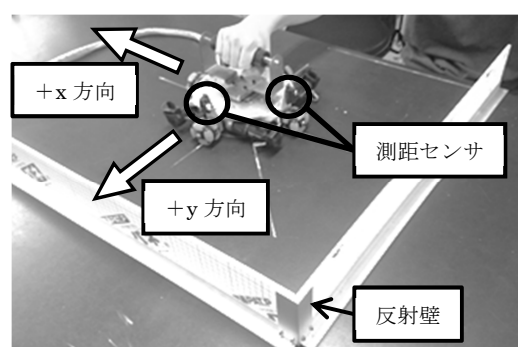


Fig.3 測距センサと反射壁の位置関係

4. リハビリ運動動作評価実験

実験は,作成した上下リーチング運動,斜めリーチング運動,円軌道運動の3種類のリハビリ運動動作について,装置が実際にプログラム通りの軌跡を描きながら運動が行えているかどうかの評価を行った.上下リーチング運動,斜めリーチング運動では10往復分リーチング運動を繰り返した際

の装置中心位置，円軌道運動では 10 周分円軌道運動を繰り返した際の装置中心位置の計測を行った．運動動作の計測には，三次元動作解析装置である「VICON」を使用した．Fig.4 にリハビリ運動動作計測時の実験の様子を示す．

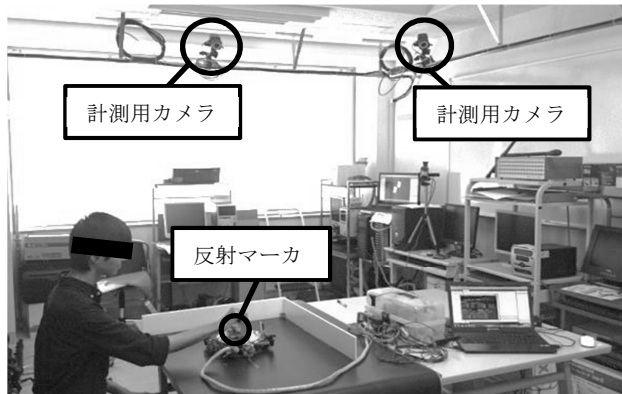


Fig.4 動作計測時の実験の様子

5. 実験結果と考察

Fig.5 は上下リーチング運動を 10 往復行った際の装置中心位置の軌跡，Fig.6 は斜めリーチング運動を 10 往復行った際の装置中心位置の軌跡である．図中における破線が運動の目標軌跡，実線が実際の運動の軌跡を示している．これらの図から装置の中心軌跡は，上下リーチング運動と斜めリーチング運動のどちらに関しても 10 往復中において目標軌跡と実際の運動の軌跡がほぼ一致していることが分かる．Fig.7 は円軌道運動を 10 周行った際の装置中心位置の軌跡である．この図から 10 周中における実際の運動の軌跡は，多少のズレが発生してはいるが，目標軌跡に対してほぼ一致していることが分かる．10 周中における目標軌跡中心点から計測点までの最大半径は 135mm，最小半径は 110mm であり，その差である 25mm の範囲内で円軌道を描いていることが分かる．

さらに目標軌跡に対する実際の運動動作精度を向上させるためには，測距センサから出力される電圧値に乗ってしまっている電気的な微小ノイズを制御システムのハード面，またはソフト面からカットすることで可能になると思われる．

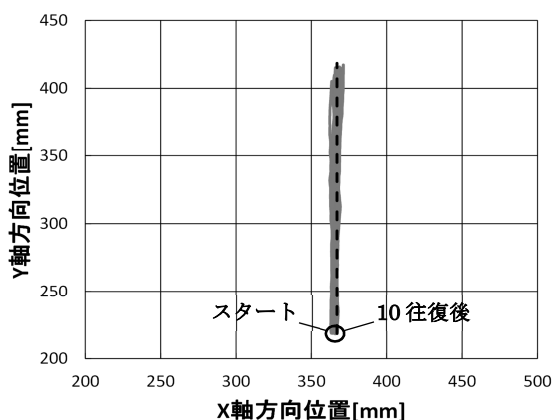


Fig.5 上下リーチング運動の中心軌跡

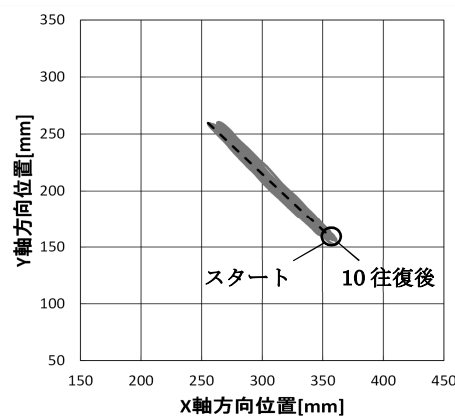


Fig.6 斜めリーチング運動の中心軌跡

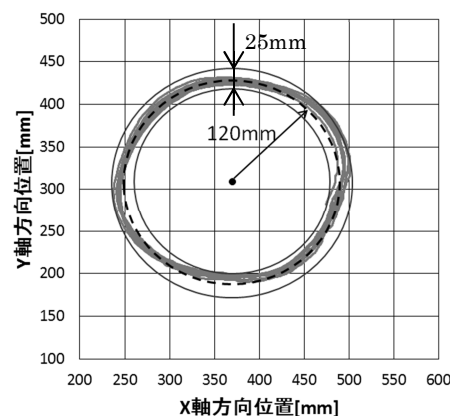


Fig.7 円軌道運動の中心軌跡

6. 結 言

本研究では，上肢運動機能障害を対象とした手軽に持ち運びができ，卓上でのリハビリ運動が可能な上肢訓練支援装置の開発を行った．また，開発した上肢訓練支援装置の安全性，信頼性を検証するための評価実験を行った．開発した装置を使用して作成した 3 種類のリハビリ運動プログラムの動作評価を行ったところ，各々のリハビリ運動プログラムについて，10 往復中において持続的に目標軌跡を正確にトレースするような運動動作を行えていることが確認できた．

今後の展望として，力覚センサを導入しグリップに掛かる力（力の方向ベクトル，モーメント）の情報を用いたより効果的なリハビリ運動療法の提案，さらに健常者と患者のリハビリ運動時におけるグリップに掛かる力，モーメントの測定データの比較をすることで，理想的なリーチング動作の教示，患者の症状の回復度合いの定量的な評価などを検討していく予定である．

参考文献

- (1) 三浦，木澤，上肢運動訓練のためのリハビリ装置の設計と開発，日本機械学会東北学生会第 44 回卒業研究発表講演会講演論文集，pp241-242，(2014)
- (2) 李，服部，橋詰，前田，上肢運動機能リハビリテーションにおける訓練・評価手法の開発，福祉のまちづくり研究所報告集，pp71-75，(2011)