直達式骨折整復支援装置を用いた整復動作に関する研究 Study on Fracture Reduction Assistance Computerized Robot

○加門 大和¹, 鄭 常賢², 廖 洪恩², 小林 英津子¹, 光石 衛¹, 中島 義和¹, 小山 毅⁴, 菅野 伸彦⁴,
前田 ゆき⁵, 別所 雅彦³, 大橋 暁³, 岩城 純一郎⁶, 中沢 東治⁶, 大西 五三男³, 佐久間 一郎¹

東京大学大学院[1. 工学系研究科, 2. 新領域創成科学研究科, 3. 医学系研究科],

4. 大阪大学大学院医学系研究科, 5. 大阪南医療センター, 6. THK

○H.Kamon¹, S.Jhoung², H.Liao², E.Kobayashi¹, M.Mitsuishi¹, Y.Nakajima¹, T.Koyama⁴, N.Sugano⁴,
Y.Maeda⁵, M.Bessho³, S.Ohashi³, J.Iwaki⁶, T.Nakazawa⁶, I.Ohnishi³, I.Sakuma¹

[1. Graduate School of Engineering, 2. Graduate School of Frontier Sciences,

3. Graduate School of Medicine], the University of Tokyo,

4. Graduate School of Medicine, Osaka University,

5. National Organization Osaka Minami Medical Center, 6. THK

1. はじめに

大腿骨頸部骨折は高齢者に起こりやすい骨折で, 社会の高齢化の進行に伴って患者も増加すると予想される. 手術では遠位骨片を牽引・回旋しながら位置決めし, 骨折部位をピンなどで固定する. しかし大腿骨の周辺の筋は牽引を妨げるので, 大きな力が必要. また, 骨折部位の仮骨形成を早めるためには, 骨片間距離を2[mm], 2[degrees]以内に収める必要がある. しかし, X線透視下で2次元画像による位置決めを行うため, 熟練した技術が必要である. 術者が受けるX線も問題である.

この問題に対し, 我々はロボットで牽引を補助し, 医師の負担を減らす. このロボットに, 骨軸に沿うようにロボットの駆動方向を拘束するという, 拘束パワーアシスト(Fixed Power Assistance: FPA)の実装した骨折整復支援装置(Fig. 1)の開発を行っている. 本研究では, 直達牽引骨折整復支援装置を用いた拘束パワーアシストによる骨折整復動作の動作精度を評価した.

Fig. 1 骨折整復支援装置(ロボット)とシステム構成

2. システム構成

システムの流れを Fig.2 に示す. 光学式三次元位置計測装置を使用してロボット座標・カセンサ座標・骨座標の位置を計測し, カセンサと骨, ロボットと骨の対応関係を算出する. カセンサに入力した力情報(術者の力)を骨座標での力情報に変換し, 骨片を移動させない方向(例えば骨軸に沿わない牽引・回旋方向等)の力成分をゼロに設定する. その結果得られた力ベクトル方向に骨片が移動するように目標位置を定め, その位置へ駆動するためのロボットの逆運動学計算を行い, 速度指令を生成する.

3. 実験および結果

骨片の位置決めは牽引動作と回旋動作の2つに分けて行われているので, それぞれの動作について精度評価を行った. 計測には光学式三次元位置計測装置を用いた.

牽引動作は骨の長軸方向に牽引した. 骨の長軸ベクトルと計測点から得られる近似直線ベクトルがなす角を評価した. 要求仕

Fig. 2 FPA の駆動方式

様が 2[degrees]に対して 0.25[degrees]という高精度で牽引できた.

回旋動作は骨が 0.2[deg/s]で回旋するように各軸モータに指令した. 骨座標の各軸周りにそれぞれ回旋し, 骨の位置の変化量を評価した. 要求仕様が 2[mm]であるのに対し, 平均誤差は 5.9[mm]と大きな値となった. これは, ロボットに機構的なガタがあることが原因と考えられる.

4. まとめ

FPA の精度評価を行い, 牽引動作については目的とする精度での拘束が可能であったが, 回旋動作については装置のガタや指令速度遅れ等が原因となり, 必要となる拘束精度を実現することはできなかった. 今後は装置のガタを修理して回旋動作の精度を高くし, モデル脚で FPA の有効性を評価する予定である.

5. 謝辞

本研究の一部は厚生労働科学研究費補助金(医療機器開発推進研究事業)「低侵襲・高精度骨折整復・治療支援システムの開発(H20-ナノ一般-002)」, 厚生労働科学研究費補助金(医療機器開発推進研究事業: 身体機能解析・補助・代替機器開発研究事業)「高齢者の大腿骨頸部骨折等の治療を支援する高精度手術支援システム(H17-フイジー一般-007)」によるものである.

6. 参考文献

- 1) 山路哲生, Dynamization の仮骨形成促進. 整形・災害外科 2002; Vol45 (No4) : p305-310.