

片麻痺治療支援システムのための Leap Motion による 手指モーションキャプチャの検討

佐藤周平[†] 藤村誠[†]
([†]長崎大学大学院工学研究科)

1. はじめに

脳血管障害によって、手指の麻痺を起こしてしまった患者のための治療法として、ミラーボックス療法がある。これは視覚的フィードバックを利用して、脳の可逆性を促すことで筋運動の回復を図る治療法である。鏡に映っている非麻痺側の手指を見ながら動かすことで、麻痺側の手指が動いているかのように錯覚させ、手指の運動を司る神経ネットワークを活性化させる。しかし、この方法は鏡を使用しているため、非麻痺側と同じ動きしかできないという問題点がある。そこでこれらの問題点を解消するため、麻痺した手指を3次元コンピュータグラフィックス(以下3DCG)で置き換える片麻痺治療支援システムを検討する。具体的には、3DCGによる手指の動きには予め測定した健常者のモーションデータを利用し、手指の形状は患者本人から取得する。左右の手指には、それぞれ異なる動きの映像情報を提示する必要がある。そのため、脳が錯覚を起こすには、リアリティのある手指の形状やモーションの再現が必要となる。またこのシステムでは、3DCGの手指の動作と実際の患者の動作との同期が重要となるため、リアルタイムにモーションキャプチャを行う必要がある。

モーションキャプチャを行う手法として、大内田らのデータグローブを用いる手法[1]がある。しかし、データグローブは動きをキャプチャをする際に、オクリューションがない等の長があるが、高価であるという問題がある。また、船富らの手法[2]はデータグローブは使用せず、手の体節ごとにマーカを貼付し、カメラでそのマーカの動きを認識させる。しかし、この手法ではコストは抑えられるものの、リハビリを行う毎にマーカを患者に貼付するという負担がかかってしまう。

そこで、Leap Motion社から2012年に発売された Leap Motion の利用を検討する。Leap Motion はセンサの上方であれば、手指のモーションキャプチャが可能であるため、患者への負担を抑えたモーションキャプチャの実現が期待できる。また、Leap Motion を用いることで比較的安価で開発者にとっての負担も少ないリハビリテーションシステムを構築することが可能である。本稿では、Leap Motion による手指のモーションキャプチャの特性などを調査し、片麻痺治療支援システムへの適用の可能性について検証した。

2. 提案システムの概要

2.1 片麻痺治療支援システムの概要

図2.1に提案する片麻痺治療支援システムの概要図を示す。患者はヘッドマウントディスプレイ(以下HMD)を装着する。HMDには患者の両手の3DCGが表示され、モーションキャプチャした情報に応じて、提示する3DCGを更新する。非麻痺側の手指はそのままの状態を表示するのに対し、麻痺側の手指は健常者のモーションデータ群から対応する3DCGに置き換えて表示する。

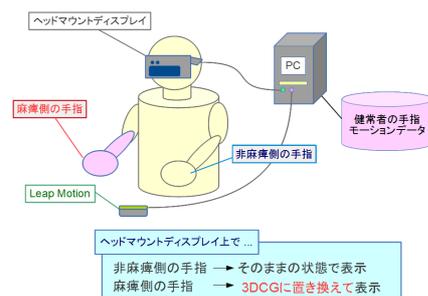


図2.1: 提案システムの概要

2.2 手指モーションキャプチャの条件

片麻痺治療に効果的な手指の動きは、ぞうきんを絞る動作やはさみで紙を切る動作など、左右の手指が協調する動きである。図2.2に示すように、手指の3DCGはオブジェクトモデルを動かすためのボーンモデルと、オブジェクトモデルの表面を形成をするスキンメッシュ、テクスチャマッピングによって構成される。3DCGの動きを設定する際、左右の手指が協調する動作は健常者のモーションデータを必要とし、それをモーションキャプチャによって取得する。3DCGの表面は患者本人の測定データを用いて作成する。

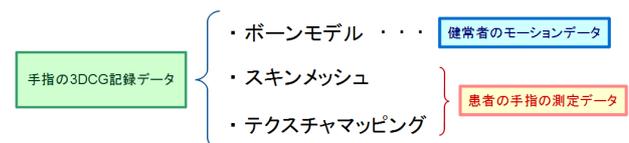


図2.2: 手指の3DCGの構造

図2.3に手指のボーンモデルを示す。ボーンモデルとは変形範囲や方向、またその接続を決める要素のことである。オブジェクト内に骨格となるボーンを埋め込み、動かすことで、そのボーンに対応しているオブジェクトパーツに動きを与えることが可能となる。本研究では手指の3DCGデータ内にボーンモデルを埋め込むことで手指の動きを再現する。

ぞうきんを絞る動作やはさみで紙を切る動作など、予め想定したリハビリメニューを作成しておき、これらの動きのモーションデータを、患者視点からのモーションキャプチャで得た動き特徴をもとに、検索する必要がある。しかし、患者は片手が動かないため、動く手のモーションキャプチャ情報から特徴を得なければならぬ。またLeap Motionでのモーションキャプチャでは手に物を持つことが出来ないという制限がある。図2.4に患者視点で見た手指の映像例を示す。

Study of the finger motion capture by Leap Motion for hemiplegia treatment support systems

[†]「Shuhe Sato, Fujimura Makoto, Nagasaki University Graduate School Of Engineering」

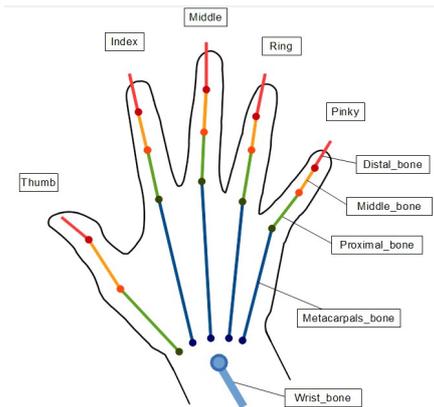


図 2.3: ボーンモデル(右手)



図 2.4: 患者視点で見た手指の映像例

3. モーションキャプチャの条件

リハビリを行う際、ぞうきんを絞る動作や、はさみで紙を切る動作など、予め保存しておいたデータ群から対応するモーションデータを検索する。そのためのキーとして、それぞれのモーション時の手指の特徴をモーションキャプチャで捉える必要がある。本稿ではぞうきんを絞る動作について着目する。3DCGによる動作を実行するためのキーとなるモーション時の手指の特徴を表 3.1 に示す。

表 3.1: モーション時の手指の特徴

	手指の特徴
ぞうきんを絞る動作	<ul style="list-style-type: none"> 左右の手の甲が上方を向き、物体を把持している状態(図 3.1) 手首を捻る動作(図 3.2)



図 3.1: 手の甲が上方を向き物体を把持している状態

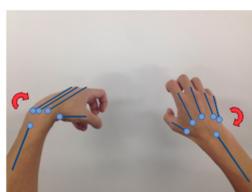


図 3.2: 手首を捻る動作

手首を捻る動作のモーションキャプチャが成功したかどうかの判定については、図 3.3 に示すように、手首と肘のポイントから算出した方向を基準とし、手首が上方方向に予め設定した角度まで捻られたことをモーションキャプチャで数値として確認できたかを判断基準とする。開発する片麻痺治療支援システムでは、設定角度以上の角度を Leap Motion で計測した場合、モーションデータ群から対応する動作の 3DCG が作動するように検討して

いる。

また本実験で測定した手指のボーンにおいて使用するボーンは、手の平の中央の指である中指(Middle_bone)の中手骨(Metacarpal_bone)とする。(図 3.3 参照)

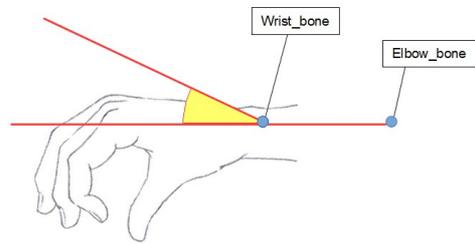


図 3.3: 測定基準

4. 実験

本実験では片麻痺治療支援システムの実行時に、モーションデータ群から検索を行うキーとなる、手首を捻る動作を行った際に、捻った手首の角度を Leap Motion で検出可能かについての実験を行った。Leap Motion は床と平行な場所に設置した。被験者には両手をデバイスにかざした状態で、ぞうきんを絞るように、右手首は上へ左手首は下に捻る動きを指示した。測定したモーションデータから、右手首と右手中指の中手骨のベクトルを使用し角度を算出した。被験者はそれぞれ 23 歳の男性 2 名、24 歳の男性 1 名、24 歳の女性 2 名、25 歳の男性 1 名の計 6 名である。それぞれの測定結果から算出した角度の最大値、最小値、平均、分散を表 4.1 に示す。

表 4.1: 実験結果

角度最大値	角度最小値	平均高度	分散
69°	30°	42.33°	156.56°

実験結果より、Leap Motion を利用した手首の角度検出は可能であると判断できる。本実験結果より、片麻痺治療支援システムを行う際の、モーションデータ群からの検索を行う動作条件は、初期姿勢より右手首が上方方向に 25 度以上傾いた場合で十分である。これは実験結果の最小値である 30 度より少し余裕を持たせたためである。

5. まとめ

本稿では、Leap Motion によるモーションキャプチャの測定精度を実験した。実験結果より、Leap Motion は片麻痺治療支援システムでの利用が期待できる。今後の予定としては、表示する 3DCG の動作データのモーションキャプチャなどが挙げられる。

謝辞

本研究について、ご支援とご指導を賜りました長崎大学医学部保健学科の東 登志夫教授に心より感謝いたします。

参考文献

- [1] 大内田 裕胤, 藪内智浩, 船富 拓哉, 飯山 将晃, 椋木雅之, 美濃導彦, "姿勢事例の獲得とその補完による手の計測形状の姿勢操作", 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2010), 2010年7月
- [2] 船富 拓哉, 飯山 将晃, 角所 考, 美濃 導彦, "光切断法による複数運動剛体の形状計測", 電子情報通信学会論文誌 Vol. J90-D no. 8, pp1858-67, 2007