

KINECTを用いた脊柱部分のリハビリテーション効果の可視化

永澤 修平† 村田 嘉利† 鈴木 彰真†

岩手県立大学ソフトウェア情報学部†

1. はじめに

リハビリテーションの現場では、当事者のリハビリテーションに対するやる気を維持しつつ、医療従事者が適切な病状の判断をしたうえでリハビリテーション指導を行う必要がある。そのため、リハビリテーションの効果を姿勢の可視化、数値化によりリアルタイムで表現することが望まれている。また、リハビリテーションを行う上で動きの見えづらい脊柱・体幹・骨盤の部分の動きを検知したいという要望があり、これを検知できる精度が要求される。

既存の姿勢認識システムは、導入コストが高く、多くの医療機関では静止面を用いての姿勢認識や、理学療法士の感覚に頼ったリハビリテーション効果の測定を行っている。そのため、リアルタイムでの効果の数値化がされておらず、患者側はリハビリテーション効果を曖昧にしか認識できない。

そこで、KINECTを用いて患者の3次元座標を取得し、脊柱部分のリハビリテーション効果をリアルタイムで可視化、数値化するシステムを提案する。本稿では特に、脳卒中患者の腰の曲がりや体の歪みに着目する結果通知の際、脳卒中により平衡感覚を失い、鏡を見ながらでも正しい姿勢をとることのできない患者が、リハビリテーションの効果を理解できることを目標とする。

2. 関連研究

鶴岡らはVideo画像を用いた患者の姿勢認識¹⁾を行っているが、リアルタイムでの認識は実施していない。また、すでにリハビリテーションの現場で利用されている動作認識デバイスとしてVICON²⁾があげられる。しかし、このデバイスはコストが高い。一方、KINECTを用いて正しい姿勢でのリハビリテーションを促すシステム³⁾⁴⁾がある。KINECTはVICON²⁾と比較し廉価であり、リアルタイムで患者の3次元座標を取得することが可能である。しかし、これらのシステムは脊柱部分の動きを考慮しておらず、脳卒中患者が認識できるような結果通知がなされていない。

3. 提案システムの構成

本研究では、脳卒中患者の腰の曲がりや体の歪みを認識できるように、KINECTで得た体に各部の座標を

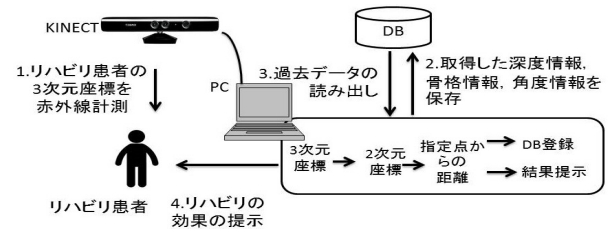


図1: システム構成図

2次元グラフにプロットする。図1にシステム構成を示す。まず、指定の体勢をとった患者をKINECTで撮影する。次に、4章で示す腰の曲がりや体の歪みそれぞれの検出法を用いて、検出した値を患者側にリアルタイムで通知する。また、任意のタイミングで結果をデータベースに保存する。これにより、患者ごとに任意の日付の各検出データの検索や、2次元座標グラフの表示を行うことを可能とする。

4. KINECTを用いた検出手法

4.1. 腰の曲がり検出

腰の曲がり検出では、図2で示したCervical, Upper Thoracic, Lower Thoracic, Lumbar, Sacral, Coccygealの6点を利用する。

まず、図2のCoccygealのポイントを基準点として、座標の原点におく。次に、基準点から各ポイントまでのZ-Y座標の差を求め、計測点間の距離を数値で表示する。また、Z-Yグラフ上に各計測点をリアルタイムに描画し、腰の曲がりの可視化を行う。

本システムでは、腰の曲がりの検出精度を上げるため、体型や服装の影響を受けにくい患者の背面から撮影を行う。実際に背面から腰の曲がりを測定したグラフを図3に示す。これに加え、直立時と前傾姿勢をとったときの座標情報をそれぞれ取得し、その間に変化した距離を表示する。

4.2. 体の歪み検出

体の歪み検出では、Coccygeal, Left Shoulder, Right Shoulder, Left Hip, Right Hipの5点を利用する。また、本システムでは図4と図5で示した頭上から見た場合と、正面から見た場合の2つ表示を行う。

頭上から見た体の歪み検出では、各ポイントのX, Z座標を取得し、LeftShoulderとRightShoulder間、LeftHipとRightHip間の中点をもとめ、それぞれの中点を座標の原点とする。中点から各ポイント間のX-Z座標空間における差を求め、その数値を表示し、図3で示し

Visualization of The Effect of Rehabilitation of The Spine Portion with KINECT

†S.Nagasawa, Y. Murata, A. Suzuki, (Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University)

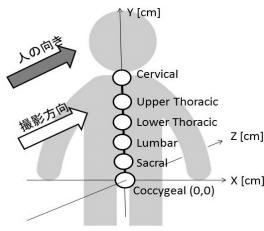


図 2: 腰の曲がり
検出ポイント

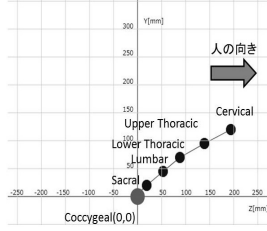


図 3: 腰の曲がり
検出の表示

| 部位名 | 取得値 (直立) | 実測値 (直立) | 取得値 (前傾) | 実測値 (前傾) |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Cervical | 1578mm | 1611mm | 1677mm | 1661mm |
| Upper Thoracic | 1563mm | 1572mm | 1622mm | 1620mm |
| Lower Thoracic | 1556mm | 1566mm | 1571mm | 1602mm |
| Lumbar | 1549mm | 1542mm | 1536mm | 1514mm |
| Sacral | 1542mm | 1540mm | 1502mm | 1496mm |
| Coccygeal | 1529mm | 1543mm | 1483mm | 1492mm |

表 1: 腰の歪み検出の値
比較

| 部位名 | 取得値 | 実測値 |
|----------------|--------|--------|
| Left Shoulder | 1622mm | 1650mm |
| Right Shoulder | 1615mm | 1641mm |
| Left Hip | 1563mm | 1555mm |
| Right Hip | 1556mm | 1562mm |

表 2: 体の歪み検出の値
比較



図 4: 頭上から見た体の
歪み検出の表示

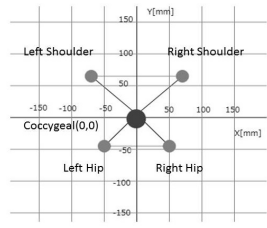


図 5: 正面から見た体の
歪み検出の表示

た形で 2 次元座標グラフ上にリアルタイムで描画する。

正面から見た体の歪み検出では、Coccygeal のポイントを基準点とする。基準点から各ポイント間の X-Y 座標の差を求め、ポイント間の距離を数値で表示する。

また、基準点を座標の原点として図 4 で示したように横軸 X 縦軸 Y としたグラフ上にリアルタイムで各計測点の座標を描画し、正面から見た場合の体の歪みを可視化する。加えて、Shoulder 間と Hip 間の直線の X 軸に対する角度を計測し表示する。

5. 取得精度の評価実験

5.1. 実験目的と方法

腰の曲がり検出と体の歪み検出の取得精度を検証するために、被験者から 1.5m 離れた位置に高さ 1m の台を設置し、その上にある KINECT を用いた実験を行った。実験の構成を図 6 に示す。実験は 1 回 1 名に対して行い、実測値の測定にはメジャーを用いた。

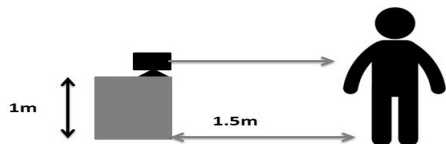


図 6: 取得精度の検討のための実験環境

5.2. 実験結果

KINECT で取得した値と実測値との比較を表 1 に示す。表 1 では腰の曲がり検出を、表 2 では体の歪み検出の比較結果をそれぞれ示している。評価実験の結果、取得値と実測値の間に最大 3cm 程度のずれを確認した。また、多くの計測点は 1cm 以内のずれに収まった。理学療法士に確認をとったところ 3cm のずれであればリハビリの効果の確認においては問題ないとの回答を得られた。そのため、今後試行回数を増やして検討する必要があるものの、十分な精度で本システムが構築可能であることが示唆された。

6. まとめと今後の展望

本稿では、脳卒中患者のやる気維持と医者の分析補助の目的として、KINECT を用いた脊柱部分のリハビリテーション効果の可視化について検討した。また、実験により十分な精度でリハビリテーション効果の数値化ができることが分かった。

今後は、引き続き精度に関して検討を行うとともに、脊柱部分のみの歪み検出だけでなく、その他の部位の歪みや、動きの抽出を行えるよう拡張し、リハビリテーション分野での利用範囲を拡大していく。また、遠隔地でのリハビリテーション指導にも応用していきたい。

参考文献

- 1) 鶴岡政子, 森英二, 柴崎亮介, 村井俊治”3次元 Video 画像解析によるリハビリテーション医学への応用” 生産研究 46(7)pp.400-403 1994-07 東京大学生産技術研究所
- 2) VICON:
http://www.irc-web.co.jp/vicon_web/
- 3) Home Team Therapy :
<https://www.hometeamtherapy.com/>
- 4) Reflexion Rehabilitation Measurement Tool:
<http://www.westhealth.org/institute/our-priorities/reflexion>