

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月20日現在

機関番号：51201

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700589

研究課題名（和文） 画像認識によるリハビリ訓練中の非接触・非装着動作計測手法

研究課題名（英文） Method of a noncontact/non wearable motion measurement by image recognition in rehabilitation training

研究代表者

三浦 弘樹 (MIURA HIROKI)

一関工業高等専門学校・制御情報工学科・講師

研究者番号：90450105

研究成果の概要（和文）：訓練中の患者の状態を観察することで、訓練の効果を定量的に評価できると考えられる。しかしながら、運動の計測にはセンサや特徴点マーカなどの取り付けなどの負担が伴う。そこで、身体に負担がかからないように従来の計測方法と異なる非接触・非装着による動作計測に関して検討する。本研究ではカメラの動画像からの動作抽出を行うための撮影環境の構築と計測精度を検討した。

研究成果の概要（英文）：It is considered that effects of the training can be evaluated quantitatively by monitoring the state of patient. However, measurement of motion is accompanied with burden for patients, such as installation sensors or makers. To reduce the burdens, we examine motion measurement by a noncontact/non wearable it. Specifically, we set an environment for shooting with cameras, and examined a measurement accuracy it.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2010年度	100,000	30,000	130,000
2011年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学，リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：画像認識，医療・福祉

1. 研究開始当初の背景

脳卒中などによる機能障害の回復には反復的な運動療法が効果的であるが、人手による従来のリハビリテーションでは、集中的かつ効率的な長時間の訓練はセラピストへの身体的負担も多い。そこで近年、ロボット技術を応用した運動補助やリハビリテーション支援システムの研究が盛んに行なわれるようになり、その一部は実用化にいたるまで

になっている。また、ロボットなどを持ちいることで定量的な訓練と評価も可能になると考えられる。

これまでにロボットを活用したリハビリ訓練システムの構築を行い、上肢訓練時の運動計測から巧緻性(運動の正確性)の評価、筋力の増加、仕事量の変化などにより、訓練の評価を行ってきた。このときの上肢運動計測には、被験者に取り付けたセンサ等により行

われる。

一般に身体運動計測を行う場合、モーションキャプチャーシステムや各種センサなどが使用される。特に光学式モーションキャプチャーシステムは、計測精度の高さから現在最も普及しているが、専用のスタジオもしくはスペースが必要なことや身体に計測点となるマーカを取り付ける必要があるため容易に撮影することができず、被計測者の負担も大きい。磁気式・機械式でも身体にセンサを取り付ける必要があるため、光学式と同様に被計測者への負担がある。そのため、訓練にきた患者を対象にした場合、それら計測装置等を患者に取り付けるのは効率が悪く、する側される側も負担が大きい。そこで、着衣程度の変更で訓練と同時に運動計測が可能な方法およびその可能性を検討する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、動作範囲が限定されるリハビリ訓練を対象を絞ることで、従来の動作計測装置ようなセンサや反射マーカ、色つきマーカなどを身体に取り付けることなく、運動の計測が可能な方法および環境を検討することである。

一般に、反復的な運動療法によるリハビリにおいて、その動作計測と計測範囲、および計測場所は限定的となる。そこで、特に次の点に重点をおく。

(1) 病院内リハ室等での使用を前提とし、院内服等着用時での境界や輪郭抽出が可能となる計測空間の設定条件を決定する。

(2) 反復的な運動を考慮した場合の、カメラ画像のフレームレートと動作の再現性の関係、特に運動解析が可能な条件を調べる。

(3) 非接触・非装着にした場合の、カメラ校正および画像の処理方法、人体テンプレートなどの必要性を明らかにする。

3. 研究の方法

画像処理への負担を軽減するため、カメラ位置や台数、撮影背景（場所）などの計測環境を、画像処理手法を考慮しながら決定する。

目的(1)の検討のため次のような条件を用意した。ただし訓練エリアは、これまでのリハビリ訓練システムを考慮し床面においておよそ2.5m四方とした。撮影背景は図1に示す4種類（薄水色、薄緑、ベージュ、黒）であり、院内の壁やカーテンを想定している。ただし、黒は比較用としている。着衣も図2に示す3種とした。通院時で着替えを想定したスウェット（グレー、黒）、入院を想定した医療用である。

目的(2)の検討のために、XGAの解像度と最大90fpsの速度をもつカラータイプの撮影用カメラ用意し、3台まで増やせるようにした。これらは三脚によって自由に配置でき、

最大で2mの高さから撮影できる。また、明るさによる違いを確認するため、3台のスポットライトも用意した。ステレオ画像法による一般の光学式モーションキャプチャーシステムでは、その動作と計測点である反射マーカの取り付け位置によってマーカの隠蔽が起こるのを防ぐため、複数台のカメラを周囲に配置する。本研究で用いる方法はビデオ映像から運動を再現するため、最小数の2台を基本に計測を行う。

一方で、解析比較用に光学式モーションキャプチャーシステムと併用した計測も行った。ただし、他の研究目的との併用のため、計測対象を岩手大学にある車いす適合支援装置としているため、前述の環境は与えていない。



図1 撮影背景



図2 スウェット(上)と医療用着衣(下)

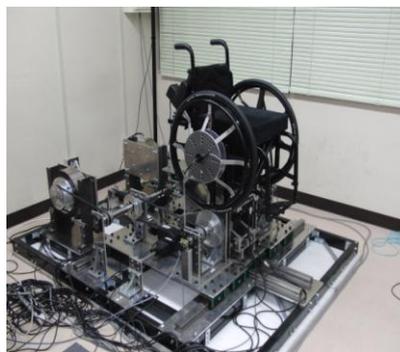


図3 車いす適合支援装置
(岩手大学 佐々木研究室)

撮影した映像は、L.A.B 社のモーション作成ソフトウェアである PV STUDIO 3D にて 3 次元化した。

4. 研究成果

はじめに、椅子に座った状態で、肩位置と水平にカメラの高さを設定し、上肢の動作と背景が撮影できるように図 4 に示す位置関係にカメラを設置し、運動の再現性を確認した。ここでは、背景をベージュ、着衣をグレーで行っている。映像は解像度 500×500、フレームレート 30[fps]で撮影した。実際の映像を図 5 に示す。

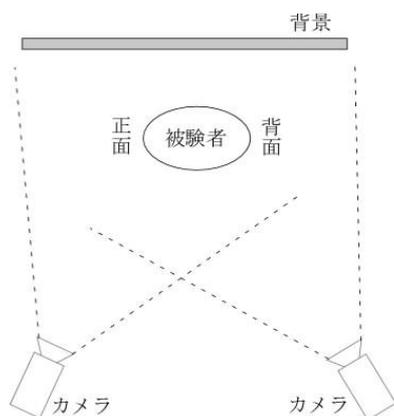


図 4 撮影構図

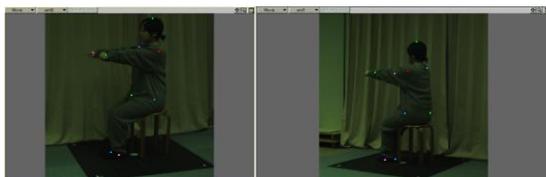


図 5 カメラ映像

ここで、上肢の屈伸運動を行ったところ、肘の姿勢で再現性の低下が見られた。これは、背景と着衣が重なるようにカメラ位置を設定しているため、軸回りなどの 3 次元的动作を捉えられていないことが原因と考えられる。そこで、カメラを 3 台にして撮影したが、同様の解像度とフレームレートで映像が取得できないという問題が発生し、現在調整中となっている。そのため、撮影条件を変更しての比較検討は現段階ではまだ行われていない。

次に、図 3 の車いす装置上での実験映像を用いて 3 種類の比較を行った。使用した映像は 1 ストローク分である。また、ここでの比較基準値は肩・肘・手首に取り付けてあるモ

ーションキャプチャ用マーカの位置データである。1 つ目は元映像からの動作再現による比較、2 つ目はフレーム間隔の違いによる比較、3 つ目は画像処理による比較である。カメラ設定は先と同様に解像度 500×500、フレームレート 30[fps]で撮影した。ただし、位置関係は光学式モーションキャプチャシステムとの同時撮影と部屋の都合上、図 6 のようになっている。実際の映像を図 7 に示す。画像処理に関しては、撮影した映像に対して図 8 のように 2 値化処理したものとエッジ検出処理したものを用意し、元映像と合わせて合計 3 種類の映像それぞれから動作を再現した。

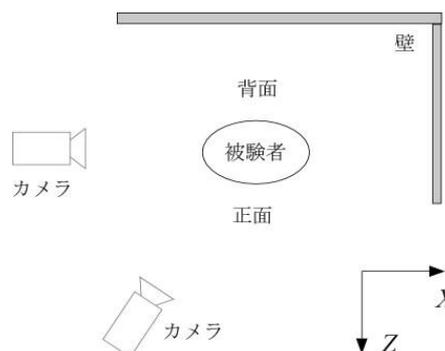


図 6 撮影構図



図 7 カメラ映像



図 8 2 値化 (左) とエッジ検出 (右)

1 つ目の比較：映像から特徴点を定義し運動を再現した場合の誤差を表 1 に示す。それぞれの方向は、図 6 中に示した右手座標系となっている。ここではすべて前後方向への誤差が大きく出ており、特に手首位置に関して

は、他に比べて全方向に大きく出ている結果となった。

表1 動作再現時の位置誤差

肘	最大誤差[m]	平均誤差[m]
x	0.0600	0.0162
y	0.0644	0.0253
z	0.3868	0.0627
肩		
x	0.0834	0.0308
y	0.0400	0.0132
z	0.1089	0.0379
手首		
x	0.1525	0.0609
y	0.2995	0.1373
z	0.3279	0.1207

2つ目の比較：処理の軽減のため、フレームを5, 10, 15間隔で間引いた場合の結果の最大誤差を表2-1に、平均誤差を表2-2にそれぞれ示す。フレームレートが30[fps]であるため、それぞれが6, 3, 2[fps]間隔となっている。実際には1ストロークが2[sec]程度であるため、15間隔は参考値としての結果であると言える。間隔が5から10になると誤差が急激に増加したが、表1と比較すると全体的に誤差は小さい。

3つ目の比較：映像そのものの輪郭（部位形状）を使用して運動を再現した場合の結果の最大誤差を表3-1に、平均誤差を表3-2に示す。カメラの位置関係および台数の関係でうまく輪郭が取れない姿勢もあるため、処理による効果は見られなかった。

今後は、まだ検討できていない様々な条件下での比較を行い、簡易計測の可能性を検討したい。

表2-1 間引間隔の違いによる最大誤差

	間隔	肘[m]	肩[m]	手首[m]
x	5	0.0455	0.0440	0.1462
	10	0.1181	0.0259	0.0663
	15	0.1479	0.8149	0.0573
y	5	0.0856	0.0440	0.0968
	10	0.2185	0.0372	0.0957
	15	0.5004	1.3686	0.2710
z	5	0.1221	0.0505	0.1302
	10	0.3039	0.0604	0.1261
	15	0.3214	0.5804	0.1181

表2-2 間引間隔の違いによる平均誤差

	間隔	肘[m]	肩[m]	手首[m]
x	5	0.0161	0.0098	0.0190
	10	0.0752	0.0089	0.0217
	15	0.0827	0.7764	0.0174
y	5	0.0410	0.0092	0.0265
	10	0.1250	0.0142	0.0276
	15	0.5004	1.3092	0.0549
z	5	0.0410	0.0169	0.0460
	10	0.2061	0.0185	0.0518
	15	0.1995	0.3773	0.0547

表3-1 画像の違いによる最大誤差

	映像	肘[m]	肩[m]	手首[m]
x	未処理	0.3563	0.5031	0.7271
	エッジ	0.6621	0.4945	1.3607
	2値化	0.4535	0.9822	1.5864
y	未処理	0.6973	0.2576	0.5304
	エッジ	0.9094	0.5474	0.5741
	2値化	0.4535	1.2465	0.3410
z	未処理	0.7611	0.5158	0.6044
	エッジ	1.0583	0.2901	0.4691
	2値化	0.9963	0.6498	0.8058

表3-2 間引間隔の違いによる平均誤差

	間隔	肘[m]	肩[m]	手首[m]
x	未処理	0.0601	0.0507	0.1298
	エッジ	0.3677	0.2180	0.9645
	2値化	0.3536	0.2430	0.5406
y	未処理	0.2238	0.0437	0.1336
	エッジ	0.5654	0.2509	0.4026
	2値化	0.7670	1.2465	0.3410
z	未処理	0.4186	0.1585	0.1874
	エッジ	0.4886	0.1061	0.1788
	2値化	0.4186	0.3242	0.2684

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計1件)

三浦弘樹, 巖見武裕, 佐々木誠, 筋骨格モデルを用いた車いす駆動における上肢関節負荷の検証, 第38回日本臨床バイメカニクス学会妙録集, 2011, pp.77

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三浦 弘樹 (MIURA HIROKI)

一関工業高等専門学校・制御情報工学科・講師

研究者番号: 90450105