

平成22年6月10日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19500097
 研究課題名（和文） 動的・静的人体構造理解のための可視化法の開発
 研究課題名（英文） Development of visualization system for dynamic and static human structure recognition
 研究代表者
 長谷川 純一（HASEGAWA JUNICHI）
 中京大学・情報理工学部・教授
 研究者番号：30126891

研究成果の概要（和文）：

本研究課題は、多モダリティセンサによる人の計測とその可視化解析による人体の詳細な理解を目的とした。

プロジェクトを通して、運動中のアスリートの自動撮影システムの開発を行った。リンクサイズ60m×30mのフィギュアスケート専用リンクで実証実験を行い、良好な成果を得た。また、アスリートの筋肉量を非侵襲的に計測するための画像セグメンテーション手法を開発し、現在人手で行われている計測作業の負荷軽減ができることを確認した。

研究成果の概要（英文）：

In this research project, we developed multi-sensory human observation system and visualization system for recognizing precise human activity. We realized an automated tracking and capturing system of athletes. This system was evaluated in the real sports field (60m x 30m figure skating rink), and the results were satisfactory. We also proposed a method which can measure the volume of athlete's muscle in non-invasive way. It could reduce working hours to measure muscles by experts.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 ・ メディア情報学・データベース

キーワード：身体動作追跡, 生体計測, 可視化

1. 研究開始当初の背景

人体の内側の構造を認識し可視化する研究と、外側の状態を計測し可視化する研究はそれぞれ盛んに行われている。医用画像処理の分野においては、CTに代表される3次元画像により人体内部の計測と認識を行い、そ

れを仮想的な内視鏡で可視化する研究が活発になされている。一方、人の外側の構造を知るスポーツ映像の解析の分野では、競技場・プール・スキー場といった制約の多い環境で撮影された複数カメラからの映像を分析・モデル化し、幾何学的な処理によって3

次元合成されたデータを用いている。また計測精度がそれほど要求されないアミューズメントの分野においては、室内実験室のようなコントロールされた環境に設置されたモーションキャプチャ装置などにより、擬似的に行われたパフォーマンスを3次元的にとらえ、身体運動の可視化に役立っている。

2. 研究の目的

本研究では、精度を保ちつつ様々な計測データを統合し、時間と空間を包含する計測環境のなかで人間行動を解析するための基礎理論とその可視化技法の確立を目的とする。具体的には、様々なモダリティの計測装置で測った人体映像と人体内部構造を記述したモデルとの融合による、高精度な人体運動理解の新しい手法を開発することである。

3. 研究の方法

以下に研究の方法を項目毎にまとめる。

(1) 同期付き映像収集環境の構築

パンチルト制御可能なカメラユニットについてキャリブレーション等の調整を行う。具体的には、解析したい動きに対して必要なカメラの台数、その設置方法や同期方法、キャリブレーションに関しての検討を行う。広い範囲を対象とした人物運動の解析のためには、対象を画像中で大きく映し、かつ、画像からはみ出さないようにしなければならない。

(2) 人体内部の詳細な画像解析とモデル化

特にリハビリテーションへの利用を考えた場合に、骨、腱、筋肉の動きや特定の位置にかかる負荷を知ることが重要になってくる。このような人体の部位ごとの属性を、動作を記録した映像や位置データ群のみから推定することは困難である。そこで、対象部位の内部(骨、筋肉等)を含めた内部モデルの解析を進める。

4. 研究成果

本研究課題では、上記目標に挙げた各項目を中心に研究を進めた。以下に、それらの概要をまとめる。

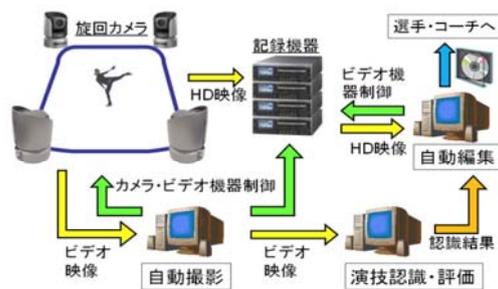


図1 システム構成

(1) PTZ カメラによるフィギュアスケート演技自動撮影システム

フィギュアスケート競技は、公式サイズ60m×30mのリンク(氷)上で、音楽に合わせて、ジャンプ、ステップ、スピン、スパイラルといった技を組み合わせ、技術面、芸術面を競う種目である。

一般的に、この種の競技ではパフォーマンス向上のため、コーチあるいはスタッフが選手の演技をビデオ撮影し、その映像を見ながら選手に動作のタイミングやフォームの改善を指導するケースが多いが、これには、当然、撮影要員が必要になるし、その人にはある程度の撮影技術も求められる。このため、選手が演技を始めると自動的に撮影・記録を開始し、演技を終えると、そのダイジェスト映像を即時に提供してくれるようなシステムを望む声は多い。これらを実現するために、図1のような全体構成のシステム構築を検討した。

全体としては、領域拡張法に基づくスケートリンク領域抽出、リンク領域の形状特徴を利用した選手領域抽出、選手を画面中央でとらえるためのカメラ制御からなっている。

実験は、中京大学豊田キャンパス内のアイスアリーナ施設において、大学生および高校生のフィギュアスケート部員の練習風景を対象に実施した。本施設は、リンクサイズ60m×30mのフィギュアスケート専用リンクで、文部科学省ナショナルトレーニングセンターにも認定されており、現在、国内の強化選手のトレーニング拠点になっている。また、施設内には図2に示すように、パン・ティルト・ズーム機能を搭載した4台の巡回型HD3CCDカラービデオカメラSONY BRC-H700

(制御範囲:水平方向±170度、垂直方向-30度から+90度、最大速度:60度/秒)が、高さ約6.4mの位置の壁面にリンクを取り囲むように設置されており、VISCAカメラプロトコルにより、カメラの各種機能をPCで制御可能である。リンク上で演技する選手は1名、また、着衣の色は白色以外という条件で約3分ずつ5回、計15分間の自動撮影を試みた。選手には、撮影することだけを伝え、普段どおりの練習をしてもらった。なお、今回の実験は、1台の巡回型カメラと、1台のPC(CPU: Intel Core 2 Quad 2.83GHz, RAM: 3.25GB)という構成で行った。

処理結果の画像の例を図2に、5つの映像に関する結果のまとめを表1に示す。選手抽出率は平均約90%と概ね良好な結果が得られた。選手がフェンス際を滑走する場合には、投影値の差がほとんど見られず、選手抽出に失敗する場面が見られた。カメラ制御手法の評価項目となる水平方向の平均ずれ率は約30%、垂直方向の平均ずれ率は約19%であり、概ねカメラ視野内に選手をとらえることが



図2 結果の一例

表1 実験結果

撮影番号	1	2	3	4	5	平均
総フレーム数(frame)	5912	5346	2997	4216	3206	4335
選手抽出率(%)	92.6	93.6	94.4	86.4	81.2	89.6
水平方向平均ずれ率(%)	28.4	31.5	25.2	34.1	31.4	30.1
垂直方向平均ずれ率(%)	18.1	15.4	15.7	25.0	19.3	18.7

できた。この程度のずれ率であれば、抽出した選手領域が画面中心に映るように画像を加工することで、さらに見やすい映像提示を実現することも可能であると考えられる。現状では、本稿で述べた選手領域抽出方法およびカメラ制御方法を用いることで、1秒間に20フレーム程度の処理速度を実現しており、リアルタイム処理という観点では、許容範囲内であるといえる。ただし、選手領域抽出やカメラ制御については改善すべき点が多くあり、それ以外にも複数選手が同時に練習する際のオクルージョン問題や、カメラ制御（カメラワーク）の不自然さの問題などが残されている。

(2) MRI 画像からのスポーツ選手の筋肉量計測

スポーツ選手や高齢者のリハビリテーションに使用する目的で筋肉量と運動能力との関係解明が行われている。しかし現在、筋肉を計測するためには、筋肉領域を断面ごとに手動で入力しなければならないため、多くの時間が必要とされる。そこで本研究では、スポーツ全般で使用され、また物を持ち上げるなどの日常生活でも多く使用されている上腕部の筋に注目し、MRI 上腕断面画像の領域分割処理による筋領域の抽出を目的とした。

実験試料は被験者 19 名で被験者 1 名につき 2 種類の MRI 画像を撮影した。それぞれから上腕部の中程の断面を選び対象とした。分類対象は、脂肪、筋肉、上腕骨（髄腔、緻密骨）、筋膜とした。それらの画像上での特徴は、

脂肪 : 高輝度、上腕の外側に位置する

筋肉 : 中程度の輝度

髄腔 : 高輝度、上腕の中心部に位置する

緻密骨 : 低輝度、髄腔の周辺に位置する

筋膜 : 低輝度の細い連続した領域

である。また、画像全体にグラデーションが見られ、同一の領域であったとしても、一定の輝度値では無いという特徴もある。

全体は大きく二つの処理に分けられる。

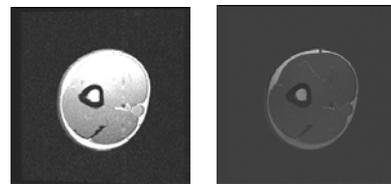
I. 筋領域の濃度補正（グラデーション除去）

EM アルゴリズムによる濃度分布推定に基づくしきい値処理により、大まかな筋肉領域を抽出する。抽出された画素は、グラデーションの影響で位置により輝度が異なる。この濃度変化を最小二乗法により平面で近似する。求めた平面を画像平面と水平になるように画像の輝度値を補正する。

II. 詳細な領域分割

前述の方法により補正された画像に対して、改めて上腕領域を、筋肉、脂肪と髄腔、緻密骨の輝度分布に対応した 3 つの正規分布の混合分布として、EM アルゴリズムを用いて推定する。3 つの分布の境界をマハラノビス距離比により求めて分類したのちに、高輝度領域の中で最も上腕領域の内部にある領域を髄腔、それ以外を脂肪、髄腔の周りの低輝度領域を緻密骨、それ以外を筋肉とした。また、筋膜はモルフォロジー処理の一種であるトップハット変換により求めた。

補正前後の断面画像を図 3 に示す。最終的な領域分割結果の一例を図 4 に示す。濃度補正では、大まかな筋肉領域の抽出失敗が無ければ良好な補正結果が得られた。最終的な領域分割は、上腕、脂肪、筋領域、緻密骨の抽出ができたが脂肪、筋肉では、抽出不足が目立ち、緻密骨では、過剰抽出が目立つという結果になっていた。EM アルゴリズムで求められた混合費を考慮したしきい値決定である程度は改善できると考えられる。



(a) 補正前 (b) 補正後

図3 濃度補正

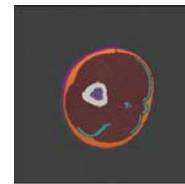


図4 最終分類結果

今後はしきい値決定法の改善、グラデーション除去を平面当てはめから曲面当てはめへの変更、ある断面で求められた結果を用いた近傍断面の領域分割などが考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕（計 5 件）

- ① 長谷川純一，身体情報の可視化技術について，あいち健康長寿産業クラスター／中京大学健康長寿関連研究シーズ発表会資料，査読無し，2008，3-5
- ② 江間慎弥，北坂孝幸，森健策，目加田慶人，他 6 名，複数モデルの動的選択に基づく気管支枝名自動対応付け手法，電子情報通信学科論文誌 (D)，査読有り，Vol. J91-D, No. 7, 2008, 1851-1861
- ③ 目加田慶人，電子情報通信技術を用いた医療診断支援技術の進展，電子情報通信学会誌，査読有り，Vol. 90, 2007, 406-411

〔学会発表〕（計 22 件）

- ① T. Haraguchi, T. Taki, J. Hasegawa, Automated tracking of figure skater by using PTZ camera, SPIE, Videometrics, Range Imaging, and Application X, 査読有り，Vol. 7447, 2009 年 8 月 2-3 日
- ② 原口朋比古，瀧 剛志，長谷川純一，PTZ カメラによるフィギュアスケート演技自動撮影システムの開発，査読有り，第 15 回画像センシングシンポジウム，2009 年 6 月 11-12 日，横浜

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.ipvs.sist.chukyo-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長谷川 純一 (HASEGAWA JUNICHI)
中京大学・情報理工学部・教授
研究者番号：30126891

(2) 研究分担者

鳥脇 純一郎 (TORIWAKI JUNICHIRO)
中京大学・生命システム工学部・教授
研究者番号：30023138

目加田 慶人 (MEKADA YOSHITO)
中京大学・情報理工学部・教授
研究者番号：00282377

渡辺 恵人 (WATANABE SHIGETO)
中京大学・生命システム工学部・助手
研究者番号：60410635
(2007 年 9 月末まで)