



# 岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

## CT画像における人体骨格筋の自動認識と腹部骨格筋の形状モデルの構築に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 神谷, 直希 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/42915">http://hdl.handle.net/20.500.12099/42915</a>

氏名（本籍）	神 谷 直 希（愛知県）		
学位の種類	博 士（再生医科学）		
学位授与番号	甲第 866 号		
学位授与日付	平成 23 年 9 月 14 日		
学位授与要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
学位論文題目	CT 画像における人体骨格筋の自動認識と腹部骨格筋の形状モデルの構築に関する研究		
審査委員	(主査) 教授 森 田 啓 之 (副査) 教授 高 橋 優 三                      教授 清 水 克 時		

## 論文内容の要旨

### 【研究背景・目的】

近年の CT 画像では、広範な部位の撮影機会が増加しており、多臓器・他疾病を対象とした計算機支援診断 (computer-aided diagnosis: CAD) システムの開発が必要である。CAD システムでは、医用画像から病変の検出や鑑別を行うが、その実現には、人体の解剖学的な構造や病変部の特徴量を計算機に導入する必要がある。しかしながら、すべての病変に対する特徴量を計算機上に構築することは困難であるため、代わりに人体の解剖学的な正常構造を計算機上に導入し、正常構造から外れる部位を異常として検出する方法が解決策のひとつとして考えられる。これが、「正常構造の理解に基づく知的 CAD」の概念である。さらに臓器の形状などのモデルの概念を導入し、臨床における膨大なデータに対応する堅固なシステム構築を目指す考えが「計算解剖モデルに基づく CAD」の概念である。

本論文では、この「正常構造の理解に基づく知的 CAD」および、「計算解剖モデルに基づく CAD」を実現するために、解剖学的な骨格筋の正常構造を計算機で自動的に認識する手法の開発と骨格の自動分類法の開発、さらに、モデルの概念を腹部骨格筋認識に導入し、大腰筋と腹直筋のモデル構築を目的とした。

### 【対象と方法】

まず、「正常構造の理解に基づく知的 CAD」の概念に基づく骨格筋、骨格および腹腔境界面の認識手法について述べる。CT 画像における骨格筋は濃淡値分布が臓器領域と類似しており、濃淡値のみによる認識は困難である。本手法では、骨格筋は解剖学的に骨格と密接に関係していることに着目し、骨格と骨格筋の相対的な新たな位置情報の取得方法を提案する。ここでは、人体の仮想的な展開画像の構築法を提案し、3次元平面上では複雑な骨格の位置情報を2次元平面上で取り扱いを可能とした。提案手法では、骨格の仮想展開画像を作成し、展開された骨格上から胸部、腹部の骨格筋接続箇所を取得し、それぞれの領域における骨格筋の認識に利用し、23症例において手法の妥当性の検証を行った。また、この展開画像に人体組織を外側から階層構造とみなし、組織間の体表からの距離情報を含んだ展開画像の構築法を新たに提案し、体表からの任意の距離における展開画像が取得可能とした。これにより、ここでは、骨格筋内界面における展開画像を構築し、骨格の自動分類を行う手法を提案し、46症例において骨格認識率の評価を行った。

次に、「計算解剖モデルに基づく CAD」の概念に基づく腹部骨格筋モデルの生成について述べる。ここでは、大腰筋と腹直筋を対象とし、それぞれの骨格筋の外径を二次関数により近似する手法を示した。ともに、形状を示すモデル関数を定義し、形状パラメータとフィッティングパラメータと

いう 2 つの変数により骨格筋の固有の形状と個人差を示す係数により制御を行う。前者は手動で事前に抽出した骨格筋より統計解析により値を決定し、後者は認識対象症例において動的に決定する。提案手法では、骨格筋の解剖学的付着箇所である起始・停止箇所に自動的にランドマークを配置し、ランドマークを結ぶ芯線により骨格筋の走行を表現し、その芯線上にモデル関数を配置し、認識を行った。大腰筋では 100 症例、腹直筋では 40 症例を用いて認識精度の評価を行った。

#### 【結果・考察】

まず、展開画像における骨格筋の自動認識の結果について示す。胸筋の抽出は 91.3%の症例において成功し、同数の分類に成功した。腹直筋および腹斜筋の抽出は 87%の症例で成功し、分類は 82.3%において成功した。次に、展開画像を用いた骨格の分類では、肩甲骨、脊柱、骨盤の分類はすべての症例で成功したが、肋骨は 63%の成功率であった。腹腔境界面の特定に基づく骨格筋の分類では、平均一致率 80%の精度で腹部骨格筋の認識に成功し、臍断面における筋肉の厚みの計測では、誤差 3mm であった。展開画像に基づく人体正常構造の認識手法は、複雑な人体の 3 次元構造を二次元平面上で取り扱えるため、面構造による新たな組織間の相対関係の把握が可能な点が特徴である。

次に、モデル構築に基づく大腰筋と腹直筋の認識結果について示す。大腰筋の認識結果は、72.3%の一致率を得た。Jacoby 線においては平均 3.4mm の精度であった。一方、腹直筋の認識結果は、84.1%の認識結果を得た。モデルに基づく本手法では、大規模な症例データベースに対して安定した精度が得られるため、粗抽出に利用し、精密な抽出法を加えることでさらなる精度の向上が可能と考える。今後は、より広範な筋に対する形状モデリングを実現し、それぞれの筋固有の形状を考慮した認識手法を開発する必要がある。また、筋形状の近似に高次の数学関数を用いることや、互いの形状関数に影響を与える項を持たせることで、より現実的な人体組織の表現が可能と考える。

#### 【結論】

体幹部 CT 画像における人体骨格筋の自動抽出および分類を実現した。また、骨格筋の解剖学的形状モデルを提案し、大腰筋および腹直筋においてモデルを用いた安定した認識システムの構築を実現した。

#### 論文審査の結果の要旨

申請者 神谷直希は、体幹部 CT 画像における骨・骨格筋の自動抽出および分類を実現した。また、モデルを用いた大腰筋および腹直筋の認識システムを提案した。本研究の成果は、CT 画像の計算機支援診断 (computer-aided diagnosis: CAD) システム実現に寄与するものと認める。

---

#### [主論文公表誌]

1. Naoki Kamiya, Xiangrong Zhou, Huayue Chen, Chisako Muramatsu, Takeshi, Hara, Ryujiro Yokoyama, Masayuki Kanematsu, Hiroaki Hoshi and Hiroshi Fujita : Automated segmentation of psoas major muscle in X-ray CT images by use of a shape model: Preliminary study.  
Radiological Physics and Technology doi : 10.1007/s12194-011-0127-0
2. Naoki Kamiya, Xiangrong Zhou, Huayue Chen, Chisako Muramatsu, Takeshi, Hara, Ryujiro Yokoyama, Masayuki Kanematsu, Hiroaki Hoshi and Hiroshi Fujita : Automated Segmentation of Rectus Abdominis Muscle Using Shape Model in X-ray CT Images.  
Proc. of the 33rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 7993-7996 (2011).
3. 神谷直希, 周 向榮, 陳 華岳, 原 武史, 藤田広志, 横山龍二郎, 兼松雅之, 星 博昭 : 骨格と骨格筋の解剖学的位置関係に基づく体幹部 X 線 CT 画像からの骨格筋の自動抽出,  
電子情報通信学会論文誌 D, 第 J91-D 巻, 第 7 号, 1918-1922 (2008).