

デジタル画像解析における背景トレンド処理に関する基礎的検討 — ローリングボール法の有効性 —

北山 彰¹, 林 明子¹, 荒尾 信一¹
天野 貴司¹, 板谷 道信¹, 山下 一也¹
友光 達志², 曾根 照喜³, 福永 仁夫³

Fundamental Investigation of Background Trend Processing on Digital Image Analysis: Validity of Rolling Ball Method

Akira KITAYAMA¹, Akiko HAYASHI¹, Shinichi ARAO¹,
Takashi AMANO¹, Michinobu ITAYA¹, Kazuya YAMASHITA¹,
Tatsushi TOMOMITSU², Teruki SONE³ and Masao FUKUNAGA³

キーワード：デジタル画像解析, 背景トレンド処理, 骨梁像, ローリングボール法

概 要

骨梁像の抽出を目的として、デジタル化した第3腰椎中央部、踵骨中央部、大腿骨頸部、橈骨遠位部のX線画像に背景トレンド処理の一手法であるローリングボール法をボール径を変化させながら適用した。そして、得られた画像について骨梁像の描出状態および背景トレンドの状態を視認によって検討した。

その結果、ローリングボール法の適用は骨の厚さに起因する濃度変化などの画像上の背景トレンドを有効に除去し、骨梁像を画像全域にわたり描出することが可能であった。また、ボール径が小さいときには主に細かい骨梁像が描出され、ボール径が大きいと太く大まかな骨梁像が描出された。

これにより、デジタル画像解析における骨梁像の抽出にローリングボール法による背景トレンド処理を適用することは有効であると考えられた。

1. 緒 言

近年のコンピュータ関連技術の発達に伴い、放射線医学の分野においても種々のデジタル画像解析が盛んに行われている¹⁾。

デジタル画像解析の過程において、目的とする対象像以外のバックグラウンド情報を元画像から差し引き、目的像のみを有効に描出する前処理を背景トレンド処理と呼ぶが、背景トレンド

処理には画像解析の目的に応じて様々な手法が存在する²⁾。

骨粗鬆症の診断、治療のための骨構造の解析³⁻⁶⁾では画像内に存在する骨梁像を有効に抽出することが重要であるが、この目的のための背景トレンド処理には最小自乗法による関数近似を用いる方法^{5,6)}、ぼけフィルタを用いる方法⁷⁾など、現在いくつかの方法が試みられている。

今回我々は、その中の一手法であるローリングボール法について、ボール径を変化させたときの骨梁像の描出状態および骨梁像以外の骨の厚さや消化管内ガスなどに起因する背景トレンドの状態を視認によって評価し、骨梁像の描出に対するこの手法の有効性を検討した。

2. 対象および方法

対象には、X線撮影用骨入り人体ファントム

(平成10年9月17日受理)

¹川崎医療短期大学 放射線技術科, ²川崎医科大学附属病院 中央放射線部, ³川崎医科大学 核医学

¹Department of Radiological Technology, Kawasaki College of Allied Health Professions

²Department of Radiology, Kawasaki Medical School Hospital

³Department of Nuclear Medicine, Kawasaki Medical School

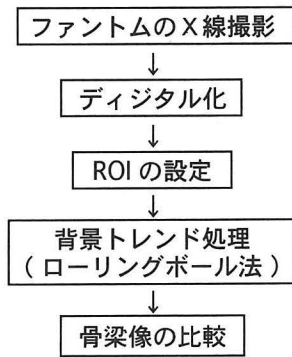


図1 画像解析の手順

(京都科学 PB-10-A)の第3腰椎中央部, 踵骨中央部, 大腿骨頸部, 橈骨遠位部を用いた。

図1に画像解析の手順を示す。まず, ファントムのそれぞれの部位をX線撮影し, 得られた画像をフィルムデジタイザ(コニカ LD-4500)にて, 標本化100 μ m, 量子化8ビットでデジタル化, コンピュータ (Apple Macintosh 9500/132)に取り込み, 128 \times 128ピクセルの関心領域 (region of interest; ROI)を設定した(図2 a~d)。次に ROI画像を切り出し, ローリングボール法による背景トレンド処理をボール径を0.5から20.0mmまで変化させ適用した。そして, 得られた画像について骨梁像の描出状態および

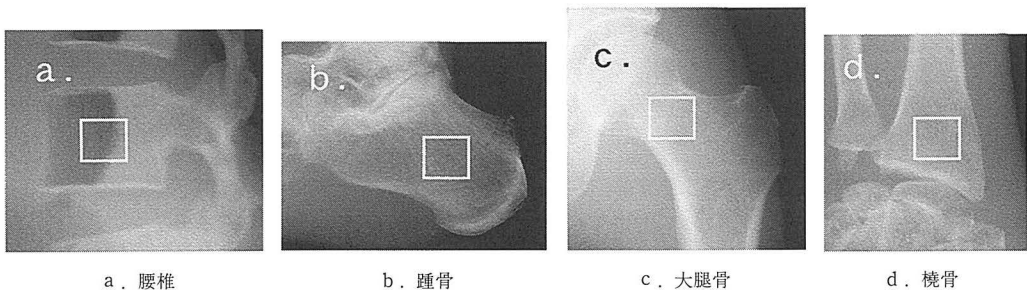


図2 ファントムのX線画像および解析に用いた ROI

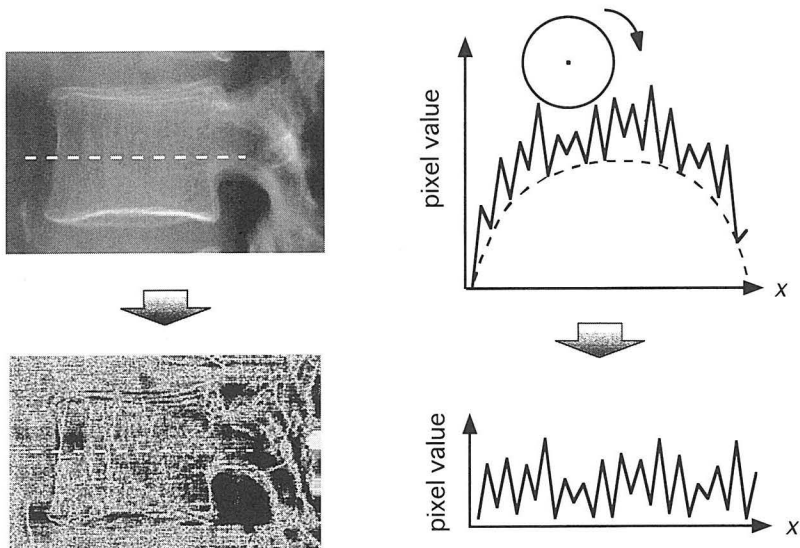


図3 ローリングボール法の概要

背景トレンドの状態を視認によって比較検討した。

図3にローリングボール法の概要を腰椎側面画像を例に示す。図3左上の腰椎側面画像において腰椎中央部水平方向に破線で示す部位における濃度分布は図3右上の実線で示すとおりである。これは破線で示すような腰椎の厚さに起因するゆっくりと変化する濃度分布の上に骨梁像の細かな濃度変化成分が加算された状態であると考えられる。

したがって、図3右下に示すような骨梁像だけの濃度分布を得るためには、図3右上に実線で示す元画像の濃度分布から破線で示す腰椎の厚さから生じる濃度変化成分を除去することが必要である。

このために、元画像から直接得られた濃度分布上で任意の大きさの径を持つボールを転がし、ボールの中心が移動した軌跡を腰椎の厚さに起

因する濃度変化成分に近似させ、元画像の濃度分布から減算処理を行い骨梁像の濃度分布だけを得る手法がローリングボール法である。

なお、画像解析処理にはパブリックドメインソフト NIH Image (Ver. 1.58) を使用した。

3. 結果

図4 a から d にそれぞれの撮影対象における ROI 画像とそれらに 2 次元ローリングボール法をボール径を 0.5mm から 20.0mm まで 5 段階に変化させ適用し、得られた処理画像を示す。

図4 a の腰椎側面画像では、元画像の左 3 分の 2 に存在するファントムの消化管内ガス像がローリングボール法の適用によって有効に除去され、処理後画像では画像全体に縦および横方向に走行する骨梁像が描出された。

図4 b の踵骨側面画像では、元画像は画像の場所によって骨の厚さが異なるため画像濃度が

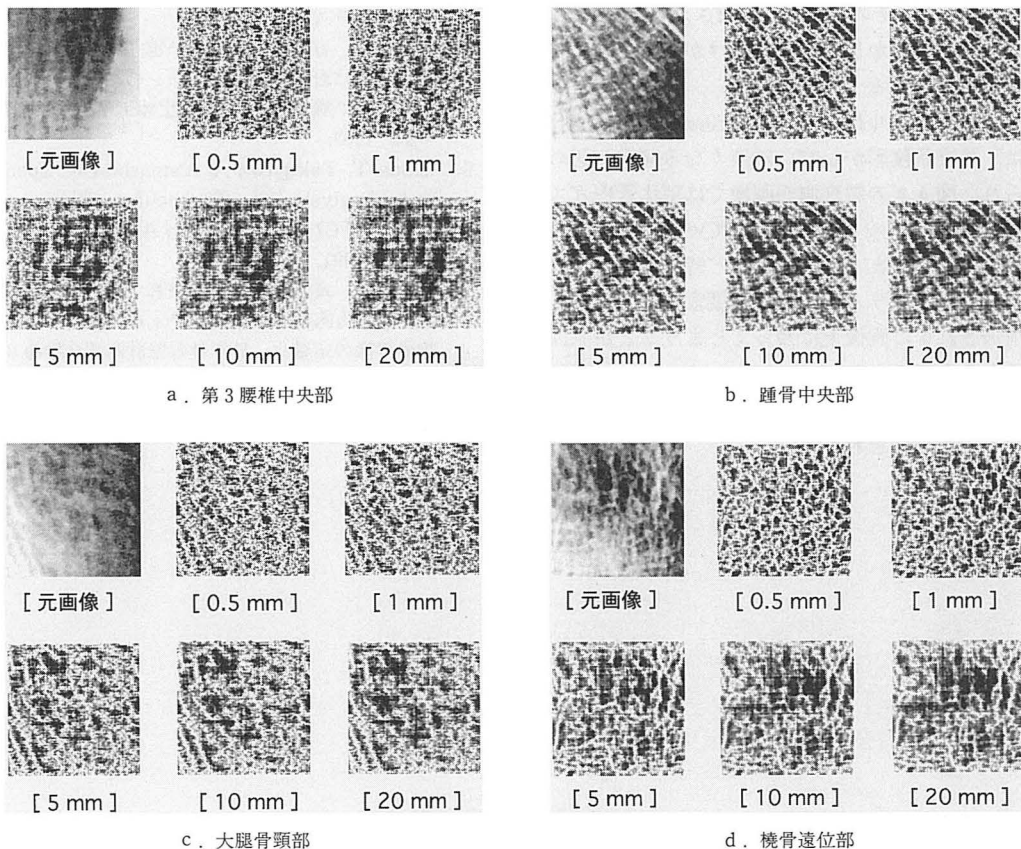


図4 各撮影対象の元画像とボール径を変化したときの処理画像

不均一であるが、これにローリングボール法を適用すると不均一な濃度分布が一様に改善され、画像全体に斜め方向に走行する骨梁像が描出された。

また、図4cおよびdにおいても図4bと同様にローリングボール法を適用することによって、各々の部位における網目状の骨梁像が画像全体に明瞭に描出された。

4. 考 察

背景トレンド処理にローリングボール法を適用した画像では、元画像と比較して骨の厚さや消化管内ガスに起因する濃度変動（背景トレンド）が有効に除去され、骨梁像が画像全体に明瞭に描出された。

ボール径が0.5、1.0mmと小さい時には、X線写真の粒状様陰影が目立つが、これはボール径を必要以上に小さくするとボール中心の軌跡が骨梁像のような比較的細かな濃度変化成分も抽出するため、その結果、骨梁像さえも除去され、それよりも細かな画像成分だけが描出されたことが原因であると考えられた。

一方、ボール径が10.0、20.0mmと大きい場合は、骨梁状陰影がしだいに淡くなる傾向が認められ、図4aの腰椎側面画像では消化管内ガス像にコントラストが付き始めている。つまり、ボール径を大きくしすぎると、背景トレンドのようなゆっくりと変化する濃度変化成分さえも消去されずに画像上に残ってしまうことが原因であると考えられた。

よって、骨梁像の抽出には5.0mmのボール径が適当であると思われた。

5. 結 論

- (1) デジタル画像解析における骨梁像の抽出を目的とした背景トレンド処理にローリングボール法を適用することは有効であった。
- (2) ローリングボール法による骨梁像の抽出には5.0mmのボール径が適当であると考えられた。

6. 文 献

- 1) 藤田広志, 原 武史: Mac でできる医用画像処理マニュアル, INNERVISION 臨時増刊号13(4): 50-71, 1998.
- 2) 有本 卓: 信号・画像のデジタル処理, 第4版, 東京: 産業図書, pp. 249-250, 1983.
- 3) 北山 彰, 林 明子, 荒尾信一, 天野貴司, 板谷道信, 山下一也, 友光達志, 曾根照喜, 福永仁夫: 踵骨X線画像のフラクタル次元解析, 川崎医療短期大学紀要17: 57-60, 1997.
- 4) 鹿島 勇, 熊坂さつき, 松木貴彦: 数形形態学による骨構造の骨格特徴抽出—コンピュータドラジオグラフィ—への応用—, THE BONE 10(4): 67-75, 1996.
- 5) 藤田広志, 石田隆行, 山下一也, 滝川 厚: 骨X線写真における骨梁パターンのニューラルネットワーク解析, 医用電子と生体工学30(4): 61-64, 1992.
- 6) Ishida T, Takigawa A, Yamashita K: Spectral Analysis of Trabecular Patterns, IMECO TC7 Int'l Symp. on AIMaC' 91: 199-204, 1991.
- 7) 北山 彰, 友光達志, 曾根照喜, 福永仁夫, 山北幸重, 山内広世: 筋強調フィルタ法による腰椎骨梁像の定量化, 日本骨形態計測学会雑誌8(2): S17, 1998.