Institute of Electronics, Information, and Communication Engineers

A-6-14

頭部 CT Angiography における血管輪郭の鮮明度評価法

A New Method for Evaluating Clearness of Artery Contour in Brain CT Angiography

遠地志太 Yukihiro Enchi　今井國治[1] Kuniharu Imai[1]　池田充[1] Mitsuru Ikeda[1]　川浦稚代[1] Chiyo Kawaura[1]　森政樹[2] Masaki Mori[2]　新美孝永[3] Takanaga Niimi[3]

大阪大学医学部附属病院 Osaka University Hospital　名古屋大学医学部保健学科[1] Nagoya University[1]　名古屋大学医学部附属病院[2] Nagoya University Hospital[2]　名古屋第二赤十字病院[3] Nagoya Daini Red Cross Hospital[3]

1. はじめに　X 線 CT 装置おける検出器の薄層化・多列化に伴い，高精細な CT 画像が容易に取得できるようになり，これまで以上に重要な役割を CT 検査が担うようになってきた．特に，脳動脈瘤の診断に関しては，頭部 CT Angiography(CTA)検査が必要不可欠となってきている．この検査では，動脈瘤の位置の把握だけでなく，その大きさや形状の計測に高い精度が要求される．そのため，動脈瘤像の濃淡以上にその輪郭の鮮明度が重要となる．しかしながら，血管輪郭の鮮明度に関する定量的な検討は，ほとんど行われていない．そこで本研究では，脳血管 CTA 画像の位相成分をもとに，血管輪郭の鮮明度を定量評価する方法を考案したので報告する．

2. 脳血管ファントム画像　本研究では，被写体として筆者らが考案した脳血管ファントムを使用した．脳血管 CTA 画像を得るために，ファントム内の模擬血管に希釈造影剤（10mg/mL）を注入した．その後，64 列 MDCT 装置を用いて，被ばく線量の一指標である CTDI volume が 40mGy 一定となるように，管電圧（80−140kV）及び管電流量を調節して，このファントムをスキャンした．このような条件の下で得られた画像は，全て DICOM 形式の画像に変換した．

3. 血管輪郭の鮮明度評価法　血管輪郭の鮮明度評価を行うためには，血管輪郭のみで構成された画像を取得する必要がある．そこで，解析対象部分（例えば，Fig.1 内の左図）をフーリエ変換し，その後，位相成分のみで画像を再構成した．このような処理を行うと，Fig.1 中の右図のような血管輪郭のみの画像が得られる．本提案法ではこれを解析対象画像とした（以降，位相画像と呼ぶ）．

今回取得した位相画像では，血管輪郭部分で比較的大きな Pixel 値となっており．その値はある一定値を超えていた．つまり，血管輪郭を構成する Pixel 値と背景部分との間に閾値が存在することを意味している．また，この結果は，血管輪郭を構成している Pixel 値が大きいほど，鮮明な画像であることも表している．したがって，ある一定値を超えた Pixel 値を統計学的に解析すれば，これまでされてこなかった鮮明度評価が定量的に行えるようになる．一般に，閾値以上の分布を統計解析する場合，パレート解析がよく用いられている．中でも，位相画像の Pixel 値のように，母集団が Gauss 分布的なものに関しては，指数関数型パレート解析が最も有効な手段であると言われている．この解析法は，ある閾値を超える確率変数が一般パレート分布の一つである指数分布に従うと言う極値統計学的性質を利用した方法で，今，血管輪郭を構成する Pixel 値を x とすると，この Pixel 値分布は(1)式で与えられる．[1]

$$F(x) = 1 - \exp\{-(x-\alpha)/\beta\} \quad (\alpha \le x) \qquad (1)$$

$F(x)$：Pixel 値 x に対する累積確率（ミーンランク法により算出[1]）
α：位置パラメータ，β：パレートスケール

また，この式から指数関数型パレート分布の平均値 μ を導くと

$$\mu = \alpha + \beta \qquad (2)$$

となる．本提案法ではこの値を鮮明度の評価指標として採用した．

4. 解析結果および検討　血管輪郭と背景との間に存在する閾値を推定するため，位相画像内の全ての Pixel 値を片対数プロットした．その結果を図 1 中の右下に示す。この図に示したように，Pixel 値 x=0.026 以上で直線的な分布となっている．そこで，この Pixel 値付近について検討したところ，この値よりも大きい Pixel 値は，血管輪郭の形成に寄与していることが判明した．このことから，この屈曲点が血管輪郭を構成する Pixel 値と背景部分との間に存在する閾値であることがわかった．次に，指数関数型パレート解析を用いて血管輪郭の鮮明度評価ができるか否かを検討するため，閾値以上の Pixel 値を片対数プロットした．図 1 に示したように，閾値以上の Pixel 値は直線状に分布し，その相関係数も r>0.99 であった．この結果から，指数関数型パレート解析による鮮明度評価が可能であることが示された．そこで実際に，この分布から平均値 μ を推定し(2)式)，管電圧との関係を求めた．その結果を図 2 に示す．血管輪郭を構成する平均 Pixel 値は，管電圧の上昇と共に低下する傾向を示した．これは，管電圧を低下させることにより，血管輪郭が鮮明になることを表している。実際，各管電圧で得られた位相画像を比較してみると，図 2 の上図に示したように，血管輪郭は管電圧の上昇と共に不鮮明になっている．以上の結果から，本提案法は適切に血管輪郭の鮮明度を評価していることが示唆された．最後に本研究は平成 23 年度科研研究の助成を受けて行われた．

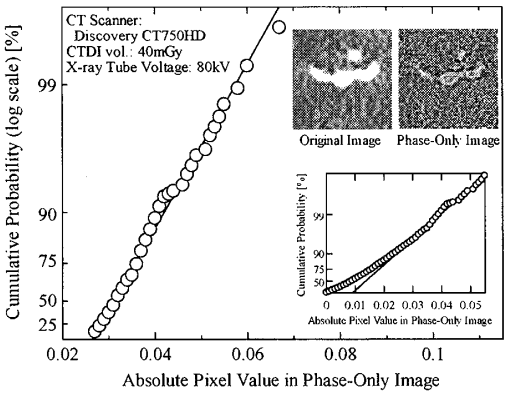

Fig.1　Exponential Plot of Pixel Value in Phase Image

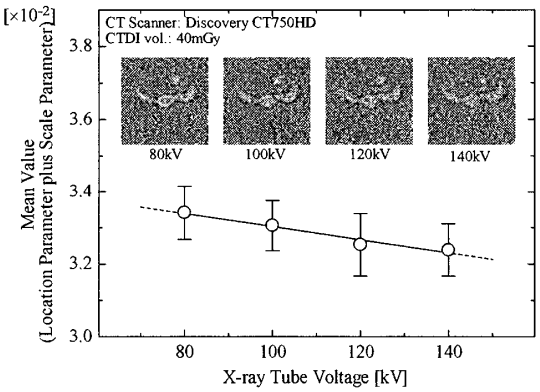

Fig.2　Relationship between Mean Value and Tube Voltage

参考文献

[1] 極値統計学，2008 年度公開講座資料，統計数理研究所

Copyright © 2011 IEICE

NII-Electronic Library Service