

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：33602

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25670800

研究課題名(和文) パノラマX線画像におけるG型フーリエ記述子を用いた頸部石灰化の自動検出手法の構築

研究課題名(英文) Investigation for Misdetection of Carotid Artery Calcification of the Neck in the Panoramic Photographs using G-Type Fourier Descriptor.

研究代表者

内田 啓一(keiichi, Uchida)

松本歯科大学・歯学部・准教授

研究者番号：40288353

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者において、パノラマX線画像で検出される頸動脈石灰化は動脈硬化の進行と関係があるが、パノラマX線画像から歯科医師が石灰化の有無を判断することは困難なことがあるので、G型フーリエ記述子を用いた頸動脈石灰化の自動検出システムの構築の検討を行った。頸部石灰化の疑われるパノラマX線写真323症例を用いて、石灰化領域の輪郭を検出するG型フーリエ記述子を用いて誤検出の削除を行う方法で画像処理を行った。頸部石灰化の有する画像で323症例中251症例の石灰化領域を検出することができた。G型フーリエ記述子を用いた解析では、精度の高い石灰化領域の検出に有効であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Calcification in the carotid artery detected by the panoramic radiography is related to the progression of arterial sclerosis in the elderly and, thus, construction of an automatic detection system of calcification in the carotid artery was attempted using G-type Fourier descriptor because it can be difficult for a dentist to judge presence or absence of calcification from panoramic radiographs. The panoramic radiographs of 323 cases suspected of calcification in the carotid artery were processed by the method which deleted erroneous detection using G-type Fourier descriptor depicting the outline of the calcified area. The calcified areas were detected in 251 of 323 cases with calcification in the neck. The analysis using G-type Fourier descriptor was shown to be effective to detect calcified areas at a high precision.

研究分野：歯科放射線学

キーワード：パノラマX線画像 頸部石灰化病変 G型フーリエ記述子 頸動脈

### 1. 研究開始当初の背景

歯科パノラマX線写真において観察される頸動脈石灰化(粥状動脈硬化)は、血管障害の発生に関連することが知られている。動脈硬化は、日本人の死因の第1位である脳卒中や心卒中の原因で、日本の突然死の大部分を占めている。歯の治療のために撮影されたパノラマX線写真を利用して、頸動脈の石灰化の有無を歯科で判断する。血管障害の発症の可能性を説明し、医科への受診を促すことで、血管障害の急な発症を未然に防ぐことができると考えられる。頸動脈は、粥状動脈硬化(アテロームプラーク)の好発領域であり、この粥状動脈硬化が進行すると粥状動脈硬化巣が石灰化する場合がある。粥状動脈硬化とは、血管壁への脂質沈着とそれを貧食したマクロファージの浸潤・蓄積によって起こるものである。歯科で撮影されるパノラマX線写真には、口腔内に隣接する頸動脈が撮影されることがあり、この頸動脈に石灰化現象が観測される場合がある。この石灰化現象について、「高齢者において歯科パノラマX線写真上で検出される頸動脈の石灰化は血管障害の続発と関係があるのか」ということが検討されている。実際に、パノラマX線写真で石灰化と判断された症例を、頸動脈エコーを用いて診断した結果、石灰化を生じた粥状動脈硬化が確認されている。また、動脈壁の硬化がさまざまな血管領域における動脈硬化と関係することも示されている。以上のことから、好発領域である頸動脈上に動脈硬化の症状があれば、他の血管も動脈硬化となっている可能性が高い。この動脈硬化は、日本人の死因の第3位である脳卒中や心卒中の原因で、日本では現在、1年間に約13万人が脳卒中や心卒中で亡くなっている。動脈硬化は急な発症の原因の一つとして、自覚症状がなく、医科への受診の機会が少ないことが考えられる。急な発症を防ぐためには石灰化の兆候を見落とさないことが重要である。そのため、歯の治療の際に撮

影された歯科パノラマX線写真を利用して、頸動脈の石灰化の有無を歯科で判断し、血管障害の発症の可能性を説明し、医科への受診を促すことで、血管障害の急な発症を未然に防ぐことができると考えられる。

### 2. 研究の目的

デジタルパノラマX線写真において観察される頸動脈石灰化は、血管障害の発生に関連することが知られている。この石灰化領域の検出法については、国内外を問わずいまだ精度の高い検出手法が開発されていない。本研究では、85%以上の検出率と15%以下の誤検出率を達成できる手法を目標とする。ここで開発される手法は、「X線写真の中の比較的輝度の高い領域」を抽出する手法であるので、その他の画像診断に対しても、応用可能であると考えられ、その価値は高い。本研究では新しいミーンシフトクラスタリング法およびG型フーリエ記述子を用いたアルゴリズムの構築を行うことにより、頸動脈石灰化の自動検出システムを構築する。

### 3. 研究の方法

歯科パノラマX線写真の特徴として、画像の中心から画像右端の方向を見た時に、画像の輝度勾配は石灰化領域付近で大きく増加した後に減少し頸椎にそって単調増加する場合が多い。パノラマX線写真中の石灰化領域では輝度値が極大となっているといえる。本研究では、輝度値が極大となる画素位置を石灰化領域と考え、石灰化部位が周囲より相対的に輝度が高いという性質に注目し、輝度勾配を用いることで領域のミーンシフトクラスタリングと近傍領域の探索により、容易に設定が可能な少数のパラメータのみを調整することで、広い範囲の画像に対して歯科パノラマX線写真上から自動的に石灰化検出を行う手法を研究開発を行った。

デジタルパノラマX線写真の画像収集  
歯科疾患にて松本歯科大学を受診した患者

を研究対象として、パノラマX線画像において第3、4頸椎の内頸動脈分岐部に石灰化が認められる症例を100症例描出する(図1, 写真1)。

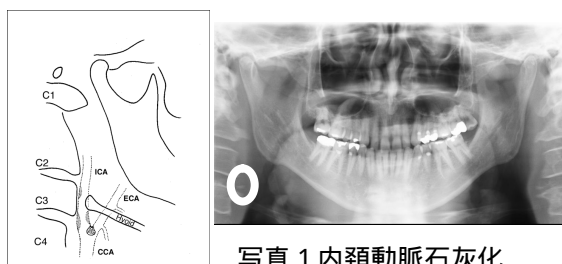


写真1 内頸動脈石灰化

図1 内頸動脈石灰化の模式図

#### 画像の平滑化

画像中の雑音には石灰化領域の特徴に類似した点が多数存在する。そのため、石灰化領域と雑音を区別しなければならない。石灰化領域の輝度値が雑音よりも高いことを利用して、雑音のみを除去するために、より適切な平滑化手法の検討を行った。

#### 石灰化候補位置の検出

石灰化領域と考えられる輝度値が極大となる画素位置を検出する。検出方法として、画像の輝度値が最大となる方向へ移動するパーティクルとよばれる仮想的な粒子を考え、このパーティクルが輝度値の低い領域から高い領域へ順次移動することにより、収束する点を石灰化領域候補の位置として検出する。この手法について、パラメータの決定についての検討を行った。

#### ミーンシフトクラスタリングを用いた石灰化領域の検出

石灰化領域の大きさは原画像中において50×50画素の大きさよりも十分小さいことから、石灰化候補位置を中心として周囲51×51画素を原画像から描出し検出対象画像とする。得られた検出対象画像に対して、以下の検出処理を行うこととして、その詳細について検討を行った。

##### ・石灰化領域の前処理

画像中の石灰化領域以外の部分の輝度値が全体に傾きをもって変化しているため、

石灰化領域が持つ山型の形状が顕著には表れていない。このような画像では石灰化領域の輪郭の検出が困難となるので、近似平面を基準化して、石灰化領域が持つ山型の形状がより強調されるような処理を行った。

#### 4. 研究成果

高齢者において、パノラマX線画像で検出される頸動脈石灰化は動脈硬化の進行と関係があるが、パノラマX線画像から歯科医師が石灰化の有無を判断することは困難なことがあるので、G型フーリエ記述子を用いた頸動脈石灰化の自動検出システムの構築の検討を行った。

新たなミーンシフトクラスタリング処理により得られた石灰化領域から、さらに誤検出領域を削除する方法を検討した結果、誤検出領域の多くは、脊椎の一部を検出している。この場合、誤検出領域の形状は細長く、検出領域の周囲の輝度変化が大きいという特徴がある。そこで、検出領域の周囲1画素外側の領域を検出領域の周囲領域とし、この領域に含まれるクラスタの種類数を新たな誤検出を削除するための特徴量として、周辺領域占有率を新たに定義した。この特徴量は、まず前項の周辺領域に最も多く含まれるクラスタの番号をもとに、検出領域の周辺の領域を抽出し、その領域を全て含む最小の長方形の面積を求め、この面積と検出対象画像の面積との比を求めることにより計算を行った。

文献(1)と同様に、面積とこの特徴量について石灰化領域を100%検出できるしきい値を求めて誤検出の削除を行った。最後にこれらの特徴を用いて、サポートベクタマシ頸部石灰化の疑われるパノラマX線写真323症例を用いて、石灰化領域の輪郭を検出するG型フーリエ記述子を用いて誤検出の削除を行う方法で画像処理を行った。頸部石灰化の有する画像で323症例中251症例の石灰化領域を検出することができた。

歯科パノラマX線写真における石灰化領域判別法として、新たにクラスタリング手法と

G型フーリエ記述子による誤検出識別のために特徴量を導入した手法の実験では、石灰化領域の検出率は75.2%から79.5%に向上し、誤検出も従来の検出手法と比較して減少した。G型フーリエ記述子を用いた解析では、精度の高い石灰化領域の検出に有効であることが示唆された。

#### 参考文献

(1) H. Harada, M. Muneyasu, A. Asano, K. Uchida and A. Taguchi: Improved Detection Method for Carotid Artery Calcification in Dental Panoramic Radiographs Considering Local Features, Proc. 2013 ISPACS, Naha, Okinawa, Nov. 12-15, pp. 537-542, 2013

#### 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3件)

Harada H, Muneyasu M, Asano A, Uchida K, Taguchi A, Improved detection method for carotid artery calcification in dental panoramic radiographs considering local features. AVM, 査読有, 1020, 2013

Y. Izumi, H. Harada, M. Muneyasu, A. Asano, K. Uchida, A. Taguchi, Improvement of Automatic Detection Method for Carotid Artery Calcification in Dental Panoramic Radiographs Considering Gradients of Local Regions. ITC-CSCC2012, 査読有, 537-542, 2013

Uchida K, Sugino N, Yamada S, Kuroiwa H, Yoshinari N, Asano A, Taguchi A and Muneyasu M, Clinical Significance of Carotid Artery Calcification seen on Panoramic Radiographs. J Hard Tissue Biol, 査読有, 23:461-466, 2014

#### 〔学会発表〕(計8件)

特定非営利活動法人第56回春季日本歯周病学会学術大会. パノラマX線画像におけるG型フーリエ記述子による頸部石灰化の自動検出の構築. 2013年6月1日  
タワーホール船堀 (東京都江戸川区)  
内田啓一, 棟安実治, 浅野 晃, 三木 学, 海瀬聖仁, 窪川恵太, 武藤昭紀, 吉成伸夫, 田口 明

2013 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems.

Okinawa(国際学会). Improved Detection Method for Carotid Artery Calcification in Dental Panoramic Radiographs Considering Local Features, Proc. 2013年9月11日 Naha Okinawa Jichi-kaikan (Okinawa Pref. Municipal center)

Harada H, Muneyasu M, Asano A, Uchida K, Taguchi A

特定非営利活動法人第56回秋季日本歯周病学会学術大会. 特徴量を用いたパノラマX線写真における頸部石灰化領域についての誤検出領域の削除方法の検討. 2013年9月22日 前橋市文化会館(群馬県前橋市) 内田啓一, 棟安実治, 浅野 晃, 原田裕典, 三木 学, 海瀬聖仁, 窪川恵太, 武藤昭紀, 吉成伸夫, 田口明

特定非営利活動法人第57回春季日本歯周病学会学術大会. G型フーリエ記述子を用いたパノラマX線画像における頸部石灰化領域の誤検出の検討. 2014年5月24日 長良川国際会議場(岐阜県岐阜市) 内田啓一, 棟安実治, 浅野 晃, 三木学, 窪川恵太, 海瀬聖仁, 武藤昭紀, 倉知子, 山田真一郎, 吉成伸夫, 田口明  
2014年電子情報通信学会ソサイエティ大会 スマートインフォメディアシステムセッション. 局所輝度分布を考慮した歯科パノラマX線写真における石灰化

領域判別法 . 2014 年 9 月 25 日 徳島大学工学部共通講義棟 K404 教室 ( 徳島県 徳島市 ) 原田裕典、棟安実治、浅野晃、内田啓一、田口 明

特定非営利活動法人第57回秋季日本歯周病学会学術大会 . パノラマエックス線写真で認められる頸動脈石灰化の臨床的意義 . 2014年10月19日 神戸国際会議場(兵庫県 神戸市) 内田啓一、棟安実治、浅野晃、三木 学、海瀬聖仁、窪川恵太、武藤昭紀、山口正人、山田真一郎、岩井由紀子、吉成伸夫、田口 明

第 79 回松本歯科大学学会例会 . パノラマエックス線写真で総頸動脈分岐部石灰化様所見から動脈硬化症と診断された症例 . 2014 年 11 月 29 日 松本歯科大学(長野県 塩尻市) 内田啓一、杉野紀幸、黒岩博子、山田真一郎、岩本弥恵、望月慎恭、長内秀、藤木知一、海瀬聖仁、三木学、石岡康明、窪川恵太、武藤昭紀、吉成伸夫、田口 明

電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会 ( SIS ). 歯科パノラマ X 線写真における局所輝度分布を考慮した石灰化領域の検出 . 2014 年 12 月 18 日 京都リサーチパーク ( 京都府 京都市 ) 原田裕典、棟安実治、内田啓一、浅野晃、田口 明

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :

種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
取得年月日 :  
国内外の別 :

〔その他〕  
ホームページ等

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

内田啓一 ( Uchida Keiichi )  
松本歯科大学・歯科放射線学・准教授  
研究者番号 : 40288353

(2) 研究分担者

棟安実治 ( Muneyasu Mituji )  
関西大学・システム理工学・教授  
研究者番号 : 30229942

(2) 研究分担者

浅野晃 ( Asano Akira )  
関西大学・総合情報部・教授  
研究者番号 : 60243987