

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 2 日現在

機関番号：33703

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26293402

研究課題名(和文) コンピュータ支援診断・検出を活用した歯科医療情報ライブラリの構築

研究課題名(英文) Medical image database system using computer assisted detection (CAD) system

研究代表者

勝又 明敏 (Katsumta, Akitshi)

朝日大学・歯学部・教授

研究者番号：30195143

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円

研究成果の概要(和文)：歯科で汎用されるパノラマX線画像および歯科用コーンビームCT(CBCT)画像を解析し、骨粗鬆症のスクリーニングや、歯の欠損・埋伏・歯周病などに関する歯科疾患の情報を取り出すコンピュータ診断/検出支援(Computer-Aided Diagnosis/Detection: CAD)システムを開発した。パノラマおよびCBCT画像データを収集して歯科画像ライブラリを構築し、CADにより解析した。

CADによる骨粗鬆症スクリーニングでは骨粗鬆症の可能性のある患者を検出する感度は94.5%、特異度は94.9%であった。深層学習を用いた歯の自動識別は、90%以上の精度で歯の状態を識別可能であった。

研究成果の概要(英文)：We developed computer programs that scans dental panoramic radiographs and dental cone-beam CT images to screen possible osteoporosis and to detect the type of tooth.

These programs were evaluated using clinical images in a certified dental image library that established for this project.

The diagnostic sensitivity to detect possible osteoporosis was 94.5%, and the specificity was 94.9%. An algorithm using deep convolutional neural network enabled to classified the type tooth correctly in more than 90% of cases.

研究分野：歯科放射線学

キーワード：コンピュータ支援診断・検出 パノラマX線撮影 歯科用CT

1. 研究開始当初の背景

経済産業省の『技術戦略マップ 2010』によると、「2030年のくらしと医療機器」の中で、医用画像の利用技術について以下の4項目が挙げられている。

医療IT化による医療機関間での医用画像の共有化

医用画像を利用した高度医療技術の開発

医用画像を利用したコンピュータによる診断支援(CAD)の普及

医用画像を利用した遠隔診断の普及

どの項目も2030年を待たずとも現在急速に進行中であるが、経営規模が小さく大規模な設備投資が困難、かつ診療放射線技師などの専門家が勤務していない歯科医院では、医用画像の利用に関して医科より大きく立ち遅れている。その一方で、歯科は「口と顔」に限局された領域を扱うため、「X線写真や口の中の写真の仕様は、どこの歯科医院でもほぼ統一されている」利点がある。すなわち、地域の多数の医院からアップロードされた画像データに対して、共通のコンピュータ解析アルゴリズムを適用して、データを抽出する事が可能となる。そこで、画像処理技術とデータベースと情報配信を包含した歯科医療情報ライブラリという形態を考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、歯科臨床での利用が増加しているデジタルパノラマX線撮影および歯科用コーンビームCT(CBCT)の画像データを解析すること。これらのデータから、骨粗鬆症や動脈硬化などの全身疾患、および歯の欠損・埋伏・歯周病などに関する歯科疾患の情報を取り出すコンピュータ診断/検出支援(Computer-Aided Diagnosis/Detection: CAD)システムを開発することにある。また、解析されたデータを分類して格納し、利用者が必要とする情報を検索できる歯科医療情報ライブラリを検討する。

3. 研究の方法

初めに、パノラマ画像を標準化するアルゴリズムおよびパノラマX線画像に適用する各種CADアルゴリズムの検討をおこなった。パノラマ画像から骨粗鬆症をスクリーニングするCADの開発においては、これまでに検討してきた下顎皮質骨の厚さの自動計測に加え、骨粗鬆症の進行にともない粗造となる皮質骨の形態変化を評価するアルゴリズムを開発した。

次に、これまでに蓄積したパノラマX線画像のライブラリから、歯科放射線専門医が骨粗鬆症の疑い程度のクラス分類をおこなった症例データベースを作製した。同データベースの症例を、本仮題で開発したアルゴリズムを備えたソフトウェアで処理し、CADによる骨粗鬆症スクリーニングの検出精度を検討した。さらに、平成26年度に引き続き、歯科用CBCT画像から歯を抽出するアルゴリ

ズム開発のためのコーンビームCT画像データ収集、および画像濃度(CT値)の標準化について基礎的検討をおこなった。

さらに、歯の状態を、ア)健康な歯である、イ)部分的に金属などが詰められている、ウ)金属が被せてある、エ)歯がない(抜かれている)、オ)橋渡し(ブリッジ)になっている、の如くパターン分類し、ヒトの顔の認証などパターン認識において高い能力を発揮する深層学習技術を用いて歯の自動識別アルゴリズムを開発して識別能力のテストをおこなった。

4. 研究成果

X線画像の収集および使用に関する朝日大学歯科学倫理委員会承認(26169号)に基づき、これまで収集した10種類を越える装置のデジタルパノラマ画像および歯科CBCT画像を蓄積し、複数の歯科放射線指導医が骨粗鬆症の疑い程度のクラス分類(1~3)をおこない、分類が一致した症例による骨粗鬆症疑い症例のデータベースを確立した。専門医のクラス分類結果をゴールドスタンダードとして、26年度に開発したCADアルゴリズムを用いてクラス分類をおこなった結果、CADによるクラス分類による正診率はクラス1が94.9%、クラス2が92.5%、クラス3が90.0%であった。骨粗鬆症の可能性のあるクラス1または2を検出する感度は94.5%、特異度は94.9%であった。深層学習技術を用いた歯の自動識別アルゴリズムによる歯の状態の識別能力テストの結果、90%以上の確率で歯を識別可能なことがわかった。骨粗鬆症スクリーニングに関する上記の成果、および歯の検出に関するアルゴリズムに関して学会等で発表した。今後、X線画像から歯の状態をパターン化して認識し、画像上の歯と照合して「歯式」を決定してテキスト(コード)データを出力する本格的アルゴリズムへの展開が期待できる。

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12件)

Miki Y, Muramatsu C, Hayashi T, Zhou X, Hara T, Katsumata A, Fujita H. Tooth labeling in cone-beam CT using deep convolutional neural network for forensic identification. Proceedings of SPIE. 2017. 10134E. 1-6.

Fukui T, Kita K, Kamemoto H, Nishiyama W, Yoshida H, Iida Y, Katsumata A, Muramatsu C, Fujita H. Evaluation of age-related changes with cross-sectional CT imaging of teeth. Proceedings of SPIE. 2017. 10134C. 1-6.

Miki Y, Muramatsu C, Hayashi T, Zhou X, Hara T, Katsumata A, Fujita H. Classification of teeth in cone-beam CT using deep convolutional neural network. Computers in Biology and Medicine. 2017. 80. 24-29.

Muramatsu C, Horiba K, Hayashi T, Fukui T, Hara T, Katsumata A, Fujita H. Quantitative assessment of mandibular cortical erosion on dental panoramic radiographs for screening osteoporosis. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery. 2016. 11. 2021-32.

勝又明敏, 藤田廣志, 田口 明, 有地淑子, 有地榮一郎. 骨粗鬆症スクリーニングのためのコンピュータによる下顎骨下縁皮質骨 X 線画像解析法. 口腔科学会雑誌. 2016, 65. 256-63.

福井達真, 勝又明敏, 藤原 周. パノラマ X 線写真における下顎皮質骨厚さへの影響因子. 歯科放射線. 2016. 55. 51-9.

Ohashi Y, Ariji Y, Katsumata A, Fujita H, Nakayama M, Fukuda M, Nozawa M, Ariji E. Utilization of computer-aided detection system in diagnosing unilateral maxillary sinusitis on panoramic radiographs. Utilization of computer-aided detection system in diagnosing unilateral maxillary sinusitis on panoramic radiographs. Dentomaxillo facial Radiology. 45 online first 2016.03.

三木勇磨, 原 武史, 村松千左子, 林 達郎, 勝又明敏, 周 向栄, 藤田広志. 歯科パノラマ X 線写真における上顎洞炎の検出手法の高度化. 医用画像情報学会雑誌. 32(4) 2016.01.

服部佑香, 村松千左子, 高橋 龍, 原 武史, 林 達郎, 周 向栄, 勝又明敏, 藤田広志. 歯科パノラマ X 線写真における顎動脈石灰化の自動検出 - 手動 ROI を用いた検出性能の検証 -. 医用画像情報学会雑誌. 32(3) 2015.09.

勝又明敏. 歯科画像診断の最新事情. 医用画像情報学会雑誌. 2014. Vol 31 No. 4. 65-69.

Sisounthone J, Ejima K, Nakajima I, Honda K, Hosono S, Vongsa S, Matsumoto K, Kuwata F, Aboshi H, Sidaphone B, Lyvongsa A, Ngonephady S, Sitthiphanh A, Otsuka K, Katsumata A, Fujita H. Application of

telemedicine to assess mandibular cortical width on panoramic images of dental patients in the Lao People's Democratic Republic. Oral Radiology. online first 2015.01.

三木勇磨, 原 武史, 村松千左子, 林 達郎, 周 向栄, 勝又明敏, 藤田広志. 歯科パノラマ X 線写真における上顎洞領域の半自動決定法. 電子情報通信学会; 信学技報, 2015-3. MI2014-77. 111-114.

〔学会発表〕(計 11 件)

Katsumata A. Prodress of computer aided detection (C A D e) in dentistry. CARS2016 30th International Congress and Exhibition. 201606.

有地淑子, 久保了大, 谷口 透, 勝又明敏, 有地榮一郎. パノラマ X 線画像によるビスフォスフォネート製剤投与患者における下顎骨変化の評価. 日本歯科放射線学会 第 21 回臨床画像大会. 201610.

柳下侑大, 村松千左子, 周 向栄, 西山航, 林 達郎, 原 武史, 勝又明敏, 藤田広志. Deep Learning を用いた歯科パノラマ X 線画像における歯の分類. 第 176 回 医用画像情報学会. 201610.

Katsumata A, Fukui T, Horiba K, Muramatsu C, Hara T, Fujita H, Hayashi T. Automated detection of possible osteoporosis using the mandibular cortical index. AADR. 201603.

Takahashi R, Katsumata A, Muramatsu C, Hayashi T, Hara T, Fujita H. Evaluation of Mandibular Cortex Erosion using Texture Features for Estimating Osteoporotic Risk. RSNA 2015 (Radiological Society of North America). Chicago 2015.11.

Horiba K, Fukui T, Muramatsu C, Katsumata A, Hara T, Fujita H, Hayashi T. Automated Evaluation of the Alveolar Bone Loss in Dental Panoramic Radiographs. RSNA 2015 (Radiological Society of North America). Chicago 2015.11.

Miki Y, Hara T, Muramatsu C, Hayashi T, Katsumata A, Fujita H. Computerized Detection of Maxillary Sinusitis Using Contralateral Subtraction Technique. RSNA 2015 (Radiological Society of North America). Chicago 2015.11.

Muramatsu C, Katsumata A, Hayashi T, Hara T, Fujita H. Automated Detection of

Carotid Artery Calcifications on Dental Panoramic Radiographs: Patient-specific Localization of Regions of Interest. RSNA 2015 (Radiological Society of North America). Chicago 2015.11.

三木勇磨, 原 武史, 村松千左子, 林 達郎, 勝又明敏, 周 向榮, 藤田広志. 歯科パノラマ X線写真における解剖学的位置情報を考慮した上顎洞異常の自動検出法の高度化. 日本医用画像工学会 (JAMIT 2015)(第34回大会) 2015.10.

福井達真, 勝又明敏, 柴田俊一, 藤原周, 山内六男. CAD システムによる下顎骨下縁皮質骨厚さの計測 ロジスティック回帰分析による検討 . 日本口腔インプラント学会 第35回中部支部大会2014.12.

Horiba K, Muramastu C, Hayashi T, Fukui T, Hara T, Katsumata A, Fujita H Automated classification of mandibular cortical bone on dental panoramic radiographs for early detection of osteoporosis. SPIE Med Imaging, San Orlando, (Feb 22-24)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

勝又明敏 (KATSUMATA, Akitoshi)
朝日大学・歯学部・教授
研究者番号: 30145163

(2)研究分担者

藤田広志 (FUJITA, Hiroshi)
岐阜大学・医学(系)研究科・教授
研究者番号: 10124033

(3)連携研究者

原 武史 (HARA, Takeshi)
岐阜大学・医学(系)研究科・准教授
研究者番号: 10283285

松岡正登 (MATSUOKA, Masato)
朝日大学・歯学部・講師
研究者番号: 20199772

飯田幸弘 (IIDA, Yukihiro)

朝日大学・歯学部・講師
研究者番号: 60350873

有地榮一郎 (ARIJI, Eiichirou)
愛知学院大学・歯学部・教授
研究者番号: 00150459

有地淑子 (ARIJI, Yoshiko)
愛知学院大学・歯学部・准教授
研究者番号: 60232063

村松千左子 (MURAMATSU, Chisako)
岐阜大学・医学(系)研究科・准教授
研究者番号: 10124033