

令和 4 年 6 月 1 日現在

機関番号：33703

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K10347

研究課題名（和文）パノラマX線画像による口腔診断プロファイリング

研究課題名（英文）Preliminary profiling of patient's dental status based on panoramic radiograph images

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：30195143

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：AIを用いたパノラマ画像のプロファイリングを検討した。1000人の画像を、年齢、性別、歯列の状態、現在歯数、埋伏智歯、インプラント、および補綴治療の状態の7つの特徴により分類し、深層学習を用いて分類実験をおこなった。その結果、歯列および補綴治療の状態は、それぞれ93.5%および90.5%の分類精度を示した。歯数とインプラントの状態は両方とも89.5%の分類精度を示した。埋伏智歯は69.0%の、年齢と性別は、それぞれ56.0%と75.5%の分類精度を示した。また、パノラマ画像上の個々の歯について、歯の種類の識別および歯冠・歯根の状態の識別をおこなった結果、どちらも95%以上の精度が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

パノラマ画像には、歯と顎骨の病変に加えて骨粗鬆症や頸動脈石灰化などの全身疾患に関連する診断情報も内包されている。しかし、歯科の画像診断に携わる専門医は全国で200名程しかおらず、専門医が診断に携われるパノラマ画像は全国で撮影される件数の約3%にすぎない。人工知能の適切な応用によりパノラマ画像全体で異常の有無や程度を判別し、症例の口腔の状態を自動的にプロファイリング（推理・分析）するシステムを確立することは歯科医療において有用性が高いと考える。提案されたパノラマ画像プロファイリング方法は、AIによる疾患の自動検出/診断を適用する前処理としても役立つ可能性がある。

研究成果の概要（英文）：This study explored the feasibility of using AI for profiling of panoramic radiographs. Panoramic radiographs of 1000 patients were used. Patients were categorized using seven dental or physical characteristics: age, gender, mixed or permanent dentition, number of presenting teeth, impacted wisdom tooth status, implant status, and prosthetic treatment status. Classification experiments were performed using deep learning. Dentition and prosthetic treatment status exhibited classification accuracies of 93.5% and 90.5%, respectively. Tooth number and implant status both exhibited 89.5% classification accuracy; impacted wisdom tooth status exhibited 69.0% classification accuracy. Age and gender exhibited classification accuracies of 56.0% and 75.5%, respectively. In addition, over 95.0% of accuracy was yielded, in the identification of each tooth.

研究分野：歯科放射線学

キーワード：人工知能 パノラマX線画像 ディープラーニング プロファイリング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本は世界一のパノラマ X 線装置普及率 (90%以上) を誇っている。パノラマ X 線撮影が歯科医院に導入され始めた 1980 年代の適応疾患は今日と比較して限定的であったが、有用性を実証しながら徐々に適応範囲を広げてゆき、今日では歯科における「画像検査の出発点」としての地位を固めている。2000 年を境にパノラマ X 線撮影はデジタル化が進み、コンピュータ支援診断 / 検出 (Computer Aided Diagnosis/Detection: CAD) の応用が検討されるようになった。我々はこれまでに、歯科 X 線画像から様々な異常を検出・評価する CAD の基礎的検討を進めてきた。

数年前より「顔認識」などの用途で人工知能 (深層学習) の画像認識技術の実用化が始まり、医用画像 CAD 領域においても人工知能を使用した研究が急速に進んでいる。人工知能の画像認識が急速に発達するのに不可欠であったのが、人工知能の学習とテストに用いる、適切に分類・整理された膨大な数の画像データベースである。医用画像に関しても全く同じで、医科では正常あるいは疾患を有する各種医用画像のデータベースが検討されている。深層学習は Data Hungry と呼ばれ、データベースの大きさと質が CAD の精度に大きな影響を与える。

歯科パノラマ画像における人工知能を応用した CAD の研究開発には適切に分類・整理された多数画像のデータベース構築が必要である。また、人工知能がパノラマ画像から被写体 (患者) の年齢・性別などを推測することが可能であるかを探ること、および人工知能を利用した患者のパノラマ画像の自動プロファイリングが歯科医による画像診断をどのように変化させるか考察することも重要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、人工知能の適切な応用によりパノラマ画像全体で異常の有無や程度を判別し、症例の口腔の状態を自動的にプロファイリング (推理・分析) するシステムを確立することにある。特定の疾患を診断 / 検出する従来型のコンピュータ支援診断 / 検出 (CAD) と異なり、個々の患者のパノラマ画像から歯と顎顔面全体の状態を自動的に判定してプロファイリングする機能の実現を目指す。また、人工知能の画像認識に適した臨床的課題、およびカテゴリー / クラス分類の設定により精度の高いシステムを確立すること、および医科の画像診断と比較して遅れている人工知能応用 CAD 開発のための歯科画像データベースの構築に取り組むことも目的のひとつである。

3. 研究の方法

倫理委員会の承認のもと、約 1000 例のパノラマ画像によるデータベースを構築した。収集したパノラマ X 線画像に対して被験者口腔の歯科的 (健康) 状態に関するアノテーション (注釈) を付加する作業を進めた。アノテーション付与項目としては、歯の種類 (歯番)、歯冠の状態 (正常、齲蝕、部分的歯冠修復、全部歯冠修復など)、歯根の状態 (正常、根管治療済み、インプラント (人工歯根)、歯根齲蝕、根尖性歯周炎など)、歯科病変の局在 (X 線透過性病巣、X 線不透過性病巣、根尖の X 線透過性病巣、上顎洞の異常、顎関節の異常、唾液腺の異常、過剰歯など) がある。また、収集した画像を「健常な成人」「乳歯を持つ小児」「歯科治療の多い成人」などに大まかに分類し、深層学習によりこれらの識別が可能かを調べた。

4. 研究成果

パノラマ画像上の個々の歯に関しては、「歯の種類 (歯番) の識別」および「歯冠・歯根の状態の識別」において、どちらも 95% 以上の精度が得られた。しかし、患者の口腔内には数十本の歯がある。患者口腔内で一歯も間違えずに識別できたか否かを基準に精度を求めると、精度はどちらも 80~90% となり、さらなる向上が望まれた。

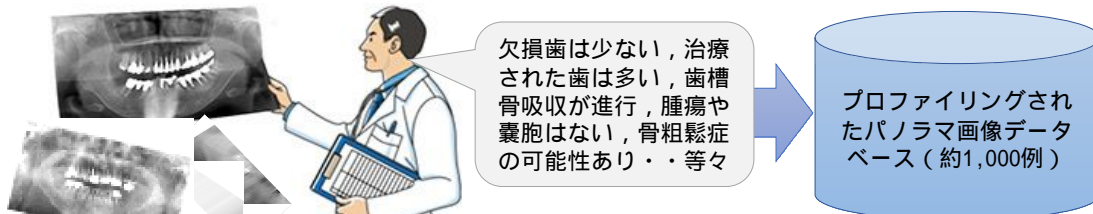
パノラマ画像全体を年齢、性別、混合または永久歯列、現在歯数、埋伏智歯の状態、インプラント、および補綴治療の状態の 7 つの特徴により分類した結果、歯列および補綴治療の状態は、それぞれ 93.5% および 90.5% の分類精度を示した。歯数とインプラントの状態は両方とも 89.5% の分類精度を示した。埋伏智歯は 69.0% の、年齢と性別は、それぞれ 56.0% と 75.5% の分類精度を示した。すなわち、「乳歯のある歯列」「歯科治療の多い症例」「インプラントのある症例」などは、高い精度で識別可能である事がわかった。

本研究の成果として強調したいのは、歯科に特化した CAD を活用した新しい画像診断の提案である。医科では診療放射線技師が画像検査を担当することが多い。しかし、経営規模の小さな歯科診療施設には診療放射線技師が勤務しておらず、画像検査から診断までを歯科医師がおこなわなければならない。歯科医師による画像診断を支援する CAD の有用性は医科以上に高いと考えている。本研究により人工知能によるパノラマ画像処理の精度や有用性が示されれば、CAD が本格的に歯科臨床に応用される可能性を広げると考える。

研究の概要

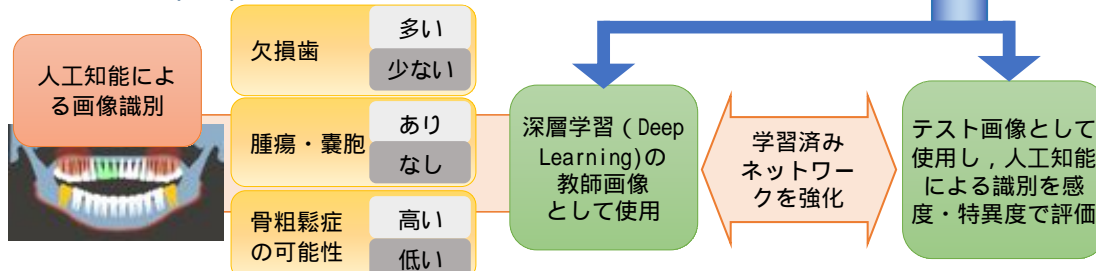
歯科パノラマ画像データベースの構築

蓄積された臨床パノラマ画像を歯科放射線専門医が読影してプロファイリング



人工知能の画像認識を応用したパノラマ画像CAD

カテゴリー（課題）とクラスを設定して人工知能で識別



歯の数と状態によるパノラマ画像のカテゴリー分類の概念

	現在歯	上顎12歯：16, 15, 14, 13, 12, 11, 21, 22, 23, 24, 25, 26 下顎10歯：46, 45, 44, 43, 42, 41, 31, 32, 33, 34
	欠損歯	上顎2歯：17, 27 下顎3歯：35, 36, 37
	治療歯	上顎9歯：16, 12, 11, 21, 22, 23, 24, 25, 26 下顎3歯：46, 45, 34
	埋伏歯	有り：正中埋伏過剰歯 2 歯

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kiyomi Kohinata, Tomoya Kitano, Wataru Nishiyama, Mizuho Mori, Yukihiro Iida, Hiroshi Fujita, Akitoshi Katsumata	4. 巻 -
2. 論文標題 Deep learning for preliminary profiling of panoramic images	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Oral Radiology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 北野倫哉, 森 瑞穂, 西山 航, 小日向清美, 飯田幸弘, 藤田広志, 勝又明敏	4. 巻 60
2. 論文標題 Deep learningによる口内法X線画像の自動分類	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 歯科放射線	6. 最初と最後の頁 53-57
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11242/dentalradiology.60.53	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Morishita Takumi, Muramatsu Chisako, Zhou Xiangrong, Takahashi Ryo, Hayashi Tatsuro, Nishiyama Wataru, Hara Takeshi, Arijii Yoshiko, Arijii Eiichiro, Katsumata Akitoshi, Fujita Hiroshi	4. 巻 115971X
2. 論文標題 Tooth recognition and classification using multi-task learning and post-processing in dental panoramic radiographs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. SPIE 11597, Medical Imaging 2021: Computer-Aided Diagnosis,	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1117/12.2582046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Muramatsu C, Morishita T, Takahashi R, Hayashi T, Nishiyama W, Arijii Y, Zhou X, Hara T, Katsumata A, Arijii E, Fujita H	4. 巻 online first
2. 論文標題 Tooth detection and classification on panoramic radiographs for automatic dental chart filing: improved classification by multi-sized input data.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Oral Radiology (online first)	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11282-019-00418-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Muramatsu C, Kutsuna S, Takahashi R, Hayashi T, Nishiyama W, Arijii Y, Zhou X, Hara T, Katsumata A, Arijii E, Fujita H	4. 巻 11318
2. 論文標題 Tooth numbering in cone-beam CT using a relation network for automatic filing of dentition charts.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc SPIE Med Imaging,	6. 最初と最後の頁 113180L
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2550933	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fujita H	4. 巻 13
2. 論文標題 AI-based computer-aided diagnosis (AI-CAD)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 6-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-019-00552-4	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計7件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Muramatsu C, Yoshii K, Nishiyama W, Takahashi R, Hayashi T, Hara T, Arijii Y, Katsumata A., Arijii, Fujita H.
2. 発表標題 Automatic tooth profiling using dental CT for standardization of tooth record
3. 学会等名 RSNA 106th Scientific Assembly and Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Morishita T, Muramatsu C, Zhou X, Takahash Ri, Hayashi T, Nishiyama W, Hara T, Arijii Y, Arijii E, Katsumata A, Fujita H.
2. 発表標題 Recognition of dentition in dental panoramic radiographs using SSD with binary dental chart
3. 学会等名 IFMIA2021(International Forum on Medical Imaging in Asia 2021) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 沓名将太, 村松千左子, 林達郎, 周向栄, 西山航, 有地淑子, 原武史, 勝又明敏, 有地榮一郎, 藤田広志
2. 発表標題 歯科的個人識別のためのRelation Networks for Object Detectionを用いた歯科用Cone-beam CTにおける歯牙の検出
3. 学会等名 日本医用画像工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 沓名将太, 村松千左子, 林達郎, 周向栄, 西山航, 有地淑子, 原武史, 勝又明敏, 有地榮一郎, 藤田広志
2. 発表標題 Relation Moduleを用いた歯科用Cone-beam CTにおける歯牙の検出
3. 学会等名 日本歯科人工知能研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森下拓水, 村松千左子, 周向栄, 高橋龍, 林達郎, 西山航, 原武史, 有地淑子, 有地榮一郎, 勝又明敏, 藤田広志
2. 発表標題 歯科パノラマX線画像における読影レポート自動作成のための深層学習を用いた歯列の認識手法
3. 学会等名 日本歯科人工知能研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森下拓海, 村松千左子, 周向栄, 高橋龍, 林達郎, 西山航, 原武史, 有地淑子, 有地榮一郎, 勝又明敏, 藤田広志
2. 発表標題 歯科パノラマX線画像における深層学習を用いた歯列の認識手法
3. 学会等名 電子情報通信学会医用画像研究会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 沓名将太, 村松千左子, 高橋龍, 林達郎, 周向荣, 西山航, 有地淑子, 原武史, 勝又明敏, 有地榮一郎, 藤田広志
2. 発表標題 歯科用Cone-beam CTにおけるRelation Moduleを用いた歯牙の関連性にもとづく歯牙の検出
3. 学会等名 電子情報通信学会医用画像研究会
4. 発表年 2019年～2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	藤田 廣志 (Fujita Hiroshi) (10124033)	岐阜大学・工学部・特任教授・名誉教授 (13701)	
研究分担者	原 武史 (Hara Takeshi) (10283285)	岐阜大学・工学部・教授 (13701)	
研究分担者	飯田 幸弘 (Iida Yukihiro) (60350873)	朝日大学・歯学部・講師 (33703)	
研究分担者	村松 千左子 (Muramatsu Chisako) (80509422)	滋賀大学・データサイエンス学部・准教授 (14201)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------