



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

| | |
|------------|---|
| Title | 歯科パノラマX線写真における左右差分像技術を用いた上顎洞の異常自動検出法(本文(Fulltext)) |
| Author(s) | 原, 武史; 田上, 元基; 森, 進太郎; 金田, 隆; 勝又, 明敏; 周, 向栄; 村松, 千左子; 藤田, 広志 |
| Citation | [電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム] vol.[96] no.[4] p.[885]-[891] |
| Issue Date | 2013-04-01 |
| Rights | copyright 2013 IEICE |
| Version | 出版社版 (publisher version) postprint |
| URL | http://hdl.handle.net/20.500.12099/53240 |

この資料の著作権は、各資料の著者・学協会・出版社等に帰属します。

歯科パノラマ X 線写真における左右差分像技術を用いた上顎洞の異常自動検出法*

原 武史^{†a)} 田上 元基[†] 森 進太郎^{††} 金田 隆^{††}
 勝又 明敏^{†††} 周 向栄[†] 村松千左子[†] 藤田 広志[†]

Automated Detection of Paranasal Sinus Diseases on Dental Panoramic X-Ray Image by Using Contralateral Subtraction Technique*

Takeshi HARA^{†a)}, Motoki TAGAMI[†], Shintaro MORI^{††}, Takashi KANEDA^{††}, Akitoshi KATSUMATA^{†††}, Xiangrong ZHOU[†], Chisako MURAMATSU[†], and Hiroshi FUJITA[†]

あらまし 歯科パノラマ X 線写真は、歯科治療において最も撮影される機会が多い。この写真には、歯牙領域のみならず、上顎洞や頸部も同時に撮影されるため、歯牙領域以外の疾患が同時に撮像される可能性がある。本研究は、歯牙治療のために撮影された写真の中から上顎洞にある異常を自動で検出する手法を開発し、その有用性を観察者実験によって示す。13名の読影者について、コンピュータの結果を利用しない場合とした場合の観察者実験を行った結果、ROC 曲線下の面積の平均は 0.69 から 0.73 へ上昇し、両者の間には統計的有意差を認められた ($p = 0.042$)。

キーワード 歯科パノラマ X 線画像, コントララテラル差分技術, 観察者実験

1. ま え が き

コンピュータ支援診断システムの開発には様々な対象がある。胸部 X 線画像における結節状陰影の検出 [1] や間質性疾患の鑑別 [2], 肋骨構造の解析 [3] に関しては、20 年以上前から研究が行われている。これらのシステムは、読影専門医の補助を目的としており、疲労による見落としや思い込みによる間違いの防止を目的としている。

コンピュータ支援診断の考え方は広がっており、専門医へのこのような補助のみならず、診療放射線技師や検査技師への補助にも適用されている。Morishita らは、PACS システムにおける保存ミスの減少を目的とした支援システムを提案している [4]。これは、専門医が対象ではなく、PACS 装置にデータを入力する技師への支援の一例である。このような明らかなミスを防止するシステムにおいて必要となる技術にはコンピュータ支援診断システムの要素技術を応用できる。そして、技術活用の例としては、専門医のための鑑別診断支援システムよりも早期に実現でき適用範囲も広いといえる。

明らかなミスを防止するためのシステムは、複数の診断対象が同時に撮影される画像におけるコンピュータ支援診断にも当てはまる。例えば、ある種の専門医は診断できる疾患であるが、別の専門医には判断できない疾患が存在する。また、非専門医には、疾患の存在すら認識されないような場合では、それがいかに典型的な疾患であってもその診断は困難となり得る。したがって、非専門医に対してそのような異常部位を自

[†] 岐阜大学大学院医学系研究科知能イメージ情報分野, 岐阜市
 Department of Intelligent Image Information, Gifu University Graduate School of Medicine, 1-1 Yanagido, Gifu-shi, 501-1194 Japan

^{††} 日本大学松戸歯学部放射線科, 松戸市
 Department of Radiology, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, 2-870-1, Sakaemachi-nishi, Matsudo-shi, 271-8587 Japan

^{†††} 朝日大学歯学部口腔病態医療学講座歯科放射線分野, 瑞穂市
 Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Asahi University School of Dentistry, 1851-1 Hozumi, Mizuho-shi, 501-0296 Japan

a) E-mail: takeshi.hara@mac.com

* 本論文はシステム開発論文である。

動的に指摘して提示すれば、別の診断医の助言を求め、患者の紹介が可能になり、疾患発見の機会向上につながると思われる。

頭頸部領域は、歯、顎骨、顎関節、咽頭、頸部、口腔、鼻腔と分かれ、治療は非常に複雑になる傾向にある。したがって、一枚の画像について複数の専門医が様々な診断を行う。つまり、歯牙治療は一般の歯科医が行うが、口腔、鼻腔内に発生する腫瘍は、その原発位置によって扱う診療科が変わり、担当する診断医が変わる場合がある。したがって、非専門医に対するコンピュータ支援診断システムが寄与できる可能性が高い。

患者の立場からすれば、頭頸部の疾患に気づかず歯科治療を受診する機会が多いと考えられる。歯科治療の際には歯科パノラマ X 線写真が撮影され、その画像は、歯牙とその周辺部の画像診断に用いられる。この画像は、歯科治療のための歯牙領域のほかにも、鼻腔領域や頸部の領域も同時に撮影される特徴がある。すなわち、疾患が多く見つかる顎関節や上顎洞など歯牙領域以外の疾患も描出されるが、歯牙領域以外の異常所見は非常に淡く、一般の歯科医はそれらの異常は直接の治療の対象とならないため注意の対象外であり、指摘しないことが多い。

上顎洞領域では、蓄膿などの炎症が発生することが多く、また、歯が原因となる上顎洞の炎症も多く見られる。このような上顎洞に発生する炎症は上顎洞炎と呼ばれ、一般には蓄膿症ともいわれる。上顎洞炎は、放置すると慢性化のおそれがあるため、早期の発見と治療が望まれる。

上顎洞炎は、歯科パノラマ X 線写真上において白い領域として現れる。これは炎症領域のために X 線の透過性が低下するためである。これらの領域は、歯牙治療の直接の対象ではないために歯科治療の際には指摘されないこともあるが、先のような理由により、上顎洞の治療も必要となる。更には、それは歯科医ではなく、口腔外科や耳鼻咽喉科などへの紹介が必要となることもある。

本研究の目的は、このような歯科疾患の治療を目的として撮影された歯科パノラマ X 線写真において、直接の治療対象ではない部位である上顎洞の異常を指摘する手法を開発することである。そして、その自動検出法の有用性を読影者実験により示し、コンピュータ支援診断システムとしての有効性を示す。

これまでの研究では、副鼻腔 X 線写真における上顎

洞陰影の定量解析に関する研究が報告されている [5]。ここでは、上顎洞内の関心領域内の平均銅相当厚値を眼窩内の関心領域内の平均銅相当厚値で除した値は、陰影の程度を客観的に判別できたと結論づけた。

本研究では、副鼻腔 X 線写真ではなく、歯科パノラマ X 線写真上に撮像される上顎洞を対象とする。両側性に発生する上顎洞炎は、歯が原因でない場合が多いため、片側性に発生する上顎洞炎のみを対象とする。そして、上顎洞における左右の対称性に着目し、上顎洞の異常を自動検出する手法を提案する。

2. 方 法

左右どちらかの上顎洞に異常が見られる場合、パノラマ X 線写真上では異常側は正常側に比べて白く現れる。図 1 に上顎洞炎の例を示す。この例のように CT 画像上では明らかに透瞭性の悪い物質で満たされていることが確認できても、パノラマ X 線画像上では左右の濃度差は小さい。したがって、単純な左右比較による画像診断は困難である症例もある。

本手法の概要を図 2 に示す。ここでは、片側性の上顎洞炎を対象とし、異常時における画像上の左右差を利用した左右差分による上顎洞の異常検出法を提案する。まず、原画像と左右反転させた画像から左右差分画像を作成する。得られた差分画像の左右の上顎洞領域の平均濃度値を計算する。これらの差から上顎洞の異常を検出する。

差分画像を作成する際には、原画像と左右反転画像の位置合せを行う。ここでは、相互情報量による位置合せを行うが、画像の濃度情報は利用せずに、原画像から抽出した下顎骨の輪郭情報を用いて位置合せを行う。以下に、それぞれの手法を述べる。

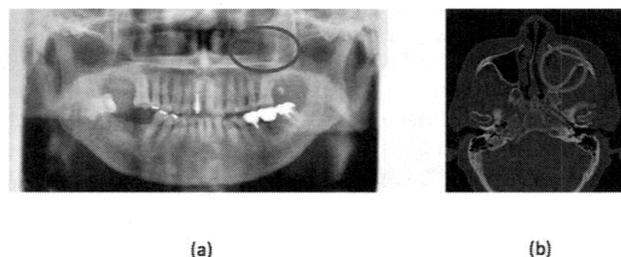


図 1 パノラマ X 線写真の例 (a) 左上顎洞に異常がある症例。 (b) 同一患者の CT 画像

Fig.1 Examples of dental panoramic X-ray image (a) and CT scan image of the same patient (b). The left sinus (right on the image) was filled with mucus.

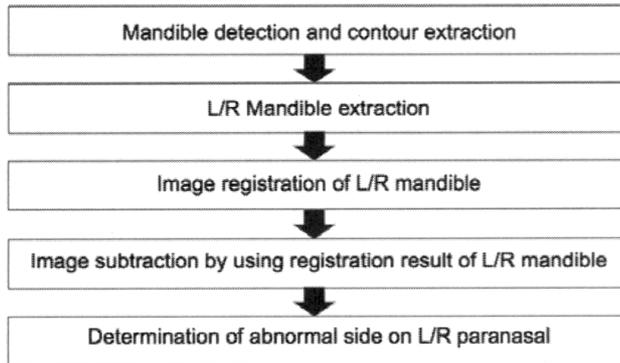


図 2 開発した左右差分像技術に基づく異常側決定手法の概要

Fig. 2 Overview of our determination approach for abnormal side based on contralateral subtraction technique.

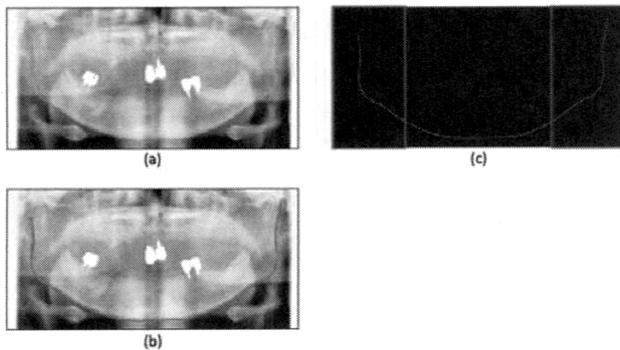


図 3 下顎骨輪郭の検出例 (a) 原画像. (b) 抽出された下顎骨輪郭. (c) 左右位置合せのために利用する領域

Fig. 3 Extraction of mandible contour (a) Original panoramic X-ray image. (b) Extracted contour. (c) Left/Right area to be registered.

2.1 下顎骨輪郭画像を利用した位置合せ

下顎骨の厚さを計測するための手法 [6] に基づいて抽出した下顎骨輪郭を用いる. 図 3 に下顎骨の輪郭抽出例を示す. 図 3(a) にパノラマ X 線画像, (b) は手法 [6] に基づき抽出した結果の例である. このように抽出した輪郭において, 左右の領域をそれぞれ抽出する. 図 3(c) にその抽出例を示す. この抽出した下顎骨輪郭の両端部分を位置合せに利用する. 右輪郭はそのままに, 左下顎骨の輪郭を左右反転する. そして, 左右方向のみに 1 画素ごとの移動を行い, 相互情報量を求める. その最大となる場所を探索し, 左右位置合せに必要な移動量を定める. 図 4 に位置合せの前と後の画像を示す. 図 4(a) に位置合せ前の状態を示す. 左右の輪郭が大きく外れているが, 相互情報量が最大となる場合には, 図 4(b) のように両者の輪郭がほぼ一致する.

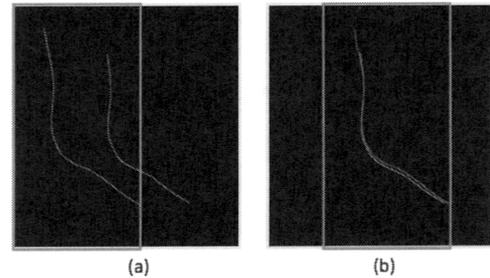


図 4 下顎骨輪郭の左右領域による位置合せの例 (a) 位置合せ前の状態. 右側領域はそのまま左側領域の輪郭を左右反転した. (b) 相互情報量が最大となった位置の結果例

Fig. 4 Image registration of left and right mandible contour. (a) Before registration of right and flipped left mandible contour. (b) Registration results of right and flipped left contours.

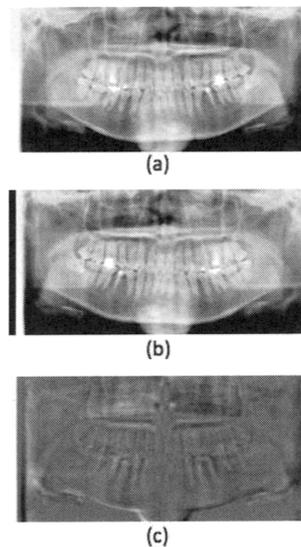


図 5 左右差分像の例 (a) 原画像. (b) 左右位置合せ後に左右反転した画像. (c) 原画像から位置合せ像を差分した左右差分像

Fig. 5 Example of contralateral subtraction. (a) Original image. (b) Registered Left/Right flipped image. (c) Contralateral subtraction image of image (a) - image (b).

2.2 左右差分像処理

2.1 で得られた左右位置合せに必要な画像の移動量を用いて, 左右差分像の計算を行う. ここでは, 原画像の位置に対して, 左右反転像を得られた移動量だけ左右に平行移動を行い, 同じ位置の画素値の差を計算する. 図 5 に左右差分像画像の例を示す. 原画像 (図 5(a)) に対して, 2.1 の手法に基づき左右反転像の移動量を定める. 左右反転像の例を図 5(b) に示す. 図 5(a) と (b) は互いに下顎骨位置で位置合せがされているため, 各画素の差分を計算して左右差分像が得

られる．図 5(c) にその結果を示す．この例は右上顎洞（画像左）に異常が存在する．左右差分像においては，右上顎洞が反対側と比較して白く描出されていることが分かる．左右差分像において白く描画される意味は，原画像において反対側の同部位よりも白い意味がある．すなわち，図 5(a) における右上顎洞のわずかな濃度変化が強調されて現れる．

2.3 差分像上での異常側決定処理

得られた差分画像から左右の上顎洞領域を決定する．ここでは，下顎骨の幅に応じて経験的に決定した二つの上顎洞領域における画素値の平均値を計算する．図 6 に決定した領域の例を示す．この二つの上顎洞領域は，歯科パノラマ X 線写真上でのおよその上顎洞の位置をあらかじめ設定し，位置合せの際に生じたずれに合わせて補正を行う．得られた平均値の差をしきい値 (LR_{th}) によって異常の有無を判別する．しきい値以上であれば上顎洞に異常があり，しきい値未満であれば上顎洞に異常がないとする．異常があると判定した場合，平均値が大きい側に異常があると判定する．

2.4 観察者実験

構築したシステムの有効性を評価するために，観察者実験を行う．ここでは，コンピュータの結果がない場合と，ありの場合のそれぞれで，読影者の結果がどのように変化するかを ROC (Receiver Operating Characteristic) 解析によって評価する．読影者は左右のどちらかに異常が存在する確信度を答え，その確信度の変化から評価する．実験は連続確信度法を用いて行う．読影者は「コンピュータの結果なし」の場合と「コンピュータの結果あり」の場合を交互に読影する．実験の前には，確信度に関する説明を行い，左右

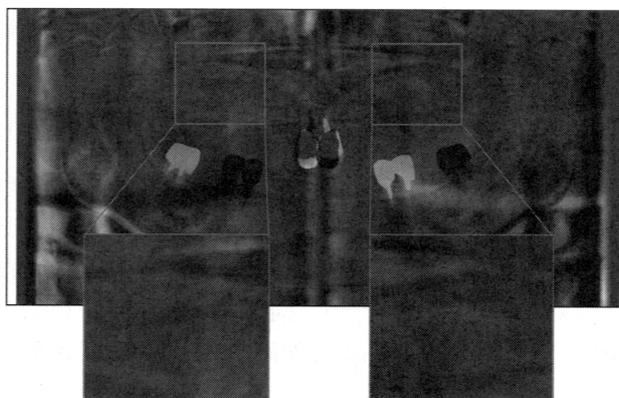


図 6 異常側決定のための上顎洞領域決定の例

Fig. 6 Two regions for determination of Left/Right paranasal sinus area based on mandible geometry.

差分像の症例を 5 症例提示して読影の練習を行う．

3. 結 果

3.1 試料画像

A 大学 (DB1) 及び N 大学 (DB2) において撮影された歯科パノラマ X 線写真を用いて，自動検出手法の評価を行った．症例数は DB1 が 82 症例 (正常 48 例，異常 34 例)，DB2 が 68 症例 (正常 34 例，異常 34 例) からなる．なお，異常領域は全て片側に存在する．それぞれの画像については，歯科放射線科医 1 名による画像診断が行われており，DB2 においては，正常例に関しては CT 画像における上顎洞の正常が確認されている．異常に関しては，別モダリティにおいてその異常の有無を確認済みである．また，画素数は，DB1 は 1420×2920 [pixel]，DB2 は 1464×2964 [pixel] である．濃度分解能は，DB1 は 12 [bit] (4096 階調)，DB2 は 10 [bit] (1024 階調) である．なお，データ収集及び実験は，倫理委員会の承認を得て行った．

3.2 自動判別結果

収集した二つのデータベースに関して処理を行った結果を表 1 に示す．DB1 と DB2 の双方とも，位置合せの精度は 95% と 99% となり非常に高い．2.3 で述べたしきい値： LR_{th} を変化させて，DB1 と DB2 に関して検出精度の ROC 解析を行った結果，ROC 曲線下の面積 (Area under the curve: AUC) はそれぞれ 0.74 と 0.75 になった．また，感度を 70% に固定したときの特異度は，それぞれ 81% であった．

3.3 観察者実験の結果

DB1 を用いて，これまでに DB1 の画像を読影したことがない読影者 13 名 (歯科放射線科研修医 R1～R9: 9 名，院内実習に携わる学生 R10～R13: 4 名) について観察者実験を行った．これら読影者は DB2 をこれまでに読影した可能性を否定できないため，DB2 についての観察者実験は行わなかった．DB1 に関する

表 1 位置合せの精度と異常側決定の ROC 曲線下面積 (AUC) 及び感度と特異度

Table 1 Accuracy of image registration results and determination performance based on AUC, sensitivity and specificity.

| | Registration Accuracy | AUC | Sensitivity | Specificity |
|-----|-----------------------|------|-------------|-------------|
| DB1 | 95% | 0.74 | 70% | 81% |
| DB2 | 99% | 0.75 | 70% | 81% |

コンピュータシステムの性能は AUC が 0.74 で感度 76% 特異度 75% である。表 2 に観察者実験の結果を示す。コンピュータの結果を用いない場合は、AUC は平均で 0.68 であったのに対して、コンピュータの結果を提示しながら読影した場合には 0.73 に上昇した。対応のある t 検定を行ったところ、両者の間には統計的有意差が認められた ($p = 0.042$)。t 検定を行う前に、F 検定とジャック・ベラ検定を用いて、等分散であること、正規性が認められることを確認した。解析には R (Ver.2.15.1) を用いた。図 7 に 13 人の読影結

果に関する ROC 曲線を示す。

研修医と学生のそれぞれについて解析した結果、研修医の平均は 0.69 から 0.73 へ上昇、学生の平均は 0.66 から 0.72 へ上昇と、いずれも上昇が認められた。しかし、どちらも有意差は認められなかった。

4. 考 察

開発したシステムは、左右の位置合せ、差分像の作成、差分像上での異常側決定の技術からなる。左右差分像技術は、脳 CT 画像における急性期脳梗塞の自動検出 [7] や胸部 X 線画像における結節状陰影の検出 [8] などが既に報告されており、非剛体変形技術を用いた手法も提案されている [9], [10] が、本研究で利用した差分像技術は、単に左右反転像を利用した単純な手法であり、非剛体変形などの処理技術を利用していない。しかしながら、主観評価ではあるが高精度な位置合せと左右差分像の計算が可能であった。これは、頭頸部領域は骨格によって比較的形状が保たれ、元来、構造の対称性が強く認められる領域であることに起因すると考えられる。更に、歯科パノラマ写真の撮像は、下顎を撮影台にのせ X 線管と検出器は機械的に顔面の周りを移動するため、安定した方向から撮影が可能であったことにも起因すると考えられる。したがって、単純な左右差分処理によって十分な結果が得られたと考えられる。

差分像の作成は、このような左右差分像の利用によって容易に作成できたといえる。特に、骨格構造で重要な下顎骨輪郭を利用したことで、内部の炎症や歯牙の状態の影響を受けることなく左右の差分像が作成でき、異常部位の特定が可能となったと考えられる。

差分像上での異常側の特定は、機械的に上顎洞領域を決定しているため、個人ごとの上顎洞領域には対応できていない可能性がある。上顎洞領域を決定するためには、本質的には、鼻柱や上顎骨領域の決定が必要であるが、現在はそれら手法はまだ実現しておらず、今後のシステム開発が必要であると考えられる。

このようなシステムであっても、13 名の観察者実験の結果において、診断能の向上に寄与できたことは、不完全なコンピュータシステムであっても読影者との連携によって有効なシステムとなり得る可能性を示した。図 8 に左上顎洞に異常がある症例を示す。これは、コンピュータなしの読影では 13 名の読影者のうち 7 名の確信度が低かったが、コンピュータの結果を提示したときには 10 名が確信度を上昇させた。原

表 2 13 人の観察者実験の AUC の変化

Table 2 Results of observer performance study and the AUC changes of 13 readers (R1-R13).

| | | AUC Without Comp. | With Comp. | p-value (* $p < 0.05$) |
|-----------------|-----|----------------------|-------------|----------------------------|
| Resident | R1 | 0.69 | 0.67 | 0.5426 |
| | R2 | 0.79 | 0.83 | 0.0023 * |
| | R3 | 0.63 | 0.77 | 0.0272 * |
| | R4 | 0.60 | 0.73 | 0.0270 * |
| | R5 | 0.76 | 0.69 | 0.1812 |
| | R6 | 0.70 | 0.78 | 0.1627 |
| | R7 | 0.80 | 0.76 | 0.5037 |
| | R8 | 0.61 | 0.71 | 0.1910 |
| | R9 | 0.65 | 0.63 | 0.8607 |
| Average | | 0.69 | 0.73 | 0.185 |
| Student | R10 | 0.57 | 0.68 | 0.1107 |
| | R11 | 0.77 | 0.80 | 0.4382 |
| | R12 | 0.60 | 0.69 | 0.1461 |
| | R13 | 0.71 | 0.71 | 0.9552 |
| Average | | 0.66 | 0.72 | 0.111 |
| Total | | 0.68 | 0.73 | 0.042 * |

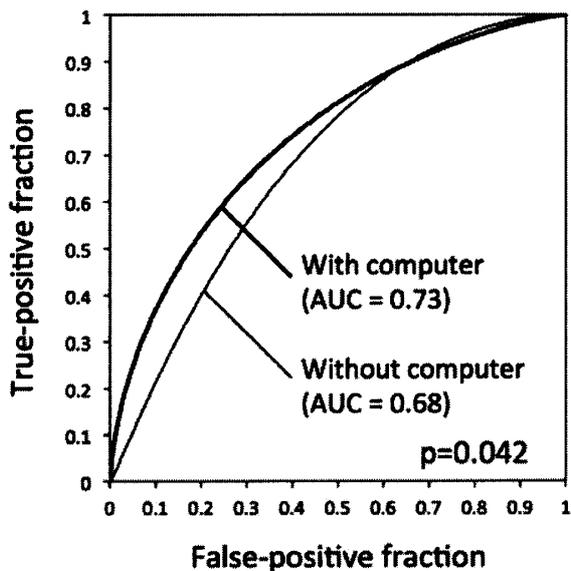


図 7 コンピュータなしの場合とありの場合における 13 人の読影者の平均の ROC 曲線

Fig. 7 Average ROC curves of "With computer" and "Without computer" from 13 readers.

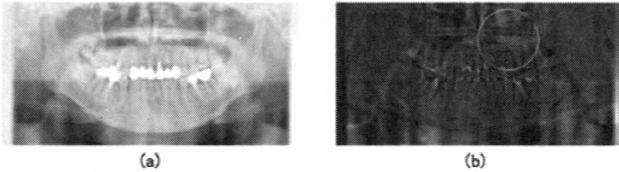


図 8 コンピュータの出力結果が読影者にとって有益であった例 (a) 左上顎洞に異常がある症例の原画像. (b) 左側に異常があると指摘した差分像. 白い ○ が異常側を表す.

Fig.8 Computer result was beneficial case for readers. (a) Original image with abnormal left paranasal sinus. (b) Determination example of computer by marking a white circle to indicate the abnormal region.

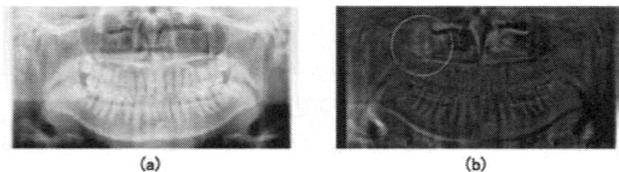


図 9 コンピュータの出力結果が読影者にとって不利益であった例 (a) 上顎洞に異常がない症例の原画像. (b) コンピュータが右側に異常があると誤って指摘した差分像. 白い ○ が異常側を表す.

Fig.9 Computer result was detrimental case for readers. (a) Original image with no abnormal sign on paranasal sinus. (b) Determination example of computer by mistakenly marking a white circle to indicate the abnormal region.

画像上では異常部位が不明確であるが差分画像上では明確になり、このようなコンピュータの結果は確信度の上昇に寄与したと考えられる。

一方、コンピュータの結果が読影者に悪影響を与えた例もある。図 9(a) は正常症例であるが、図 9(b) のような差分像が得られた。コンピュータの結果を提示しない場合には、13 名中 9 名の確信度は低かったが、差分像を読影者に提示したところ、13 名中 12 名が確信度を上昇させ異常があると判断した。これは、コンピュータが計算した結果においてあたかも異常領域があるように見える差分像が作成されたため、多くの読影者を混乱させたと予想できる。

このような不利益を与えた症例があるものの、全体としては AUC の向上が見られた。この平均確信度の上昇については、二つの要因が考えられる。一つは本質的に本システムが読影者に寄与できた要因と、読影者の数が増加したため偶然に有意差が示された要因である。これを効果量の観点から考察する必要がある。そのために、効果量の指標の一つである Cohen's d を計算した [11]。コンピュータの結果がない場合とある

場合の AUC の平均の差について計算した結果、0.632 を得た。これは、効果量が中程度であることを示すが、その 95%信頼区間は -0.163 から 1.415 と幅広く、偶然に有意差が示された要因を否定できなかった。しかしながら、コンピュータ支援診断システムにおけるコンピュータの手法は、あくまで読影者の補助であり、読影者がコンピュータの結果を上手に利用すれば有益となると考えられる。

5. む す び

パノラマ X 線画像における左右差分像技術を利用した上顎洞の異常検出手法は、読影者の異常部位検出の精度向上に寄与する。

謝辞 本研究の一部は地域イノベーション戦略支援プログラム都市エリア型岐阜県南部エリア「モノづくり技術と IT を活用した高度医療機器の開発」及び、総務省の研究開発資金 (SCOPE) による「知的画像処理の活用による高度歯科遠隔診断システムの研究開発」によって行われた。また、本研究の読影実験では、日本放射線技術学会・学術調査研究班「観察者実験支援ツールの開発班 (班長: 白石順二)」が開発した観察者実験用ソフトウェアを使用した。

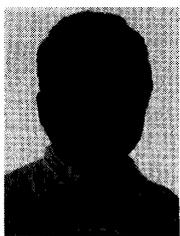
文 献

- [1] M.L. Giger, N. Ahn, K. Doi, H. MacMahon, and C.E. Metz, "Computerized detection of pulmonary nodules in digital chest images: Use of morphological filters in reducing false-positive detections," *Med Phys*, vol.17, no.5, pp.861-865, Sept.-Oct. 1990.
- [2] S. Katsuragawa, K. Doi, and H. MacMahon, "Image feature analysis and computer-aided diagnosis in digital radiography: Detection and characterization of interstitial lung disease in digital chest radiographs," *Med Phys*, vol.15, no.3, pp.311-319, May-June 1988.
- [3] S. Katsuragawa, K. Doi, H. MacMahon, N. Nakamori, Y. Sasaki, and J.J. Fennessy, "Quantitative computer-aided analysis of lung texture in chest radiographs," *Radiographics*, vol.10, no.2, pp.257-269, March 1990.
- [4] J. Morishita, S. Katsuragawa, K. Kondo, and K. Doi, "An automated patient recognition method based on an image-matching technique using previous chest radiographs in the picture archiving and communication system environment," *Med Phys*, vol.28, no.6, pp.1093-1097, June 2001.
- [5] 田頭裕之, 中田 茂, 吉本正弘, 川上壽昭, 大塚昭義, "上顎洞陰影の定量解析—上顎洞炎の CAD の試み," *日本放射線技術学会雑誌*, vol.52, no.6, pp.735-740, June 1996.
- [6] 松本拓也, 林 達郎, 原 武史, 勝又明敏, 周 向栄, 村松千左子, 飯田幸弘, 藤下昌巳, 藤田広志, "歯科パノラマ

エックス線画像における下顎骨の皮質骨の厚みの自動計測手法の開発,” 信学技報, MI2009-137, Jan. 2010.

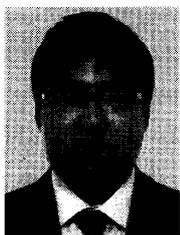
- [7] 長島宏幸, 原川哲美, “コントララテラル差分技術を用いたコンピュータ支援診断システム—脳 CT 画像における急性期脳梗塞検出への応用,” 電学論 (C), vol.128, no.11, pp.73-80, Nov. 2008.
- [8] S. Tsukuda, A. Heshiki, S. Katsuragawa, Q. Li, H. MacMahon, and K. Doi, “Detection of lung nodules on digital chest radiographs: Potential usefulness of a new contralateral subtraction technique,” Radiology, vol.223, no.1, pp.199-203, April 2002.
- [9] Q. Li, S. Katsuragawa, and K. Doi, “Improved contralateral subtraction images by use of elastic matching technique,” Med Phys, vol.27, no.8, pp.1934-1942, Aug. 2000.
- [10] Q. Li, S. Katsuragawa, T. Ishida, H. Yoshida, S. Tsukuda, H. MacMahon, and K. Doi, “Contralateral subtraction: A novel technique for detection of asymmetric abnormalities on digital chest radiographs,” Med Phys, vol.27, no.1, pp.47-55, Jan. 2000.
- [11] J. Cohen, “A power primer,” Psychological Bulletin, vol.112, no.1, pp.155-159, July 1992.

(平成 24 年 6 月 14 日受付, 10 月 26 日再受付)



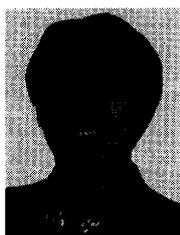
原 武史 (正員)

1995 年 12 月岐阜大学大学院工学研究科退学, 同大学工学部応用情報学科技官. 1997 同助手. 2001 同助教授. 2002 同大学大学院医学系研究科再生医科学専攻助教授 (准教授): 工博. 医用画像のための画像処理及び画像認識, コンピュータ支援診断システムの開発に関する研究に従事. 日本生体医工学会, 医用画像情報学会, 日本医用画像工学会等各会員.



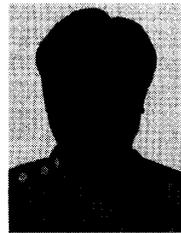
田上 元基

2012 岐阜大・工・応用情報卒, 同年同大学院医学系研究科入学. 現在, 同研究科再生医科学専攻知能イメージ情報分野所属.



森 進太郎

2001 日大・松戸歯卒, 2005 年 3 月同大学院松戸歯学部研究科了, 2005 年 4 月日本大学松戸歯学部放射線学講座助手, 2006 年 4 月同講師, 2007 年 4 月同専任講師. 日本歯科放射線学会, 日本口腔インプラント学会, 日本顎関節学会, 日本歯科医学教育学会等各会員. 日本歯科放射線学会専門医.



金田 隆

1986 日大・松戸歯卒. 1986 年 4 月日本大学松戸歯学部放射線学講座助手, 1993 年 4 月同大講師, 1996 年 7 月アメリカ合衆国ハーバード大学医学部・Massachusetts Eye and Ear Infirmary 放射線科研究員並びに Massachusetts General Hospital 放射線科研究員. 1999 年日本大学松戸歯学部教授. 日本画像医学会, 日本口腔科学会, 日本医学放射線学会等各会員. 日本歯科放射線学会指導医, 日本顎関節学会指導医, 日本歯科放射線学会専門医.



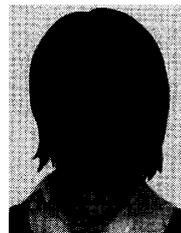
勝又 明敏

1987 朝日大・歯卒. 1994 朝日大学歯学部助手, 1999 同大助教授, 2007 同大准教授, 2011 同大教授. 日本歯科医学会, 日本歯科放射線学会等各会員. 日本歯科放射線学会理事, 日本摂食嚥下リハビリテーション学会評議員, 日本口腔インプラント学会指導医, 日本顎関節学会会員, 日本口腔科学会会員. 日本歯科放射線学会専門医.



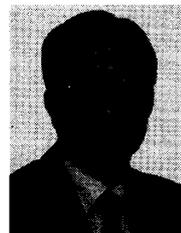
周 向栄 (正員)

2000 名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻博士後期課程了. 博士 (工学). 現在, 岐阜大学医学系研究科助教. 画像情報処理の応用, 及びコンピュータ支援診断に関する研究に従事. 日本生体医工学会, 日本医用画像工学会, 医用画像情報学会, 日本放射線技術学会各会員.



村松千左子

2008 シカゴ大学大学院生科学学部医学物理学講座了, 2008 岐阜大学産官学連携本部中核的研究機関研究員, 2009 同大学院医学系研究科重点化助教, 2012 同特定研究補佐員 (客員准教授). 医学物理博士. 医用画像処理及び画像解析, コンピュータ視線診断 (CAD) システムの開発に関する研究に従事. 日本放射線技術学会, 日本医用画像工学会, 医用画像情報学会各会員.



藤田 広志 (正員:フェロー)

1976 岐阜大・工・電気卒. 1978 同大学院工学研究科修士課程了. 同年岐阜高専電気工学科助手, 1986 同助教授. この間, 1983~1986 シカゴ大学ロスマン放射線像研究所客員研究員. 1991 岐阜大学工学部電子情報工学科助教授, 1995 同教授, 2002 同大学院医学系研究科教授 (再生医科学専攻・知能イメージ情報分野), 現在に至る. 医療分野における画像情報処理 (特に, コンピュータ支援診断システムの開発) などの研究に従事. 工博. 医用画像情報学会 (会長), 日本医用画像工学会, 日本生体医工学会等各会員.