

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

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[†]

[†] 岐阜大学 〒501-1112 岐阜県岐阜市柳戸 1-1

^{††} メディア株式会社 〒113-0033 東京都文京区本郷 3-26-6 NREG 本郷三丁目ビル 8F

^{†††} 朝日大学 〒501-0223 岐阜県瑞穂市穂積 1851-1

E-mail: [†] {yuma, hara, chisa, zxr, fujita}@fjt.info.gifu-u.ac.jp

あらまし 近年、歯科パノラマ X 線写真による画像診断が多く行われている。この写真には歯列領域のみならず、顎関節、鼻腔、上顎洞等、多くの部位が同時に撮影される。これまでに我々は歯科パノラマ X 線写真上の上顎洞領域に注目し、上顎洞炎の検出を行い医師に提示をするコンピュータ支援診断システムの開発を行ってきた。しかし、病変を検出する際には上顎洞領域を関心領域として正確に決定する必要がある。今回我々は歯科パノラマ X 線写真上の上顎洞領域を半自動的に決定する手法を提案する。有用性を検証するため試料画像(DB-1: 59 枚, DB-2: 39 枚)に対し設定領域と正解領域の一致率 (Jaccard 係数) を評価したところ、従来手法に比べて一致率は約 10%向上した。

キーワード CAD(コンピュータ支援診断), 医用画像処理, 歯科パノラマ X 線写真, 上顎洞

Semi-automatic region detection of maxillary sinus on dental panoramic radiograph

Yuma MIKI[†] Takeshi HARA[†] Chisako MURAMATSU[†] Tatsuro HAYASHI^{††}

Akitoshi KATSUMATA^{†††} Xiangrong ZHOU[†] and Hiroshi FUJITA[†]

[†] Gifu University 1-1 Yanagito, Gifu-shi, Gifu, 501-1112 Japan

^{††} Media Co.,Ltd NREG Hongosantoyome Building, 3-26-6 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0033 Japan

^{†††} Asahi University 1851-1 Hodumi, Mizuho-shi, Gifu, 501-0223 Japan

E-mail: [†] {yuma, hara, chisa, zxr, fujita}@fjt.info.gifu-u.ac.jp

Abstract Recently, a diagnosis using a dental panoramic radiograph is frequently performed. We previously developed a method to detect abnormal regions in maxillary sinus area. However, it is necessary to accurately set the maxillary sinus regions as regions of interest in the system. In this study, we propose a method to set the maxillary sinus regions semi-automatically on a dental panoramic radiograph. We evaluated the usefulness of this method using Jaccard index between the gold standard and the region set by our method. We employed 98 cases from the two databases. As a result of this study, Jaccard index was improved by about 10% compared to our previous method.

Keywords CAD, medical image processing, dental panoramic radiograph, maxillary sinus

1. はじめに

歯科治療の際に、歯科パノラマ X 線画像(Fig.1)による画像診断が行われる。歯科パノラマ X 線画像には多くの部位が同時に撮影されるが、歯領域以外の部位はあまり注目されない。歯科治療目的で撮影された場合に他の部位の病変が検知できれば、コンピュータ支援診断(Computer-Aided Diagnosis: CAD)として有用性が高いと考えられる[1~5]。

我々はこれまでに、左右上顎洞領域の濃度平均の差

分を取ることで、閾値処理により片側性の歯性上顎洞炎を検出する手法を開発している[6]。このシステムでは上顎洞領域を関心領域として設定をする。そのため、より正確に上顎洞領域を関心領域として設定する必要がある。

今回我々は下顎頭上端の検出、歯槽頂線の形状に基づく上顎洞後壁の半自動位置設定を行い、正解とする上顎洞領域との一致率を評価した。



Fig.1 歯科パノラマ X 線写真

2. 方法

2.1. 下顎頭の検出による FH 面の近似

外耳孔と眼窩下縁を結んでできる直線をフランクフルト平面または FH 面という。この面は上顎洞領域の上端に沿っており、関心領域の上端を決定するための有力な情報となる。また FH 面は歯科における診療上、また研究上の基準面のひとつである。今回の研究目的に限らず、歯科パノラマ X 線写真において汎用的に利用することが可能であるため、FH 面の近似は有意義であるといえる。

FH 面を推定するためには、外耳孔もしくは眼窩下縁の検出を行う必要があるが、これら 2 つの部位はパノラマ写真上では不明瞭であることが多く、場合によっては確認できないことがある。よってこれら 2 つの部位の検出は困難である。そこで、これらの部位の代わりに下顎頭上端の位置を推定し、それにより FH 面を近似する。下顎頭は顎関節を構成する部位の一つであり、パノラマ X 線写真上では外耳孔に隣接して写っている。顎関節を示した図を Fig.2 に示す。

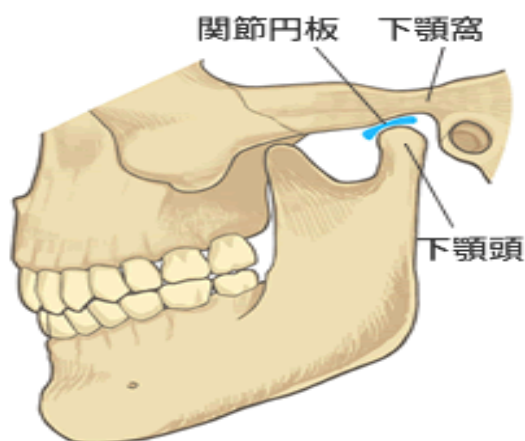


Fig.2 下顎頭と下顎窩の位置

外耳孔と下顎頭上端は、画像 x 軸に対して水平方向

の位置がほぼ同じといえるため、左右の下顎頭上端を推定することでパノラマ X 線写真上の FH 面を決定可能であると考ええる。

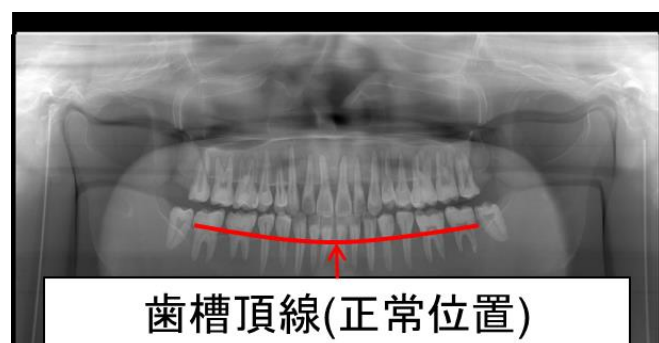
下顎頭上端の輪郭は不明瞭であることが多いため、輪郭抽出による推定は難しい。そこで下顎頭の上に写っている側頭骨下顎窩との濃度差を利用して推定を行う。側頭骨下顎窩の濃度は比較的高く、また下顎頭の濃度は低い。これを利用することで、濃度が急激に変化する位置を下顎頭と側頭骨下顎窩の境界と判断し、下顎頭上端として設定する。

2.2. 歯槽頂線の形状に基づく上顎洞後壁の設定

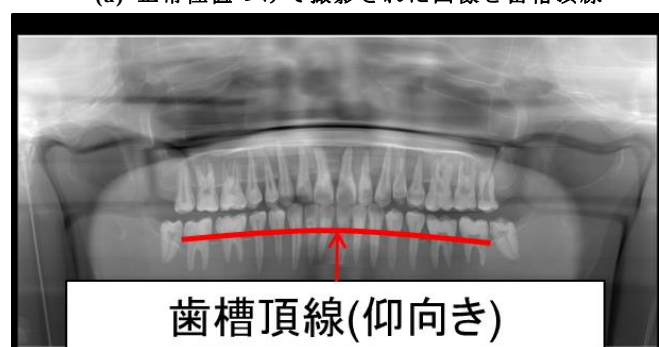
パノラマ X 線写真は通常 FH 面が地面と平行になるように位置づけをして撮影を行う。しかし、正しい位置づけが行われなまま撮影されることもあり、その場合パノラマ写真における像の写り方は変化する。基準となる状態から顔を仰向きにして撮影を行ったとすると、顔全体が画像外側に広がって写り、歯列弓が「へ」の字に湾曲する。また基準となる状態から顔を俯けた状態で撮影を行ったとすると、顔全体が画像中心に向かって縮まって写り、歯列弓は「U 字」に湾曲する。上顎洞後壁の位置も同様に、仰向きの場合には通常より画像外側に像が形成され、俯きの場合には通常より画像内側に像が形成される。撮影体勢と歯列弓の形状、また上顎洞後壁の写る位置の変化の關係に注目して、撮影体勢の変化に応じた上顎洞後壁設定方法を提案する。

前述したように、歯列弓の形状は撮影体勢によって変化する。つまり、歯列弓の湾曲の度合い、また「へ」の字か「U 字」のどちらの形状をしているかを判断することで撮影体勢を推測することが可能であると考ええる。しかしながら、画像の中には歯牙欠損などにより歯が写っていない画像も存在する。そのため、歯列弓ではなく、歯列弓にほぼ平行している下顎歯槽頂線を代わりに利用する。下顎の歯槽頂を結んでできる歯槽頂線は、歯列弓と同様に撮影体勢に応じて、湾曲度合いなどが変化する。この歯槽頂線を本手法では半自動的に取得する。正中点(下顎左右中切歯の間)と左右第 2 大臼歯遠心点の 3 点を手動で入力し、それらを最小二乗法により 2 次式近似することで歯槽頂線を近似する。半自動処理とした理由は頸椎の障害陰影、歯の有無など、自動化するためにはいくつか弊害があるため困難であると判断したためである。また、この歯槽頂線を取得することは、他の用途にも利用できる可能性がある。例えば、撮影時の体勢による画像の写り方の変化を、歯槽頂線の形状や前述の FH 面の情報を合わせて利用することで、正常な位置づけで撮影された画像に近づける補正を行うことが将来的に可能になると

考える．よって，半自動処理を加えることで安定して歯槽頂線を取得することは有意義であると考え．例として，正常位置づけで撮影したときと，仰向きで撮影したときの歯槽頂線を示した画像をそれぞれ Fig.3 に示す．



(a) 正常位置づけで撮影された画像と歯槽頂線



(b) 仰向きで撮影された画像と歯槽頂線

Fig.3 撮影体勢による歯槽頂線の形状変化

歯槽頂線を最小二乗法で近似して算出される 2 次の係数 a (実数) に注目する．この係数の絶対値は歯槽頂線がどの程度湾曲しているかを示す指標となり，符号は上に凸の曲線なのか下に凸の曲線なのかを判断する指標となる．例えば，上に凸なら「へ」の字の形状をしているため，撮影時に顔が仰向きの状態だったと推測することが可能である．正常撮影をしたときの係数 a の数値と比較することで撮影体勢を推測し，それに応じた上顎洞後壁の位置の設定を行う．比較する基準はファントムを撮影した画像から算出する．ファントムを正常位置づけ，仰向き，俯きの状態で撮影し，それぞれの画像から係数 a と正中線から上顎洞後壁までの距離を算出する．それらを撮影体勢に応じた上顎洞後壁の位置の基準とする．

3. 結果

収集した 2 つのデータベースを使用して従来の上顎洞領域設定法と比較し，評価を行った．使用した画像は A 病院(59 症例: DB-1)及び B 病院(39 症例: DB-2)で

収集した画像である．画像毎に正解領域(1 名の歯科放射線医により設定された領域)とシステムが設定した領域の適合率，再現率，一致率(Jaccard 係数)を算出し，症例数で平均する．結果を Table 1 に示す．従来手法に比べて平均一致率が向上したため，提案手法を用いてより正確に上顎洞領域位置を設定することが可能になった．平均再現率が両方のデータベースで 20 % 近く上昇しているため，従来手法において上顎洞領域として設定することができていなかった領域が，提案手法において設定することが可能になったことがわかる．

Table 1 2つのデータベースに対する
平均一致率・平均再現率・平均適合率の比較

		適合率	再現率	一致率
DB-1	従来手法	89%	42%	40%
	提案手法	84%	61%	53%
DB-2	従来手法	95%	39%	38%
	提案手法	91%	54%	51%

下顎頭上端の位置推定についても目視評価を行った．設定された位置が下顎頭上端付近ならば"成功"，他の部位に設定されていたら"失敗"とした．DB-1 においてはすべての症例について設定に成功し，DB-2 においては 39 枚中 36 枚について設定が成功した．これらの結果から，両方のデータベースで 90 % 以上の成功率を示し，DB-1 では全画像について成功しているため，下顎頭上端の推定は安定して行えていることがわかる．

4. まとめ

下顎頭上端の推定及び歯槽頂線の形状に基づく上顎洞後壁の位置の設定を行うことで，上顎洞領域を設定する方法を提案した．提案手法において，正解領域とシステムの設定した領域との平均一致率は，従来手法より約 10 % 向上した．よって，本手法を用いた上顎洞領域に対する関心領域の設定は有用であると示唆された．下顎頭上端の位置推定についても高い成功率を示し，安定した設定が可能であることを示した．今後は，今回設定した FH 面と歯槽頂線を利用し，パノラマ X 線写真の標準化を行うことで撮影体勢による写り方の違いを補正する処理を加えることで，医師にとって見やすく，またシステムにとっても解析のしやすい画像にしていきたい．

5. 謝辞

本研究の一部は，日本学術振興会の科学研究費補助金(基盤 B，新学術領域研究)および平成 26 年度岐阜大学技術交流研究会からの助成を受けて行われました．

文 献

- [1] 澤頭 毅, 林 達郎, 原 武史 他, トップハットフイルタを用いた歯科パノラマエックス線写真上の顎動脈石灰化の自動検出法, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.110, no.364, pp.93-96, 2011.
- [2] 松本 拓也, 林 達郎, 原 武史 他, 歯科パノラマ X 線写真における動的輪郭モデルを用いた下顎皮質骨の厚みの自動計測, 電子情報通信学会信学技報, vol.111, no.127, pp.1-5, 2011.
- [3] C.Muramatsu, T.Matsumoto, T.Hayashi, T.Hara, A.Katsumata, X.Zhou, Y.Iida, M.Matsuoka, T.Wakiska, and H.Fujita, Automated measurement of mandibular cortical width on dental panoramic radiographs, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, vol.8, no.6, pp.877-885, 2013.
- [4] 高橋 龍, 村松千左子, 原 武史, 林 達郎, 勝又明敏, 周 向榮, 藤田広志, 位置特徴量の導入と特徴量選択による顎動脈石灰化の自動検出法の改良, 日本放射線技術学会雑誌, vol.70, no.6, pp.526-533, 2014.
- [5] A.Katsumata and H.Fujita, Progress of computer-aided detection/diagnosis (CAD) in dentistry. Japanese Dental Science Review, Review Article, vol.50, pp.63-68, 2014.
- [6] 原 武史, 田上元基, 森進太郎, 金田 隆, 勝又明敏, 周 向榮, 村松千左子, 藤田広志, 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, 電子情報通信学会論文誌 D, 特集号, vol.J96-D, no.4, pp.885-891, 2013.