OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	側面位頭部X線規格写真における計測点の自動認識に関する研究
Author(s)	谷川, 千尋
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45559
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏名	谷川千尋（たにかわちひろ）
博士の専攻分野の名称	博士（歯学）
学位記番号	第19407号
学位授与年月日	平成17年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 歯学研究科分子病態口腔科学専攻
学位論文名	**側面位頭部X線規格写真における計測点の自動認識に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教授 高田 健治 （副査） 教授 和田 健　助教授 松本 憲　助教授 村上 秀明

論文内容の要旨

【目的】

本研究の目的は、⑴側面位頭部X線規格写真（以下セファロ写真）上で解剖学的計測点（以下計測点）を目視により同定する場合の、計測点の二次元平面内における分布パターンを調べること、および⑵計測点近傍の解剖学的特徴と計測点の位置を自動認識するシステムを開発し、システムが判定した計測点の位置が適切か否かを判定するための基準領域として前記の分布パターンをもとに求められた確率楕円を用い、システムの信頼性について検討することにある。

【資料ならびに方法】

大阪大学歯学部付属病院矯正科を訪れた永久歯列を有する10名の患者（男性7名、女性3名）について、初診時に中心咬合位で撮影されたセファロ写真10枚を資料として用いた。判定者として歯科医師10名が選ばれた。各セファロ写真（フィルムベース）について、判定者が個別に顔面頭蓋の透写図を作成し、20個の計測点（S、N、Or、Po、Ba、ANS、PNS、PointA、PointB、Pog、Me、Gn、Go、Ar、Cd、U1、U1_C、L1、L1_C、Ptm）を同定した。次に透写図を重ねた状態で各セファロ写真をデジタル処理した後に、パーソナルコンピュータのモニター上に出力させ、判定者とは別の測定者1名が透写図上に記された計測点の位置をマウスを用いて記録した。

判定者 e がセファロ写真 c 上で同定した計測点 m の座標値を $\mathbf{V}(m, c, e)$（$m=1, 2, \cdots, 20$, $c=1, 2, \cdots, 10$, $e=1, 2, \cdots, 10$）とし、以下の手順で座標群を作成した。ステップ1：計測点 $m=\mathrm{M}$ とした時、$e=1, 2, \cdots, 10$ の平均座標値 $\mathbf{V}(\mathrm{M}, c, *)$ を計算し、その計測点の代表計測座標値とした。ステップ2：平均座標値 $\mathbf{V}(\mathrm{M}, c, *)$ を原点とし、Sの平均座標値とNの平均座標値を結ぶ直線（S-N）に平行な直線をX軸、原点を通りX軸に直交する直線をY軸とする座標系を作成し、この座標系上で $\mathbf{V}(\mathrm{M}, c, e)$ を再定義し、$\mathbf{V}'(\mathrm{M}, c, e)$ とした。ステップ3：座標値群 $\mathbf{V}'(\mathrm{M}, c, e)$ を数学的に同座標系上に重ね合わせた。ステップ4：ステップ1-3の計算を、$\mathrm{M}=1, 2, \cdots, 20$ について繰り返し行い、100点の座標群 $\mathbf{V}'(\mathrm{M}, c, e)$ を各計測点ごとに求めた。次に同定された計測点について、二次元空間内の分布パターンを調べた。また、同定された計測点のばらつきの要因を検討するために $\mathbf{V}'(\mathrm{M}, 1, e)$, $\mathbf{V}'(\mathrm{M}, 2, e)$, …, $\mathbf{V}'(\mathrm{M}, 10, e)$ の10小群（A群）と $\mathbf{V}'(\mathrm{M}, c, 1)$, $\mathbf{V}'(\mathrm{M}, c, 2)$, …, $\mathbf{V}'(\mathrm{M}, c, 10)$ の10小群（B群）を作成し、各群に属する小群の分散の均一性についてBartlett検定にて検討した。また、B群の各小群で得られたx、y座標値のそれぞれについて、小群間に有意の差があるかどうかを

Kruskal-Wallis 検定により検討した。以上の統計的検定の有意性は $p<0.05$ とした。これらの座標群 V' (M, c, e) から、計測点ごとに確率楕円を作成した。

セファロ写真計測点の位置を自動認識するシステムを、工学的に開発された自動認識手法を基礎として開発し、臨床上の実用性能を評価した。1998 年から 2003 年の間に矯正科を訪れた患者のうち 465 名について、初診時に撮影されたセファロ写真 465 枚を資料として用いた。まず、400 枚の資料をデジタル化し、計測点ごとに周囲の解剖学的構造を含む 64x64pixel の画像データを抽出した。抽出した画像に対して PPED 技術を適用して、64 次元の数値列すなわちベクトル表現に変換した。次にベクトル量子化技術を用いて 400 個のベクトル表現から典型的な 15 個のベクトルパターン（テンプレートベクトル）をワークステーションを用いて生成した。生成したテンプレートベクトルを用い、ベクトルマッチング技術で自動認識を行うシステムを開発した。本研究では、マルチプルビジョンマッチング技術を用いて認識を行った。本システムの動作性能を評価するために、残りの 65 枚のセファロ写真を性能評価用資料として用いた。信頼域 $\alpha=0.01$ の確率楕円を計測点の位置が正確に同定されたかどうかを判定するための基準領域とした。各計測点ごとに、システムが基準領域内に計測点を同定した数の評価用資料総数に対する百分率を正答率と定義し、認識結果を評価した。

【研究成績】

視覚により同定した計測点の位置の二次元空間における分布パターンは以下のように分類された。確率楕円の長軸の長さ/短軸の長さの比率が 1.4 未満である丸型分布（Po、PointA、Gn、Go、Cd）、比率が 1.4 以上でありかつ長軸と X 軸のなす角度 0° 以上 15° 未満（以下 0-15° と記す）あるいは 165-180° である水平型分布（S、N、Or、ANS、PNS、Me、Ar、U1、L1）、15-75° である正の傾き型分布（Ba、PointB、Pog、L1_C）、75-105° である垂直型分布（Ptm）、105-165° である負の傾き型分布（U1_C）の 5 分類であった。A 群では X 軸方向で 6 計測点、Y 軸方向で 7 計測点について、B 群では X 軸方向で 6 計測点、Y 軸方向で 9 計測点について、分散が有意に不均一であった。すなわち、視覚により同定された計測点の位置のばらつきは症例ごとに異なることが示された。また、B 群ではすべての計測点で y 座標値について 10 小群間に有意の差が認められた。すなわち、同種の計測点について、正解と考える計測点の位置は判定者により固有の偏りが存在することが示された。

セファロ写真計測点の認識に関する正答率は 88%（範囲 77%-100%）であり、特に、Me、PointB、Ptm、Pog、Ba、L1_C、U1_C、Gn については 90%以上の正答率が得られた。

【結論】

1、目視により同定された計測点の二次元空間内の分布パターンは個々の計測点により異なり、形態学的特徴により丸型分布、水平型分布、正の傾き型分布、垂直型分布、負の傾き型分布の 5 つのパターンに分類された。

2、目視により同定された計測点の位置のばらつきは症例ごとに異なり、また判定者に固有の偏りが存在した。（$p<0.05$）

3、自動認識システムによるセファロ写真計測点認識の正答率は 88%（範囲 77%-100%）であった。

以上より、本研究で開発されたシステムがセファロ写真計測点を臨床的に妥当な精度で認識できることが確認された。

論文審査の結果の要旨

日常の矯正診断においてセファロ写真分析は重要な分析方法のひとつであるにもかかわらず、計測点の同定については、自動化が未だ実現されておらず、歯科医師の目視による判断で行われている。矯正歯科臨床の中でエックス線画像の読影作業が自動化できるならば、歯科医師にとっては大きな作業負担の軽減につながる。

セファロ写真上の計測点の自動認識については、過去にいくつか報告されているが、未だ臨床応用には至っていない。最近、ヒトの認識機構からヒントを得た心理学的脳モデルが開発され、セファロ写真計測点の位置同定問題に適用され、工学的な有効性が確認された。しかし、システムの臨床応用の可否については未だ結論は出ておらず、計測点を臨床上要求される精度で認識できるシステムの実現は未解決の課題であった。

そこで、申請者はセファロ写真上で計測点を目視により同定する場合の、計測点の二次元平面内における分布パターンを調べ、それぞれの計測点に固有の形状、方向性、大きさをもつ確率楕円の中に、システムが同定した点が入るか否かを指標とすることで、合理的で客観的な評価を行えるようにした。また、新たにマルチプルビジョンマッチング技術を考案、適用することで、計測点の認識精度の向上に成功した。

以上より、計測点近傍の解剖学的特徴と計測点の位置を自動認識するシステムが開発され、計測点を臨床的に妥当な精度で認識できることが確認された。よって、本研究は矯正歯科臨床に大きく貢献するものであり、博士（歯学）の学位授与に値するものと認める。