Osaka University Knowledge Archive

Title	三次元形状データからの外鼻特徴点自動抽出法の開発
Author(s)	伊藤, 尚史
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41871
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏　　名　伊藤尚史（いとう たかし）

博士の専攻分野の名称　博　士（歯　学）

学位記番号　第　15344　号

学位授与年月日　平成12年3月24日

学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当

歯学研究科歯学臨床系専攻

学位論文名　**三次元形状データからの外鼻特徴点自動抽出法の開発**

論文審査委員　（主査）
教　授　作田　正義

（副査）
教　授　高橋　純造　　助教授　村上　秀明　　講　師　日高　　修

論文内容の要旨

【目的】

口腔外科疾患の治療に際して、診断、治療計画の立案、治療成績の検討などを目的に、顔面形状の計測と定量的評価が必要となるが、従来の顔面計測法では精度と迅速性の両面で臨床的要求を充足するには至らなかった。近年、臨床上充分な精度を有する接触型あるいは非接触型の三次元形状計測装置の実用化され、顔面曲面をメッシュ状に分割・近似した小平面の三次元座標データ（顔面クラウド）として容易に計測可能となった。顔面形状の定量評価のためには、顔面クラウドから評価に用いる特徴点を抽出する必要があるが、顔面形状の特性などの諸問題から自動化は困難で、手動抽出に頼らざるをえず計測精度、再現性および客観性の低下や、多大な人的労力を要することが臨床応用への新たな障害となっていた。このため、コンピュータ処理による自動抽出システムの開発が試みられ、人的労力の軽減や精度向上に寄与したが、依然手動による補助操作が必要であり、満足のいく問題解決には至らなかった。そこで本研究では顔面、特に外鼻に対する三次元評価の精度の向上と高速化を目的に、顔面クラウドから外鼻の特徴点を全自動で抽出するアルゴリズムを考案してシステムを構築し、健常成人および口唇裂患者に適用してその有用性を検討した。

【方法】

1．外鼻特徴点自動抽出システムの開発

顔面石膏模型を空間精度5 μm の高精度接触型三次元計測装置（TRISTATION 400CNC；ニコン、東京）により1.0mmピッチでメッシュ状に計測して得られた顔面クラウドから、顔面の方向や位置の認識を含め、外鼻特徴点25点の抽出を全自動で行うプログラムを、汎用曲面解析アプリケーション（Surfacer ver.9.0、Imageware 社、U.S.A.）上のマクロ言語 Scoll を用いて開発した。アルゴリズムは1）円柱および平面への近似による顔面方向の認識、2）仮座標系の設定、3）内眼角点、鼻根点、鼻柱基部点の抽出、4）特徴点抽出用座標系の設定、5）外鼻下面外形線の抽出、6）鼻翼溝線の抽出、7）鼻孔周囲特徴点の抽出の7ステップで構成した。特徴点抽出の再現性を検討するため、同一顔面模型を5回計測して得られた顔面クラウドから抽出した特徴点の座標値、および同一被験者の5個の顔面石膏模型から得た顔面クラウドから抽出した特徴点の座標値をそれぞれ求め、その標準偏差により評価した。また、口腔外科専門医が手動抽出した特徴点を自動抽出した特徴点の座標と比較した。

2．健常成人の顔面形状データを用いた本システムの性能評価と外鼻形状分析

健常成人113名（男性59名、女性54名）の顔面石膏模型から得られた顔面クラウドを評価対象とし、まず本システムの特徴点抽出率をステップごとに検討した。次に、主な特徴点間距離29項目に対して主成分分析を行い、計測値を支配する成分について検討した。さらに、距離計測項目、角度計測項目の男女差についても検討した。

3．口唇裂二次手術術前症例の顔面形状データを用いた本システムの性能評価と外鼻形状分析

口唇・口蓋裂一貫治療の最終段階に行う外鼻形成術直前の片側性唇裂症例37名（男性18名、女性19名）および両側性唇裂症例10名（男性４名、女性６名）の顔面石膏模型から得られた顔面クラウドを評価対象とした。本システムによる特徴点抽出率を検討し、さらに健常成人を対照群として計測結果を分析した。

【結果】

1．外鼻特徴点自動抽出システムの開発

プログラムの規模は約3,000行、95KBで、プログラム内で新たに60の関数定義を行った。7,000～8,000点で構成される顔面クラウドより外鼻特徴点25点の抽出に要した時間は約２分であった。自動抽出された特徴点中、鼻翼溝周囲特徴点の一部の標準偏差が1.6㎜であった以外はすべて1.0㎜以内で、臨床上満足できる再現性が得られた。手動抽出と比較して自動抽出の再現性は同程度であったが、一部の特徴点の位置に有意差（$P<0.05$）を認めた。

2．健常成人の顔面形状データを用いた本システムの性能評価と外鼻形状分析

健常成人113名中、７名で鼻孔周囲に充分な数の計測点が得られず、鼻孔周囲特徴点が抽出できなかった。主成分分析により、49.7％の寄与率を示す第１成分が得られ、大きさの成分と考えられた。これは鼻尖点と左右鼻翼外側点で構成される三角形の面積の平方根との相関が高く、外鼻形状基準化のパラメータとして使用可能であった。男女間では、すべての距離計測項目で男性が有意に大きかった（$P<0.001$）が、外鼻の基準化により女性は男性に比べて前後的に圧平され、小さい鼻孔を持つ特徴が明らかとなった。

3．口唇裂二次手術術前症例の形状データを用いた本システムの性能評価と外鼻形状分析

唇裂鼻患者47名中、鼻孔が小さいため鼻孔周囲特徴点が抽出できなかった例を８名に、外鼻の変形が強く外鼻下面外形線を抽出できなかった例を４名に認めた。片側性口唇裂症例では左右差が、両側性口唇裂症例では外鼻全体および鼻孔形状が前後的に圧平されていることが定量的に示された。

【結論】

本システムにより、顔面クラウドからの特徴点全自動抽出が臨床的に充分な精度で実現し、迅速で客観的な外鼻形状定量評価が可能となることが示唆された。

論文審査の結果の要旨

本研究は、顔面、特に外鼻に対する臨床上充分な精度での三次元評価の高速化と客観性の向上を目的に、顔面クラウドから外鼻の特徴点を全自動で抽出するアルゴリズムを考案することにより、全自動抽出システムを構築し、そのシステムが臨床上で有用性があるかを検討したものである。

その結果、本システムによる特徴点の抽出は極めて短時間で可能であり、臨床上満足できる再現性が得られた。また本システムを用いることにより、健常成人の外鼻形状規準化のパラメータを得ることができ、さらに口唇裂二次手術術前症例に対する外鼻形状分析が可能であることが示された。

以上の研究結果より、開発された本システムは顔面形状の迅速、かつ高精度の分析・評価を可能とし、さらに臨床的にも有用性があることが示され、本研究は博士（歯学）の学位授与に値するものであることを認める。