



Title	距離画像合成による顔面三次元形状データ補完法の開発と顔面特徴点自動抽出への応用
Author(s)	前田, 有美
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42473">https://hdl.handle.net/11094/42473</a>
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、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>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	前田 有美
博士の専攻分野の名称	博士(歯学)
学位記番号	第 16138 号
学位授与年月日	平成13年3月23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	距離画像合成による顔面三次元形状データ補完法の開発と顔面特徴点自動抽出への応用
論文審査委員	(主査) 教授 由良 義明  (副査) 教授 高田 健治 助教授 荘村 泰治 助教授 玉川 裕夫

### 論文内容の要旨

#### 目的

近年、レーザー光を用いた非接触型三次元形状計測装置（以下レンジファインダー）が開発されたが、これらの装置は比較的小型で、非侵襲・非接触下に数秒以内に計測データ（距離画像）を出力可能なため、口腔・顎・顔面領域の疾患治療における顔面形状評価、手術シミュレーションおよびナビゲーションなどに広く臨床応用される可能性を持っている。しかしながら、単方向からの計測では顔面形状の複雑さに起因するデータの欠損やアーティファクトを生じるため、計測精度や信頼性に問題が残されていた。また、当講座では顔面計状評価自動化を目的に、接触型高精度三次元座標測定装置が出力する三次元計状データ用の顔面特徴点自動抽出システムが開発されているが、データ欠損やアーティファクト、さらにはデータの特性の違いから、レンジファインダーのデータをそのまま適用することは不可能であった。本研究は精度と信頼性の高い顔面形状計測・評価法の確立を目的に、距離画像合成によるデータ補完法の開発と、このデータを顔面特徴点自動抽出システムに適用することを試みた。

#### 方法

##### 1) システム構成

顔面三次元計状データ採取には、レンジファインダー（VIVID700、ミノルタ、大阪、以下VIVID）を、対照データの採取には空間精度  $5 \mu\text{m}$  を有する接触型高精度三次元座標測定装置（TRISTATION 400CNC、ニコン、東京、以下TRISTATION）を用いた。得られたデータはそれぞれワークステーション（Professional Workstation : COMPAQ、U.S.A.、OS : Windows NT Workstation Ver.4.0 SP 3、Microsoft、U.S.A.）上で作動する、汎用曲面解析アプリケーション（Surfacer Ver.9.0、Imageware、以下SURFACER）およびSURFACER がもつマクロ言語Scoll を用いてプログラムを自作し、座標変換、合成、補完等の処理を行った。

##### 2) 距離画像合成によるデータ補完法の開発

(1) 直径25.4020mmの真球3個（ボール原点ブロック、東京精密、東京）を一直線上にのらないように配置し、VIVIDを用いて計測した。各軸方向の測定誤差を検討した。さらに、真球面上の測定可能領域の点がもつ法線ベクトルとその点からレーザー射出窓への方向ベクトル（以下レーザーベクトル）がなす角度 $\theta$ を求め、測定精度との関係を検討した。

(2) 1989年から1992年の間に大阪大学歯学部口腔外科学第二講座で採取され、保存されている顔面石膏模型（健常男

性54例、女性53例、口唇裂二次症例男性30例、女性31例）の中から無作為に抽出した57例（健常男性20例、女性20例、口唇裂二次症例女性17例）を TRISTATION により計測した。得られた距離画像から法線ベクトルを算出してその分布領域を求め、VIVID 測定可能域の法線ベクトルの分布領域と比較し、シミュレーションで顔面形状データ補完に要する距離画像数および計測方向を求めた。

(3)複数の顔面形状データを自動的に合成し補完するプログラムを開発した。

### 3) 補完プログラムの性能評価

顔面石膏模型168例と、1999年から2000年までの間に大阪大学歯学部附属病院第二口腔外科を受診した顎変形症術後患者41例（男性8例、女性33例）および口唇裂二次症例患者15例（男性6例、女性9例）から距離画像を採取して顔面形状を補完し、補完プログラムの成功率と補完データの精度を求めた。さらに、補完データに対して当講座で開発済みの特徴点自動抽出プログラムを改変して適用し、その成功率を求めた。

## 結果

### 1) 距離画像合成によるデータ補完法の開発

#### (1)VIVID の精度

FOV に対する各軸の推定誤差は X 軸0.39%、Y 軸0.49%、Z 軸0.52%であった。法線ベクトルとレーザーベクトルがなす角度  $\theta < 70^\circ$  となる点において計測誤差  $|d| < 0.3\text{mm}$  であった。

#### (2)距離画像数と計測法

顔面形状データ補完には、顔面の YZ 平面上で Y 軸に対して  $20^\circ$  下方から（第一計測）、また顔面の XY 平面上で Y 軸に対して  $\pm 45^\circ$  から（第二、三計測）計測された 3 つの距離画像が必要であることが明らかとなった。

### 2) 顔面データ補完プログラムの性能評価

すべての症例の自動補完が可能であり、補完データの誤差  $|d| < 0.5\text{mm}$  であった。所要時間は 1 症例あたり約90秒であった。さらに、顔面石膏模型168例中151例（89.9%）、生体計測56例中50例（89.3%）において特徴点自動抽出が可能であった。

## 結論

本法の開発によって、迅速で高精度の顔面形状計測法が確立された。さらに補完顔面形状データを特徴点自動抽出システムに適用でき、客観的な評価も可能になった。本システムにより、非接触かつ高速計測と診断が求められる手術ナビゲーションなどへの臨床応用の可能性が示唆された。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、顔面形状計測において、迅速かつ非接触の計測と客観的な評価をすることを目的として、顔面三次元形状データ補完法の開発を行い、その臨床での有用性を検討したものである。

その結果、本研究で開発したレンジファインダーの配置と計測数、距離画像を補完するアルゴリズムを用いて得られた顔面形状データは、臨床上十分満足できる精度を有し、極めて短時間で顔面三次元形状を計測し、評価できることが示された。

以上の研究結果は、臨床において有用な迅速、かつ高精度の顔面形状の計測・評価法を提供するものであり、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。