

足部 3 次元点群データからの解剖学的特徴点の抽出

樋口 裕介† 高尾 祐介† 福井 幸男‡

筑波大学 国際総合学類† 筑波大学 システム情報工学研究科‡

1 はじめに

近年、身体適合性の高い靴を手軽に入手する手段として、3次元スキャナを用いて取得した個人の足部形状データから靴を個別に自動設計・製造するシステムに注目が集まっている。そうした自動設計システムでは、靴の土台となる靴型と足部形状との対応を取るために、解剖学的特徴点の位置情報が必要とされる。従来、そうした解剖学的特徴点の位置は、計測する際に人手でマーキングする必要があり、計測者にある程度の熟練を求めることや、時間がかかってしまうという問題があった。

そうした問題を解決するため、本研究では解剖学的特徴点のうち、MT (Metatarsal Tibiale: 脛側中足点)・MF (Metatarsal Fibulare: 腓側中足点) の自動抽出方法を提案する。MT・MF の位置を図1に示す。

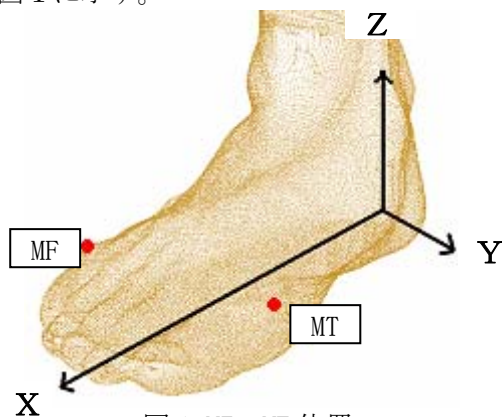


図1 MT・MF 位置

2 研究概要

身体形状データから解剖学的特徴点位置を推定する研究はこれまでに広く行われており、その一つとして Free-Form-Deformation (FFD) 法による標準モデルの相同変換を利用したものがある[1]。FFD 法を用いることで、3次元スキャナで

計測された身体形状データから製品設計に必要なとされるすべての解剖学的特徴点を自動抽出することができる。

FFD 法を靴型の設計に用いる場合には、足部モデルの座標系を定義する基準点として、踵点・MT・MF の3点の解剖学的特徴点情報の入力が必要とされるが、この3点のうち、MT・MF の位置情報は未だに手計測によって得られている。そこで、本研究では足部点群データから MT・MF の2点を自動抽出する手法を提案する。

MT・MF の自動抽出に関する研究もこれまでになされているが[2]、人手によって計測された MT・MF 位置との誤差が大きく、より精度の高い抽出方法の考案が望まれていた。

提案手法の開発は、MT・MF 位置が既知である点群データを用いた分析・予備実験・考察によって進めた。

3 提案手法

3.1 処理手順

提案手法の処理の流れを図2に示し、各処理のうち説明が必要と考える項目について、以下の節で述べる。

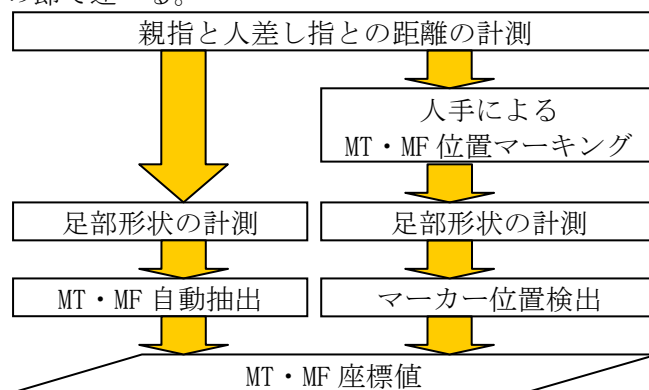


図2 提案手法の処理手順

3.2 親指と人差し指との距離の計測

予備実験から、親指よりも人差し指が 3mm 以上長い足部データでは、自動抽出の精度が極端に悪くなるのが分かったため、そうした足部データは自動抽出対象から除外し、従来の人手による位置計測を行うこととした。

Extraction of Anatomical Landmarks from 3D Point Cloud Data

† Yusuke Higuchi, Yusuke Takao
College of International Studies, University of Tsukuba

‡ Yukio Fukui
Graduate School of Systems and Information Engineering,
University of Tsukuba

3.3 MT・MF 自動抽出

MT・MF の自動抽出処理は図 3 に示すように、いくつかの処理段階から構成される。

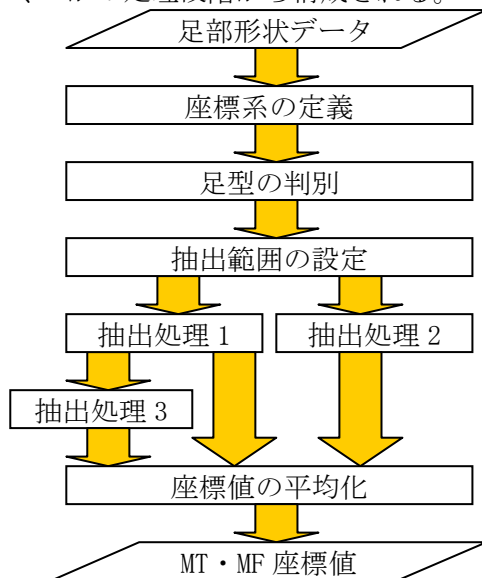


図 3 自動抽出処理の流れ

●座標系の定義

抽出処理のための座標系を定義する。定義方法は従来手法を継承した。

●足型の判別

抽出対象データをその足部形状に基づいて、ギリシャ型・エジプト型のどちらかの足型に分類する。以下で行われる抽出処理はそれぞれの足型に沿った処理内容が適用される。

●抽出範囲の設定

親指先端位置と小指先端位置の座標値をもとに MT と MF の抽出範囲をそれぞれ設定する。

●抽出処理 1・2・3

図 4 のような爪先からの画像を考えた時に、MT・MF が Y 軸に対して一定の角度位置に存在するという分析結果に基づいた抽出手法 1・2、MT・MF における接線の傾きに一定の傾向があるという分析結果に基づいた抽出手法 3 を適用する。

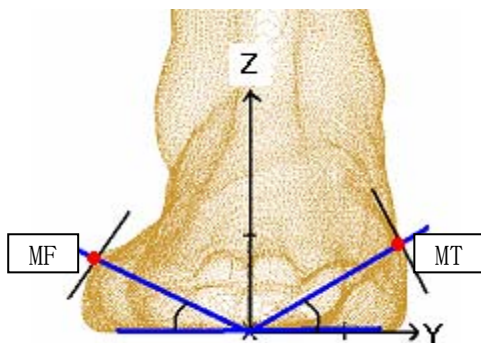


図 4 爪先からの足部画像

●座標値の平均化

各抽出処理で得られた MT・MF 座標値の平均値

を求め、最終的な MT・MF 座標値とする。

4 評価実験

提案手法を成人 50 名分の足部点群データに適用し、得られた MT・MF 位置と、人手によって計測された位置との距離を算出し、これを誤差として評価を行った。実験結果を表 1 に、従来手法との比較結果を図 5 に示す。

表 1 提案手法の抽出結果 (単位:mm)

		Euclid	X 軸	Y 軸	Z 軸
MT	平均誤差	2.87	1.61	0.99	1.80
	最大誤差	7.89	5.77	3.17	7.15
MF	平均誤差	2.56	1.87	1.23	0.72
	最大誤差	7.62	7.13	4.39	2.74

(自動抽出対象からの除外データ数: 5)

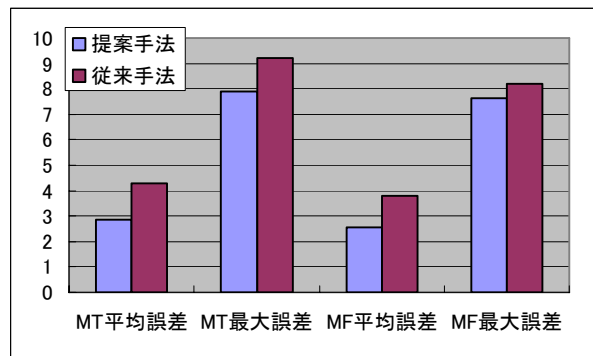


図 5 従来手法との比較

(誤差はユークリッド距離[単位:mm]を示す)

5 おわりに

本論文では、身体適合性の高い靴の製作に必要とされる 2 点の解剖学的特徴点 MT・MF を足部点群データから自動抽出する手法の提案を行った。提案手法を用いて評価実験を行ったところ、MT・MF とともに平均誤差を 2mm 台に抑えることができ、従来手法よりも高い精度での抽出に成功した。実用化のためには平均誤差・最大誤差ともにさらに縮める必要があり、特に最大誤差に関しては、自動抽出対象からの除外処理も含めた抽出手法の改善が必要と考える。

参考文献

- [1] 矢原弘樹ら:FFD を用いた 3 次元足部モデルの解剖学的特徴点抽出, 電子情報通信学会論文誌 Vol. J87-D-II, pp. 967-977, 2004.
- [2] 高橋瑛逸ら:足部点群データからの基準の解剖学的特徴点の抽出, 情報処理学会第 68 回全国大会講演論文集, pp. 4. 2-4. 3, 2006.