

足部点群データからの基準の解剖学的特徴点の抽出

高橋 瑛逸[†] 矢原 弘樹[‡] 水野 一徳[‡] 三谷 純[‡] 西原 清一[‡] 福井 幸男[‡]

筑波大学 情報学類[†] 筑波大学大学院 システム情報工学研究科[‡]

1. はじめに

近年、個人の身体に適合した眼鏡や靴などを手軽に入手する方法として、個人の身体形状データから身体に適合した製品を個別に設計・製造するシステムへの関心が高まっている^[1]。

3次元スキャナなどで計測された身体形状データを用いた製品の設計では、解剖学的特徴点情報を持った3次元身体モデルが必要とされる。解剖学的特徴点は現状では、専門家が手作業で位置を計測するため、非常に手間がかかる^[2]。

本稿では解剖学的特徴点の中でも特に、3次元足部モデルの座標系の定義に使用する基準点を身体表面形状の点群データから抽出する手法を提案する。

2. 基本事項

2.1. 3次元足部モデル

3次元足部モデルを図1に示す。図左が身体表面形状を現す形状点(数万点)である。図中央が製品とモデル間の対応付けに利用される解剖学的特徴点(372点)である。図右が足部モデルの座標系を定義する基準点(踵点・MT(脛側中足点)・MF(腓側中足点)の3点)である。本稿では前提条件として、原点とXY平面が既に分かっているものとする。また本稿では3つの基準点のうち、前提条件として踵点の位置を既知であるものとして、MT・MFの位置推定を行う。

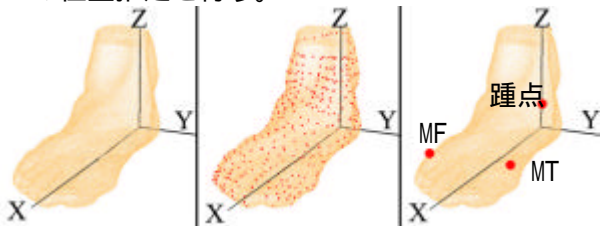


図1 3次元足モデルの定義

2.2. MT・MFの定義

本稿で求めるMTは第一指中足骨頭のY方向最内点にもっと近い形状点であり、MFは第五指中足

骨の最外点にもっと近い形状点である。(図2)。

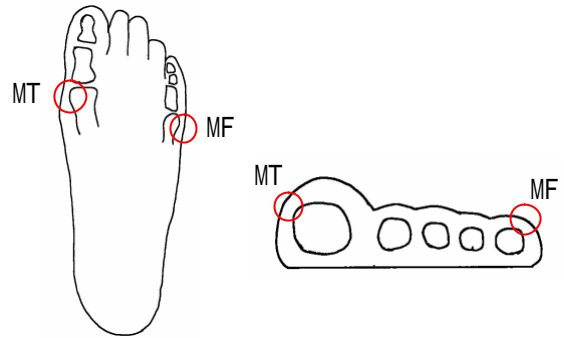


図2 MT・MFの定義

3. 処理の手順

3.1. 処理の方針

骨格と表面形状の間に皮膚や脂肪など軟部組織が存在するため、3次元表面形状の特徴などから抽出することは困難であった。そのため、あらかじめ解剖学的特徴点の位置がわかっている複数のサンプルモデルを用意し、統計学的な知識から推定することとした。

3.2. 処理の流れ

全体の処理の流れを図3に示す。

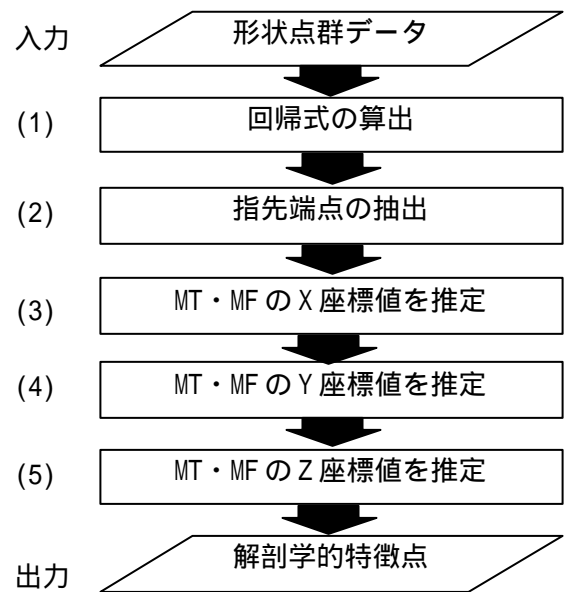


図3 処理の流れ

Automatic Detection of Basic Anatomical Landmarks from 3D Foot Model's Points Cloud Data

[†] Yoitsu TAKAHASHI

College of Information Sciences University of Tsukuba

[‡]Hiroki YAHARA, Kazunori MIZUNO, Jun Mitani

Seiichi NISHIHARA, Yukio FUKUI

Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

(1) 回帰式の算出

回帰式の決定。サンプルモデルを重回帰分析することにより、指先端点の X 座標から MT・MF の X 座標を推定する重回帰式を算出する。X 座標を推定する回帰式には説明変数として指先端点の X 座標を、Y 座標を推定する回帰式には説明変数として $z=1.5\text{mm}$ の足底点群の輪郭線において、MT の X 座標における最大点と MF の X 座標における最小点を用いた。

(2) 指先端点の抽出

(1) 指先端点を指先の形状情報から抽出する^[3]。

(3) MT・MF の X 座標値を推定

(2) 抽出した指先端点を説明変数とし、(1)で算出した回帰式により MT・MF の X 座標値を推定する。

(4) MT・MF の Y 座標値を推定

$z=1.5\text{mm}$ の足底点群の輪郭線において、(3)で推定された MT の X 座標における最大点と MF の X 座標における最小点を取り出し、(1)で求めた回帰式から座標を推定する。

(5) MT・MF の Z 座標値を推定

(3)および(4)で得られた X, Y 座標値を形状上に投影。たる形状点に投影することで、Z 座標を推定する。

4 . 評価実験

4 . 1 . 実験方法

提案手法の実装にあたり、MT・MF の位置が既知である 190 名分の 3 次元足部モデルのうち、150 名分をサンプルセットにして重回帰分析を行い、40 名分のモデルを推定対象モデルとして MT・MF の推定を行った。そして、位置推定結果を実際に計測された MT・MF の位置と比較し誤差を調べた。なお、計測された解剖学的特徴点には、既存の手計測による誤差 1.0 mm と 3 次元スキャナの精度による誤差 1.0 mm が含まれている。

4 . 2 . 実験結果・考察

実験結果を図 4 に示す。図で平均値の上部にある線は標準偏差を示している。

点群データに含まれる誤差を考慮しても、誤差についてはまだ大きい。

また、誤差を大きくした要因として、

- ・説明変数の不足
 - ・撮像時の指の姿勢に起因する指先端点の誤差
 - ・他のモデルと特徴の異なるモデル
- などが考えられる。

それに対する対策として以下のことが考えられる。

- ・説明変数を増やす
- ・例外的なモデルの検出

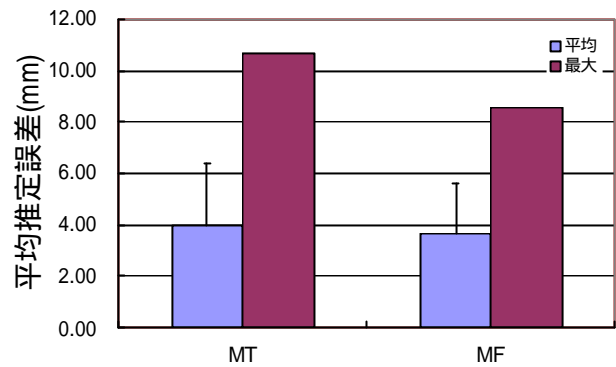


図 4 誤差のグラフ

5 . おわりに

本稿では、3 次元足モデルにおける基準の解剖学的特徴点を統計学的に位置推定する手法を提案した。(そして、平均誤差についてある程度良い位置推定結果を得ることができた。)

しかし、誤差を大きくする要因が存在するため、今後それらに対応していき、より安定した位置推定を行えるよう改善していく必要がある。

6 . 謝辞

(独)産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センターの持丸正明副センター長、(株)アイウェアラボラトリー木村幸三社長にデータを提供いただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 日本皮革産業連合会, イージーオーダーシステム研究報告書, 日本皮革産業連合会, 1989.
- [2] 矢原, 日隈, 福井, 西原, 持丸, 河内 FFD を用いた 3 次元足部モデルの解剖学的特徴点抽出, 信学論, vol. J87-D- , no.4, pp.967-977, 2004.
- [3] H.Yahara, S.Inou, Y.Fukui, S.Nishihara, M.Mochimaru, M.Kouchi "Extraction of Five Anatomical Landmarks on Toes of a Foot Model by using the Surface Shape," SAE Digital Human Modeling for Design and Engineering, pp.2005-01-2730, Jun. 2005.