

# 標準人体モデルの部分計測データへのあてはめによる 個人人体モデルの生成

4K-1

西田典了† 福嶋茂信‡ 美濃導彦¶

† 京都大学工学部情報学科

‡ 京都大学大学院法学研究科

¶ 京都大学総合情報メディアセンター

## 1 はじめに

三次元計測器を用いた人体形状の計測が盛んに行われつつある。計測手段にレンジセンサがあげられるが、得られる計測データはオクルージョン等で部分的であり、対象物の表面特性などが原因で欠損することもある。人体の場合では、特に、顎下や股下、頭部などの計測は困難で、計測データのみで個人の三次元モデルを得ることは難しい。

そこで本稿では、モデルベースによる個人人体の三次元モデルの生成手法を提案する。あらかじめ用意した人体の標準モデルに、計測データをあてはめ、標準モデルを変形する。計測データのない部分は、標準モデルの形状を継承することで、全身の人体モデルを得ることができる。標準モデルの変形は、計測データに大局的な形状をあわせる相似変形と、局所的な形状をあわせる局所変形を行う。標準モデルには、これらの変形に有用な情報も記述しておく。複数の計測データを得る場合は、各データに対して平均的な形状に標準モデルを変形することで、より個人に近い三次元モデルを生成する。

本研究では、個人の直立姿勢を計測対象とし、人体モデルや計測データにはパッチモデルを用いる。(i) 標準モデルと計測データを点で対応づけ、(ii) この対応点をもとに標準モデルを変形を行うが、(i) の対応点はマニュアルで与え（実験では5,6点）、(ii) のモデルの変形に焦点をあて、人体の制約も加味した変形手法を考察する。また、計測データをもとに変形を行うための標準モデルの記述法についても考察する。

## 2 標準モデルの記述

人体の部位において、骨や筋肉などの構造は個体間で変化しないことから、部位の個人差は相似変形で表現することができる。また、腰骨などの骨が突出した

部分は、人体形状の特徴的な部分であると考えられることができる。以上から、標準モデルを肩、胸、両腕、腰、両脚の部位に切り分ける。本研究での部位の切り分けは、標準モデルに対して水平な面で行う。また、相似比を計算するための主軸を、各部位ごとに設ける。さらに、計測データのない部位についても推定を行うために、人体の各部位の性質を表す次の行列を用意する。

- 接続行列: 各部位の接続関係を記す。
- 対称行列: 各部位の人体における対称性を記す。
- 隣接行列: 各部位の隣接関係を記す。部位の交差判定に用いる。

脇下や股間のような箇所は、変形すると人体としての形状が損なわれやすい。このような箇所は変形しないように、小さな変形重みを標準モデルの対応箇所に記述する。肩部、腰部についても部位の接続数が多いため、変形重みを小さく与える。標準モデルに関するこれらの記述を図1に示す。

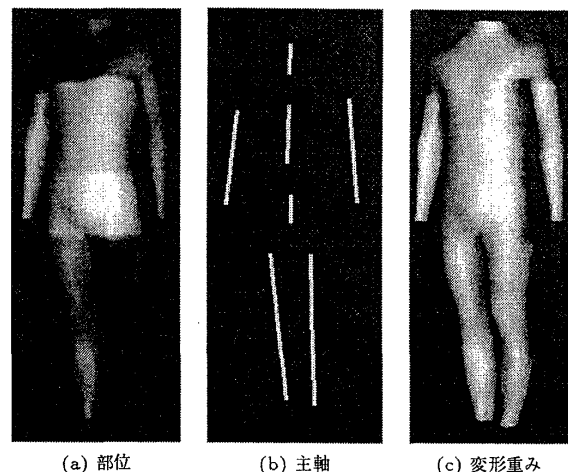


図1: 標準モデルの記述

## 3 変形手法

計測データをもとに、標準モデルの記述を参照しながら標準モデルを変形する手法を説明する。変形のプロセスは、標準モデルに対する計測データの位置あわせ、大局的な形状をあわせる相似変形、計測データの局所的な形状をあわせる局所変形からなる。変形には、標準モデル上の点に対して、変形量とその方向を示す

“Human Shape Model Generation by Fitting the Standard Model onto Partial Measured Data.”  
NISHIDA Noritoshi, FUKUSIMA Shigenobu, and MI-  
NOH Michihiko.

† Department of informatics and mathematical science, faculty of engineering, Kyoto university

‡ Graduate school of law, Kyoto university

¶ Center for information and multimedia studies, Kyoto university

Email nisida@kuis.kyoto-u.ac.jp

URL <http://www.imel1.kuis.kyoto-u.ac.jp>

変形ベクトルを求める。実際の変形は、求めた変形ベクトルにその点の変形重みを掛けてから行う。

### 3.1 計測データの位置あわせ

計測データの標準モデルへ位置あわせは、マニュアルで与えた対応点をもとに行う。標準モデルに対して、計測データをスケール、回転、平行移動する。

### 3.2 相似変形

計測データがある部位は、その部位上にある対応点間の平均距離から、その部位の主軸を相似中心とした相似比を求める。計測データがない部位は、まず、対称行列からその部位と対称な部位に、計測データがあるかどうかを調べる。データが存在すれば、対称な部位と同じ相似比をその部位にも与える。データが存在しなければ、全ての対応点の平均距離から、全身に対する平均的な相似比を求めて、その部位の相似比とする。

以上の相似比から、変形ベクトルを算出し、相似変形を行う。ただし、部位ごとに相似比が異なるため、部位の接続は滑らかでない。部位の接続部分については、変形ベクトルの大きさを平均化し、滑らかにして対処する。

### 3.3 局所変形

次に、計測データの存在する部分を、その形状に近づける局所変形を説明する。局所変形は、モデル上の点をデータ上の対応する点の位置に移動させることで行う。この変形で計測データの形状に近づけるためには、モデルとデータの対応点はできるだけ多いほうがよい。そこで、位置あわせが正しく行われたとして、あらたに対応点探索を行う（マニュアルで与えた対応点は一旦無視する）。このとき、変形後にパッチが交差ししないようにするため、水平方向に位置する点の中で、最適な対応点を見つける。求めた対応点間の、モデルからデータへ向かうベクトルの水平成分を、基本変形ベクトル $y_i$ とする。対応のばらつきを抑えるため、モデル各点の実際の変形ベクトルは、以下の補間式[1]により求める。計算には、変形ベクトルを求める点がある部位の全ての基本変形ベクトルと、接続する部位の全ての基本変形ベクトルを用いる。 $f(x)$ は点 $x$ の変形ベクトル、モデル上の対応点の座標を $m_i$ 、対応点におけるモデル表面の法線ベクトルを $n_i$ とする。 $R$ は変形領域を表す定数である。

$$f(x) = \sum_{i=1}^N w_i(x) \cdot y_i \cdot \text{ang}_i$$

$$\text{ang}_i = \begin{cases} n(x) \cdot n_i, & n(x) \cdot n_i > 0 \\ 0, & n(x) \cdot n_i \leq 0 \end{cases}$$

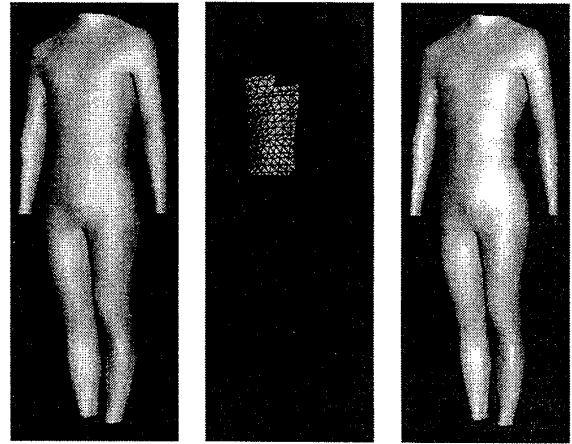
$$w_i(x) = \frac{\sigma_i(x)}{\sum_{j=1}^N \sigma_j(x)}$$

$$\sigma_i(x) = \begin{cases} 0.5 + 0.5 \cos\left(\frac{\|m_i - x\|}{R} \pi\right), & \|m_i - x\| < R \\ 0, & \|m_i - x\| \geq R \end{cases}$$

また、人体の対称性（対称行列）から、変形ベクトルを求めた点に対称な点にも、対称な変形ベクトルを与える。

## 4 実験

細身の人体モデル（目標モデル）から胸部を切り取ったものを、部分計測データとして用いた。胸部のデータとそれをもとに変形した結果を図2に示す。計測データは胸部だけであるが、影響が胸部以外の部分にも波及している様子がわかる。変形結果の目標モデルとの誤差は、変形前の標準モデルと比べて、計測データのある胸部は60%、肩部と腰部も50%ほど減少した。両腕、両脚は、使用したモデルの元来からの誤差が大きく、誤差はそれほど小さくならなかった。



(a) 標準モデル (b) 部分計測データ (c) 細身に変形  
図2: 変形結果

## 5 おわりに

本稿では、標準モデルを用いることで、部分的な計測データから人体の3次元モデルを生成する手法を示した。標準モデルに人体の制約を記述することにより、計測データのない部分についても、個人の形状を推定することができる。人体形状の統計データを標準モデルに記述して、統計的な変形を行うことが今後の課題である。

### 謝辞

人体モデルを提供していただいた人間生活工学センターに感謝する。

## 参考文献

- [1] 今尾公二他, “個人体型を表現するためのシルエット画像に基づく3次元形状モデルの変形法”, 京都大学大学院工学研究科卒業論文
- [2] Chitra Doragi, “3D Object Model Construction from Multiple Views”, Proceedings of 13 th ICPR, p770-4 vol.1