

# 人体形状の三次元スキャニング

生活技術開発セクターでは、複数の光学式三次元スキャナを所有しており、これらによって、人体形状の計測を行うことができます。特に、比較的新しい方法であるパターン投影式装置による人体形状のデジタルサイズに取り組んでいます。パターン投影法は被験者の姿勢に制限が少ないことが特徴で、人間工学分野における三次元計測技術のさらなる活用が期待できます。三次元スキャナで得られる三次元データの特徴に加えて、パターン投影法以外の測定法についても紹介します。

## 人体形状情報の重要性和測定技術

人体寸法を基に作られる製品として、 Apparel製品がまずイメージされますが、工業製品全般、特に生活環境で使用されるものは人体寸法・形状を踏まえていることが必要です(1)。産業用の機械であっても身体が誤って巻き込まれないなど人体形状に関係する要件があります。

日常的に意識される人体寸法項目は身長、胸囲、腹囲といった数種類ですが、製品開発や設計ではさまざまな人体寸法が参照されます。例えば、衣料のための日本産業規格(JIS)では、身体の数値に約100項目定義されています。人間工学分野においては、JISで定義されていないものも含め約250項目に上ります(2)。

人体形状について、測定項目全てをメジャーなどの器具で測定することは容易ではないため、光学的な方法で省力化、自動化することが検討され、さまざまな装置が考案されています(3)。最も単純な方法として、解剖学的特徴点(例えば肩などの骨の出っ張っている点、ランドマーク)を手作業でマーキングしておき、各点間の距離を画像測定(写真撮影)する方法があります。

さらに進んだ方法として、非接触式測定機により全身を三次元スキャンし、得られたポリゴンデータから特徴点を自動的に抽出するシステムも存在します(4)。量産品の設計に必要な、ある集団の体形を示すパラメータを求めることについては、採寸作業の省力化のた



図1 ボディラインスキャナ  
(浜松ホトニクス株式会社製 C9036)  
主に採寸目的で使用されるスキャナで直立姿勢で測定します。

めに必要なレベルの測定技術はある程度確立されていると言えます。

## 非接触式測定機の特徴

光学的な方法で測定を行う非接触式測定機は、接触式でばらつきの原因となる測定力(測定子を押し付ける力)が発生しないこと、短時間で広い範囲をスキャンできることから、表面が柔らかく静止の困難な人体の測定に向いています。図1のボディラインスキャナは、レーザー光を走査し、その反射光を検出した位置から三角測量の原理で座標を求めるしくみを使って、全身形状を約10秒で取得できま



図2 人体3Dデジタイザ  
(Hexagon (旧 AICON) 社製)  
縞模様による投影による、測定対象の姿勢に制限が少ない装置です。

す。しかし、この装置は主に採寸目的での使用(直立での測定)を想定しているため、汎用のスキャナとしての利用には大きな制約があります。

これ以外には、対象物にパターン光(主に縞模様)を投影して模様の歪み(位置)をカメラで撮影、プロジェクターとカメラの位置関係から計算して表面形状を得る方法(パターン投影法)も人体の測定に用いられます。広い範囲の形状を一度に取得可能なため工業製品向けにもよく用いられています(5)。図2はパターン投影式の装置で、測定対象を囲んで4方向に柱状のスキャナが設置されています。各スキャナにはパターン光を投影するためのプロジェクターとその上下にカメラが配置されています。約1秒間隔で順番にスキャナを稼働させて8方向からの三次元形状を取得し、共通部分を照合する方法で一体になったポリゴンデータを得ます。

パターン投影法はハンディタイプの装置に採用されることもあります。この場合には、1秒間に10回以上のデータ取得を行うことでスキャナの動きに追従したデータの繋ぎ合わせを実現しています。このタイプの装置は身体を部分的に測定する場合に用いられます。

そのほかには、さまざまな方向から撮影した写真(二次元)から共通する点を抽出することで三次元データを生成する方法(フォトグラメトリ)も安価に導入可能な測定機として使用されます。色情報(テクスチャ)を同時に



図3 パターン投影式装置によるマネキンの測定例  
影になった腋の部分や反射光を読み取りにくい素材(ベルトのバックル)部分が抜けています。

取得可能であり、CGデータの制作などに有用な方法です。

## 人体用スキャナの課題と活用

近年注目されている3Dプリント技術を用いたカスタムメイドなどにおいては、人体の三次元形状データそのものが必要とされる場面が考えられます。この場合は、寸法測定が目的ではないため、測定対象が複雑な姿勢であるなど、従来の装置で対応できない要求も生じます。複雑な人体形状を測定するためには、今後もさまざまな方法を検討する必要があります。

パターン投影式の装置は、測定対象の姿勢に制限が少なく、例えば座った状態での計測も可能です。ただし、測定対象の形状(姿勢)によっては、死角(光が届かない、カメラから見通せない部分)がレーザー光を用いた三角測量と比べて発生しやすいことに注意が必要です。図3はマネキンのスキャンの様子と生成された三次元データです。腋の部分の形状が抜けているのが分かります。この欠損を測定条件や光学系の配置の工夫により解消することができれば、人体用スキャナのさらなる活用が期待できます。生活技術開発セクターでは課題解決に向けて研究に取り組んでいます。

- 【参考文献】
- (1) 社団法人人間生活工学研究センター「人間特性基盤整備事業成果報告書(2007)」
  - (2) 通商産業省工業技術院生命工学工業技術研究所編「設計のための人体計測マニュアル」社団法人人間生活工学研究センター(1994)
  - (3) 吉澤徹「計測と制御」39(4)、pp.267-272(2000)
  - (4) TIRI NEWS 2011年4月号、pp.8-9
  - (5) 新村稔「情報処理」55(10)、pp.1122-1127(2014)

【講習会のご案内】  
2020年11月下旬に、人体3Dデジタイザを体験していただける講習会を予定しています。

生活技術開発セクター  
副主任研究員

いしどう ひとし  
石堂 均

お問い合わせ  
生活技術開発セクター(墨田)  
TEL 03-3624-3731