隊員の身体計測データベース

○大西 洋一、橋本 昭夫、工藤 正秋

防衛庁技術研究本部第1研究所

Anthropometric Database of GSDF

Yoichi Onishi, Akio Hashimoto and Masaaki Kudo

First Research Center, Technical Research and Development Institute, Japan Defense Agency

1. はじめに

装備品と隊員の適合性の良否は、運用時の装備品の性能発揮に影響を与えるばかりでなく、身体的負担の増加、習熟訓練等の所要期間等にも影響する。装備品の設計段階から、これらの人間工学的要因を適切に検討することで、適合性を更に向上させることが可能と考えられる。適合性の検討に利用する人体データとして、身体の寸法に加えて、コンピュータ上での仮想的な設計・評価等に使われる三次元的形状の人体モデルが、デジタルヒューマン基盤技術等として広く研究されている。これらのための基礎データは国内外の身体計測プロジェクトで蓄積され、市販の人体 CAD 製品等にも反映されている。

当研究室では、現職陸上自衛官（約 14 万人）の身体的特長をより正確に装備品開発へ反映するために、平成 13 年度から 15 年度にかけて約 2,300 名の隊員の立体形状、筋力及び視機能等を計測した。これに続いて、計測データを各種装備品の創製段階のモックアップ検討等から CAD, CAE 等による設計、設計変更及び人間工学的適合性のシミュレーション等までに渡って活用するためのデータベースシステム Anthropometric Design Tool (ADT) を作製している。本発表では、ADT の概要を提案し、これを用いた出力データの検証及び適合性評価の例を報告する。

2. ADT の概要

図 1 に ADT の概要を示す。ADT では、被験者の属性に応じた区間推定、特長の分析・分類、解析-統計-設計-製造-評価の流れでのデータ利用のスムーズ化、既存の設計製造プロセスでの活用等の用途を想定している。ADT の基礎となる被験者データ、ADT を構成するデータベース及び主な機能を以下に示す。

2.1 被験者データ

被験者数：男性約 1,900 名、女性約 400 名

内訳：陸自、年齢 18～58 歳、15 職種

抽出法：層化単純無作為抽出

測定：2.5D 身体スキャン、マルチン計測、筋力、視機能

基本姿勢：準裸体の立位 2 種、座位 2 種、部分 5 種(図 2 に例を示す。)他

2.2 データベース

取得データ、実用データ及びその中間データについて、解析またはデータ出力の段階ごとに対応するよう、以下 a～e のような区分で一元的に管理している。

- 取得データ：2.5D スキャン画像、被験者属性等
- 形状：2.5D メッシュ、誤差及び三次元頂点群
- 特徴点：解剖学的特徴情報
- 採寸：演算された身体寸法値及び誤差
- 部位：身体部位の識別・集計のための、

図 1 ADT の概要

図 2 基本姿勢

参照点を基準に定義する正規的な頂点群。位相モデル¹⁾の一種。

2.3 機能

形状データの実人への忠実さと信頼性の評価・検証, データ作製アルゴリズムの開発, 母集団を考慮するための立体形状の統計的構築, 他システムとの整合, 評価モジュールの作成及びユーザー向けの操作・表示等の機能をもたせた。また, それぞれの機能に拡張, 改良を反映できるように, 中間データ及び解析モジュール群は可分的²⁾に作製されている。

3. ADT の適用

3.1 ADT の採寸と従来法とのリニアリティ

ADT の出力を従来法との整合性によって検証するために, 図3に三次元身体計測による採寸値とマルチン氏式計測によるものの対応の2例を示す。上は肩峰点間距離(N=86)の相関グラフで回帰係数1.01, 決定係数0.47, 下はウェスト囲(N=1,300)の相関グラフで回帰係数1.01, 決定係数0.44であった。回帰係数は良好であったが, 相関係数が0.68程度に低い原因としては, 計測姿勢, 身体動

図3 ADT による採寸とマルチン式採寸の対応
上: 肩峰点間距離, 下: ウェスト囲

図4 ADT 出力データによる形状の適合性の検討例
左: ADT 出力データ, 中央: 面体設計, 右: 漏れ試験

揺, 装置精度, 解析精度及び採寸方法等の影響が挙げられ, 2. 5D スキャンによる形状データの質, 計測方法, データ処理の課題が考えられる。

3.2 設計への適用

ADT で作成した頭部形状の利用例を図4に示す。左は頭頂部を基準とした被験者3名の平均形状のサーフェイス, 中央は仮想的なマスクを装着したもの, 右はマスクと顔面の接触部位の検証による漏れ試験の様子を示している。設計には, 頭部のポリゴンデータを専用プログラムで利用する方法と, 市販CADでCAD対応データを利用する方法とを適宜選択することが可能である。また, 設計機能には人間工学的実験等のフィードバックを加えていく予定である。

4. まとめ

隊員の立体的形状及び身体的特長を装備品設計等に反映するためのADTを提案した。これは信頼性を明らかにしたデータを基に, システムの拡張性・他システムとの互換性等を向上させるよう設計されたものである。ADTの採寸機能については, 従来採寸との若干の相違が認められた。また, 設計用途では, 完成品を予測評価しつつ装備品創製段階から人間工学的資料を活用する例を示した。今後も, 装備品の研究開発や調達において詳細で使いやすい人間工学的技術資料の利活用に資するよう, ADTを開発していく予定である。

5. 参考文献

- 1) 持丸正明: 人体形状のモデル化と計測への再利用, デジタルヒューマン基盤技術, 独立行政法人産業技術総合研究所, p.67, 2005
- 2) 丹羽雄一郎: 階層型分散情報処理による三次元身体形状計測の提案, 日本人間工学会第34回関東支部大会講演集, p.5, 2004