

TOPICS

三次元画像情報に基づく個体別モデリング技術

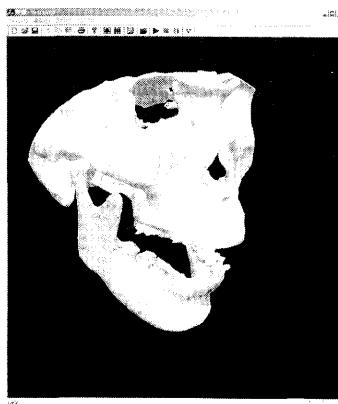


図1 個体別頸運動表示システム

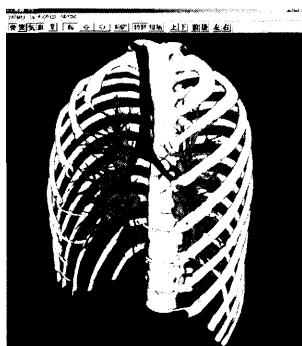


図2 胸部モデルを用いた教育支援システム

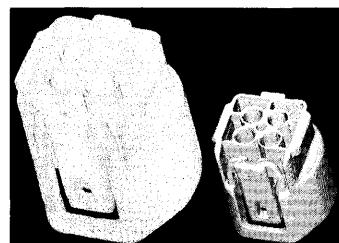


図3 電気部品の有限要素モデル（左）とCTデータからの三次元構築画像（右）

1. はじめに

X線CT装置がHounsfieldらによって発明されてから現在までの技術進歩には目覚ましいものがある。画像精度が向上するばかりでなく低価格化も進んでいる。昨今では、医療分野だけでなく産業分野でも非破壊検査に三次元画像情報が用いられている。しかしこれまでは、三次元画像装置から得られる情報の可視化をメインに開発が進められており、その膨大な情報量が十分には有効活用されていないようである。

筆者らの研究グループでは、X線CT画像に基づいて対象物を個体別に

モデル化する技術について検討を続けている。本稿では、提案する手法により構築した有限要素モデルを紹介し、個体別モデリング技術の可能性について考察してみたい。

2. 個体別モデリング

生体内の骨体に生じる応力状態を個体別に有限要素解析することにより、骨体の力学環境に対する適応について生体力学的観点からの検討を筆者らは続けており、そのため以下に四つのステップからなる個体別モデリング手法を提案している⁽¹⁾。

- 1) CT画像群からの対象領域の抽出
- 2) 対象領域内への節点配置
- 3) デラウニー分割法に基づく要素分割
- 4) 対象領域外の不要要素の除去

最近の研究により対象領域の抽出作業の簡便化や、形態を考慮して要素サイズを変化させる手法などが実現でき、小規模ながら対象物を忠実に再現した有限要素モデルを容易に構築できるようになってきた。提案する技術は、マルチスライス画像を取得することによって、骨体のような生体硬組織だけでなく、生体軟組織や人工物にも適用することが可能である。

3. モデリング技術の適用例

生体組織を個体別にモデリングすることにより、直感的に三次元構造を把握することができることから、臨床において患者に対して症状を分かりやすく提示することや、医学生の教育に役立てることを目指している。

骨体をモデル化することにより、静的な応力解析が可能になるだけでなく、個体別の運動の様子を容易に把握することができる。図1に上下顎骨の個体別モデルと運動計測手法を組み合わせることによって構築した顎運動表示システムを示す。本システムは顎関節症の診断に役立てることを目的として構築したものであり、運動計測によって得られる情報に基づくアニメーション表示が可能である。本システムを用いることにより、直接観察することが困難な関節部をビジュアルに表現する

ことができ、医師にも患者にも分かりやすい症状の提示が期待できる。

提案する技術を生体軟組織に適用した例として、ヒト胸部の個体別モデルを図2に示す。本システムは、セファロ像やスライス画像群といった二次元画像から三次元構造を把握する必要がある放射線科医師の養成を支援するシステムとして開発した。本システムでは個体別に骨体・血管・気管および肺実質のモデルを構築しており、それぞれを個別あるいは同時に表示することができ、簡単なマウス操作による視点変更が可能となっている。さらに、任意箇所をクリックすることによって当該箇所のスライス画像をも表示することができる。現時点では健常例のモデルしか構築できていないが、さまざまな症例ごとにモデルを構築することで、それぞれの構造的特徴の把握が容易になるだけでなく、有限要素解析と組み合わせることで力学状態や変形の様子を提示することも可能になるとを考えている。

個体別モデルは生体組織だけでなく人工物についても構築することが可能である。図3に電気部品をモデル化したものを示す。実際に製作した部品を設計図面と比較するリバースエンジニアリングにおいて、個体別モデリング技術を現行のCADシステムやプロトタイピング技術と組み合わせることにより、多品種少量生産の品質保証技術が高まることを期待している。

4. おわりに

マルチスライス画像情報から個体別に三次元モデルを構築する本技術は、前述のようにさまざまな分野に適用可能である。個体別モデリング技術が今後、医療や生産の現場で広く活用され、技術向上に貢献することを願っている。
(原稿受付 2004年9月14日)

〔小関道彦 東京工業大学〕

●文献

- (1) 伊能教夫・ほか、X線CTデータに基づく骨体の自動モデリング手法（デラウニー分割を利用した有限要素モデルの生成）、日本機械学会論文集、68-669, C (2002), 1481-1486.