

心臓フィジオーム研究への手書き風モデリングインタフェースの応用 —心臓電気生理現象シミュレータにおける有効性—

原口 亮^{1,2} 五十嵐健夫^{3,4} 大和田茂³ 八尾武憲² 難波経豊² 芦原貴司² 永田 啓⁵ 中沢一雄^{1,2}

¹ 国立循環器病センター研究所 ² 心臓シミュレーション・マッピング研究ワーキンググループ

³ 東京大学大学院情報理工学系研究科 ⁴ 科学技術振興機構さきがけプログラム

⁵ 滋賀医科大学医療情報部

Application of Sketch-based Modeling Interface for Heart Physiome Research

Ryo HARAGUCHI^{i) iii)}, Takeo IGARASHI^{iii) iv)}, Shigeru OWADAⁱⁱⁱ⁾, Takenori YAOⁱⁱ⁾, Tsunetoyo NAMBAⁱⁱ⁾,
Takashi ASHIHARAⁱⁱ⁾, Satoru NAGATA^{v)}, and Kazuo NAKAZAWA^{i) ii)}

ⁱ⁾ National Cardiovascular Center Research Institute, ⁱⁱ⁾ Working Group on Cardiac Simulation and Mapping,

ⁱⁱⁱ⁾ Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo,

^{iv)} PRESTO, Japan Science and Technology Agency,

^{v)} Department of Medical Informatics and Biomedical Engineering, Shiga University of Medical Science

1. はじめに

我々はこれまでに、単位心筋細胞の電気的特性をイオンチャネルレベルで表し、これをヒトの心臓形状にあわせて結合したモデルを用いての心臓電気生理現象の大規模シミュレーションを行ってきた^[1]。しかしながら、モデルは大規模化複雑化の傾向にあり、近年のスーパーコンピュータによる計算能力の大幅な向上をもってしても、大規模精密なシミュレーションを実行するには多大な時間を要する。またシミュレーション実行前には、各心筋細胞における電気的特性のパラメータや心臓形状、刺激伝導系、心筋繊維方向など、イオンチャネルレベルから臓器レベルに至るまでの多種多様な情報をもとにシミュレーションモデルを作り込む必要がある。しかし作り込みには煩雑で用手法的な作業が避けられず大きな障害となっている。心臓フィジオーム研究を推進するためには、各種大量の生理データを統合的な環境で融合させるだけでなく、効率的にモデルに反映させシミュレーションを行う方法を開発する必要がある。そこで我々は、手書き風モデリングインタフェースを心臓電気生理現象シミュレータと組み合わせるシステムを開発した。

2. 手書き風モデリングインタフェース

複雑な心臓3次元形状を簡単に構築したり変形するために、今回我々は Teddy^[2]と呼ばれる3次元モデリングインタフェースを使用した。これはPC上で動作し、画面に2次元的に描いた自由曲線をもとに、適切な3次元ポリゴンモデルを自動的に生成するのである。またユーザが入力するストロークを元に、モデルを簡単に切断したり隆起させたりすることができる。心臓壁の厚みを変えたり、切り開いたり、全体の大きさを変更したりといった操作が手書きベースで容易に行えるようになった。

3. 心臓電気生理現象シミュレータ

一般のPC上で動作する心臓電気生理現象の簡易シミュレータを開発した。前述のモデリングインタフェースと組み合わせることで、心臓形

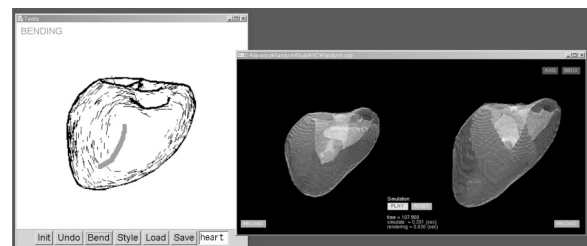


図1: モデリングインタフェース(左)を利用した心臓電気生理現象シミュレータ(右)の実行画面

状を変形後迅速にシミュレーションを実行することができる(図1)。また十分な計算能力を持つPCであれば、シミュレーション結果を即座に求め結果を可視化して観察することが可能になった。

4. まとめ

本システムにより、心臓電気現象シミュレーションにおいて心臓3次元形状を変形させながら可能性を絞り込んでいく過程(工程)が極めて容易となった。将来的には、この手書き風モデリングインタフェースの応用範囲を各種生理パラメータの調整や心筋繊維方向の設定などに広げていく予定であり、心臓フィジオーム研究のためのシミュレーションモデルの作り込みにとって極めて有用になると考えられる。また本システムは研究用途のみならず、ベッドサイドにおける患者さんへの病態の効果的な説明ツールとして、あるいは医療従事者への教育ツールとしてなど、幅広い応用可能性が考えられる。

謝辞

本研究は文科省科研費補助金(基盤研究(C)(2) 16500311, (C)(2) 16590714), 京都大学細胞・生体機能シミュレーションプロジェクト, 厚労省循環器病研究委託費(15公6)および科学技術振興機構さきがけプログラムによる研究成果の一部である。

参考文献

- [1] 中沢ら: 最新医学, 58, 8, 1834-1841, 2003.
- [2] Igarashi T, et al.: SIGGRAPH'99, 409-416, 1999.