

# 心筋触診訓練システムにおける切開シミュレーションツールの構築

○大田真一郎 徳安達士 喜多村 直<sup>1)</sup>  
坂口元一 米田正始<sup>2)</sup>  
九州工業大学 情報工学部 機械システム工学科<sup>1)</sup>  
京都大学医学部 心臓血管外科<sup>2)</sup>

## Incision Simulation Tool of Cardiac Muscle Palpation Training System for Left Ventricular Plasty

Shinichiro Oota, Tatsushi Tokuyasu, Tadashi Kitamura<sup>1)</sup>  
Genichi Sakaguchi and Masashi Komeda<sup>2)</sup>

1) Dept. of Mechanical Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology, Iizuka, Japan  
2) Dept. of Cardiovascular Surgery, Faculty of Medicine Kyoto University, Kyoto, Japan

### 1. はじめに

術前に模擬触診を行なうことのできる心筋触診訓練システムの開発は、若手医師の育成や手術の安全性の向上のため、心臓外科医からの期待は高い。本研究では、VR ハプティック技術を用いて仮想心筋を押す、摘むといった行為を模擬し、心筋触診訓練システムを確立してきた<sup>[1]</sup>。しかし触診行為を模擬するためには、心筋を切開して指を挿入し、心筋を内外から摘むといった動作の再現が必要となる。本研究は心筋切開の模擬に着目し、仮想心臓の切開切除システム開発の基礎研究を行なっている<sup>[2]</sup>。

本稿において、心筋触診訓練システムの基礎研究として、システムに仮想心筋の切開機能を追加したので報告する。

### 2. 方法

#### 2.1 システム

心筋触診訓練システムはユーザの操作するハプティクスデバイスと、デバイスの制御と仮想空間の構築を行なう PC とで構成される。PC モニタ上の仮想空間には、仮想心臓と指の位置が OpenGL で描画される。また仮想心臓は GUI により患部設定などを行なうことができる。

本システムは仮想空間上に切開作業を行なうための仮想メスを配置することで構築される。また、仮想メスを操作することで仮想心臓を切開できるものとする。今回テストランとして心筋表面に対して縦方向のみに切開できるものとした。Fig. 1 に切開機能を追加した後の心筋触診訓練システム GUI を示す。

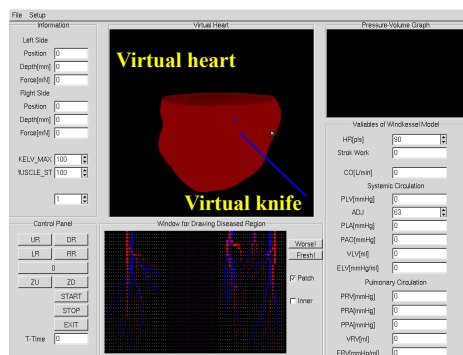


Fig. 1 GUI of training system installed incision tool of cardiac muscle.

### 2.2 仮想心臓

高速シネCT画像を基に、左心室心筋の外壁、内壁それぞれについて格子状に座標を取得し、各表面を描画することで仮想心臓を構築した。また心筋外壁と左室内壁のそれぞれ対応する座標を直線で結び、その直線を五等分して得られる座標を求めることで、左室心筋内部の座標を取得した。取得した内部座標を基に心筋を分割することで、左室心筋を六面体のブロックの集合とした。切開時には切開面に対応するブロック面を切開されたものとし、切開判定されたブロック面を描画して切開時の変化を表現する。

### 2.3 仮想メス

仮想メスは、一定の長さを持った直線で表される。CPU 負荷を軽減させるため、仮想メスの位置は、心筋表面に対して垂直に接触するように配置する。仮想メスの延長上に接触する心筋表面の位置と、その表面と仮想メスの先端までの距離を指定することで仮想メスの位置は決められる。

### 3. 仮想心筋切開

仮想心筋の切開は仮想心臓を構成する各六面体ブロックの頂点と、仮想メスとの接触を判定することで行なわれる。仮想メスの移動により通過する六面体の頂点を求め、六面体の一つの面を構成する四点が接触判定されたとき、その面を切開されたものとして描画し、切開状態を表現する。

### 4. まとめと今後の課題

本稿において、仮想心筋の切開を行なうシステムを構築し、心筋触診システムに組み込むことで切開機能を追加することができた。今後の課題として、切開箇所への指の挿入や、挿入後に心筋を内外から摘む行為の再現が必要である。

### 参考文献

- [1] 徳安達士 他:左室形成術のための心筋触診訓練システムの開発,日本コンピュータ外科学会誌 2003 Jun. Vol. 5 No. 1,pp5-13,2003.
- [2] 大田真一郎 他:左心室形成術シミュレーションのための心筋切開システムの開発,第12回日本コンピュータ外科学会大会,第13回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集,13(II)-8,pp15-16,2003.