

文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発
 「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」
 M-SPhyR Circulation 3次元血管モデリングツール MC-Modeling
 Research and Development for Next-generation Information Technology of MEXT,
 "Revolutionary Simulation Software"
 MC-Modeling, 3D modeling program for blood vessels

東京大学生産技術研究所 ————— 計算科学技術連携研究センター

分類	生命現象シミュレーション
キーワード	イメージベース血流解析、3次元血管モデリング
開発者	一條裕紀子、鳥井 亮、星名真之、畝村 毅、大島まり
公開年月	2007年6月
コード名	MC-Modeling
使用言語	Visual C++

◇ 3次元血管モデリングツール MC-Modeling

血管病変の発症・進行には血液の流れや壁面せん断応力などの血行力学的因子が影響を与えていると考えられている。血管病変の発症・進行のメカニズム解明に役立てるべく、器官・組織・細胞レベルに着目したマルチスケール・フィジックス・シミュレーションを実現するシミュレーションシステムとして M-SPhyR (Multi-Scale and Physics simulator) Circulation システム (図1) を開発している。MC-Modeling は、M-SPhyR Circulation システムにおいて、磁気共鳴画像 (MRI)、磁気共鳴血管造影 (MRA)、X線コンピュータ・トモグラフィ (CT) などの既存の医療診断装置から得られる画像をベースに血管の表面構造を3次元的に抽出・構築するプログラムである。M-SPhyR Circulation システムでは MC-Modeling を用いて医用画像から直接3次元モデル作成することで、脳血管系のイメージベースの血流解析を実現している。

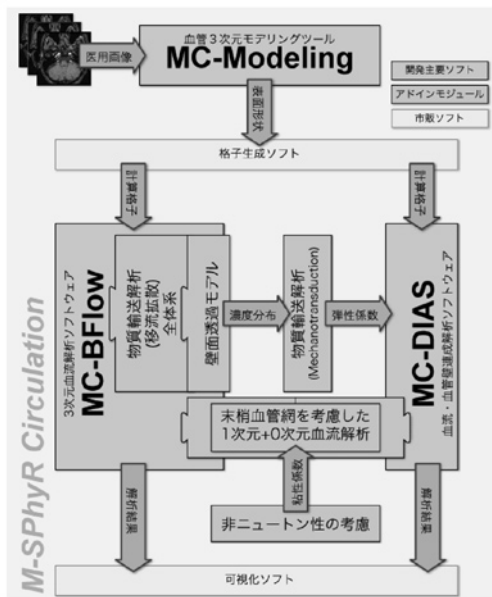


図1 M-SPhyR Circulation システム概要

◇ MC-Modeling の特徴

MC-Modeling の特徴としては、(1)医用機器で用いられる標準的ファイル形式である DICOM フォーマットのデータを直接読み込むことができる、(2)血管表現に B-Spline 関数曲線・曲面を使用しており、

形状の修正が容易に行える、(3)曲率や捻れ度などの血管の形状パラメータを算出することができる、などが挙げられる。またグラフィカルユーザーインターフェースを装備し、モデリング作業を効率よく進めることができる。構築した血管表面はSTLフォーマットで書き出すことができるので、そのまま市販の格子作成ソフトに読み込ませて計算格子を作成することができる。

◇ユーザーインターフェース

MC-Modeling のユーザーインターフェース画面を図2に示す。DICOM データファイルから読み込んだ医用画像を表示することができるほか、血管表面形状の3次元表示も可能である。また血管の領域分割や細線化、表面構築において使用する各種パラメータの設定も GUI 画面から行うことができる。

◇モデリング実行例

MC-Modeling による血管モデリング作業は大きく5段階に分けることができる。(1)DICOMデータファイルの読み込み、(2)輝度に基づく領域分割により、血管領域を抽出(図3(a))、(3)3次元細線化処理および逆B-Spline変換により血管の中心線を導出(図3(b))、(4)垂直断面を構築、(5)垂直断面をもとに血管表面となるB-Spline曲面を作成(図3(c))、という手順となる。

図4に、MC-Modeling を用い、ある患者の実際のMRA画像から構築した脳動脈(Willis動脈輪)の表面形状の例を示す。なおこの表面形状構築においては、直径2~3mm以下の細動脈・毛細血管は抽出していない。

このようにして得られた表面形状データを基に計算格子を作成し、MC-BFlow または MC-DIAS による血流解析を行う。 【畝村】

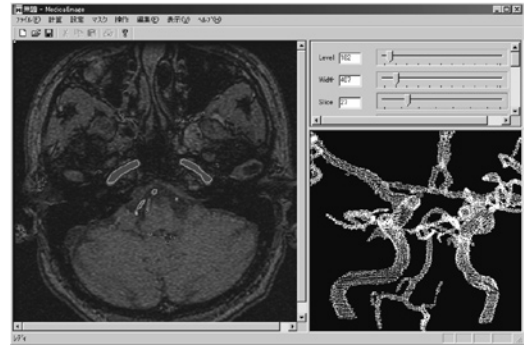


図2 MC-Modeling ユーザーインターフェース

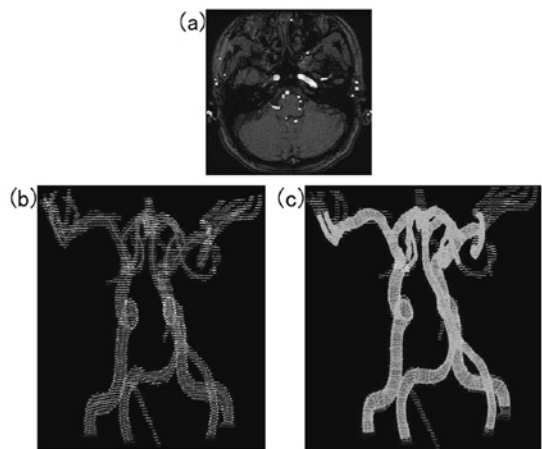


図3 MC-Modeling による血管モデリング (a)領域分割による医用画像からの血管抽出 (b)血管中心線の導出(c)血管表面形状の構築

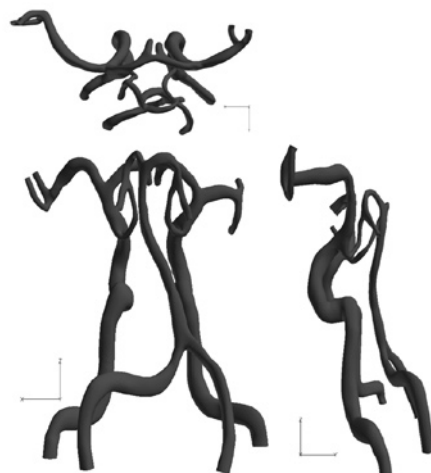


図4 MRA 画像から構築された血管モデル