

ボクセルデータ編集システムの開発

高橋一郎

名古屋大学情報連携基盤センター

1 はじめに

本センターには、米国の AVS 社が開発したグラフィックス・アプリケーションの開発及び可視化を行うためのツール「AVS(Application Visualization System)」の後継ソフトウェアとして提供されている AVS/Express が利用できる。

筆者は、この AVS/Express（以後 AVS と呼ぶ）を使って、各種シミュレーションの計算データや実験データを可視化する汎用数値データ可視化システムを開発している。この可視化システムは、「VisPlus」と呼び、AVS のネットワークエディタを使って開発した可視化アプリケーションプログラム・ライブラリと、その入力データファイルを作成する入力データ生成ライブラリから構成される。

今回、この VisPlus システムの新機能として、CT や MRI を使って撮影した DICOM (Digital Imaging COmmunications in Medicine) 形式の医療用スライス画像をもとに、3次元画像（以後ボクセルデータと呼ぶ）を生成し、流体解析等のシミュレーションの解析モデルを作成するシステムを開発した。（図1参照）

本稿では、CT 撮影した脳のスライス画像から特定の場所（動脈瘤）の血管を抽出する方法を例にあげ、このボクセルデータ編集システムの紹介を行う。

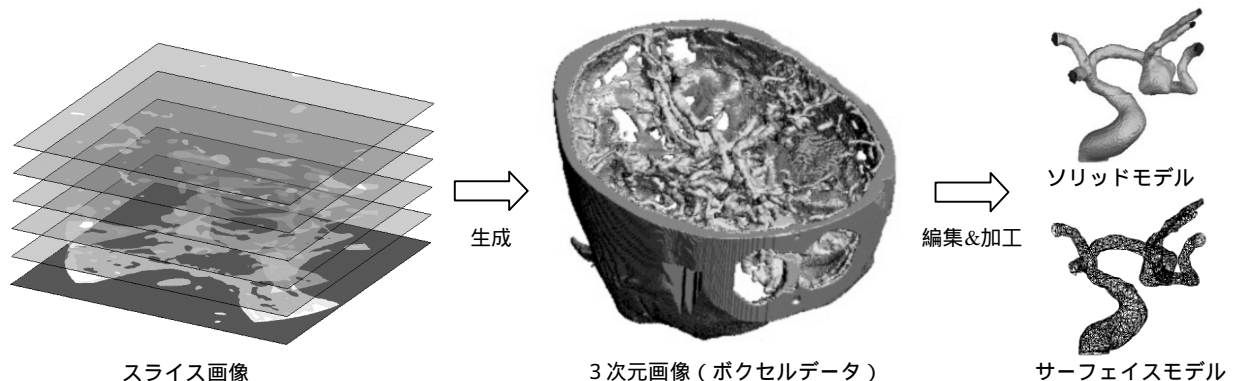


図1. ボクセルデータの可視化および形状の抽出

2 特徴

本システムの特徴を、以下に示す。

- ・ ビジュアルな環境で編集箇所や編集対象データを確認しながら編集処理が行える。
- ・ 編集結果は、ソリッドモデルまたは、サーフェイスモデルでファイルに保存できる。
- ・ 形状抽出のための機能がある。
- ・ AVS の持っている機能が利用できる。例えば、視点を3次元画像内部に移動して編集処理が行える。

3 システム構成

本編集システムは、図2に示すように、DICOM形式の医療用スライス画像データをもとに、ボクセルデータを生成するプログラムと、作成したボクセルデータを編集するエディタプログラムから構成される。

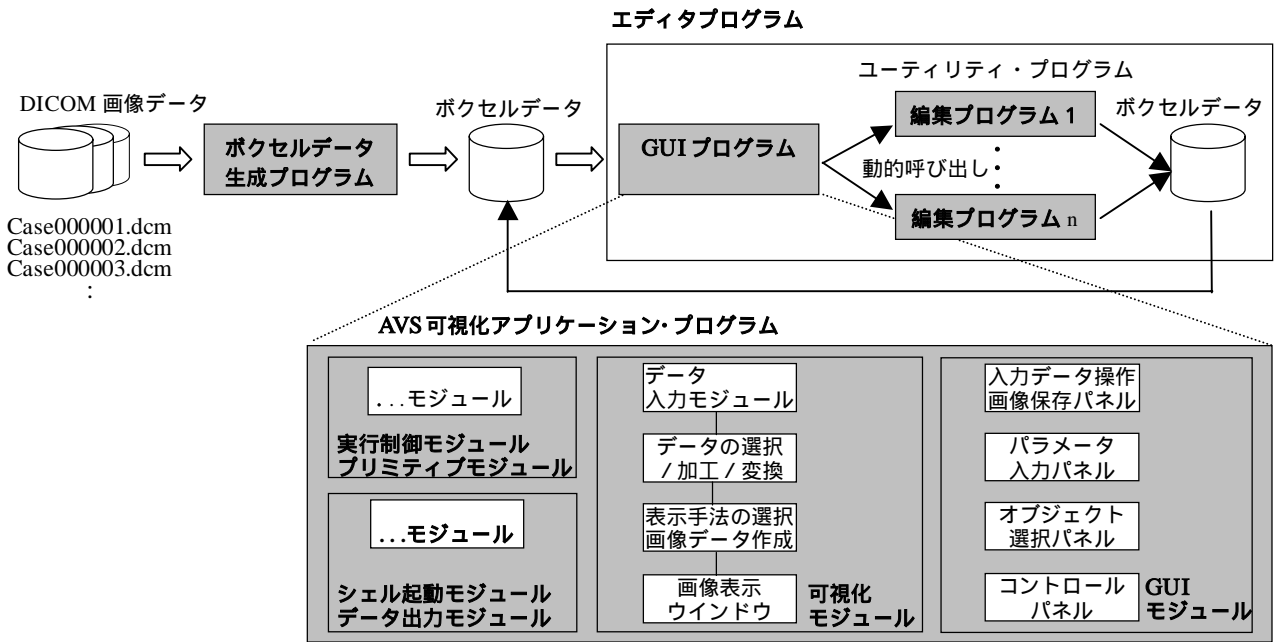


図 2. システム構成

3.1 DICOM 画像フォーマット (図 3 参照)

通常、CT や MRI を使って撮影した医療用デジタル画像は、DICOM フォーマットで作成される。この DICOM フォーマットは、データエレメント構造(タグ, データ長, データ)をとり、次の情報が記述されている。

- ・ 患者情報 (名前, ID, 身長, 体重等)
- ・ 撮影情報 (日付, 時刻, 施設名, 機器名等)
- ・ 画像データに関する情報 (画像サイズ, 画像の厚さ, 画素間隔, 架台の傾き, スライス位置等)
- ・ 画像データ (濃度値)

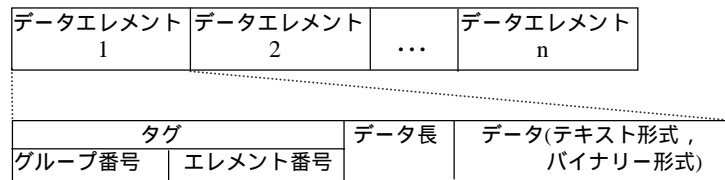


図 3. DICOM 画像ファイルの構造

3.2 ボクセルデータ

3次元画像は、立方体の集まり(画素またはボクセルと呼ぶ)で構成され、各画素には濃度値が割り当てられている。CT 画像の場合は、各画素には CT 値 (X線透過率) が割り当てられ、この CT 値を使って各組織の領域抽出 (セグメンテーション) を行うことができる。

3.3 ボクセルデータ生成プログラム

本編集システムのボクセルデータ生成プログラムは、複数のスライスされた DICOM 画像データをもとに、XY 方向の画素のピッチサイズで Z 方向を線形補間し、立方体のボクセルデータを生成する。本システムで使用するボクセルデータのフォーマットを、図 4 に示す。

X サイズ	Y サイズ	Z サイズ	画素間隔	画像データ 2バイトのバイナリー形式
-------	-------	-------	------	-----------------------

図 4. 本システムのボクセルデータフォーマット

利用方法としては、ボクセルデータ生成コマンドのオペランドに、DICOM 画像データのファイル名 (Case000001.dcm, Case000002.dcm, Case000003.dcm, ...) の通番を除いた先頭部分 (ケース名: Case) を指定して、ボクセルデータを作成する。

3.4 ボクセルデータ編集エディタ(図2参照)

ボクセルデータを編集するエディタプログラム本体は、AVS を起動して表示されるネットワークエディタ (図 5) というビジュアルプログラミングツールを使って作成した。

作成方法としては、データの入力や加工などを行う機能をアイコン化した可視化モジュールを、ネットワークエディタ上のモジュールパレットからワークスペース上に配置し、フローチャートを描くようにデータの流に沿ってモジュール同士を接続してアプリケーションを作成する。このモジュールパレットには、可視化モジュールの他に、変数や配列といったプリミティブなモジュールやマクロモジュール、連続処理を行う LOOP モジュール、トリガー設定を行ってコマンドを実行するモジュール、操作パネルを作成する GUI モジュールなどがある。これらのモジュールを使って作成した可視化プログラムは、AVS の V 言語でファイルに保存し、ネットワークエディタ非表示で、アプリケーションとして利用できる。

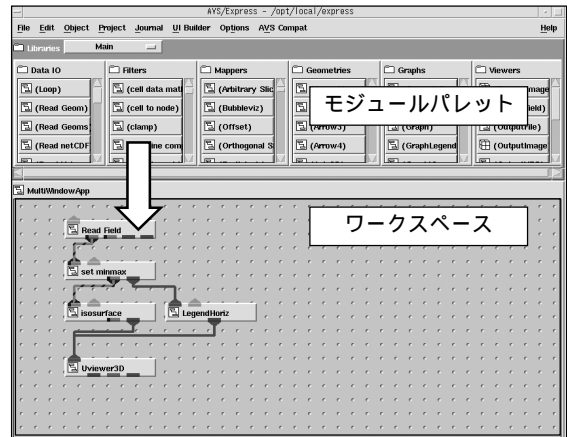


図 5. ネットワークエディタの使用例

次に、編集処理を行うユーティリティ・プログラムは、FORTRAN を使って機能別に作成した。呼び出し方法としては、AVS のシェル起動モジュールを使用した。このモジュールは、シェル実行終了時に、シェルプログラムから標準出力メッセージを受け取ることができる。この機能を使って、ユーティリティ・プログラム終了時に新しいボクセルデータ (編集結果) を作成し、そのファイル名を標準出力経由でトリガをとって、エディタ本体の AVS のデータ入力モジュールのファイル名に設定する方式をとった。

呼び出し時に、ユーティリティ・プログラムに渡すパラメータは、編集ファイル名、編集場所、編集パラメータである。また、ユーティリティ・プログラムで作成されるファイル名の形式は、ファイル名に 3 桁の通番が自動的に振られる。

利用方法としては、VisPlus の可視化アプリケーション起動コマンドのオペランドに、ライブラリ名 (ボクセルデータ編集エディタ) と入力ファイル名 (ボクセルデータ) を指定する。アプリケーションが起動すると、5 つのウィンドウが画面に表示される。(5 「操作ウィンドウ説明」参照) 利用者は、表示されたパネルを使って編集処理を行う。編集箇所は、Parameter Input ウィンドウのパラメータ入力パネル (図 6 , 図 7 参照) にインデックスを使って指定する。編集箇所を指定すると、画像表示ウィンドウに選択した編集領域が 6 面体のボックスを使って表示され、領域内の処理対象データは、他のデータと区別するために赤色でハイライト表示される。この他に、入力パネル上の outside ボタンをオンの状態にすると、ハイライト表示された領域以外のデータが編集対象となる。以下に、現在利用できる編集機能を示す。

- ・ セグメンテーション (領域または閾値による切り出し)
- ・ 平滑化 (一様重み, 加重平均, メディアン, エッジ保存平滑化)... 26 近傍処理
- ・ データ値の設定 (形状の消去 (0 値を設定), 形状の生成 (0 以外の値を設定))
- ・ 形状の収縮 (削る) および膨張 (押し出し)
- ・ 領域の追加, 拡張
- ・ 画素間隔の変更
- ・ ボクセルデータ間の演算 (組み合わせ, くりぬき等)
- ・ ソリッドモデル (ボクセルデータ, AVS の GFA 形式) でのファイル保存
- ・ サーフェイスモデル (三角パッチのテキスト形式, 光造形システムの STL 形式) でのファイル保存

4 動作環境

本編集システムは、FORTRAN プログラムとシェル及び AVS の V 言語を使って作成しており、AVS/Express が利用できる UNIX システムで動作する。

5 操作ウインドウ説明

ボクセル編集エディタを起動すると、次の 5 つのウインドウが画面に表示される。(図 6, 図 7 参照)

- MultiWindowApp ウインドウ
- Control ウインドウ
- Parameter Input ウインドウ
- Object Selection ウインドウ
- 画像表示ウインドウ

MultiWindowApp ウインドウは、モジュールや表示オブジェクト、ビュー、ライト、カメラ等の操作を一括して行うための AVS のウインドウである。また、モジュールメニューの Top には、入力データの読み込み操作や表示画像の保存操作を行う専用の Input / Output パネルが表示される。

Control ウインドウは、パネル上に配置されたボタンを押して、アプリケーションの実行の制御(一時停止や終了)や可視化作業に必要な機能 (Module 操作, Object 操作, View 操作, Capture 操作, Camera 操作等) を Multi WindowApp ウインドウに表示して利用することができる。また、SAVE ボタンを押して、画面に表示されている状態をファイルに保存し次回利用することができる。

Parameter Input ウインドウは、描画処理や編集処理に関するパラメータを入力するウインドウである。パネル上部の選択メニューから必要な機能を選択し、パラメータ入力パネルに表示して利用できる。

Object Selection ウインドウは、表示手法を選択するウインドウで、画像表示ウインドウ上に表示されるオブジェクト (ポリウム表示, 等値面表示, 座標軸等) の表示 / 非表示を行う。

6 おわりに

DICOM 形式の医療画像データをもとに、シミュレーションの解析モデルを作成する VisPlus システムの新機能について紹介した。医療画像データは、撮影状況や用途によって、画素間隔の大きなものやデータが欠落しているものがあり、解析には不向きなデータがたくさん存在する。今後、機能追加等を行って、そのようなデータに対応するため適応データの範囲を広げ、編集時間の短縮をはかる予定である。

参考文献

- [1] “VisPlusに関するマニュアル”, <http://sora.cc.nagoya-u.ac.jp/visplus/main.html>
- [2] 高橋一郎, “AVSを手軽に使うための可視化システムVisPlus”, 情報処理学会誌「情報処理」
IPSJ Magazine Vol.43 No.5 May 2002

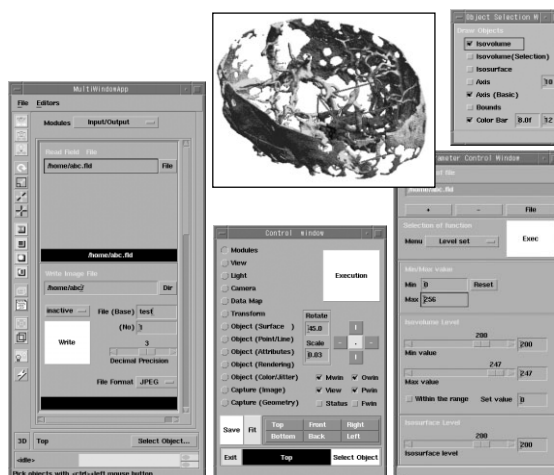


図 6. ボクセルエディタの使用例

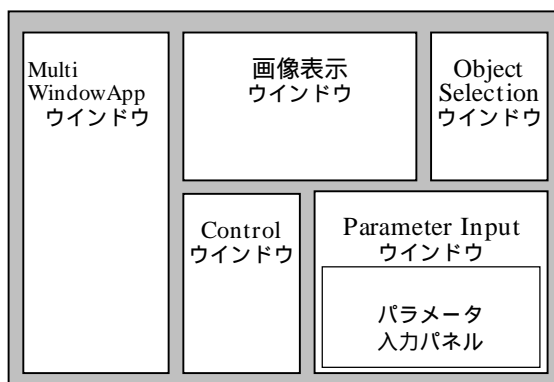


図 7. 操作ウインドウの形式