VTK 3차원 가시화 소프트웨어

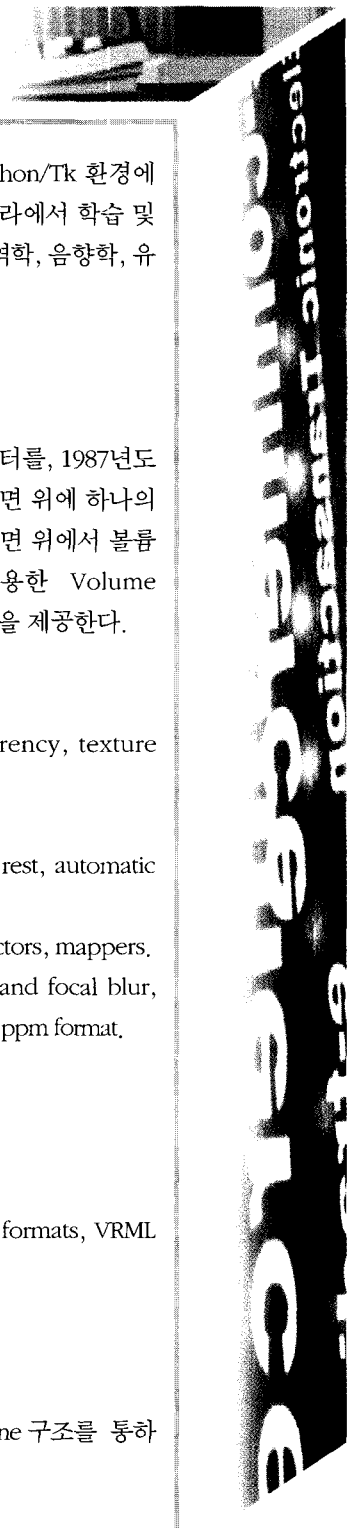
*김경섭, *윤태호, *한명희, **송철규 / *건국대학교 의학공학부, **전북대학교 전자정보공학부

서 론

VTK란 Visualization ToolKit의 약자로서 그래픽 합성, 영상 처리 및 3차원 데이터 가시화의 기능을 제공하는 소프트웨어 라이브러리이다. VTK는 1993년도에 William J. Schroeder, Ken Martin 및 Bill Lorensen이 공동 집필한 "The Visualization Toolkit: An Objectet-Oriented Approach to 3D Graphics" 책이 출판되면서 널리 알려지기 시작하였다. 이 책의 주저자이며 현재 Kitware 회사(http://www.kitware.com의 사장인 Schroeder는 이 책의 서문에서 데이터의 가시화 (visualization)이란 방대한 데이터를 단순한 숫자나 그림으로 표현하는 것 보다 시각적으로 표현하는 것이라고 정의를 하였으며, 또한 데이터의 시각화를 통하여 데이터의 특성을 이해하고 응용하기가 쉬우며 다양한 측면에서 데이터를 해석 또는 분석이 가능하다고 주장하였다. 특히 저자들은 서론에서 VTK 라이브러리를 객체지향 원리를 이용하여 설계하고 C++ 프로그래밍 언어를 사용하여 class 단위로 소스 코드를 작성하였다고 밝혔는데, 한 가지 흥미로운 사실은 저자들이 VTK 라이브러리의 소스 코드를 작성할 때, 10년 이상 전문 소프트웨어를 개발한 경험이 있는 4명의 소프트웨어 전문가들이 처음 10개월 동안 단 한 줄의 소스 코드도 작성하지 않고 25개의 C++ classes를 설계하였고 나머지 1개월 동안에 소스 코드를 비로서 완성하였다고 밝힌 점이다. 이후로 많은 소프트웨어 전문가들이 참여하면서 현재까지 계속 소스 코드가 수정 또는 첨가되어서 현재는 700개 이상의 class들로 구성되어 있다. VTK는 개발 초기부터 소스 코드를 일반인에게 공개하는 원칙을 세웠는데 이에 대하여 Schroeder는 2000년 IEEE Computer Graphics & Applications 학술 잡지의 9/10월 호에 기고한 논문에서 다음과 같이 밝히고 있다

"소스 코드를 일반인에게 공개하는 개방형 소프트웨어 (open source code)가 무엇인지 정확히 정의를 내리기는 어렵지만, 우리의 생각으로는 개방형 소프트웨어란 소스 코드를 원하는 누구에게나 아무런 비용 부담 없이 자유롭게 사용하게 하는 것이라고 믿는다. 소스 코드를 공개하면 다양한 계층의 많은 사람들이 이를 테스트해보고 문제점들을 발견할 수 있으며 또한 원한다면 전 세계의 많은 프로그래머들이 프로그램 개발에 공동으로 참여할 수 있기 때문에 프로그램의 개발 및 안정성이 가속화 될 것으로 믿는다..."

VTK는 자체적으로 사용자를 위한 인터페이스 (Graphical User Interface) 컴포넌트를 제공하지 않으나, 컴파일 코어 모드로서는 마이크로소프트 윈도우 시스템에서 MFC (Microsoft Foundation Classes), 유닉스 시스템 플랫폼에서는 Xwindow/Motif widget 등과 연계하여 사용



할 수 있도록 되어있다. 또한 VTK는 해석기 모드로서 Tcl/Tk, 자바 그리고 Python/Tk 환경에서 사용할 수 있도록 구성되어 있다. 현재 VTK는 한국, 미국을 비롯한 여러 나라에서 학습 및 연구 목적을 위하여 의료 영상의 3차원 가시화, 볼륨 재구성, 오일 탐사, 유체 역학, 음향학, 유한 요소 해석 등의 다양한 분양에서 활용되고 있다.

VTK 라이브러리

VTK의 주요 라이브러리서는 3차원 볼륨 데이터 내에서 선택된 일련의 데이터를, 1987년도에 William Lorenson이 제안한 Marching Cube 알고리듬을 이용하여 2차원 화면 위에 하나의 표면으로 가시화하는 Surface Rendering, 그리고 볼륨 데이터 자체가 2차원 화면 위에서 볼륨이 통과하는 통로 내에서의 밝기를 가시화하는 ray casting 알고리듬을 이용한 Volume Rendering 등이 있다. 이외에도 3차원 그래픽 구현을 위한 다음과 같은 기능 등을 제공한다.

- Rendering Primitives: points, lines, polygons, triangle strips, volumes.
- Properties: ambient(color), diffuse (color), specular(color), transparency, texture mapping, shading, backlighting on/off.
- Lights: infinite light, spot light.
- Cameras: parallel and perspective projection, elevation, azimuth, zoom, rest, automatic camera/light creation.
- Graphic Model: illuminating lights, viewpoint, actors, LOD actors, group actors, mappers.
- Special Features: multiple windows/viewports, red/blue stereo, motion and focal blur, backface/frontface culling of polygons, save images as png, jpeg, tiff, bmp and ppm format.
- Surface Rendering
- Volume Rendering
- Scalar/Vector/Tensor algorithm
- Modelling algorithm
- Data Interface: Plot 3D, TIFF writer, BMP reader and writer, Raw image formats, VRML exporter, Inventor writer.
- Visualization pipelining/Mapping
- Filtering
- Annotation

VTK 라이브러리를 통한 데이터의 가시화는 그림 1에서 보여주는 데이터 pipeline 구조를 통하여 이루어진다.

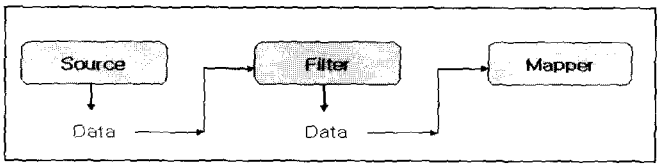


그림 1 VTK 가시화 pipeline

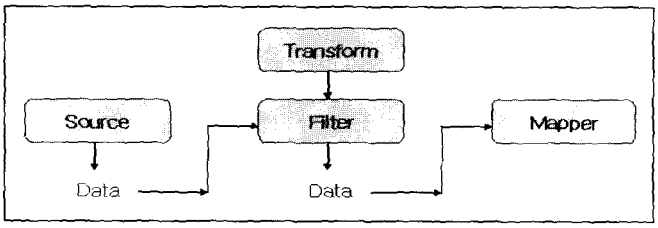


그림 2 좌표계 변환을 고려한 VTK 가시화 pipeline

여기서 source란 저장 장치로부터 읽어드린 VTK 데이터 오브젝트, filter는 source에 적용되는 데이터 처리 작업을 의미하며 mapper는 처리된 데이터를 컴퓨터 화면 위에 가시화하는 작업을 의미한다. 또한 경우에 따라 기하학적 좌표계 변환 작업이 필요한 경우에는 그림 2와 같은 pipeline 작업을 통해서 이루어진다.

여기서 Source, filter, 그리고 mapper class 모두는 vtkProcess Object class에서 파생한 (derived) class이다.

VTK 가시화의 실제 예

그림 3 VTK 라이브러리를 이용한 의료 영상 가시화

그림 3은 VTK 라이브러리를 이용하여 256 x 256 x 120 자기공명 의료 영상 voxel 데이터를 3차원 볼륨으로 가시화한 예를 보여준다.

VTK는 이미 소개한바와 같이 소스 코드를 필요한 사람 모두에게 개방하여 사용할 수 있도록 하였는데, 또한 필요하다면 사용자가 기존의 VTK 라이브러리 class를 기반으로 하여 새로운 class를 만들어 사용 가능하도록 되어 있다. 그림 4는 캐나다의 웨스턴 온타리오 대학 연구진이[2] 초음파 영상을 자기 공명 영상과 합성하기 위하여, 기존의 VTK 라이브러리에서 제공하는 linear and perspective 변환 대신에 non-rigid 오브젝트 영상 합성을 위한, nonlinear 변환 작업을 수행하는 vtkThinPlateTransfrom class를 만든 다음 이를 적용한 영상 합성 결과를 3차원 가시화 형태로 보여주고 있다. 그림 4에서 초

음파 영상은 오렌지 색깔로 보여주고 있으며 자기 공명 영상 데이터는 gray scale로 보여주고 있다.

결 론

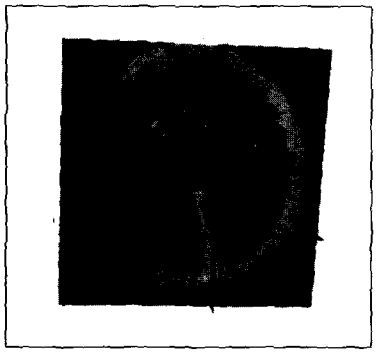


그림 4 VTK를 이용한 초음파 영상과 자기 공명 영상 합성의 가시화

오늘날 방대한 데이터를 시각적으로 가시화하는 필요성이 대두되고 있다. 특히 의료 분야에서 의료 영상 기기를 통하여 획득한 환자의 영상 데이터를 3차원으로 가시화하여 진료에 활용하고자 하는 임상 실험 및 연구들이 진행되고 있다. 한 예로서 미국의 경우, 환자의 CT (Computed Tomography) 영상을 이용하여 3차원으로 가시화한 가상 내시경 (Virtual Endoscopy), 가상 결장 내시경 (Virtual Colonscopy) 기술 등이 최근에 환자 진료에 시험적으로 활용되기 시작되고 있다.

VTK는 기본적으로 소스 코드의 공개 원칙을 지향하고 있으며 1993년도 이래로 많은 소프트웨어 전문가들이 공동으로 라이브러리 개발에 참여하고 있는 실정이며 최근의 VTK 현황과 관련된 정보는 VTK의 개발 창시자 중의 한사람인 Schroeder 박사가 창립한 Kitware 회사(http://www.kitware.com)의 home page에 자세히 소개되고 있다.

[참고문헌]

[1] Medicine Meets Virtual Reality, The Convergence of Physical & Informational Technologies: Options for a New Era in Healthcare, IOS Press, 1999.

[2] David G. Gobbi, Terry M. Peters, "Generalized 3D nonlinear transformations for medical imaging: an object-oriented implementation in VTK", Computerized Medical Imaging and Graphics, Vol. 27, pp.255-265, 2003.

[3] William J. Schroeder, Ken Martin, Bill Lorensen, The Visualization Toolkit, Prentice Hall, 2nd edition, 1998. pp.157-164, 2003.

[4] William Lorenson and H.E. Cline, "Marching Cubes: a high resolution 3D surface reconstruction algorithm," Computer Graphics, vol. 21, no. 4, pp.163-169 (Proc. of SIGGRAPH)

[5] William J. Schroeder, Lisa S. Avila, and William Hoffman," Visualizing with VTK: A Tutorial", IEEE Computer Graphics and Application, pp.20-27, September/October 2000.