

VKT를 이용한 3차원 의료영상처리 시스템

김민석[◀], 옥경달, 이상범, 탁계래[°]

▶ 단국대학교 컴퓨터과학, 건국대학교 의용생체공학[°]

{prepared[◀], okkyoung, sblee}@dankook.ac.kr grtack[°]@kku.ac.kr

Development of 3D Medical Image Processing System using VTK

MinSeok Kim[◀], KyoungDal Ok, SangBum Lee, GyeRae Tack[°]

▶ Dept. of Computer Science, Dankook University, Dept. of Biosystem, Konkuk University[°]

요 약

의료영상의 시각화는 의료정보 시스템에서 질환 진단 시 유용하게 사용되고 있다. 특히, 2차원 의료영상의 3차원 가시화를 통한 모의 건습은 실전에서의 부담감을 줄이는데 큰 역할을 하고 있고 이러한 결과는 관련 S/W 개발로 이어지고 있다. 본 논문에서는 의료영상을 여러 형태로 가시화하는 방법과 그 구현 결과에 대해서 기술한다. 구현은 공개 라이브러리인 VTK를 이용함으로써 기존의 유사한 S/W에 비해 가격 경쟁력 또한 갖추고 있다.

1. 서 론

의료영상을 이용한 다양한 형태의 Visualization은 성형외과, 정형외과에서 진료 전의 상태를 여러 방향으로 점검하거나 진료 후의 결과를 미리 예측하여 수술시 발생할 수 있는 문제를 예방하는데 중요한 자료로 사용되어진다. 특히, 의료영상의 3차원 재구성엔 시각적 인지 측면에 효과적 이어서 모의시술, 의료교육 등에 높은 활용도를 보인다.

의료기기로부터 영상의 획득, 저장, 검색하고 병원간의 정보전달을 위한 표준시스템인 PACS(Picture Archiving & Communication System)의 발달은 정확한 진단을 하기 위한 제공자 역할 뿐만 아니라 현상, 보관, 관리 등이 갖는 아날로그 데이터의 문제점을 해결하는 현실적 해결책이 되었다. 그러나 기존의 의료영상용시스템은 상용 라이브러리로 제작된 시스템 S/W의 운용으로 고가의 도입비용이 불가피하고 이는 예산문제를 가중시켜 중소규모의 의료기관에서는 도입을 주저하게 하는 등의 문제를 안고 있다.

이러한 문제점을 보완하고자 본 논문에서는 기존의 S/W가 갖는 의료영상 Visualization 기능을 대부분 포함하면서도 시장 경쟁력에서는 그 이상의 효과를 얻을 수 있는 시스템을 구축하게 되었다. CT(Computed Tomography)나 MRI(Magnetic Resonance Imaging)등의 단면화 된 2차원 의료영상을 공개 그래픽 라이브러리인 VTK(Visualization Tool Kit)를 사용하여 의료 전문분야에 활용되는 인체내부 기관의 3차원 모델링 데이터 생성과 이를 뒷받침 할 수 있는 여러 방면의 Visualization 생성에 본 연구의 초점을 두고 있다.

제 2장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템에 대한 연

구적 배경을 서술하고 제 3장에서는 2차원 의료영상을 여러 가지 방법으로 다양한 Visualization하기 위한 pipeline 및 구현 구조와 결과 등에 대해 기술하며 제 4장에서는 본 논문에 대한 연구 결론 및 향후 발전방향을 논의한다.

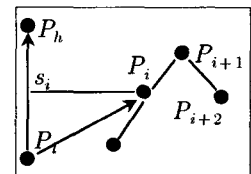
2. 연구 배경

2.1 Dataset

시스템의 시각적 효과를 위한 표면 처리 dataset는 대부분 vertices, edge, face, cell이 서로 연결된 unstructured grid 형태를 취하고 있다. 이러한 성질을 갖는 grid가 여러 형태의 모양과 크기의 cell을 형성하여 unstructured mesh가 되는데, 이것은 regular grid와 비교할 때 연결정보(mesh connectivity information)가 포함되어서 기억장소와 처리시간을 더 필요로 하지만 적용성(grid adaptivity)이 높아서 복잡한 도형의 표현력이 좋다는 장점을 지닌다.

2.2 Extract Z-Coordinate

Scalar값을 사용하는 좌표체계는 입체감 있는 표현을 하기 위해서 특정 축에 대한 scalar 위치 좌표(Z)를 추출해야 한다. Low point P_l 에서 high point P_h 로 향하는 scalar가 존재할 때 point $P_i = (x_i, y_i, z_i)$ 에 대한 elevation scalar s_i (그림1)은 다음의 공식에 의해 도출된다.



(그림1) scalar data 설정

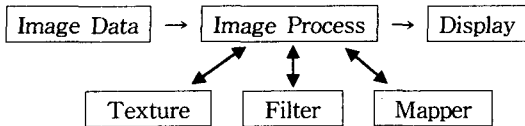
$$s_i = \frac{(P_i - P_l) \cdot (P_h - P_l)}{|P_h - P_l|^2}$$

3. 구현기술 및 결과

3.1 구현환경 및 Visualization Pipeline

본 논문에서 구현한 의료영상 Visualization은 Intel P4 1.4GHz CPU, 512MB의 주기억 장치를 가지는 워크스테이션에서 Visual Studio.NET의 개발환경을 사용하였고 영상은 건국대학교 의공학과에서 협조 받은 DICOM Medical Image 50개과 RAW Medical Image 93개를 사용하였다.

구현결과에 대한 전체적인 pipeline은 (그림2)와 같다.



(그림2) System Pipeline

3.2 Image Data

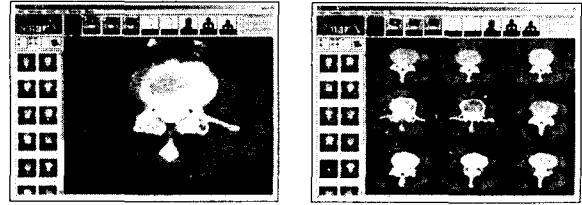
Source가 되는 의료영상을 의미하며 서로 다른 데이터 포맷을 가지는 의료영상의 단점을 보완하고자 설립된 ACR(American College of Radiology)-NEMA(National Electrical Manufacturers Association)의 표준규격인 DICOM(Digital Image Communication in Medicine)을 비롯하여 비압축 영상인 RAW, tiff, jpeg, bitmap도 지원 가능하다.

DICOM 영상은 preamble과 prefix로 구성되는 header와 data element들로 구성되는 data set으로 구분되는데, 각종 영상 정보 및 대상자의 데이터는 data element(표1)에 저장되어 있다.

Name	Group Number	Element Number	Value Represent	Reserved	Value Length	Value Field
Byte	2	2	2	2	2 or 4	7

(표1) DICOM data element

의료영상의 정보는 압축여부에 따라 8bit, 16bit, 24bit, 32bit 등이 될 수 있지만 올바른 결과를 확인하기 위해서는 8bit 영상으로의 변환이 필요하다. 이러한 encoding 정보를 나타내는 transfer syntax는 header (0020, 0010)의 데이터(UID)로 확인할 수 있고, UID의 해당되는 수치는 DICOM Standard Part 5 'Data Structures and Encoding'에 자세히 명시되어 있다.



(그림3) 의료영상이미지(DICOM)의 2차원 Visualization

3.3 Image Process

입력받은 영상의 뷰(그림3), 단순영상편집, 단면추출(그림4), 3D모델 생성(그림5) 등의 과정을 포함한다. 단순 영상 편집은 Texture, Filter, Mapper의 과정을 거치지 않고 기존에 알려진 2D Image Processing 알고리즘을 사용하여 사용자의 환경에 맞는 Visualization을 하게 되는데, 구현방법이 널리 알려져 있기에 본 논문에서는 생략하였다. 단면추출이나 3D모델 생성은 3.4, 3.5, 3.6의 과정을 거치게 된다.

3.4 Texture

Threshold, Color, Brightness등의 정보를 포함하고 있는 texture map을 로드하고 그것을 물체에 바인딩한다. 바인딩된 Object는 3.5에 기술한 필터들을 조합하여 vtkPlaceSource라는 4변형의 place에 표현된다.

Texture 정보들에 대한 수치는 다음 공식에 의해 표현할 수 있다.

$$Value = A_s V_s + (1 - A_s) V_b$$

$$Alpha = A_s + (1 - A_s) A_b$$

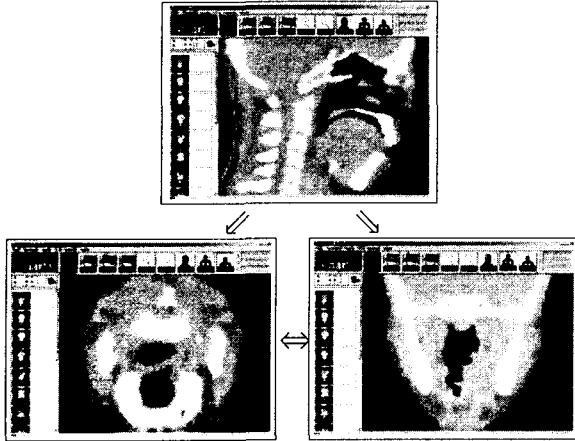
Subscript 's'는 actor(3.7)의 surface를 의미하고, subscript 'b'는 actor의 뒤에 위치하는 물체를 의미한다. 특히, $(1 - A_s)$ 를 transmissivity라 하는데 actor를 투과하는 빛의 양을 조절하는데 사용된다.

3.5 Filter

vtkExtractVOI 필터는 입력된 point dataset의 일부를 선택된 영역(Volume Of Interest)으로 만들고 이것을 하나의 topological dimension으로 인식한 후 새로운 topological dimension으로 변형(그림4)하는데 활용된다.

vtkContourFilter와 vtkOutlineFilter는 특정 임계값에 의해 scalar 값으로부터 isosurfaces나 isoline을 생성시켜 도형의 외곽선을 표현하는데 사용된다. 위의 과정을 거친 데이터는 최종적으로 vtkStripper에 의해 triangle strips로 보정되고 2.1에서 기술한 unstructured grid 형

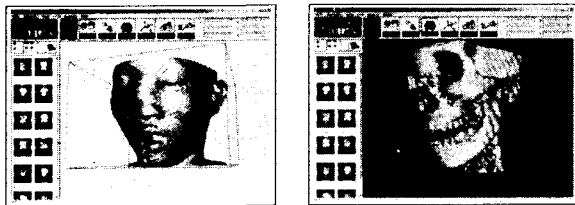
태를 갖추게 된다.



(그림4) 한축의 이미지로부터 추출한 sagittal, axial, coronal

3.6 Mapper

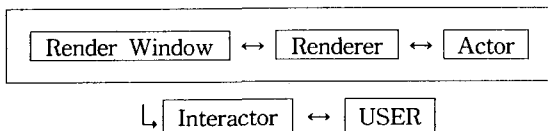
Texture와 Filter의 과정을 거친 이미지 값은 3D Visualization의 효과의 마무리 단계인 Mapper의 과정을 거친다. vtkPolyDataMapper는 polygonal data를 graphics Primitives로 변환시키는 역할을 하는데, 매끄러운 시각적 효과를 얻기 위해 Mapper 처리과정에 포함시킨다(그림5).



(그림5) Volume Rendering 결과

3.7 Display

(그림6)은 앞의 과정에서 처리된 의료영상정보를 화면에 Render 시키는 과정이다.



(그림6) Render Pipeline

Render Window는 Render된 화면이 Display할 수 있는 프레임을 제공하는데 이는 Renderer에서 계산되어지는

좌표 체계를 이용하게 된다. Actor는 화면(Scene)에서 Render되는 대상 Object이다. Actor의 외형은 3.4, 3.5, 3.6에서 언급한 과정에 의해 결정되고 표현된다. 사용자의 입력은 Interactor가 처리한다. Windows의 메시지를 가로챈 후 그 메시지를 물체의 시선을 변화시키는 카메라에 그 값을 전달하고 카메라의 위치나 View Point의 변화에 따라 사용자의 시점도 달라진다.

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 의료영상으로부터 추출한 영상 정보를 사용하여 3D를 포함한 여러 각도의 Visualization을 구현해 보았다. 이번 연구를 통해 구현된 의료영상 Visualization System은 고가의 라이브러리 기반으로 동작하는 기존의 상용 시스템에 뒤지지 않는 주요기능을 갖는 반면, 경쟁력에 있어서는 훨씬 앞설 수 있는 충분한 가능성을 제시하였다.

향후 Database와 네트워크 기능을 추가하여 영상의 그룹별 검색, 관리를 용이하게 하고 원격 진료 시스템이 가능토록 발전시킬 예정이다. 현재 3D Rendering 이미지의 저장 포맷을 새로이 정의하여 소형 무선 이동장치와 같은 적은 기억장소를 갖는 장치에 3D 영상을 구동할 연구 계획도 진행 중이다. 뿐만 아니라, 앞서 제시한 원리를 토대로 의료 분야를 비롯하여 지리정보, 가상시스템 개발에도 그 영역을 확장할 계획이다.

5. 참고문헌

- [1] William J. Schroeder, "The VTK User's Guide", Kitware, Inc, 2000.
- [2] Will Schroeder, Ken Martin and Bill Lorensen, "The Visualization Toolkit - 2nd Edition", A Simon & Schuster Company, 1998.
- [3] Terrence L. Disz, "Introduction to Scientific Visualization with VTK", University of Chicago, CS-431, 1998.
- [4] William J. Schroeder, Kenneth Martin, "The Design and Implementation Of An Object-Oriented Toolkit", GE Corporate Research & Development.
- [5] R.Krejci, M. Martos, J. Dvorak, J.Neodoma, "2D and 3D finite element pre- and post-processing in orthopaedy", Int. J. Med. Informatics.
- [6] A.H.Mir, M.Hanmandlu, and S.N.Tandon, "Texture analysis of CT images", IEEE Eng. in Med&Biol.