

1. 영상구역화 및 3 차원 모델 제작

1.1 목적

촬영된 CT 이미지를 이용하여 3 차원 척추 모델을 제작하는 단계이다. 영상구역화는 CT 이미지에서 각각의 척추뼈에 해당하는 부위를 별도의 색으로 마스킹 데이터를 만드는 것이다. 마스킹 데이터는 각각의 컴포넌트에 대한 2 차원 영상 이미지로써, 해당 컴포넌트(뼈)의 3 차원 모델을 생성하는데 기초 데이터로 사용된다.

1.2 영상구역화 및 3 차원 모델 생성 소프트웨어

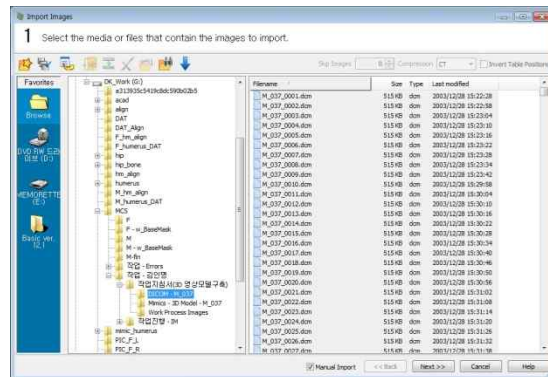
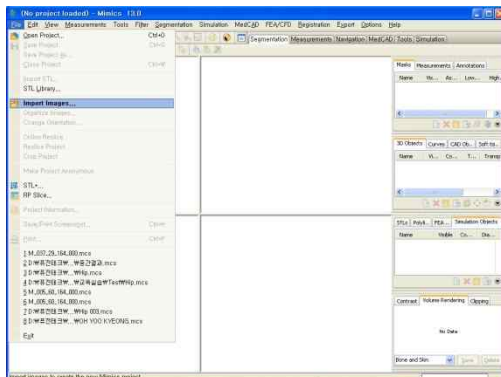
- 영상구역화 및 3 차원 모델데이터 생성을 위하여 Mimics(Ver.13.1, Materialise, Belgium) S/W 를 사용한다.
- 아래 설명하는 영상구역화 과정 부터 개별 척추뼈의 3 차원 모델 제작 과정은 mimics SW 를 활용한 대표적 방법의 예 이며, 작업자의 숙련정도 및 활용능력에 따라 일부 또는 전체 공정에서 다른 방법이 사용될 수 있다.

1.2.1 영상구역화 과정

1.2.1.1 Data Set(DICOM Image Set) 생성

Mimics S/W 에서 DICOM 이미지를 오픈(혹은 입력)하여 Mimics Project File(.mcs)을 생성하고 3 차원 모델을 생성하기 위한 첫 번째 과정이다.

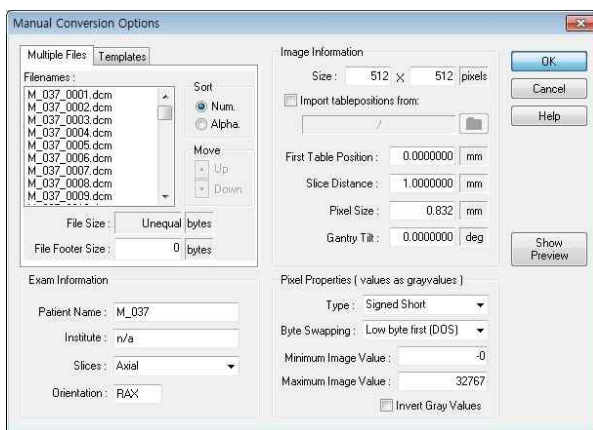
“Import Images”를 선택하여 DICOM Image Set 을 Import 한다.



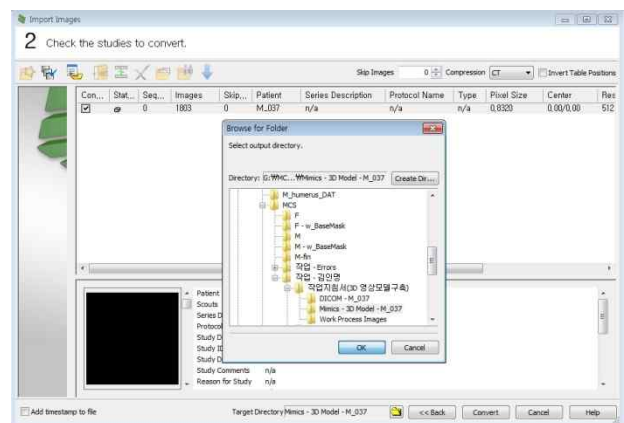
<File - > Import Images 선택>

<DICOM Data Set 선택>

일반적으로 DICOM 데이터에는 이미지 파일 Header 에 DICOM Image 에 대한 정보가 수록되어 있어 아래 그림의 "변환파라미터 입력" 과정이 필요하지 않으나, 필요시 정확한 파라미터를 입력하여야 한다. 이때 가장 중요한 파라미터로는 Image Information 의 Size 에 해당하는 가로, 세로의 Pixel 갯수, Pixel Size, Slice Distance 가 되어 DICOM Image 의 크기 및 정밀도를 결정하는 변수로 작용하게 된다.

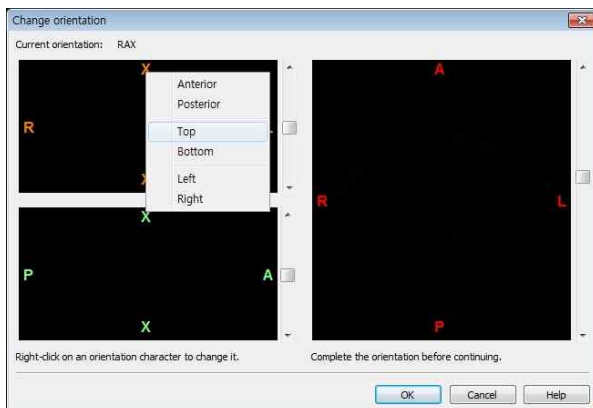


<변환파라미터 입력>

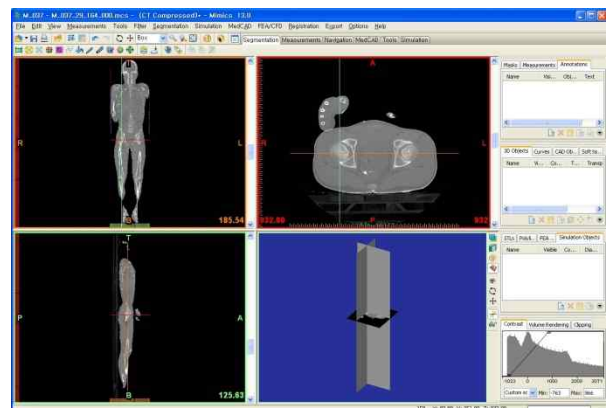


<작업파일 저장 폴더 지정>

DICOM Image Set 은 어느 한 방향의 단면 이미지 영상(주로 axial Image)을 갖게 되는데, Mimics S/W 에서 작업할 수 있는 프로젝트 파일로 변환될때, 다른 이미지 영상(coronal, sagittal) 또한 표현하여 준다. 이와 같이 표현되는 영상에 대하여 Anterior, Posterior, Right, Left 및 Top, Bottom 의 6 개의 방향 설정을 마치게 되면, DICOM Image Set 를 Mimics S/W 에서 작업할 수 있는 Mimics Project File 환경이 조성된다.

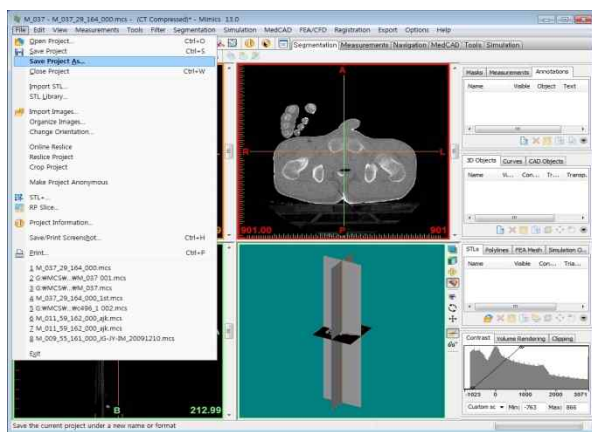


<DICOM Data Set 방향 설정>

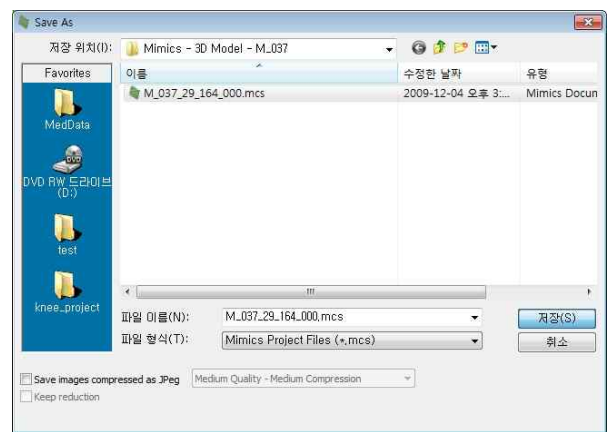


<Mimics Project File 변환>

이와 같은 공정을 거쳐 가장 기본 입력 데이터인 DICOM Image Dataset 으로부터 영상구역화 작업 및 3 차원 모델을 생성할 수 있는 프로젝트 파일로의 변환이 이루어 졌으며, 추후 지속적인 프로젝트 파일 사용을 위하여 다음 공정을 통하여 저장할 수 있다. 모든 표본들에 대하여 동일한 공정을 거쳐, 각 표본들에 대한 별개의 Project File 을 생성, 저장토록 한다.



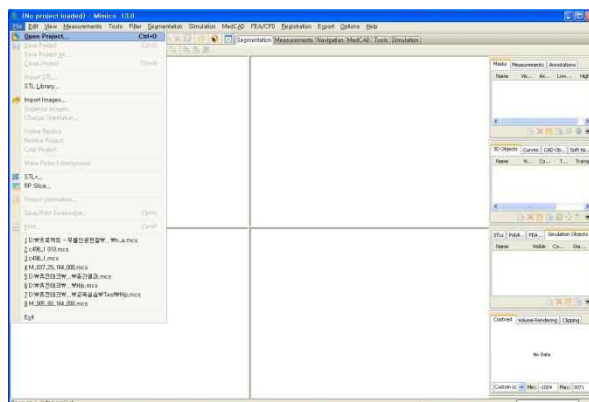
<프로젝트 파일 저장>
(File -> Save Project As)



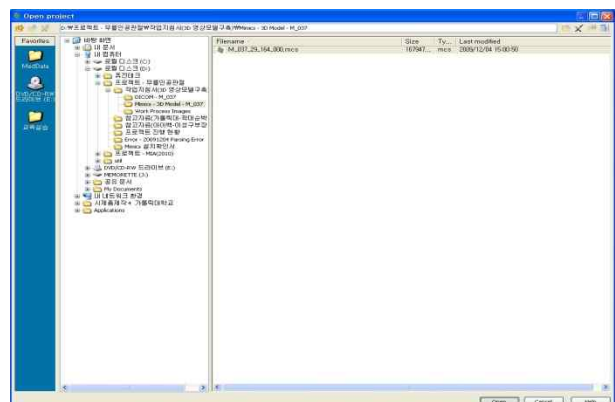
<프로젝트 파일 저장>
(지정하고자 하는 파일명 입력)

1.2.1.2 척추뼈의 기본 마스크(Base Mask) 생성

기본 마스크 생성 작업시 사용자가 원하고자 하는 영역(넓다리뼈, 무릎뼈, 정강뼈)에 대한 HU 값을 Profile line 을 통하여 확인하여 보고, 기본 마스크의 HU 영역대를 설정(Thresholding)함으로써 각 해당 뼈에 대한 마스크 생성을 돕도록 한다.

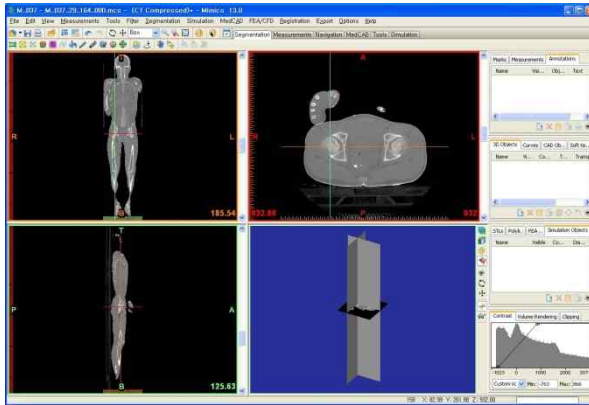


<프로젝트 파일 메뉴 선택>

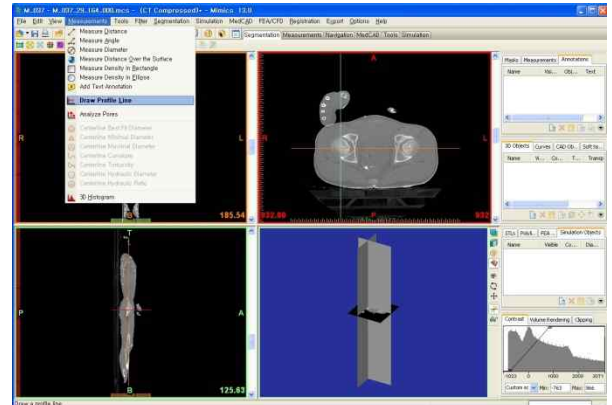


<프로젝트 파일 선택>

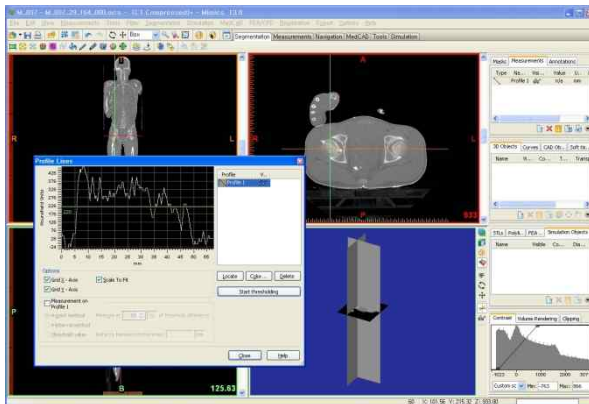
(File -> Open Project)



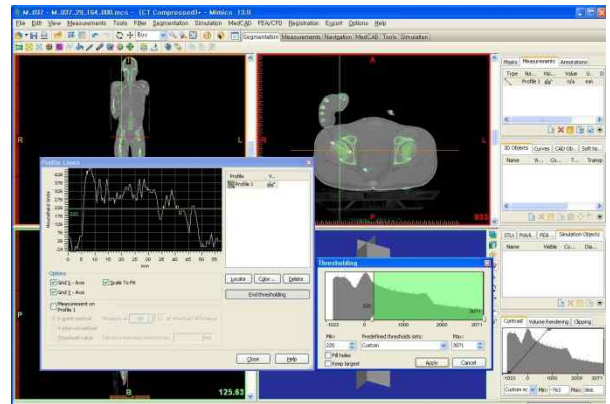
<프로젝트 파일 Open>



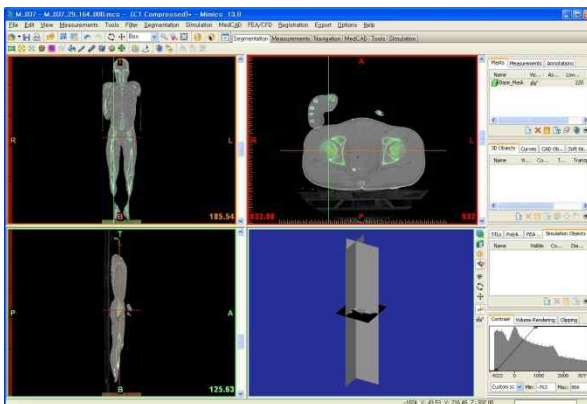
<Draw Profile Line 메뉴 선택>
(Measurements -> Draw Profile Line)



<선택 영역에 대한 Profile Line>



<Thresholding 값 선정>



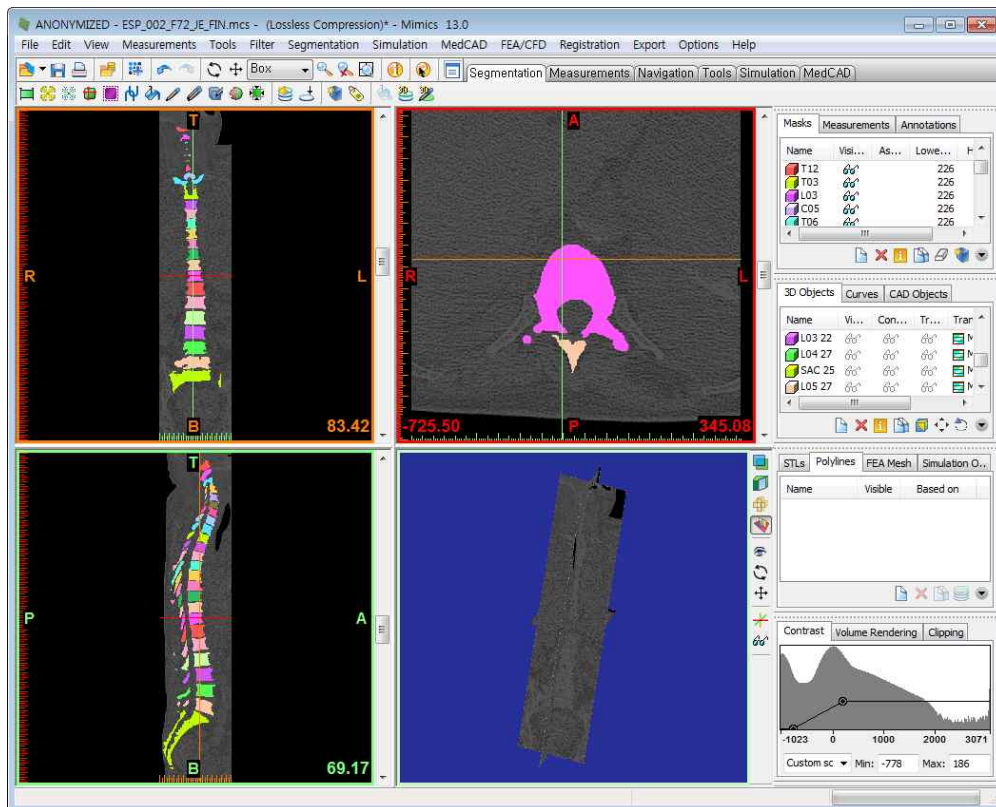
<기본 마스크 생성>

이렇게 생성한 기본 마스크는 표본의 목뼈, 등뼈, 허리뼈, 엉치뼈, 꼬리뼈 모두를 포함하고 있는 마스크로써, 컴포넌트에 해당하는 각 뼈별로 별도의 마스크를 생성(ROI 별 Bone Mask)하여 영상구역화 작업을 실행토록 한다.

1.2.1.3 개별 척추뼈의 Base Mask 생성

각 표본별 생성된 Mimics Project File 에는, 표본의 목뼈부터 꼬리뼈 까지 척추의 모든 영역을 담고 있는 기본 마스크가 생성되어 있다. 이와 같은 기본 마스크는 각 뼈별로 구분되어 있지 않기 때문에 3 차원 모델을 생성하기 위해서는 각 뼈별로 구분하여야 한다.

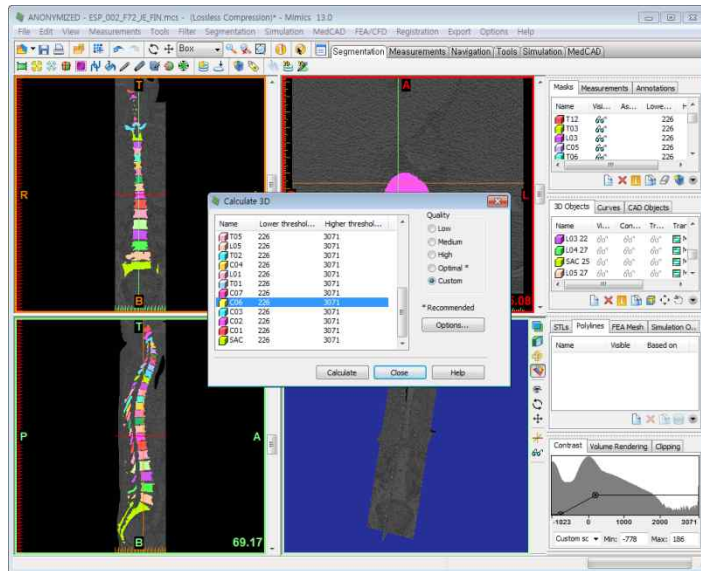
각 컴포넌트(뼈)를 각각 구분하기 위해서는 기본 마스크를 각 컴포넌트(뼈) 별로 마스크를 복사하고, 마스크별로 해당 컴포넌트(뼈)에 대한 이미지 영역을 명확히 하기 위하여 이웃하고 있는 다른 컴포넌트(뼈)의 경계 영역을 제거, 수정하여 각 뼈별로 독립된 마스크를 가질 수 있도록 작업한다.



<3D Object 생성을 위한 마스크>

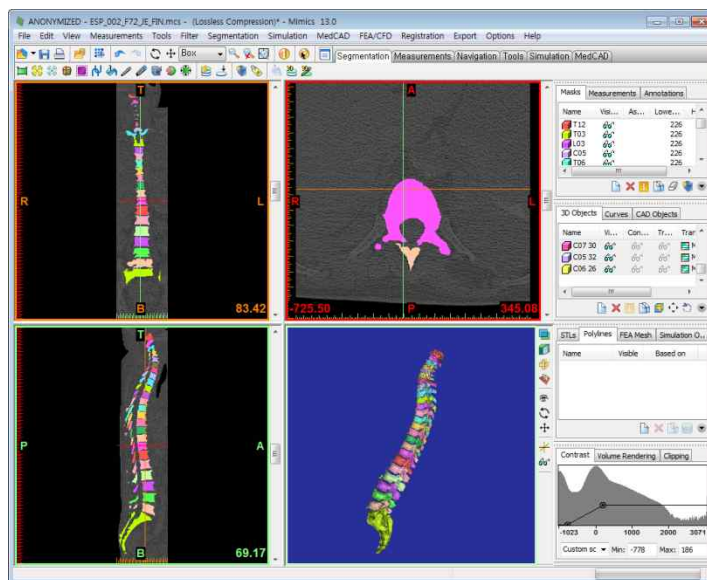
1.2.1.4 개별 척추뼈의 3차원 모델 생성

상기 공정에서 각 뼈별로 영상구역화한 마스크는 해당 뼈의 3차원 모델 생성을 위하여 모든 준비를 마친 상황이다. 각 컴포넌트(뼈) 별로 구성된 마스크를 선택하여 3D Object 생성이 가능하게 된다.



<3D Object 생성을 위한 마스크 선택>

3D Object의 Quality를 조절하기 위한 다양한 옵션이 있는데, 마스크에 가장 근접한 3차원 모델을 얻기 위하여 3D Object 생성시 "Optimal"을 사용한다.

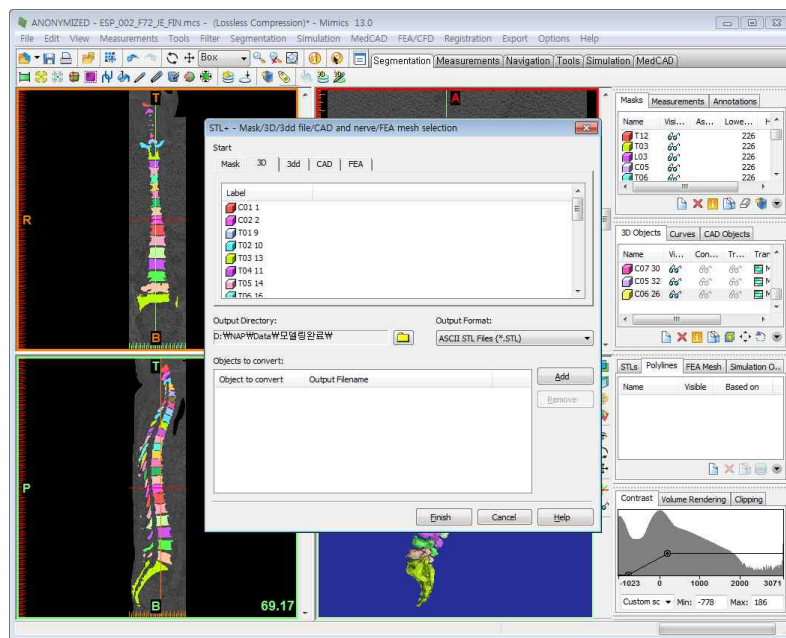


<척추뼈의 3D Objects>

실제와 유사한 각 척추뼈의 형상 특징을 제대로 나타낼 수 있을 만큼의 표면 상태를 표현할 수 있도록 스무싱(Smoothing)처리를 할 수 있다.

1.2.1.5 개별 척추뼈의 3차원 모델 저장

앞에서 진행된 과정을 통하여 척추뼈에 대한 3D Objects 생성이 완료되었으며, 최종적으로 stl data 형식의 3차원 모델 데이터로 출력하여 저장한다.



<STL+ 기능을 활용한 척추뼈의 STL 형식 저장>