

## 가. 3차원 뼈대 모델 제작

### (1) 목적

촬영된 CT 영상을 이용하여 3차원 뼈대 모델을 제작한다. 영상구역화는 CT 영상에서 넓다리뼈, 무릎뼈, 정강뼈, 종아리뼈에 해당하는 부위를 별도의 색으로 구분하는 과정이며, 이 구분된 영역을 기준으로 3차원 뼈대 모델을 생성한다.

### (2) 영상 구역화 및 사용 소프트웨어

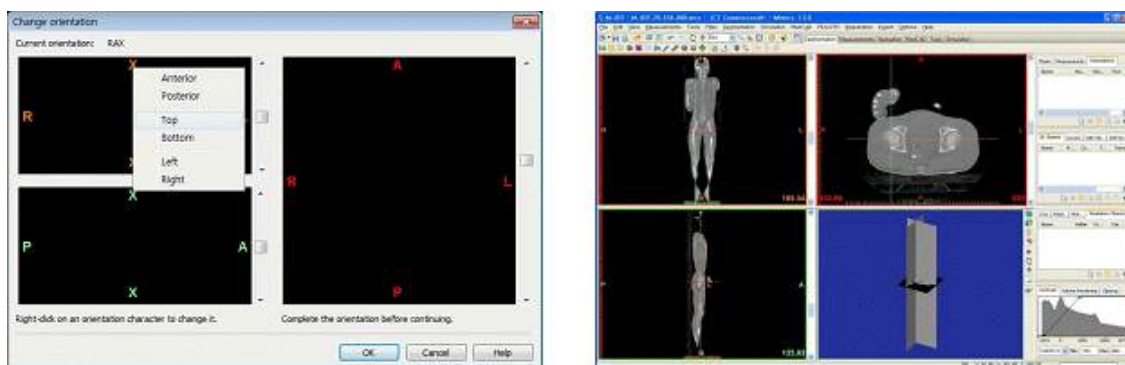
- 1) 영상구역화 및 3차원 모델데이터 생성을 위하여 Mimics(Ver.14.1, Materialise, Belgium) S/W를 사용한다.
- 2) SW를 사용한 영상구역화 및 3차원 모델 생성은 다음의 방법에 준한다.

### Data Set (DICOM Image Set) 생성

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

“Import Images”를 선택하여 DICOM Image Set을 Import한다.

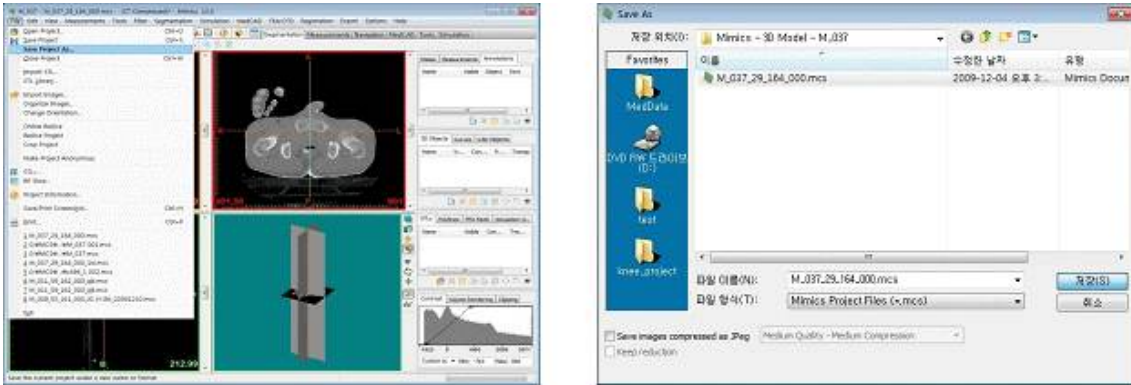
DICOM Image Set은 어느 한 방향의 단면 이미지 영상(주로 axial Image)을 갖게 되는데, Mimics S/W에서 작업할 수 있는 프로젝트 파일로 변환될 때, 다른 이미지 영상(coronal, sagittal) 또한 표현하여 준다. 이와 같이 표현되는 영상에 대하여 Anterior, Posterior, Right, Left 및 Top, Bottom의 6개의 방향 설정을 마치게 되면, DICOM Image Set를 Mimics S/W에서 작업할 수 있는 Mimics Project File 환경이 조성된다.



<프로젝트 파일 생성>

이와 같은 공정을 거쳐 가장 기본 입력 데이터인 DICOM Image Dataset으로부터 영상구역화 작업 및 3차원 모델을 생성할 수 있는 프로젝트 파일로의 변환이 이루어

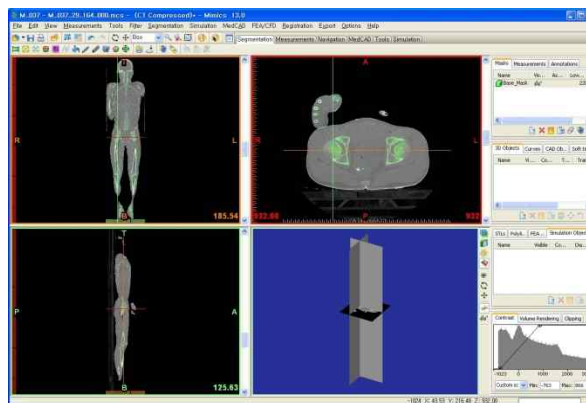
졌으며, 추후 지속적인 프로젝트 파일 사용을 위하여 다음 공정을 통하여 저장할 수 있다. 모든 표본들에 대하여 동일한 공정을 거쳐, 각 표본들에 대한 별개의 Project File을 생성, 저장토록 한다.



<프로젝트 파일 저장>

### 인체 뼈의 기본 마스크(Base Mask) 생성

기본 마스크 생성 작업 시 사용자가 원하고자 하는 영역(넙다리뼈, 무릎뼈, 정강뼈, 종아리뼈)에 대한 HU 값을 Profile line을 통하여 확인하여 보고, 기본 마스크의 HU 영역대를 설정(Thresholding)함으로써 각 해당 뼈에 대한 마스크 생성을 돕도록 한다.



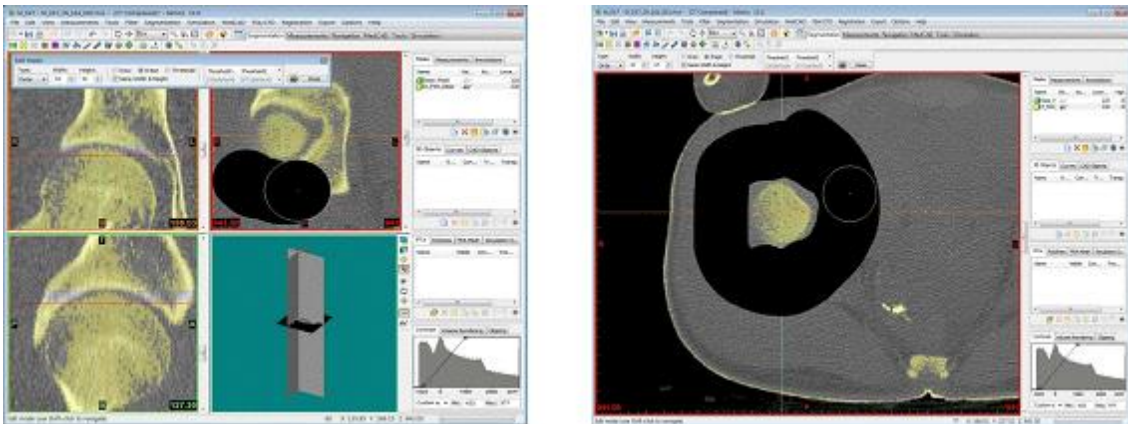
<기본 마스크 생성>

이렇게 생성한 기본 마스크는 표본의 넙다리뼈, 무릎뼈, 정강뼈, 종아리뼈 모두를 포함하고 있는 마스크로서, 컴포넌트에 해당하는 각 뼈별로 별도의 마스크를 생성(ROI별 Bone Mask)하여 영상구역화 작업을 실행토록 한다.

## 개별 뼈의 Base Mask 생성

각 표본별 생성된 Mimics Project File에는 표본의 넓다리뼈, 무릎뼈, 정강뼈, 종아리뼈에 해당하는 모든 영역을 담고 있는 기본 마스크가 생성되어 있다. 이와 같은 기본 마스크는 각 뼈별로 구분되어 있지 않기 때문에 3차원 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.

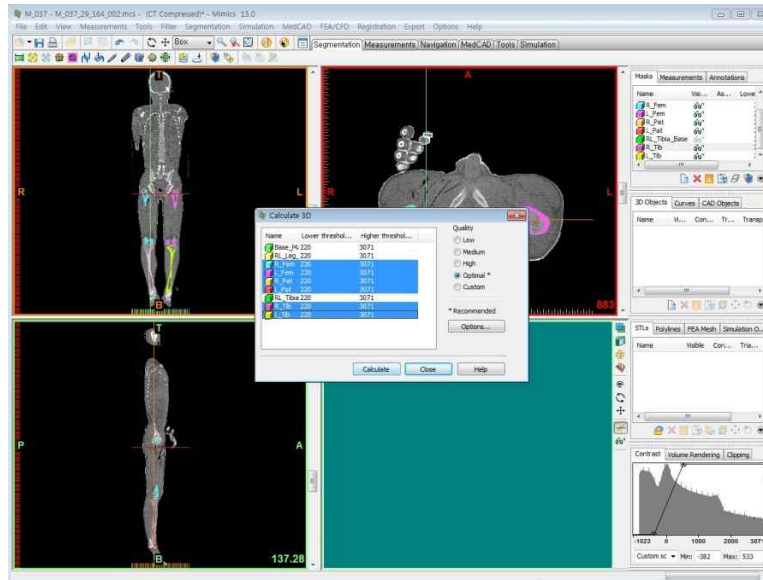


<이웃하는 다른 컴포넌트 영역의 제거 및 수정>

이와 같은 공정을 모든 표본에 해당하는 Mimics Project File 내의 각 컴포넌트별(좌/우 넓다리뼈, 무릎뼈, 정강뼈, 종아리뼈)로 모두 작업하도록 한다.

## 개별 뼈의 3차원 모델 생성

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

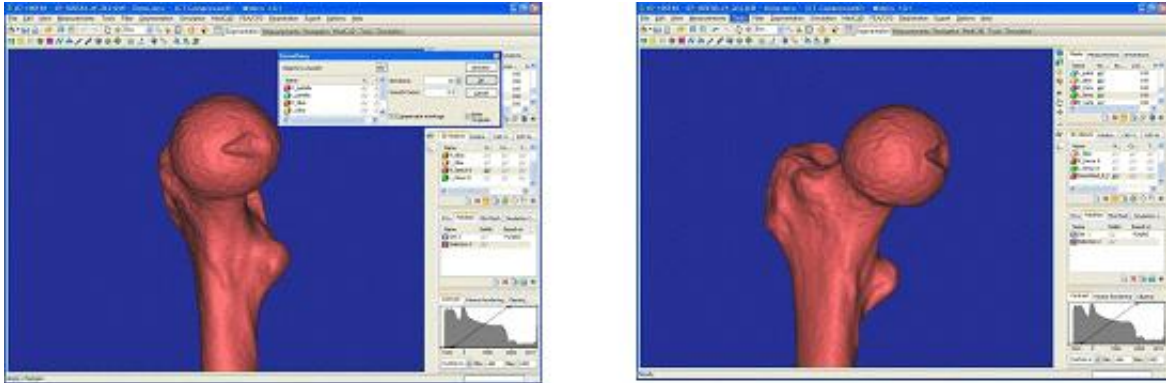


<3차원 개체 생성을 위한 마스크 선택>

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

3D Objects의 표면 상태를 보완하고, 추후 관절 면 절단 시 솔리드 이미지 영상을 얻기 위하여, 넓다리뼈와 정강이뼈의 경우, 양 끝단의 일정 부위를 솔리드 처리로 처리함으로써 양질의 표면 상태를 가질 수 있도록 작업한다.

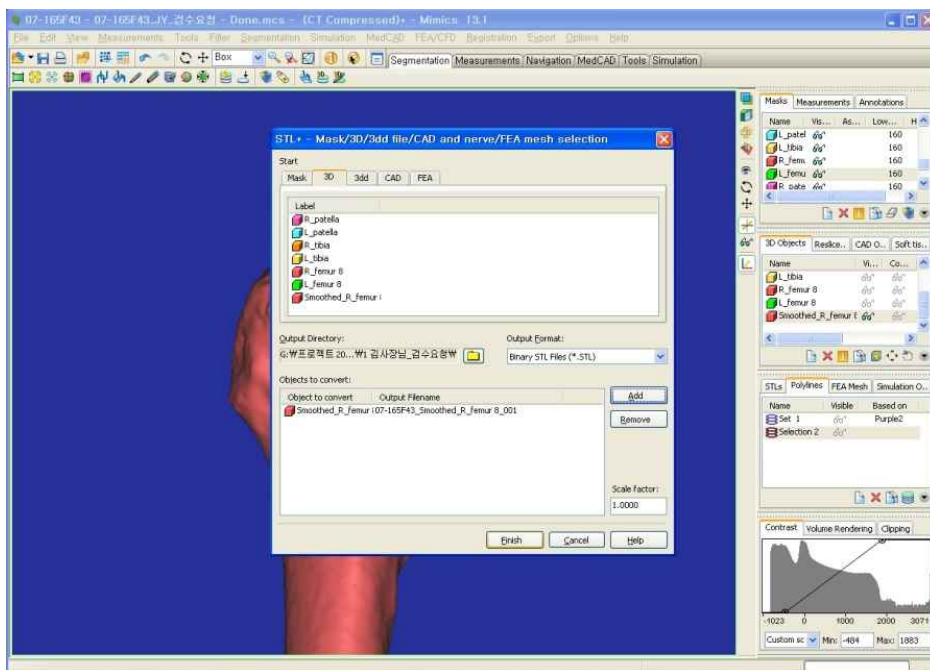
상기와 같은 작업을 진행하였어도 각 뼈의 형상 특징을 제대로 나타낼 수 있을 만큼의 표면 상태를 표현할 수 있도록 스무딩(Smoothing)처리를 다음과 같은 공정을 통하여 할 수 있다.



<3차원 모델의 스무딩 처리 결과>

### 개별 뼈의 3차원 모델 자료 출력

앞에서 진행된 과정을 통하여 넓다리뼈, 무릎뼈, 정강이뼈에 대한 3D Objects 생성이 완료되었으며, 최종적으로 stl data 형식의 3차원 모델 데이터로 출력한다.



<STL 형식으로 뼈 모델 출력 및 저장>

(3) 3차원 형상 모델 적용 코드

3차원 형상 모델은 범용 STL 형식을 사용하여 저장하며, 각 뼈에 대한 아래 코드를 사용하여 이름을 부여한다.

<3차원 척추 뼈 모델의 명명 코드>

Code	영문명	한글명
lol_03	femur left	넙다리뼈 왼쪽
lol_04	femur right	넙다리뼈 오른쪽
lol_05	patella left	무릎뼈 왼쪽
lol_06	patella right	무릎뼈 오른쪽
lol_07	tibia left	정강뼈 왼쪽
lol_08	tibia right	정강뼈 오른쪽
lol_09	fibula left	종아리뼈 왼쪽
lol_10	fibula right	종아리뼈 오른쪽