

인체 가슴 부위의 구조물의 3D 표면 모형 재구성

A Study on 3D Surface Reconstruction for the Breast of Human Body

이상태*, 전현진*, 김기태*, 최기석**, 주원균**

Sang-tae Lee*, Hyun-Jin Jeon*, Ki-Tai Kim*, Ki-Seok Choi**, Won-Kyun Joo**

*한국표준과학 연구원, **한국과학기술정보 연구원

* Korea Reserch Institute of Standards and Science, ** Korea Institute of Science and Technology Information

ABSTRACT

본 연구에서는 실제 기증받은 시체를 이용하여 인체의 각 구조물을 실제 모습 그대로 3D 이미지화하는 과정에 대해 알아보았다. 인체의 구조물을 3D 로 이미지화하는 과정은 다음과 같다. 먼저 시체를 0.2mm 간격으로 절단하여 절단면의 사진을 찍은 후, 각 절단면의 사진에서 각각의 구조물을 구역화하여 색칠을 한 후, 구역화한 이미지에서 외곽선을 추출하여 벡터 이미지를 만든다. 이 외곽선을 1mm 간격으로 쌓아 올린 후 그 표면을 재구성하여 3D 이미지로 변환하는 과정으로 진행되었다. 3D 이미지의 제작은 가슴 부위에 한정하여 이루어졌다.

인체의 해부학적인 모형을 3D 이미지로 시각화함으로써 얻는 효과는 일반인을 대상으로 인체의 내부에 대한 시각적인 호기심을 충족시켜주고 의학 상식을 넓히는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 의대생들을 비롯한 의학 전문가들에게는 생생한 해부학 강의용으로도 활용 가능하다. 향후 Haptic 시스템을 이용한 의료 실습 어플리케이션과 접목될 수도 있을 것이고, fMRI 데이터를 비롯한 타 데이터와의 융합을 통해 시각화하여 서비스 할 수도 있다. 이처럼 인체의 3D 모형은 의료분야에서 광범위하게 활용될 수 있는 데이터로써 그 가치를 지닐 것이다.

Keyword: 'surface reconstruction', 'human body', '3D Image'

1. 서론

한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 구축하기 시작한 한국인의 인체정보에는 아주대학교 의과대학과 공동으로 구축한 한국인의 인체영상(Visible Korean Human)이 있다. 여기에서 한국인 남성 전신, 남성 머리, 여성 골반에 대한

고해상도 컬러 연속 절단면 영상이 제작되었다. Visible Korean Human 은 한국 남성 시신(나이 32 세, 키 164cm, 몸무게 55kg)의 온몸을 대상으로 연속 절단면 영상을 만들었다. 아주대학교 의과대학의 시신 기증 절차에 따라 기증 받은 시신이며, 온몸의 연속절단면 영상을 만들어도 된다는 유가족의 허락을 받았다. 시신의

온몸을 0.2mm 간격으로 연속 절단하고 모든 절단면을 찍어서 수평 방향의 해부영상 8,510 개(해상도 3,040x2,008, 색상 24bits color)를 만들었다. 해부영상 8,510 개 중에서 5 개 마다 하나씩 총 1,702 개를 추렸다. 이 결과로 해부영상의 간격이 0,2mm 에서 1mm 로 늘었다.

2. 3D 모형 구축 구조물

VKH 프로젝트에서 머리, 배, 골반, 다리 부분의 3D 표면 모형 제작이 완료되었기 때문에, 본 연구에서는 가슴부위의 구조물에 대해서 3D 표면 모형 재구성을 하기로 결정하였다. 가슴 부위의 144 개의 구조물은 표 1 에 정리하였다.

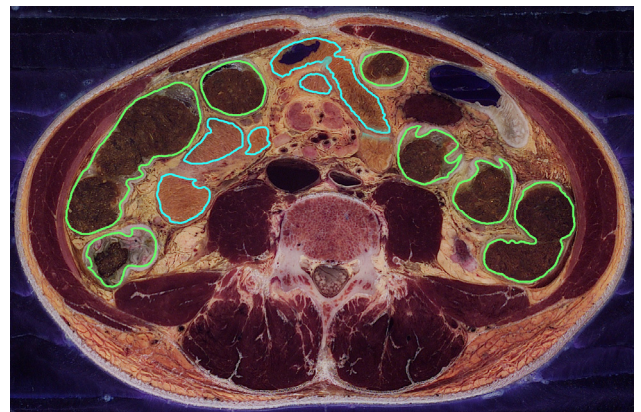
[표 1] 구역화한 구조물 목록

<p>Skeletal system(42)</p>	<p>First thoracic vertebra, Second thoracic vertebra, Third thoracic vertebra, Fourth thoracic vertebra, Fifth thoracic vertebra, Sixth thoracic vertebra, Seventh thoracic vertebra, Eighth thoracic vertebra, Ninth thoracic vertebra, Tenth thoracic vertebra, Eleventh thoracic vertebra, Twelfth thoracic vertebra, First lumbar vertebra, First rib (rt), First rib (lt), Second rib (rt), Second rib (lt), Third rib (rt), Third rib (lt), Fourth rib (rt), Fourth rib (lt), Fifth rib (rt), Fifth rib (lt), Sixth rib (rt), Sixth rib (lt), Seventh rib (rt), Seventh rib (lt), Eighth rib (rt), Eighth rib (lt), Ninth rib (rt), Ninth rib (lt), Tenth rib (rt), Tenth rib (lt), Eleventh rib (rt), Eleventh rib (lt), Twelfth rib (rt), Twelfth rib (lt), Sternum, Scapula (rt), Scapula (lt), Clavicle (rt), Clavicle (lt)</p>
<p>Articular system(40)</p>	<p>Intervertebral disc (T I - L I), Latissimus dorsi m. (rt), Latissimus dorsi m. (lt), Rhomboid major m. (rt), Rhomboid major m. (lt), Rhomboid minor m. (rt), Rhomboid minor m. (lt), Posterior superior serratus m. (rt), Posterior superior serratus m. (lt), Pectoralis major m. (rt), Pectoralis major m. (lt), Pectoralis minor m. (rt), Pectoralis minor m. (lt), Subclavius m. (rt), Subclavius m. (lt), Anterior serratus m. (rt), Anterior serratus m. (lt), Deltoid m. (rt), Deltoid m. (lt), Supraspinatus m. (rt), Supraspinatus m. (lt), Infraspinatus m. (rt), Infraspinatus m. (lt), Teres minor m. (rt), Teres minor m. (lt), Teres major m. (rt), Teres major m. (lt), Subscapularis m. (rt), Subscapularis m. (lt)</p>

<p>Respiratory system(27)</p>	<p>Right main bronchus, Right superior lobar bronchus, Right apical segmental bronchus, Right posterior segmental bronchus, Right anterior segmental bronchus, Right middle lobar bronchus, Right lateral segmental bronchus, Right medial segmental bronchus, Right inferior lobar bronchus, Right superior segmental bronchus, Right medial basal segmental bronchus, Right lateral basal segmental bronchus, Right posterior basal segmental bronchus, Left main bronchus, Left superior lobar bronchus, Left apicoposterior segmental bronchus, Left anterior segmental bronchus, Left superior lingular segmental bronchus, Left inferior lingular segmental bronchus, Left inferior lobar bronchus, Left superior segmental bronchus, Left medial basal segmental bronchus, Left anterior basal segmental bronchus, Left lateral basal segmental bronchus, Left posterior basal segmental bronchus, Right lung, Left lung</p>
<p>Cardiovascular(35)</p>	<p>Heart (mural), Right ventricle (luminal), Right atrium (luminal), Tricuspid valve, Pulmonary valve, Left ventricle (luminal), Left atrium (luminal), Mitral valve, Aortic valve, Pulmonary trunk, Right pulmonary a., Left pulmonary a., Right coronary a., Sinu-atrial nodal branch, Posterior interventricular branch, Atrioventricular nodal branch, Left coronary a., Anterior interventricular branch, Circumflex branch, Left marginal a., Subclavian a. (rt), Subclavian a. (lt), Coronary sinus, Great cardiac v., Middle cardiac v., Small cardiac v., Right superior pulmonary v., Right inferior pulmonary v., Left superior pulmonary v., Left inferior pulmonary v., Superior vena cava, Azygos v., Hemi-azygos v., Accessory hemi-azygos v., Left hepatic v</p>

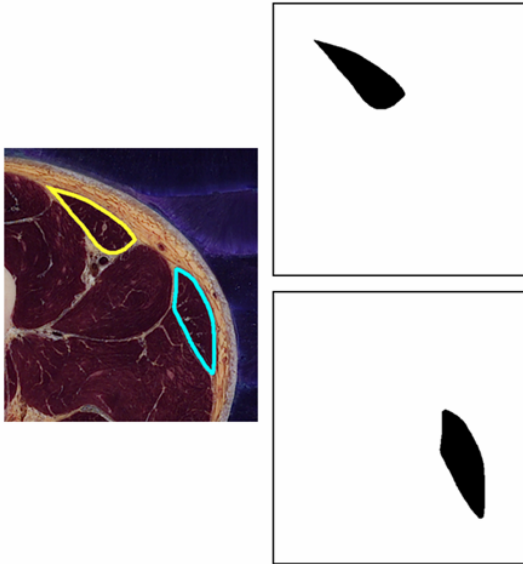
3. 3D 모형 구축 진행방법

3.1. 구역화



[그림 1] 구역화 영상

그림 1 과 같은 연속 절단면 영상에 구조물의 테두리를 그려서 가슴 부위의 144 개의 구조물에 대해서 구역화하였다.



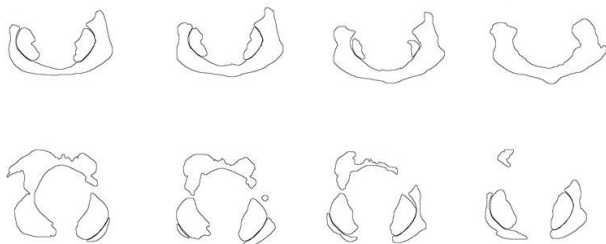
[그림 2] 구역화 영상

인체 902 개 구조물에 대한 모든 구역화는 아주대학교 해부학교실의 의학전문가들에 의해서 이루어졌다.

각각 테두리를 그려서 구역화한 구조물에 검정색을 채워 넣어 구역화한 구조물의 이미지만 뽑아내었다. 그리고 그렇게 구역화한 구조물의 이미지를 각각 TIF 이미지파일로 저장 하였다.

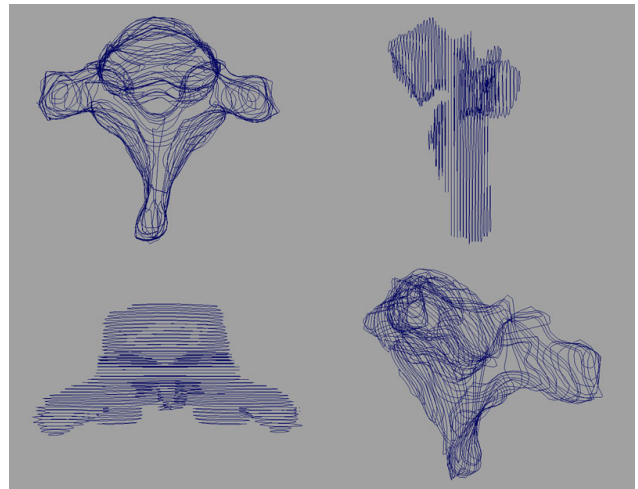
3.2. 등고선 생성

저장된 TIF 이미지파일은 Adobe 의 Photoshop 프로그램을 통해 외곽선만 추출하여 벡터 이미지인 ai 파일로 저장하였다.



[그림 3] 외곽선 ai 이미지

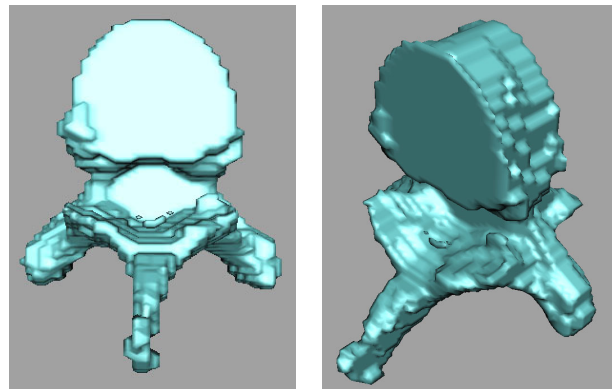
3D 그래픽 툴인 MAYA 를 사용하여 구조물의 외곽선을 1mm 간격으로 쌓아 올렸다. MAYA 의 mel script 를 이용하여 대량의 이미지를 원하는 위치에 자동으로 쌓아 올릴 수 있다.



[그림 4] MAYA 에서 외곽선을 쌓아올린 이미지

3.1. 3D 표면 모형 재구성

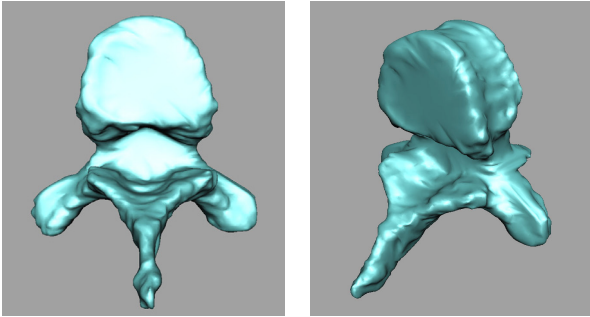
3D Doctor 와 Rhinocero 프로그램을 이용하여 쌓아올린 외곽선의 표면을 3D 로 재구성 하였다.



[그림 5] 표면 재구성한 3D 이미지

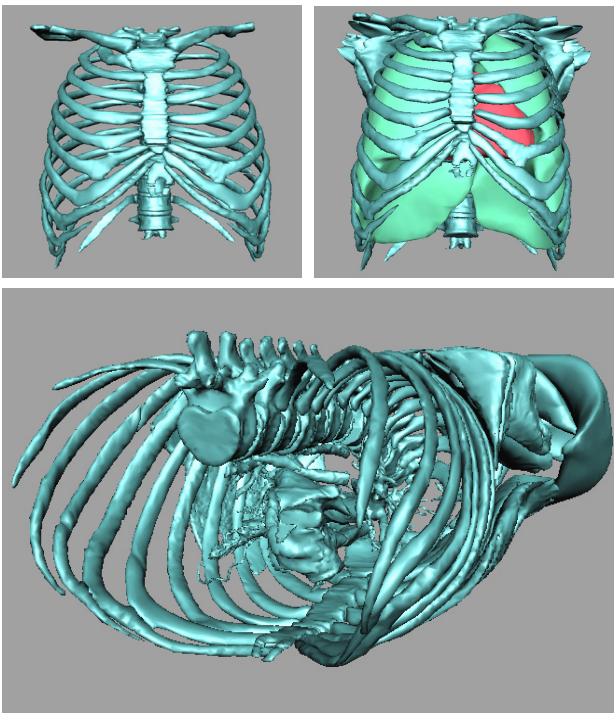
최초의 자동적으로 생성된 3D 이미지는 폴리곤의 숫자가 지나치게 많고 표면이 울퉁불퉁 거칠기 때문에 표면을 다듬는 작업이 필요하다.

MAYA 프로그램을 이용하여 3D 이미지의 폴리곤의 개수를 줄였고 표면의 거친 부분을 부드럽게 다듬었다.



[그림 6] 표면을 다듬은 3D 이미지

위와 같은 작업을 통해 가슴 부위의 144 개의 구조물 전부에 대해서 3D 이미지로 표면재구성 하였다.



[그림 7] 완성된 가슴부위 구조물의 3D 모형

3. 결론 및 기대성과

등고선을 쌓아올려 가슴 내부의 구조물에 대해 3D 표면 재구성하는 방법에는 몇가지 문제점이 있다. 첫째, Y자로 생긴 혈관 등의 작업이 어렵고,

둘째, 위와 아래의 모양 차이가 큰 등고선의 경우 자동화가 쉽지 않았다. 이런 경우 등고선을 참고하여 직접 그려야 하는 수작업이 필요하다.

3D 표면재구성을 통해 가슴 부위의 해부학적인 모형을 3D 이미지로 시각화함으로써 가슴 부위의 인체 구조물들을 쉽게 들여다보고, 돌려보고, 확대, 축소하여 관찰할 수 있다. 일반인을 대상으로 인체의 내부 장기에 대한 시각적인 호기심을 충족시켜주고 의학 상식을 넓히는데 도움을 줄 수 있을 것이고, 의대생들을 비롯한 의학 전문가들에게는 생생한 해부학 강의용으로 활용 되어질 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 박진서, 정민석, 최승훈, 변호영, 황재연, 신병석, 박형석 (2006). 온몸의 연속 절단면 영상. 대한해부학회지, 35-45.
- [2] JIN SEO PARK, MIN SUK CHUNG, SUNG BAE HWANG, BYEONG-SEOK SHIN, HYUNG SEON PARK (2006). Visible Korean Human: Its Techniques and Applications. Clinical Anatomy 19, 403-410.
- [3] Dong Sun Shin, Min Suk Chung, Jin Seo Park, Yihwa Kang, Byeong-Seok Shin (2008). Improved technique to build surface models of the male urogenital organs from Visible Korean. J Korean Med Sci. 24.
- [4] J.S. Park, D.S Shin, M.S. Chung, S.B. Hwang, and J, Chung (2007). "Technique of semiautomatic surface reconstruction of the Visible Korean Human data by using commercial software. Clin Anat.20, 871-879.