

원저

## 3차원 자동 표면 재구성 소프트웨어 개발

박진서<sup>1</sup>, 황성배<sup>2</sup>, 정민석<sup>3\*</sup>, 신동선<sup>3</sup>, 박효석<sup>3</sup>, 이용숙<sup>4</sup>, 신병석<sup>5</sup>

동국대학교 의과대학 해부학교실<sup>1</sup>, 경북전문대학 물리치료과<sup>2</sup>, 아주대학교 의과대학 해부학교실<sup>3</sup>,  
샌안토니오 텍사스대학교 보건과학센터 방사선과<sup>4</sup>, 인하대학교 공과대학 컴퓨터공학부<sup>5</sup>

### Three Dimensional Automatic Surface Reconstruction Software

Jin Seo Park<sup>1</sup>, Sung Bae Hwang<sup>2</sup>, Min Suk Chung<sup>3\*</sup>, Dong Sun Shin<sup>3</sup>,  
Hyo Seok Park<sup>3</sup>, Yong Sook Lee<sup>4</sup>, Byeong-Seok Shin<sup>5</sup>

Dept. of Anatomy, Dongguk Univ. College of Medicine<sup>1</sup>, Dept. of Physical Therapy, Kyungbuk College<sup>2</sup>,  
Dept. of Anatomy, Ajou Univ. School of Medicine<sup>3</sup>, Dept. of Radiology, UTHSCSA<sup>4</sup>,  
Dept. of Computer Science & Engineering, Inha Univ.<sup>5</sup>

#### Abstract

**Objective:** After drawing and stacking contour of structures, which are identified in the serially sectioned images, three-dimensional (3D) images can be made by surface reconstruction. The 3D images can be selected and rotated in a real time. The purpose of this research is to compose software of automatic surface reconstruction for making 3D images. **Methods:** Contours of 55 structures in the 613 magnetic resonance images of whole body were drawn to make segmented images. We composed automatic software for stacking contours of a structure, for converting the contours into polygons, and for connecting vertices of the neighboring polygons to fill gaps between polygons with triangular surfaces. The surface reconstruction software was executed to make 3D images of 55 structures. **Results:** Virtual dissection software, on which 3D images could be selected and rotated, was composed. **Conclusion:** For other research, this like program can be composed for automatic surface reconstruction; several kinds of commercial software can be used for manual or automatic surface reconstruction. Investigators might choose one of the methods in consideration of their only circumstances. (*Journal of Korean Society of Medical Informatics 13-4, 385-392, 2007*)

**Key words:** Serially sectioned images, Magnetic resonance images, Segmented images, Automatic surface reconstruction, Three-dimensional images

논문투고일: 2007년 9월 28일, 심사완료일: 2007년 12월 21일

교신저자: 정민석, 경기도 수원시 영통구 원천동 산5 아주대학교 의과대학 해부학교실(443-749)

전화: 031-219-5032, Fax: 031-219-5039, E-mail: dissect@ajou.ac.kr

\* 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-2005-000-10197-0) 지원으로 수행되었음

## I. 서론

자기공명영상과 같은 연속절단면영상이 있으면 3차원영상을 만들 수 있다. 연속절단면영상을 쌓은 다음에 부피재구성해서 3차원영상을 만들면 임의각도의 절단면을 볼 수 있다는 장점이 있다<sup>1)</sup>. 연속절단면영상에서 구조물의 테두리를 그리고 테두리를 쌓은 다음에 표면재구성해서 3차원영상을 만들면 3차원 구조물을 실시간에 골라서 보고 돌려서 볼 수 있다는 장점이 있다<sup>2)3)</sup>.

3dsMAX™ 소프트웨어(5.0판, Discreet™)에서 수동으로 표면재구성하는 방법을 개발하였다. 구조물의 테두리를 쌓은 다음에 위 테두리와 아래 테두리의 꼭짓점을 수동으로 이어서 테두리 사이에 삼각면 또는 사각면을 채웠다. 이처럼 수동으로 표면재구성해서 3차원영상을 만들면 시간이 오래 걸리고, 객관성이 떨어진다는 단점이 있었다<sup>2)</sup>.

이 연구의 목적은 연속절단면영상의 테두리를 쌓고 자동으로 표면재구성해서 3차원영상을 만드는 것이다. 이를 위해서 온몸의 자기공명영상에서 구조물 55개의 테두리를 그리고 테두리를 쌓은 다음에 자동으로 표면재구성해서 각 구조물의 3차원영상을 만드는 소프트웨어를 개발하였다.

## II. 재료 및 방법

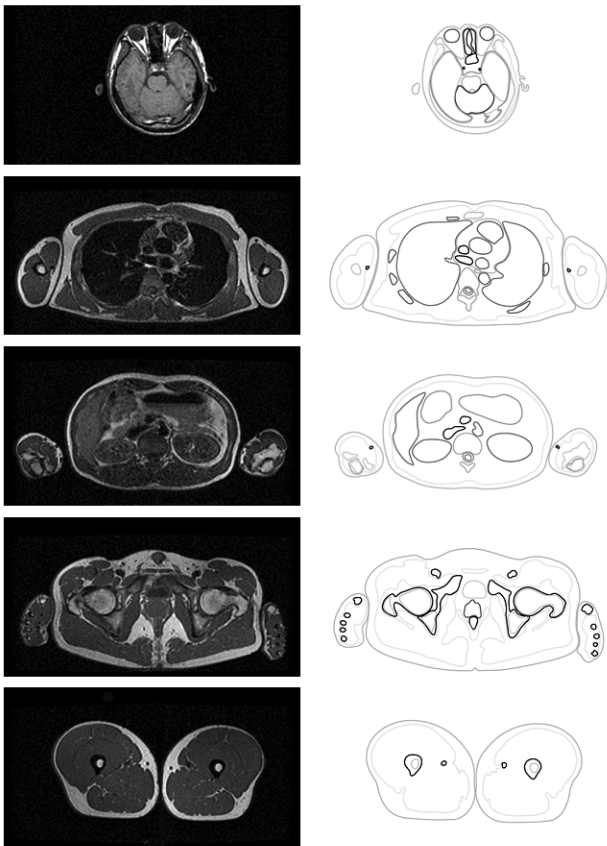
표준 체형을 가진 건강한 한국 남성(19세)을 대상으로 대상자 온몸의 자기공명영상 613장(간격 3mm, 해상도 512 X 512)을 획득하였다. 자기공명영상을 tag image file format(TIFF) 파일로 바꿔서 개인용 컴퓨터에서 다룰 수 있는 자기공명영상(001.tif - 613.tif)을 만들었다<sup>4)</sup>.

온몸의 자기공명영상에서 보이는 구조물 55개를 계통별로 나누었다(Table 1). CoreIDRAW™ 소프트웨어(10판, Corel Coporation™)에서 자기공명영상을 불러왔다. 자기공명영상 구조물의 테두리를 가는 선으로 그려서 닫힌 곡선을 만들었다. 닫힌 곡선에 서로 다른 색을 칠한 다음에 bitmap(BMP) 파일로 바꿔서 구역화영상(001.bmp - 613.bmp)을 만들었다(Fig. 1)<sup>4)</sup>.

각 구조물의 3차원영상을 만들기 위해서 각 구조물의 구역화영상을 추렸다. 머리뼈의 3차원영상을 만들기 위해서 머리뼈의 테두리가 담긴 구역화영상(004.bmp - 064.bmp)을 추렸다. 이 구역화영상에서 머리뼈의 테두리가 아닌 다른 구조물의 테두리를 지웠다. 머리뼈의 테두리가 담긴 구역화영상의 번호와 구역화영상에서 머리뼈의 테두리가 있는 좌표를 간직해서 나중에 이웃한 구조물의 위치 관계도 볼 수 있게 하였다.

**Table 1.** Segmented structures, 3D images of which are made by using surface reconstruction software

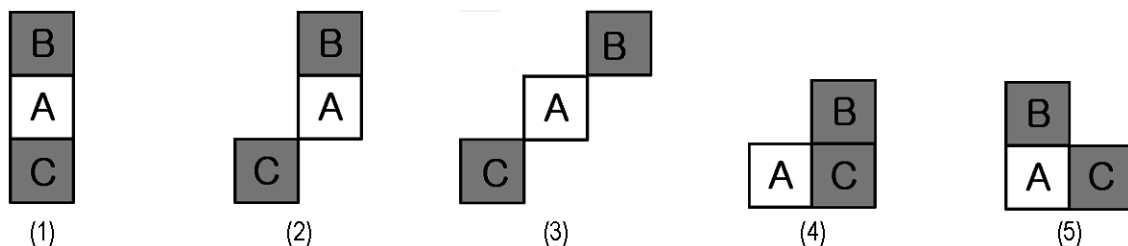
System	Structure (File size of 3D images, KBytes)
Integumentary	Skin (39,699)
Skeletal	Skull (1,659), Mandible (334), Vertebra (3,405), Sternum (253), Clavicle (263), Scapula (616), Humerus (1,154), Radius (485), Ulna (562), Metacarpal bone (180), Phalanx of hand (535), Hip bone (2,098), Femur (2,561), Patella (140), Tibia (1,691), Fibula (767), Tarsal bone (943), Metatarsal bone (476)
Digestive	Oral cavity (161), Palate (16), Parotid gland (113), Submandibular gland (81), Esophagus (130), Stomach (439), Small intestine (1,331), Large intestine (1,149), Liver (901), Gallbladder (33), Pancreas (72)
Respiratory	Nasal cavity (160), Paranasal sinus (319), Nasopharynx (34), Oropharynx (43), Larynx (35), Thyroid cartilage (26), Trachea and bronchus (165), Lung (3,340)
Urinary	Kidney (562), Ureter (135), Urinary bladder (94)
Genital	Testis (166), Prostate (47)
Endocrine	Thyroid gland (94)
Cardiovascular	Heart (518), Blood vessel (4,268)
Lymphatic	Thymus (38), Spleen (334)
Nervous	Cerebrum (1,377), Cerebellum (207), Brain stem (62), Spinal cord (327), Cerebrospinal meninx (1,504), Optic nerve (18)
Sensory	Eye ball (71)
Total	55 structures (76,191)



**Figure 1.** Magnetic resonance images (left column) and corresponding segmented images (right column) of the head, thorax, abdomen, pelvis, and thighs (from the 1st row to the 5th row) of male young adult.



**Figure 2.** A contour with one or two pixel lines (left), which is converted into a contour with one pixel line (right).



**Figure 3.** Five cases that A pixel neighbors to both B and C pixels. (1), (2), (3) cases show that B pixel does not neighbor with C pixel, which means the contour with one pixel line. (4), (5) cases show that B pixel neighbors with C pixel, which means the contour with two pixel lines.

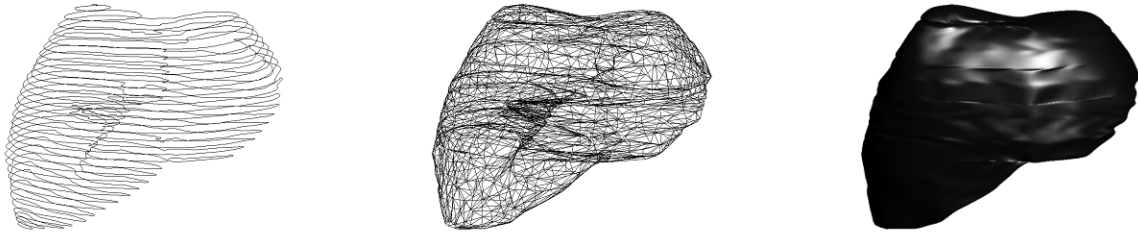
각 구조물을 자동으로 표면재구성해서 3차원영상을 만드는 소프트웨어를 Visual C++ (6판, Microsoft) 언어로 개발하였다. 이 소프트웨어를 실행한 결과와 소프트웨어 개발은 아래와 같았다.

구역화영상의 테두리를 한 줄의 화소로 만들었다. CorelDRAW™ 소프트웨어에서 테두리를 가장 가는 선으로 그려도 BMP 파일로 바꾸면 테두리가 두 줄의 화소일 수 있다. 테두리가 두 줄의 화소이면 처음 그린 테두리와 다르게 생긴 테두리로 바뀔 수 있다. 그리고 다각형의 꼭짓점을 너무 많이 만들어서, 나중에 다각형 사이에 삼각면을 너무 많이 채울 수도 있다 (Fig. 2).

테두리를 한 줄의 화소로 만드는 원칙은 다음과 같았다. 테두리의 임의 화소를 A화소라고 하였고, A 화소에 이웃한 두 화소를 B화소와 C화소라고 하였다. 화소가 이웃하는 것은 화소의 모서리끼리 이웃하거나 화소의 꼭짓점끼리 이웃하는 것으로 정의하였다(Fig. 3). Figure 3의 (1), (2), (3)인 경우에는 B화소와 C화소가 이웃하지 않기 때문에 테두리가 한 줄의 화소이다. 그러나 Figure 3의 (4), (5)인 경우에는 B화소와 C화소가 이웃하기 때문에 테두리가 두 줄의 화소이며, 따라서 이 경우에는 B나 C화소를 지워서 한 줄의 화소로 만들었다(Fig. 2).

구조물의 모든 테두리를 일정한 간격으로 쌓았고, 간격은 대상자의 몸 크기와 자기공명영상의 간격(3 mm)을 고려하여 결정하였다(Fig. 4).

단한 곡선인 테두리를 꼭짓점과 모서리로 이루어진 다각형으로 바꿨다. 다각형으로 바꿀 때 다각형의 꼭짓점 개수를 알맞게 조절하였는데, 이 원칙은 다음과 같았다. 첫째, 꼭짓점 사이의 길이가 다각형 사이의 간격과 비슷하도록 꼭짓점 개수를 조절하였다. 이것은 표면재구성할 때 다각형 사이에 채울 삼각면을 정



**Figure 4.** In the software, stacked contours of the liver, which are converted into polygons soon (left), 3D image made by surface reconstruction, where gaps between polygons are filled with triangular surfaces (center), 3D image, triangular surfaces of which are colored (right).



**Figure 5.** Stacked two contours (left), which are converted into two polygons composed of vertices and edges (right).



**Figure 6.** Stacked two triangles with vertices connected by six up-down edges (left), stacked triangle and quadrangle with vertices connected by seven up-down edges (right).

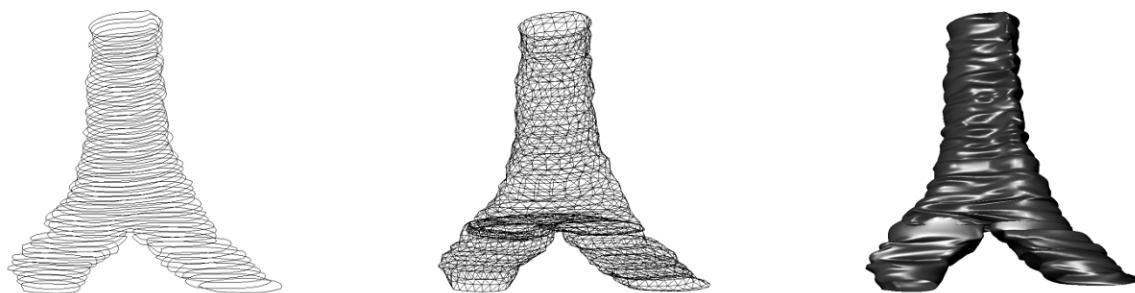
삼각면에 가깝게 만들기 위한 것이었다. 둘째, 복잡한 테두리에서는, 즉 곡률반지름이 작거나 변곡점이 있는 테두리에서는 꼭짓점 개수를 늘렸다. 이것은 복잡한 테두리를 다각형으로 잘 나타내기 위한 것이었다 (Fig. 5).

위 다각형과 아래 다각형의 꼭짓점을 위아래모서리로 연결하였으며, 이 결과로 다각형 사이에 삼각면을 채워서, 즉 표면재구성해서 3차원영상을 만들었다 (Fig. 4). 다각형 사이에 채운 삼각면은 곡면이 아닌 직면이었으며, 이것은 다각형의 모서리와 위아래모서리가 모두 직선이기 때문이었다(Fig. 5, 6). 위 다각형과 아래 다각형의 꼭짓점을 위아래모서리로 이을 때에는 다음 원칙을 따랐다.

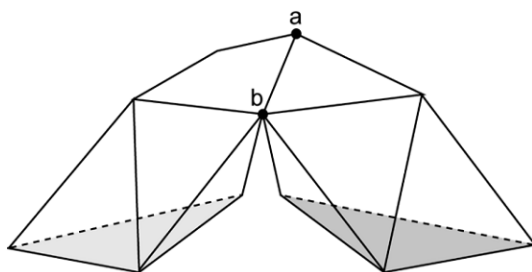
첫째, 다각형의 한 꼭짓점에서 일어나는 위아래모서리가 대개 2개였다. 둘째, 다각형의 한 꼭짓점에서 일어나는 위아래모서리가 3개 또는 1개인 경우도 있었다. 셋째, 위 다각형과 아래 다각형의 모든 꼭짓점 개수와 위아래모서리 개수가 같았다(Fig. 6). 넷째, 위 삼각형의 꼭짓점과 아래 삼각형의 꼭짓점 중에서 가까운 꼭짓점을 찾아서 위아래모서리로 이었다(Fig. 6). 다른 보기를 들면 위 삼각형의 꼭짓점과 아래 사각형의 꼭짓점 중에서 가장 가까운 한 쌍의 꼭짓점을 찾아서 위 삼각형의 꼭짓점에서 위아래모서리 3개가 일어나게 하였고, 아래 사각형의 꼭짓점에서 위아래모서리 1개가 일어나게 하였다. 이 결과로 위아래모서리가 짧았고, 다각형 사이에 채운 삼각면이 정삼각면에 가까웠다(Fig. 7).



**Figure 7.** Stacked triangle and quadrangle with vertices connected either by short up-down edges, which yields almost regular triangular surfaces (left) or by long up-down edges, which doesn't (right).



**Figure 8.** In the software, stacked contours of the trachea and bronchus which were split (left), 3D image, where gaps between polygons are filled with triangular surfaces (center), 3D image, triangular surfaces of which are colored (right).

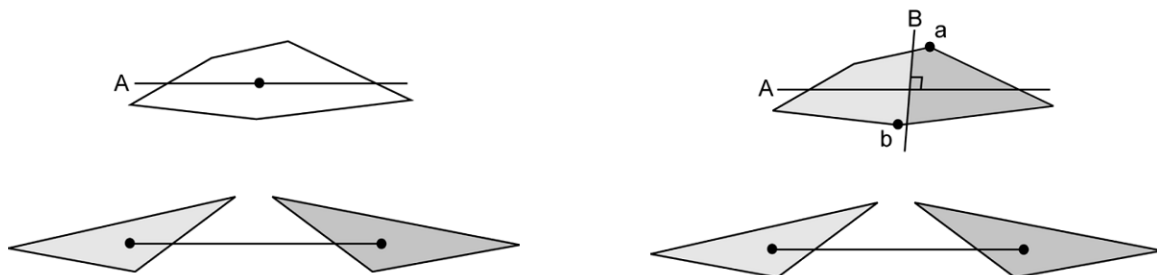


**Figure 9.** Stacked an upper polygon and two lower polygons with vertices connected by up-down edges, after dividing the upper polygon into two upper polygons with vertices a and b.

구조물이 갈라지는 곳에서도 다각형 사이에 삼각면을 채웠다(Fig. 8).

구조물이 갈라지는 곳, 즉 위 다각형 1개와 아래 다각형 2개 사이에 삼각면을 채우기 위해서 먼저 위 다각형 1개에 a꼭짓점과 b꼭짓점을 있는 모서리를 그려서 위 다각형 1개를 2개로 나누어야 했다(Fig. 9).

위 다각형 1개를 2개로 나누기 위해서 a꼭짓점과 b꼭짓점을 찾을 때에는 아래 다각형 2개의 위치와 넓이를 고려해야 하며, 이 때 다음 원칙을 따랐다. 위 다각형 1개와 아래 다각형 2개의 무게중심을 각각 찾았다. 아래 다각형 2개의 무게중심을 잇는 선을 그렸



**Figure 10.** Line A, which pass the gravity center of upper polygon and is parallel to the line passing the gravity centers of two lower polygons (left). Line B, which is at right angle to line A and divide the area of upper polygon in proportion to the areas of two lower polygons. Vertices a and b of upper polygon, which are near to line B (right).

다. 이 선에 평행하면서 위 다각형의 무게중심을 지나는 A선을 그렸다. 아래 다각형 2개의 넓이 비율을 계산하였다. 이 넓이 비율대로 위 다각형의 넓이를 나누면서 A선에 직각인 B선을 그렸다. B선을 가까운 a쪽 지점과 b쪽지점을 찾았다(Fig. 10).

자동으로 표면재구성하는 소프트웨어를 실행해서 구조물 55개의 3차원영상(liver.cpn, trachea and bronchus.cpn, skin.cpn, ...)을 만들었다(Table 1). 3차원 영상의 표면에서 등고선, 즉 구역화영상의 다각형을 볼 수 있었고, 다각형 사이에 채운 삼각면을 볼 수 있

었다. 삼각면에 고유한 색을 칠했으며, 이 결과로 3차원영상의 표면에서 등고선과 삼각면을 볼 수 없었다(Fig. 4, 8, 11).

3차원영상을 골라서 보고 돌려서 볼 수 있는 소프트웨어를 개발하였다. 여러 구조물의 3차원영상을 함께 골라서 보게 하였다(Fig. 12).

3차원영상을 돌려서 보게 하였다. 이 때 머리카락, 눈, 입을 그린 정육면체가 자동으로 함께 돌게 하였다(Fig. 13).

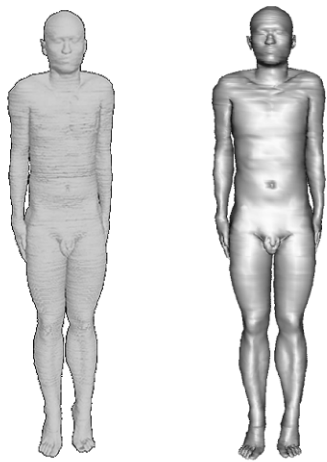


Figure 11. 3D image of the skin made either by automatic surface reconstruction (left) or by manual surface reconstruction (right).

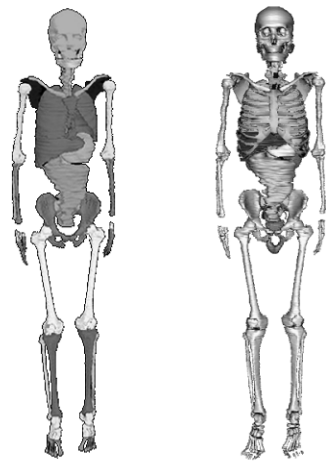


Figure 12. 3D image of several structures made either by automatic surface reconstruction (left) or by manual surface reconstruction (right).

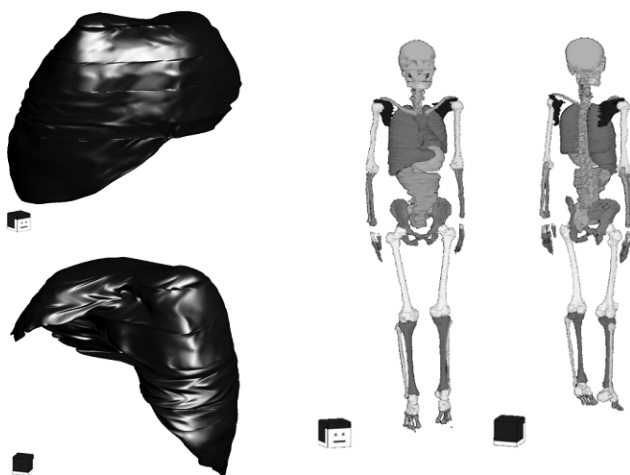


Figure 13. Rotated 3D image of the liver and several structures with a head cube rotated simultaneously.

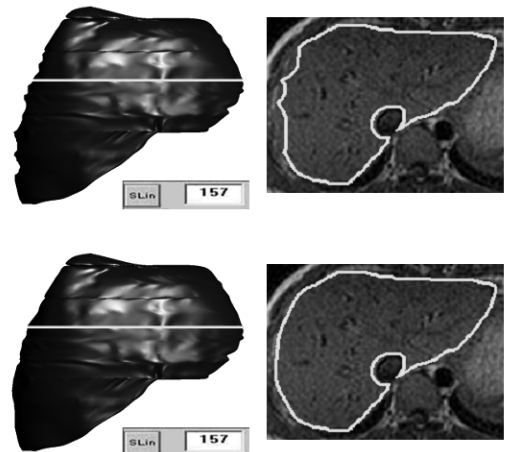


Figure 14. 3D image and Magnetic resonance image of the liver accompanied by a selected segmented image and its number, which are not corrected yet (top) and are corrected (bottom).

3차원영상에서 구역화영상의 파일 이름을 알게 하였다. 3차원영상의 어느 부위에 마우스 포인터를 놓고 클릭하면, 그 높이에 있는 구역화영상의 파일 번호가 나타나게 하였고, 더불어 이 구역화영상의 테두리가 3차원영상과 자기공명영상에 겹쳐서 나타나게 하였다(Fig. 14).

### III. 결과

자동으로 표면재구성해서 3차원영상을 만드는 소프트웨어를 만들었다. 소프트웨어를 실행하면 구역화영상에서 테두리를 한 줄의 화소로 바꾸는 것, 테두리를 쌓는 것, 테두리를 다각형으로 바꾸는 것, 다각형 사이에 삼각면을 채우는 것이 자동으로 되었다. 그러나 테두리를 한 줄의 화소로 만드는 것은 자동으로 되지 않는 경우가 있었으며, 이 테두리는 Adobe Photoshop™ 소프트웨어(7.0판, Adobe™)를 사용하여 수동으로 수정하였다(Fig. 2). 이 연구에서 만든 소프트웨어를 실행해서 자기공명영상에서 구역화한 구조물 55개의 3차원영상을 빨리 만들 수 있었다(Table 1).

3차원영상을 골라서 보고 돌려서 보는 소프트웨어를 마련하였다. 이 소프트웨어에서 한 구조물의 3차원영상만 골라서 보거나 여러 구조물의 3차원영상을 함께 골라서 볼 수 있었다(Fig. 11-13). 각 구조물의 3차원영상을 원래 자리에 놓았기 때문에 이웃한 구조물의 위치 관계를 볼 수 있었다(Fig. 12). 3차원영상을 돌려서 볼 때 머리카락, 눈, 입을 그린 정육면체가 자동으로 함께 돌기 때문에 구조물을 어느 방향에서 보았는지 쉽게 알 수 있었다(Fig. 13). 표면재구성해서 만든 3차원영상 55개의 파일 크기가 작기(76,191 KBytes) 때문에 3차원영상을 실시간에 골라서 보고 돌려서 볼 수 있었다. 각 구조물의 3차원영상 중에서 피부의 3차원영상처럼 파일이 큰(39,699 KBytes) 것도 있었는데, 이것은 3차원영상이 크고 복잡해서 삼각면이 많기 때문이었다(Table 1).

3차원영상에서 틀린 구역화영상을 쉽게 찾아서 고칠 수 있었다. 3차원영상을 골라서 보고 돌려서 볼 수 있었기 때문에 표면이 매끈하지 않거나 해부학 지식에 어긋나는 부위를 쉽게 찾을 수 있었다. 이 부위에 마우스 포인터를 놓고 클릭하면 그 높이에 있는 구역화영상의 파일 이름이 나타났고, 더불어 이 구역화영

상의 테두리가 3차원영상과 자기공명영상에 겹쳐서 나타났기 때문에 틀린 구역화영상을 쉽게 찾을 수 있었다. 틀린 구역화영상을 수정한 다음에 자동으로 3차원영상을 다시 만들 수 있었기 때문에 구역화영상을 제대로 고쳤는지 쉽게 확인할 수 있었다(Fig. 14).

### IV. 고찰

연속절단면영상을 표면재구성해서 3차원영상을 만들 때에는 다음처럼 만드는 과정과 만든 결과를 고려할 필요가 있다.

3차원영상을 빨리 만들 필요가 있다. 수동으로 표면재구성해서 3차원영상을 만들면 시간이 오래 걸리고, 객관성이 떨어진다는 문제가 있다<sup>2)</sup>. 따라서 이 연구에서는 자동으로 표면재구성해서 3차원영상을 만드는 소프트웨어를 만들었다.

3차원영상을 올바르게 만들 필요가 있다. 자동으로 표면재구성해서 만든 3차원영상이 수동으로 표면재구성해서 만든 3차원영상과 비슷한 것으로 보아 자동으로 표면재구성해서 만든 3차원영상이 대체로 올바른 것을 확인할 수 있다(Fig. 11, 12). 3차원영상이 틀린 것은 대개 구역화영상이 틀리기 때문이다. 그런데 구역화영상을 완벽하게 만들기 어렵고, 구역화영상 자체에서 틀린 구역화영상을 찾기 어려우므로, 3차원영상에서 틀린 구역화영상을 찾을 필요가 있다. 특히 3차원영상에서 틀린 구역화영상의 파일 이름이 나타나면 매우 편리하다(Fig. 14). 구역화영상을 수정한 다음에 자동으로 3차원영상을 다시 만들 필요가 있는데, 이것은 수동으로 3차원영상을 다시 만드는 것이 매우 어렵기 때문이다<sup>2)</sup>. 경우에 따라서는 구역화영상을 고치지 않은 채로 3차원영상을 고칠 필요도 있다. 그러나 이 연구에서 만든 소프트웨어에서 3차원영상 자체를 고칠 수 없고, 이 연구에서 만든 3차원영상(CPN 파일)을 Maya™ 소프트웨어, 3ds max™ 소프트웨어 등의 상용 소프트웨어에서 사용할 수 없다. 앞으로 상용 소프트웨어에서 열 수 있는 3차원영상을 만들어서 3차원영상을 이루는 삼각면을 옮기거나, 삼각면의 모서리 또는 꼭짓점을 옮겨서 3차원영상을 고칠 필요도 있다. 그리고 상용 소프트웨어에서 3차원영상의 등고선, 즉 구역화영상의 다각형을 없애면서 3차원영상의 표면을 매끄럽게 만들 필요도 있다(Fig. 4, 8).

3차원영상의 파일 크기를 작게 만들 필요가 있다. 부피재구성해서 만든 3차원영상과 달리 표면재구성해서 만든 3차원영상은 파일이 작아서(Table 1) 3차원영상을 실시간에 골라서 보고 돌려서 볼 수 있다(Fig. 11-13)<sup>9)</sup>. 또한 표면재구성해서 만든 3차원영상은 쉽게 고칠 수 있다. 이 연구에서 만든 표준 체형의 3차원영상을 다른 체형의 3차원영상으로 쉽게 고칠 수 있으며, 이 때 필요한 것은 한국 사람의 피부와 뼈에 관한 체질인류학 자료이다. 표면재구성한 3차원영상의 파일을 더 작게 만드는 첫째 방법은 삼각면 개수를 줄이는 것인데, 그렇다고 구조물의 복잡한 부위에서 삼각면 개수를 많이 줄일 수는 없다. 즉 첫째 방법은 3차원영상이 구조물의 생김새를 나타내는 범위 안에서 삼각면 개수를 줄이는 것이다. 삼각면 개수를 효율적으로 줄이기 위해서는 3차원영상의 등고선을 없애고, 삼각면을 정삼각면에 가깝게 바꿀 필요가 있으며, 이를 위해서 상용 소프트웨어를 사용할 수 있다. 둘째 방법은 이 연구처럼 삼각면을 직면으로 만드는 것인데(Fig. 5-7), 삼각면이 곡면이면, 즉 삼각면이 많은 정보를 담고 있으면 파일이 크기 때문이다<sup>2)</sup>.

3차원영상을 누구나 쉽게 만들 필요가 있다. 본 연구에서 만든 소프트웨어를 사용하면 본 연구의 구역화영상을 가지고 3차원영상을 만들 수 있으나, 다른 연구의 구역화영상을 가지고는 3차원영상을 만들기가 쉽지 않다. 따라서 다른 연구에서 3차원영상을 만들기 위해서는 컴퓨터 전문가의 도움을 받아서 다른 소프트웨어를 만들거나, 수동으로 표면재구성해야 할 것이다<sup>2)</sup>.

3차원영상을 누구나 쓸 필요가 있다. 이 연구에서 만든 3차원영상을 골라서 보고 돌려서 보기 위해서는 이 연구에서 만든 소프트웨어가 필요하다. 소프트웨어를 만들면 3차원영상을 보는 기능을 마음껏 만들 수 있는데, 보기를 들면 피부의 3차원영상을 반투명하게 만들어서 속에 있는 3차원영상과 함께 보는 것이다. 또한 소프트웨어를 만들면 편리한 사용자사이틀(user interface)을 마음껏 만들 수 있는데, 보기를 들면 3차원영상을 계통 단위로 골라서 보는 것이다(Table 1). 게다가 소프트웨어를 만들면 상용 소프트웨어가 없어도 3차원영상을 볼 수 있다. 그러나 만족할 만한 기능과 사용자사이틀을 갖추고 있으며, 오류

(bug)가 없는 소프트웨어를 만들기 위해서는 아주 많은 시간과 노력이 필요하다. 소프트웨어를 만들지 않고 3차원영상을 보기 위해서는 3차원영상을 상용 소프트웨어에서 열 수 있는 파일 형식으로 만들어야 한다. 앞으로 이런 3차원영상을 만들어서 퍼뜨리면 누구나 3차원영상을 골라서 보고 돌려서 볼 수 있을 뿐 아니라, 자기 목적에 따라서 3차원영상을 고칠 수도 있을 것이다.

이 연구에서는 자동으로 표면재구성하는 소프트웨어를 만드는 방법을 소개하였고, 이 소프트웨어로 만든 3차원영상을 소개하였다. 이 방법을 쓰면 컴퓨터 전문가의 도움 없이도 3차원영상을 쉽게 만들 수 있을 것이다.

## 참고문헌

1. Park JS, Chung MS, Shin BS, Kwon KJ. Manufacture of the serially sectioned images of the whole body(fifth report: methods for manufacture of the three dimensional images and virtual dissection software) : Korean J Anat 2004; 37: 175-190. (in Korean)
2. Lee YS, Chung MS, Hwang SB, Wang GN, Yoo SH. Three-dimensional images and software for studying anatomical structures in MRIs. Korean J Phys Anthropol 2003; 16: 147-164. (in Korean)
3. Lee YS, Chung MS, Park JS, Hwang SB, Cho JH. Three dimensional MRI and software for studying normal structures of entire body. J Korean Soc Magn Reson Med 2005; 9: 117-133.
4. Kim JY, Chung MS, Lee YS, Park JS, Cho JH, Choi WY. Horizontal, coronal, sagittal MR Images and segmented images of the Korean entire body. Korean J Phys Anthropol 2003; 16: 1-13. (in Korean)
5. Shin BS, Roh S, Jung HS, Chung MS, Lee YS. Fast reconstruction of 3D human model from contour lines. J Biomed Eng Res 2004; 25: 537-543. (in Korean)