

급속조형기술을 이용한 인체모형의 제작에 관한 연구

Manufacturing of Human Body Models by Rapid Prototyping

이 태영, 김 항목(고려대 대학원), 심 재경, 채 수원(고려대), 장 준근(서울대)

T. Y. Lee, H. M. Kim(Graduate School, Korea University), J. K. Shim, S. W. Chae(Korea University), J. K. Chang(Seoul National University)

ABSTRACT

In this paper, human body models have been manufactured by the use of rapid prototyping techniques, which are to be used for surgery planning in clinical practice. In this manufacturing process, CT or MRI data of human bodies are prepared and the images are processed to obtain sectional contours. With these contours, three-dimensional surface triangulated models are constructed, which finally transformed to STL file for rapid prototyping. For this purpose, total service system for manufacturing of human body models is constructed by employing commercial softwares, and the related problems and process parameters are investigated.

Key Words : rapid prototyping(급속조형기술), STL file, CT(전산화 단층촬영), MRI(자기공명 영상), human body model(인체모형)

1. 서 론

병원에서 의사들은 환자의 상태를 진단하거나 수술계획을 수립하기 위해 흔히 전산화 단층촬영(CT) 자료나 자기공명 영상(MRI) 등을 이용한다. 그러나 이들을 통해 얻은 자료는 인체를 여러 단층으로 촬영한 2차원적인 자료이므로 이러한 자료를 이용하여 복잡한 수술계획을 수립하기란 여간 어렵지가 않다. 최근 외국에서는 골종양(bone cancer) 등과 같은 복잡한 뼈수술을 수행하기 전에, 수술하고자 하는 뼈의 실제 모델을 급속조형기술(rapid prototyping)을 이용하여 제작하고 이 모델을 이용하여 수술을 계획하는 사례⁽¹⁾가 많이 보고되고 있지만 국내에서는 이러한 예가 전무한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 급속조형기술을 이용한 인체골격의 입체모형을 제작하여 이를 임상에 사용하고자 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 기존의 상용 프로그램을 사용하여 전체 시스템을 구축하고 이를 실제 임상에 적용할 때 발생하는 문제점들을 해결하고자 하였다. 본 연구에서 사용한 상용 프로그램은 전산화 단층 촬영 자료나 자기 공명 영상 자료로부터의 경계 검출(edge detection)과 이를 이용하여 3차원적인 표면 삼각형화(surface triangulation)를 통한 STL file을 생성하는 것으로, 이에 대해서

는 이미 국내외적으로 이미 많은 연구^(2,3,4,5,6,7,8)가 수행된 바 있다.

2. 서비스 체계 구축

본 연구에서는 이와 같은 시스템의 구축에 필요한 소프트웨어로 벨기에 MATERIALISE사의 MIMICS와 CT-MODELLER 소프트웨어^(9,10,11)를 사용하였다.

본 서비스 체계를 구축하기 위해서는 CT나 MRI를 보유하고 있는 방사선과, 환자의 상태를 정확하게 알고 있는 담당의사, 데이터 처리 담당자, 그리고 급속조형 모델을 제작할 기업 사이에서 원활하게 데이터가 전송되거나 전달되어야 한다. 일반적으로 조밀하게 촬영된 CT 데이터(512×512 픽셀을 포함하는 단면 100개에서 200개)의 크기는 약 50~100 Mbyte 정도가 되며, 이러한 크기의 데이터를 이동시키기 위해 시중에서 사용되는 Optical disk, Zip drive 또는 DAT tape 등과 같은 정보전달매체를 사용할 수 있다. 그러나 대부분의 국내병원에서는 CT 기계에 이러한 정보저장을 위한 보조장치가 갖추어져 있지 않은 현실이고, 설사 그러한 장치가 있다고 하더라도 CT 제작 업체마다 고유한 방법으로 데이터를 저장하여 데이터의 호환이 불가능하다고 할 수 있다. 따라서 가장 손쉬운 방법으로서 일반병원에서 쉽게 얻을 수 있는 CT 사진을 직접 스캔하여 사용

해 보는 것을 고려해볼 수 있지만, 사진을 사용하는 경우 해상도가 너무 낮고, 또 이들을 적층하는 경우 중심축을 일관되게 유지시키기가 어려우므로 실제 사용이 곤란한 것으로 판단되었다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 데이터 전송을 위한 PACS 시스템을 이용하였다. 즉, 방사선과에서 PACS를 이용하여 담당의사에게 직접 CT 자료를 보내고, 담당의사는 MIMICS에서 단면 contour 추출을 위한 임상적인 판단을 내린 후에, CT 데이터와 판단 결과를 데이터 처리 담당자에게 전송한다. 담당자는 MIMICS를 사용하여 시작품 제작에 필요한 2차원 단면 윤곽을 결정하고, 이를 CT-MODELLER에 의해 STL file로 변환시켜 모형 제작을 한다.

3. CT 데이터의 가공 및 시제품 제작

촬영된 CT 데이터를 가공하여 3차원 영상으로 변환시킨 후, 급속조형에 의한 인체모형을 제작하는 과정은 다음과 같다.

3.1 CT 데이터의 변환

그림 1은 환자의 골반부 단면을 12mm 간격으로 촬영한 35장의 연속적인 CT 사진의 일부로서 데이터의 전체 크기는 대략 17.5 Mbyte이다.

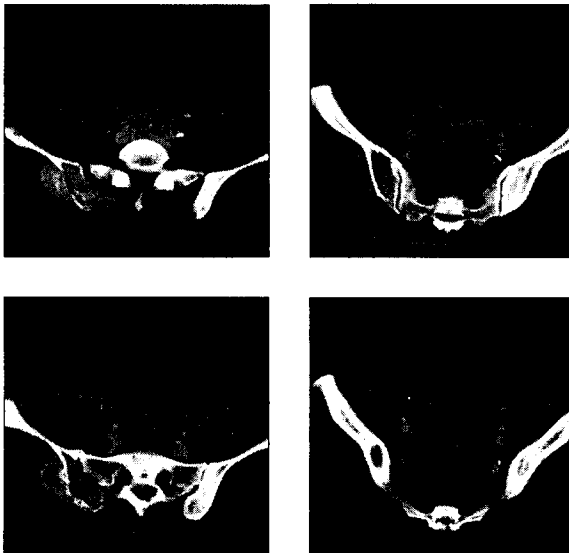


그림 1. 선정된 환자의 골반부위 CT 사진

단층촬영기로부터 생성된 데이터를 MIMICS에서 읽어들이기 위해서는 CT 촬영에 사용된 기계에 맞춰 데이터를 변환시켜야 한다. 본 시제품 제작에 사용된 CT 촬영기는 Siemens사 제품으로 MIMICS에서 지원이 가능한 기종이지만, CT 촬영 시에 사용된 정보를 정확하게 알아야만 전송된 데이터에서 한 개의 픽셀이 이루는 실제 크기가 판단이 되어 가로 세로의 비(aspect ratio)가 왜곡되지 않은 데이터를 얻을 수 있다.

3.2 데이터의 처리

담당의사의 판단을 참조로 하여 신체의 각 부위에 따라 다르게 나타나는 그레이값(gray value)을 이용하여 모형 제작에 필요한 부위만을 이미지로 나타낸다. 그림 2는 그림 1의 CT 사진에 이러한 작업을 하여 얻은 결과 나타내며, 그림 3은 이러한 작업을 마친 후에 3차원 영상으로 재 구현된 그림을 나타낸다.

3.3 STL file의 생성과 급속조형기에 의한 시제품 제작

MIMICS에서 만들어진 데이터는 CT-MODELLER 프로그램에 의해 STL file로 변환되는 작업을 거쳐야 한다. 이렇게 만들어진 데이터는 급속조형기를 이용하여 실제 조형물을 제작할 때 걸리는 시간뿐만

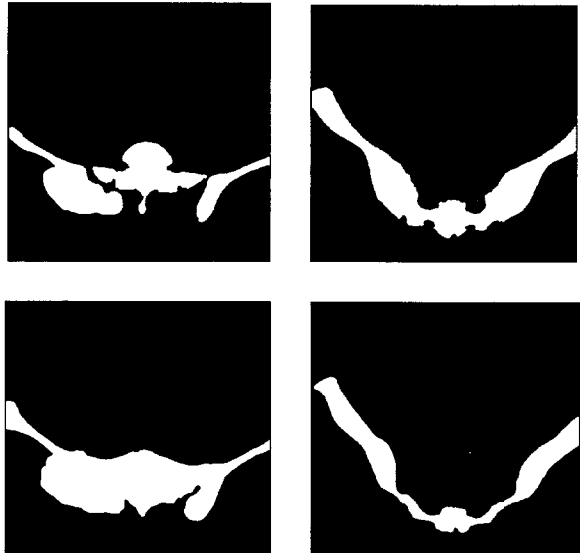


그림 2. MIMICS로 CT데이터를 가공하여 얻은 contour 데이터

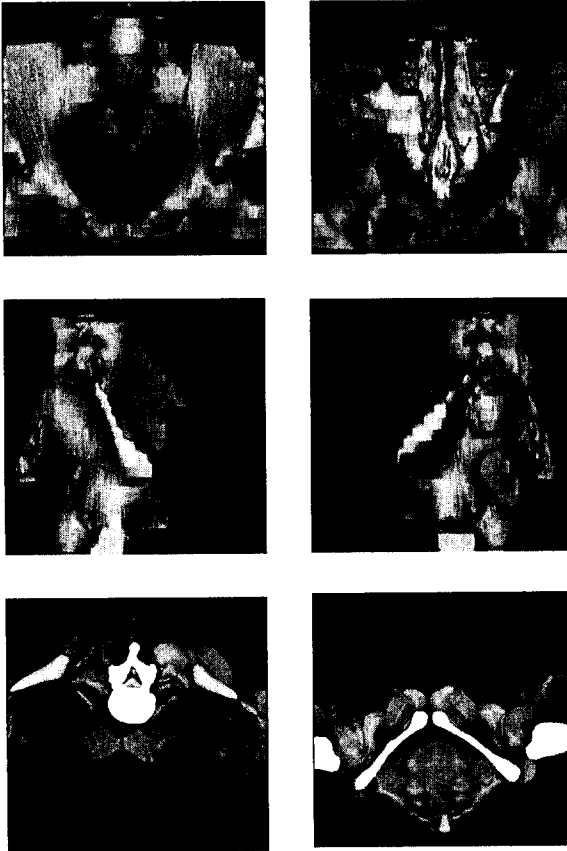


그림 3. 3차원으로 재구성된 영상

이 아니라 제작된 조형물의 형상, 표면의 거칠기 등에 직접 영향을 미치게 된다. 이렇게 만들어진 STL file에 의해 제작업체에서 조형물이 제작되게 된다. 본 연구에서는 LOM(Laminated Objects Manufacturing)에 의해 그림 4에서 보는 것과 같은 시제품을 제작하였으며, 이 시제품 제작에는 약 50 시간이 소요되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 금속조형기술을 이용한 인체 모형의 제작을 위하여 병원과 데이터 처리 담당자 및 금속조형 제작업체를 연계하는 금속조형 시스템의 서비스 체계를 구축하였다. 이를 위하여 상용 소프트웨어를 사용하였으며, 이와 같이 구축된 서비스 체계를 이용하여 2차원적인 CT 데이터로부터 3차원적인 시제품을 제작하였다. 일반적으로 이와 같은 시스템을 임상에 사용하기 위해서는 CT 촬영에서부터 시작품 제작에 소요되는 기간이 1주일 이내이어야

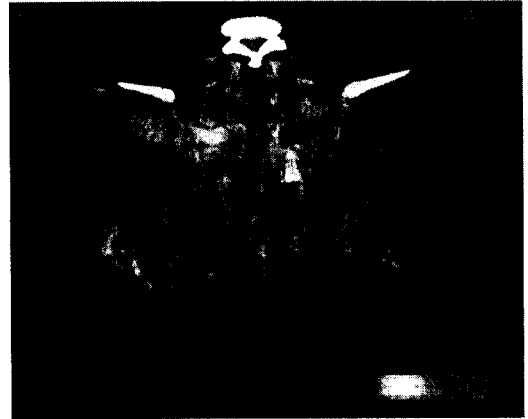
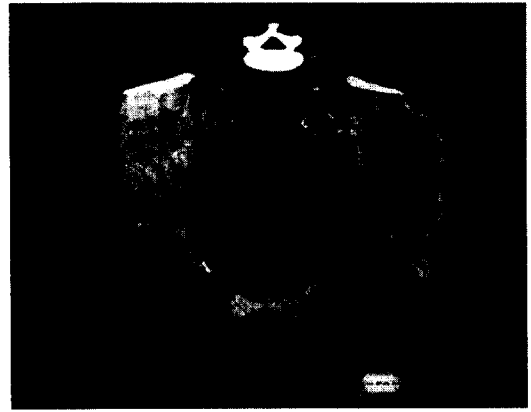


그림 4. 금속조형기에 의해 제작된 인체 골반뼈의사진

한다. 본 시스템을 사용하면 이와 같은 기간 내에 시작품 제작이 가능할 것으로 기대되며, 추후에 SLA를 사용하면 종양부위의 채색도 가능하게 되어 임상에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서 구축된 서비스 시스템을 이용하면 국내에서도 급속조형 모델을 이용한 수술 전 계획이 실용화될 것으로 기대되며, 더 나아가 골종양이나 사고 또는 선천적으로 뼈에 결손이 발생하였을 때, 수술에 필요한 치수를 갖는 인공 대체물을 제작·삽입하거나 자신의 뼈를 가공하여 이식하는 기술이 국내에서도 실용화 될 것으로 기대된다

후 기

본 연구는 보건복지부의 1996년도 G7 의료공학기술연구 개발사업 중, “급속조형기술을 이용한 3차원 인체모형 실현 시스템의 개발”의 일부로 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사를 표합니다.

참 고 문 헌

1. Mraz, S. J., "Rapid-prototyping technology brings biomodeling magic", *Machine Design*, June 19, 1997, pp.36~40.
2. 한 영현, "컴퓨터 단층 촬영 데이터를 이용한 3차원 형상 모델링 기능의 개발", 서울대학교 석사학위 논문, 1993.
3. 허 성민, 최 흥태, 이 석희, "RP를 위한 슬라이스 데이터로부터 STL 포맷의 3차원 형상 재구성," 한국정밀공학회 '97년도 춘계 학술대회 논문집, pp.416-421, 1997.
4. Keppel, E., "Approximating complex surfaces by triangulation of contour lines", *IBM J. Res. Dev.* 19, (Jan. 1975), 2-11.
5. Fuchs H., Kedem, Z. M., and Uselton, S. P., "Optimal surface reconstruction from planar contours", *Commun. ACM* 20, 10 (Oct. 1977), 693-702.
6. Y. Shingatawa and T. L. Kunii., "The homotopy model: a generalized model for smooth surface generation from cross sectional data", *The Visual Computer*, 7:72-86, 1991.
7. D. Meyers, S. Skinner, and K. Sloan., "Surfaces from contours. *ACM Trans*", *Graphics*, 11(3): 228-258, Jul. 1992.
8. A. B. Ekoule, F. C. Peyrin, and C. L. Odet., "A triangulation algorithm from arbitrary shaped multiple planar contours", *ACM Trans. Graphics*, 10(2):182-199, Apr. 1991.
9. User's Guide, "MIMICS: Three Dimensional Image Processing for Visualization and Rapid Prototyping, Version 4.1", MATERIALISE, 1996.
10. User's Guide, "CT-MODELLER: Interfacing from Imaging to CAD and Rapid Prototyping, Version 3.6", MATERIALISE, 1996.
11. User's Guide, "CT-CONVERT: Conversion utilities for interfacing with CT and MRI scanners, Version 3.6", MATERIALISE, 1996.