

3D 모델을 이용한 구강악면안면 외상환자수술 계획수립

김 남국, 이 동혁*, 김 종효**, 민 병구*, 김 영호***

(주) 비트컴퓨터, *서울대학교 의과대학 의공학과

서울대학교 의과대학 방사선과학 교실, *서울대학교 공과대학 산업공학과

Oral and Maxillofacial Surgery Planning using 3D Clinical Model

N.K.Kim, D.H.Lee*, J.H.Kim**, B.G.Min*, Y.H.Kim***

BIT Computer, Co., Ltd.,

*Dept. of Bioengineering, College of Medicine, Seoul National Univ.

**Dept. of Radiology, College of Medicine, SNU,

***Dept. of Industrial Engineering, College of Engineering, SNU

ABSTRACT

CT/MRI images were frequently taken to evaluate the anatomic structure and disease status, and to plan the treatment modality for oral and maxillofacial surgery. However, surgeons have many difficulties in reading and understanding 2D images without long time experiences. This study presents the method of 3D reconstruction with fine CT slices and its clinical application. We applied this method a clinical patient with oral and maxillofacial trauma and produced 3D reconstructed model which shows the fracture line in panfacial area and bone defect

서 론

뇌, 신경 혈관 등의 주요한 해부학적 구조물이 밀집해 있는 구강 악안면 영역의 수술은 해부학적 구조에 대한 이해 및 환자의 병적 상태에 대한 3차원적 이해를 필요로 한다. 이는 결손 되었거나 제거해야 될 조직의 부피 및 크기, 수술시 손상되면 안 되는 신경이나 혈관 등의 해부학적 구조물 등을 포함한다. 이러한 필요성 때문에 두경부 수술시, 수술의 특성에 따라 CT 또는 MRI를 촬영하여 진단 및 치료계획 수립에 활용하게 된다.

그러나 지금까지 의사들은 CT나 MRI 촬영결과는 2차원 필름의 형태로 판독하였기 때문에 정확한 판독을 위해서는 많은 경험과 훈련을 필요로 했다. 이를 보완하기 위해, CT나 MRI 장비에서 3차원 데이터를 만들어 필름의 형태로 출력하는 장비들도 있지만, 대부분이 미리 정의된 방향으로만 볼 수 있기 때문에 얻을 수 있는 정보가 아주 제한적이다.

본 연구에서는 악안면 영역의 골절 및 골 결손환자의 DICOM3.0 포맷의 CT데이터를 기반으로 STL과 VRML 포맷의 3차원 영상을 구성하였고 STL 파일 Browser인 Magics View 4.0을 이용하여 골절선의 개수, 방향, 골결손부의 크기 등 환자의 진단 및 치료계획 수립에 필요한 정보들을 획득하였다. 그리

고 RP 모델을 제작하여 수술 전에 모델상의 수술을 미리 하였다.

구강악안면 영역에서 3D 모델이 필요한 시술의 종류

1. Orthognathic Surgery(주걱턱, 악교정 수술)



그림 1. 악교정 수술 절차

흔히 주걱턱이라 불리는 윗턱 아래턱간의 비정상적인 맞물림관계를 가진 환자에서, 윗턱 아래턱간의 관계를 정상적으로 맞추어 주는 수술이다.[1]

2. Head and Neck Reconstruction

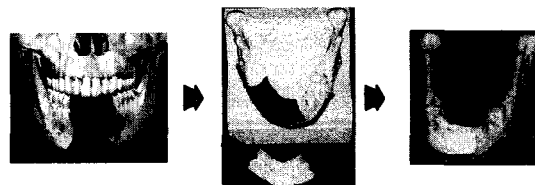


그림2. 두경부 재건술 절차

두경부 재건술은 교통사고 등에 의한 외상이나 종양 등 병변에 의하여 악안면 부위중 일부가 결손되었을 경우, 결손부위를 자신의 신체 일부나 인공물로 대체하여 심미 및 기능을 회복시키는 수술이다.[1]

3. Dental implant



그림 3. Dental Implant

Dental Implant는 치아 결손부의 치조골에 티타늄으

로된 인공치아를 식립함으로써 치아의 기능을 대신하게 하는 술식이다.[1]

3D 모델제작 절차

일반적인 의학용 3D모델링은 다음의 절차를 따른다.

1. Acquisition

CT/MRI 장비와 같은 의학영상촬영 하드웨어를 이용하여 환자의 질환부위를 2차원 슬라이스로 찍는다. 본 연구에서는 환자의 아래턱부터 두정부까지 2mm 슬라이스 간격으로 CT를 촬영하였다.

2. Segmentation

획득된 영상에서 관심부위만 분리해내는 과정이다. 골병변을 다루는 환자이므로 threshold를 이용하여 골부위만 자동적으로 segmentation 하였다.

3. Interpolation

촬영된 CT의 간격이 2mm로 넓으므로 이미지들 간의 보간을 위하여 Interpolation을 시행하였다.

4. Smoothing

3차원 모델에서 CT 촬영간격 때문에 발생하는 계단현상을 없애기 위해 Smoothing을 시행하였다.

5. RP 모델 생성

삼각메쉬들로 이루어진 모델에서 각 꼭지점을 통해 삼각형의 표면에 대한 법선벡터를 파일에 기록하여 STL 파일을 생성하고 3D 프린터를 이용하여 두개골 모델을 제작하였다.

3D 모델 제작

CT 데이터로는, 악안면 영역의 골결손 및 파절을 주소로 내원한 환자를 2mm 간격으로 촬영한 두정부 CT 130장을 이용하였다. 3차원 모델링은 Marching Cubes를 이용한 Surface modeling을 사용하였다.[2] 3D 모델 제작에는 Pentium II 233 Mhz, RAM 96M의 PC를 이용하였다.

STL 파일 제작시 사용하는 옵션에는 자동 segmentation 시 사용하는 threshold 값, 모델의 정교도를 결정하는 sampling rate, 불필요한 삼각 메쉬를 줄여 파일의 크기를 작게하는 compression 옵션, 3차원 모델의 계단현상을 없애는 smoothing 옵션 등을 포함한다.

본 연구에서는 결손되거나 파절된 골 부위를 보는 것이 주 목적이므로 뼈를 추출할 수 있도록 threshold value를 1200으로 설정하였고 sampling rate를 1로 설정하였다.

3D 모델을 이용한 진단

Rapidworks를 이용하여 생성한 환자의 두개골모형을 Materialise 사의 Magics View 4.02를 이용하여 분석하였다.

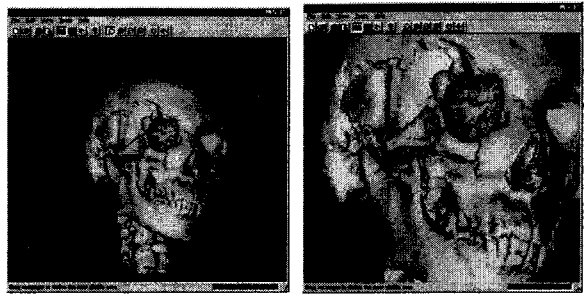


그림 4. 환자의 3차원 두개골 모델 및 환자의 골절선 및 골 결손부위

두정부 오른쪽부위의 frontal bone, sphenoid bone, parietal bone 에 걸친 골 결손부가 있음을 확인할 수 있고, zygomatic bone 과 nasal bone에 파절이 있고 zygomatic arch가 함몰된 것을 있음을 알 수 있다.

골절부위를 확대함으로써 zygomatic bone 과 nasal bone 주위로 7개의 골절선이 있음을 확인할 수 있다.

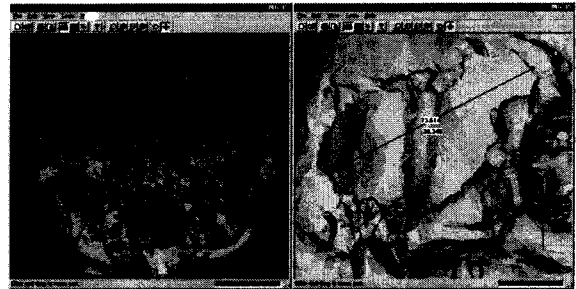


그림 5. 골 결손부의 크기

골 결손부의 크기는 Magics View에서 제공하는 두 점간의 거리측정도구를 이용하였다. 결손부위는 장축이 73.6mm, 단축이 38.3mm인 타원을 이루고 있음을 알 수 있다.

임의의 수직면, 수평면 또는 시상면에서 모델의 절단이 가능하기 때문에 절단면 내부의 해부학적 구조물을 상태를 관찰할 수 있다.

문제점, 결론, 추후 연구과제

본 연구에서는 서울대학교 치과대학 병원에 내원한 환자의 CT데이터를 바탕으로 3차원 모델을 제작하여 진단에 활용하였다. 2차원 CT 데이터를 3차원화하여 보여줌으로써 보다 직관적인 진단결과를 얻을 수 있었다. 그러나 제작한 3차원 모델과 실측치간의 오차의 크기 측정 및 최소화 문제, public domain의 STL 브라우저를 사용함으로써 의학 진단상에 필요한 정확한 정보를 얻을 수 없는 문제 등의 해결해야 할 과제가 있다.

참 고 문 헌

1. L. J. Thomas, 3-D Modeling Technology in Oral and Maxillofacial Surgery, Quintessence books, pp. 61-131, 1995
2. W. E. Lorensen, H. E. Cline, Marching cubes: A High Resolution 3D Surface Construction algorithm, Computer Graphics, Vol. 21, No. 4, 1987.