

CANTIBio BT Solution

BIONIX

-의료영상을 이용한 3차원 가시화와 유한요소 모델링-



유 용 석*

1. 개발사 소개

CANTIBio는 순수 국내 인력과 자본으로 2000년에 설립된 토종기업이다. 의공학 전문 솔루션 개발을 목표로 설립되어 2001년 11월에 BIONIX를 처음으로 출시하였고 개정을 거듭하여 현재에 이른다. 그 동안 표준의료영상인 DICOM Viewer를 인터넷을 통해 무료 배포하였으며, 경기도 벤처기업 경진대회에서 우수상을 수상하기도 했다.

2. CANTIBio BT Solution - BIONIX

BIONIX는 CANTIBio가 개발하여 보급하고 있는 전략적 의공학 솔루션이다. 현재는 CT, MRI 등 2차원 의료영상으로부터 인체의 전체 혹은 특정 관심 부위의 3차원 가시화와 유한요소 모델링을 주요 기능으로 하고 있으며, 인공 인체 삽입 구조물의 Navigation 기능을 수행할 수 있어 초보수준의 가상수술 기능도 포함하고 있다. 주요 특징을 기술하면 다음과 같다.

2.1 2차원 의료영상 기반의 3차원 모델링

BIONIX의 가장 큰 특징은 2차원 의료영상으로부터 3차원 모델링을 수행하는 것이다. 조밀하게 촬영된 Slice 단면들을 3차원 공간상에 적층하는 방법으로 3차원을 구성하게 되는데 이는 폐속조형 기법(RP, Rapid Prototyping)의 원리와 같다. 인체의 특정장기를 모델링하기 위해서는 관심부분만을 추출해야 한다. 이를 위해서 BIONIX는 Thresholding과 Region Growing 등의 Segmentation 기능을 제공하여 사용자가 쉽게 관심영역을 추출할 수 있도록 지원한다. 임의의 한 Slice에 대하여 작업한 Segmentation은 자동으로 전체 Slice 면에 동일하게 적용할 수 있으며 동시에 각 Slice 마다 세밀한 작업을 병행할 수 있어 정밀한 인체 모델링이 가능하다. 현재는 3차원 가시화를 위하여 Surface Rendering 기능을 제공하고 있으며 곧 Volume Rendering 기능이 추가될 예정이다. 이렇게 3차원 모델이 완성되면 바로 Automesh 기법을 이용하여 Tetrahedron 형태의 유한요소 모델을 생성할 수 있다. Multi-Object 기능을 제공하므로 서로 다른

* (주)칸티바이오 대표

특징을 갖는 각각의 영역을 표현할 수 있다. 예를 들면 골의 연골(Trabecular Bone)과 경골(Cortical Bone) 등을 구분하여 유한요소 모델을 생성할 수 있다.

2.2 방사선 파라미터를 이용한 Voxel Mesh의 생성

기존의 기계나 토목구조물의 경우 균질한 물질을 대상으로 하는 것이 보통이고 생체역학에서도 골을 유한요소 모델링할 때 연골(Trabecular Bone)과 경골(Cortical Bone)의 두가지로만 구분하는 것이 일반적이다. 그러나 골의 경우 특히 연골(Trabecular Bone)의 적합성 및 성장에 따라 각 위치마다 서로 다른 물리적 특성을 갖는다. 이러한 골의 특성을 반영한 유한요소 모델링을 위해 개발된 것이 Voxel Mesh 기법이다. CT의 경우 표준의 료영상인 DICOM에 각 픽셀마다 방사선 파라미터를 이용한 CT Number에 대한 정보가 존재하므로, 각 Slice를 적층할 때 이정보를 저장했다가 유한요소 모델을 생성할 때 해당 유한요소에 CT Number를 변환한 물성값을 입력하는 방식으로 각 Element에서 서로 다른 물성값이 입력된다. 이런 방법으로 각 유한요소에 서로 다른 물성값이 입력되므로 일정 수준 이상의 유한요소 수가 존재하면 자연스럽게 골의 이방성을 표현할 수 있다. 사용자는 단순히 3차원 Reconstruction 후에 Voxel Mesh 버튼만 누르면 전체적인 과정이 자동으로 수행되며 유한요소의 크기와 CT Number의 변환방정식만 정의하면 되므로 짧은 시간에 모델을 완성 할 수 있다.

2.3 인공구조물의 삽입

생체역학의 많은 분야는 인공장기, 인공관절, 보철용 임플란트 등 인체삽입용 인공구조물(이하 총칭하여 '임플란트')의 개발에 관계가 있다. 인체에 임플란트를 시술한 유한요소 모델링은 많은 시간과 노력을 필요로 한다. BIONIX는 이러한 시간과 노력을 획기적으로 개선할 수 있다. 임플란트의 Surface Data를 Import 하고, BIONIX의 Navigation 기능으로 인체 내에 올바른 위치로 이동시킨 다음 Auto-Mesh 기능을 적용하면 바로 유한요소 모델이 생

성되기 때문이다. 이때에도 마찬가지로 Multi-Object 기능을 제공하므로 서로 다른 특징을 갖는 각각의 영역을 표현할 수 있다. 이 기능은 초보수준의 가상수술 시스템으로도 활용이 가능하며 환자에게 적합한 임플란트의 크기와 수술 위치를 미리 시뮬레이션 해 볼 수 있다.

3. BIONIX 주요기능 및 적용 예

• Open DICOM

BIONIX는 표준의료영상 포맷인 DICOM을 지원하고, Voxel Mode와 Tetra Mode로 구성된다. Thresholding과 Region Growing 기법을 이용하여 Segmentation을 수행한다. 아래의 그림은 Segmentation 작업이 수행된 것이다.(적색으로 표시된 부분)

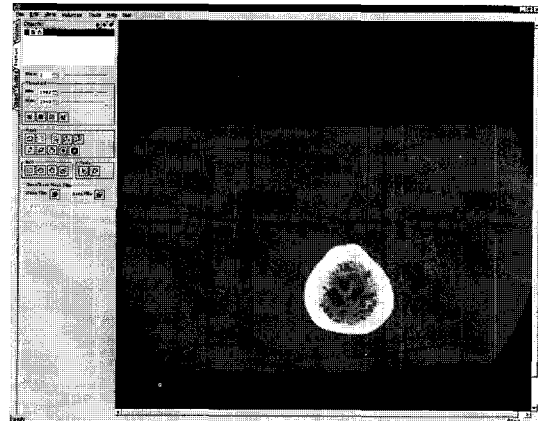


그림 1 BIONIX의 Voxel Mode

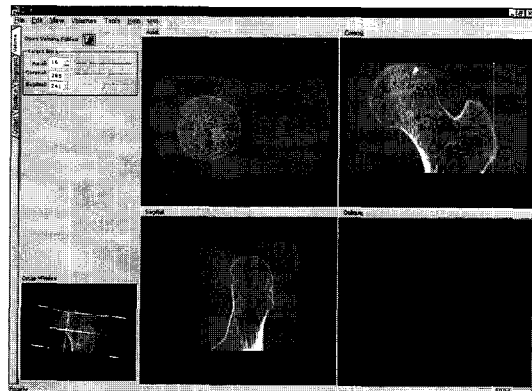


그림 2 BIONIX의 Tetra Mode

• Measurement

2차원 영상에서 길이, 각도, 면적, 관심영역(ROI, Region of Interesting) 설정 등의 기능을 갖는다.

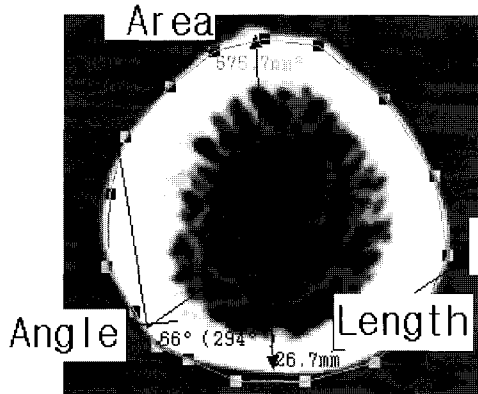


그림 3 이차원 측정기능

다는 것이다. 다음의 그림은 대퇴골두의 Voxel Model 을 나타낸 것이다.

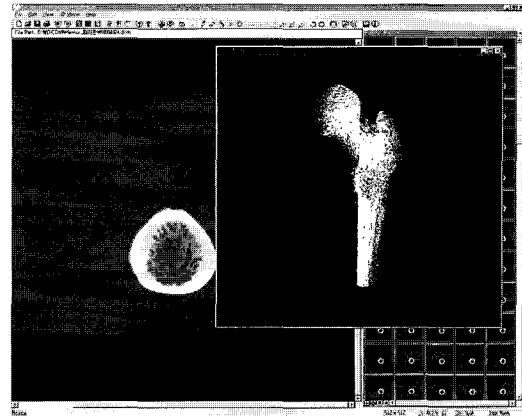


그림 5 대퇴골두의 Voxel Model

• CAD DATA 생성

Segmentation 작업을 수행한 후 BIONIX는 모델의 Line, Surface 등의 CAD Data를 생성하고 외부로 Export할 수 있다. 아래의 그림은 Femur의 경계면을 이용해 Line Data를 생성한 예이다.

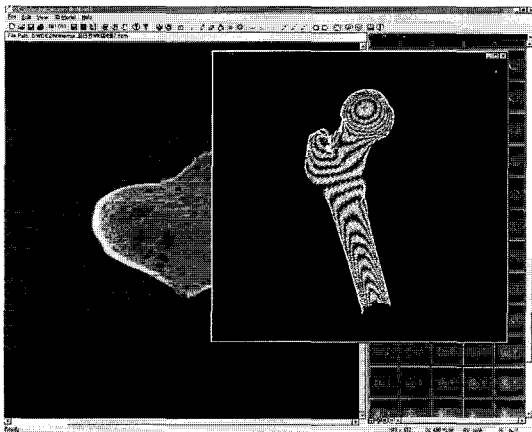


그림 4 대퇴골의 Line DATA

• Rendering

Rendering을 수행하여 Segmentation 작업의 정확성을 체크하거나 모델의 전체 형상을 미리 볼 수 있다.

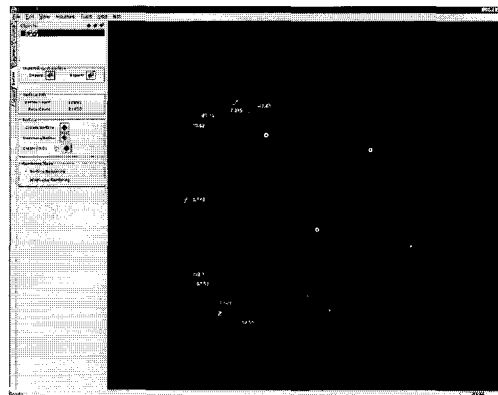


그림 6 대퇴골두의 Surface Rendering

• Voxel Mesh Generation

앞에서 설명한 바와 같이 의료영상으로부터 획득한 방사선 정보(CT-Number)를 이용하여 각 유한요소마다 서로다른 물성을 입력할 수 있는 Voxel Mesh를 생성한다. Voxel Mesh의 장점은 무엇보다 Trabecular Pattern과 같은 이방성을 표현할 수 있

• Tetrahedron Mesh Generation

BIONIX는 유한요소 모델을 Auto-Mesh 기법을 이용하여 자동 생성하므로 간단히 인체의 유한요소 모델을 얻을 수 있다. 뿐만 아니라 Mesh Generation -> Decimation -> Smoothing의 작업 순서에 의해 Element의 size를 자유롭게 조절할 수 있고 Smoothing 기법에 의해 양질의 Element를 구성하게 해준다. 아래의 그림은 대퇴골두의 Auto-Mesh를 수행하고 Decimation으로 Element의 수를

줄인 뒤 양질의 Element를 얻기 위해 Smoothing 기법을 이용한 예를 나타낸 것이다.

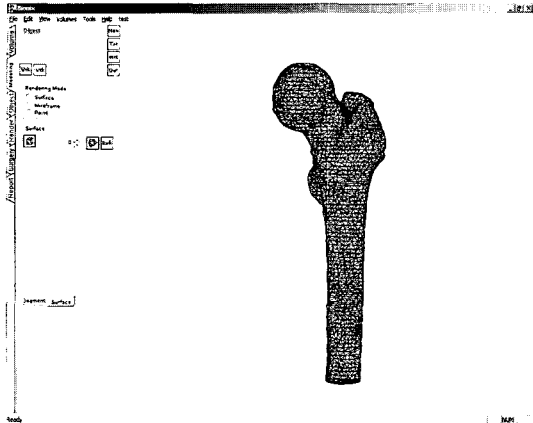


그림 7 대퇴골두의 Auto-Mesh 적용예

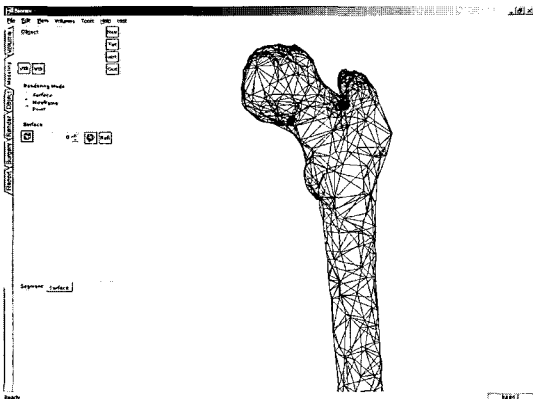


그림 8 Decimation 기능을 이용하여 Element Size를 조절한 예

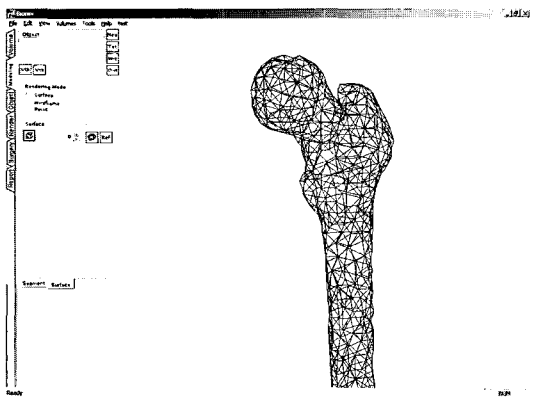


그림 9 양질의 Element를 얻기위한 Smoothing 적용예

• Multi Object Navigation

BIONIX는 Multi-Object 모드를 지원한다. 외부에서 임플란트의 CAD 모델을 Import하고 이를 이용하여 인체에 삽입된 유한요소 모델을 빠르게 생성하고 가상수술시스템으로 활용도 가능하다.

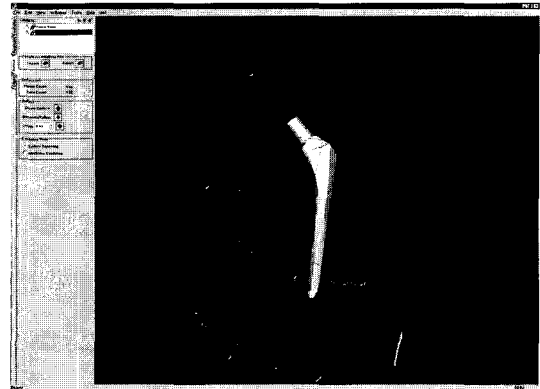


그림 10 임플란트의 CAD Data를 Import한 예

BIONIX는 외부 CAD data를 불러들여 자유롭게 조작할 수 있다. 그림은 인공고관절의 Stem을 Import한 예를 보여준다.

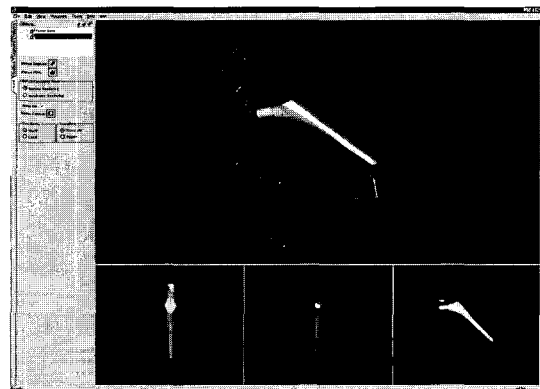


그림 11 Multi Object Navigation

Import된 Stem을 이미 3차원 Redering된 대퇴골두에서 Navigation하는 모습을 나타낸 그림이다. x, y, z축 방향으로 자유롭게 Translation과 Rotation을 간단한 마우스 조작만으로 가능하다. 환자에 알맞은 크기의 인공관절을 선택할 수 있고 수술위치도 정할 수 있으므로 간단한 모의 수술도 구로 활용될 수 있다.

그림 13은 Navigation 후에 위치 선정된 대퇴골두 내의 대퇴주대의 모습이다. 이 상태에서 자동으로 Auto-Mesh를 수행하면 화면상에 보이는 그대로



그림 12 Navigation을 이용하여 Stem의 위치를 결정한 모습을 보여주고 있다.

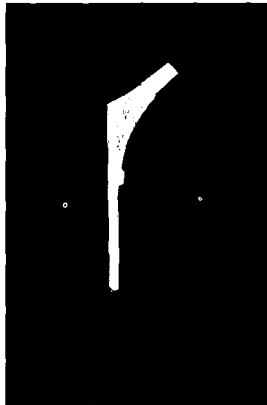


그림 13

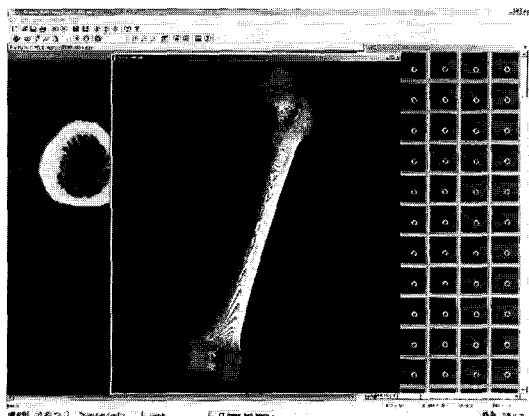


그림 14 대퇴골의 유한요소 모델

의 유한요소 모델을 얻을 수 있다.

그림 14~17은 BIONIX를 이용한 적용 예를 정리한 것이다.

- FEM Model of Femur

그림 14 참고

- FEM Model of Vertebra(C7)

그림 15참고

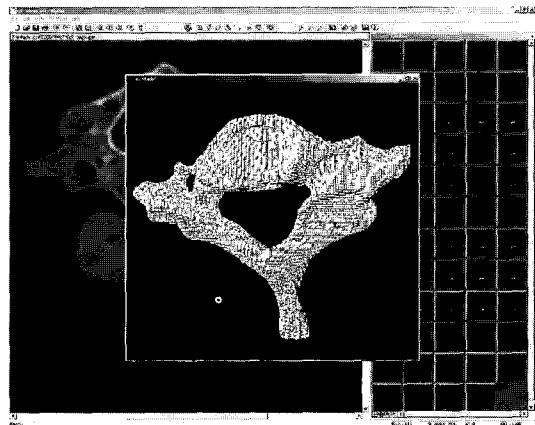


그림 15 척추골의 유한요소 모델

- Micro CT Line

그림 16참고

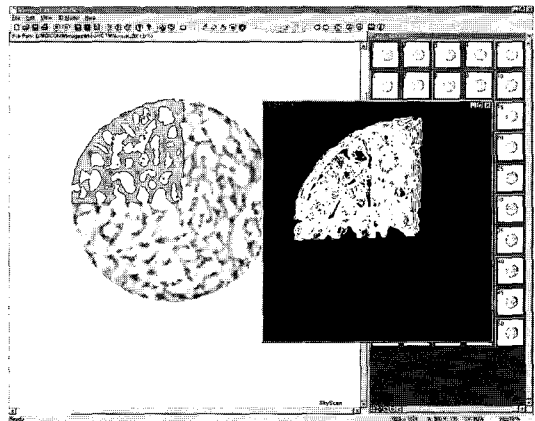


그림 16 Trabecular Bone의 Line Data

- Micro CT Voxel Mesh

그림 17참고

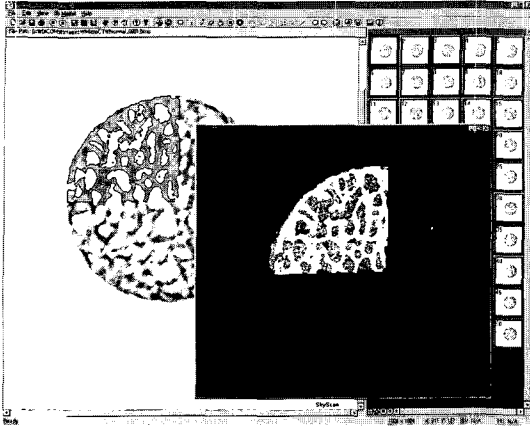



그림 17 Trabecular Bone의 유한요소 모델

4. 배급처

BIONIX에 대해 문의 사항이 있으신 분들은
다음으로 연락주시면 상세한 정보를 얻을 수 있
습니다. 

담당자 : 유용석

전 화 : 031-259-7450

팩 스 : 031-259-7454

E-mail : canti@cantibio.com

홈페이지 : <http://www.cantibio.com>