



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0025777
(43) 공개일자 2018년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 34/10 (2016.01) A61F 2/40 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 34/10 (2016.02)
A61F 2/40 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0181917
(22) 출원일자 2016년12월29일
심사청구일자 2016년12월29일
(30) 우선권주장
1020160112159 2016년08월31일 대한민국(KR)

(71) 출원인
주식회사 코렌텍
충청남도 천안시 서북구 입장면 영산홍1길 12
(72) 발명자
윤종필
대구광역시 수성구 명덕로 477 범어쌍용에가아파트 104동 703호
김신윤
대구광역시 수성구 동대구로 95 수성SK리더스뷰 아파트 105동 4202호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김현수

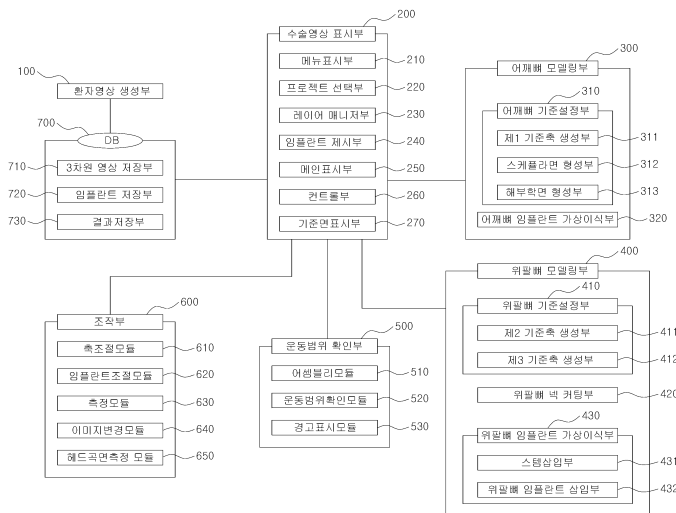
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술시물레이션 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술시물레이션 시스템 및 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시물레이션 시스템은 수술 시물레이션에 사용될 환자의 어깨뼈 및 위팔뼈의 3차원 영상을 제공하는 환자영상 생성부; 어깨뼈의 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링하는 어깨뼈 모델링부; 및 위팔뼈의 3차원 영상에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈를 모델링하는 위팔뼈 모델링부;를 포함하고 상기 어깨뼈 모델링부는 인공 어깨뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 어깨뼈 기준설정부; 어깨뼈 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링하는 어깨뼈 임플란트 가상이식부;를 포함하여 환자의 실제 어깨관절 영상으로 시물레이션 환경을 제공하여 시물레이션 정확도를 높일 수 있는데 기술적 특징이 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

A61B 2034/102 (2016.02)

A61F 2002/4088 (2013.01)

(72) 발명자

백승훈

대구광역시 중구 대봉로 260 센트로펠리스 102동
3104호

신태진

경기도 하남시 하남대로739번길 54 101동 1706호
(신장동, 하남석바대마을동신아파트)

김동욱

경기도 성남시 분당구 느티로 70 308동 1304호 (정
자동, 느티마을3단지)

신효철

서울특별시 구로구 부일로9길 127 107동 704호 (운
수동, 운수힐스테이트아파트)

최덕길

경기도 양평군 관문길 60 현대아파트 104동 505호

명세서

청구범위

청구항 1

수술 시뮬레이션에 사용될 환자의 어깨뼈 및 위팔뼈의 3차원 영상을 제공하는 환자영상 생성부;
 어깨뼈의 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링하는 어깨뼈 모델링부; 및
 위팔뼈의 3차원 영상에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈를 모델링하는 위팔뼈 모델링부;를 포함하고
 상기 어깨뼈 모델링부는 인공 어깨뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 어깨뼈 기준설정부; 어깨뼈 3차원 영
 상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링하는 어깨뼈 임플란트 가상이식부;
 를 포함하여 환자의 실제 어깨관절 영상으로 시뮬레이션 환경을 제공하여 시뮬레이션 정확도를 높일 수 있는 환
 자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 어깨뼈 기준설정부는
 글레노이드 포사의 중심점과 어깨뼈 좌측점을 연결하여 어깨뼈 임플란트를 가이드 하는 제1 기준축을 생성하는
 제1 기준축 생성부; 및
 글레노이드 포사의 중심점, 어깨뼈 좌측점 및 어깨뼈 최하점을 연결하여 어깨뼈의 해부학적 기준이 되는 스케플
 라면을 형성하는 스케플라면 형성부;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 글레노이드 포사의 중심점은
 글레노이드 면에서 상측점, 하측점, 좌측점 및 우측점을 연결하여 생성되는 직선의 교차점인 것을 특징으로 하
 는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 위팔뼈 모델링부는
 인공 위팔뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 위팔뼈 기준설정부;
 위팔뼈 헤드 부분에 위팔뼈 임플란트가 결합 될 절단면을 형성하는 위팔뼈 넥 커팅부; 및
 위팔뼈의 3차원 영상에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈를 모델링하는 위팔뼈 임플란트 가상이식부;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 위팔뼈 기준설정부는 스템 임플란트의 결합을 가이드 하는 제2 기준축을 생성하는 제2 기준축 생성부; 위
 팔뼈헤드 또는 위팔뼈소켓의 결합을 가이드 하는 제3 기준축을 생성 하는 제3 기준축 생성부;를 포함하고
 상기 위팔뼈 임플란트 가상이식부는 제2 기준축을 따라 스템 임플란트를 삽입하는 스템삽입부; 제3 기준축을 따
 라 위팔뼈헤드 또는 위팔뼈소켓을 결합하는 위팔뼈 임플란트 삽입부;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 6

제3항 또는 제5항에 있어서,

상기 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템은,

상기 어깨뼈 모델링부 및 상기 위팔뼈 모델링부에서 수행되는 모델링 과정을 표시하는 수술영상 표시부;

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템은,

상기 어깨뼈 모델링부 및 상기 위팔뼈 모델링부에서 수행되는 모델링과정에서 필요한 제어신호를 제공하는 조작부;

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 조작부는

상기 수술영상 표시부에 표시되는 축의 위치 또는 방향 조절 제어신호를 생성하는 축조절 모듈;

상기 수술영상 표시부에 표시되는 임플란트의 위치 또는 방향 조절 제어신호를 생성하는 임플란트조절 모듈;

상기 수술영상 표시부에 표시되는 화면 구성요소들에 대해 측정하고자 하는 지점 간의 거리 또는 각도 측정 제어신호를 생성하는 측정 모듈;

상기 수술영상 표시부에 표시되는 환자의 3차원 영상의 이미지 변화 제어신호를 생성하는 이미지변경 모듈; 및

상기 수술영상 표시부에 표시되는 환자의 위팔뼈 3차원 영상에서 헤드 곡면측정 제어신호를 생성하는 헤드곡면측정 모듈;

중 적어도 하나의 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 헤드곡면측정 모듈은

헤드 곡면측정 제어신호를 생성하기 이전에 손상된 헤드복원을 수행하고,

상기 헤드복원 수행방법은 손상되지 아니한 반대쪽 어깨뼈의 정상 헤드 곡면을 기준으로 손상된 어깨뼈의 헤드를 복원하는 방법, 임의의 복수 개의 기준점을 지정하고 지정된 기준점이 연결되는 곡면을 기준으로 손상된 헤드를 복원하는 방법 및 헤드의 손상된 곡면을 연장하여 연장된 면이 손상된 면에 인접한 다른 면들과 자연스런 곡면을 형성하는 경우 자연스런 곡면을 기준으로 손상된 헤드를 복원하는 방법 중 적어도 하나의 헤드복원 수행방법인 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템은 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈가 결합된 인공어깨관절의 운동범위를 확인하는 운동범위 확인부;를 추가로 포함하고

상기 운동범위 확인부는 제1 기준축 및 제3 기준축을 일치시켜 어셈블리 기준축을 형성하고 어셈블리 기준축을 기준으로 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합하여 인공어깨관절을 형성하는 어셈블리 모듈;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 운동범위 확인부는

상기 어셈블리 모듈이 형성한 인공어깨관절에 대해 운동범위를 확인하는 운동범위확인 모듈;을 추가로 포함하고
 상기 운동범위확인 모듈은 구부리기, 펴기, 외전운동, 내전운동 및 회전운동 중 적어도 하나의 운동을 수행하여
 인공어깨관절의 운동가능범위를 측정하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스
 템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템은 수술 시뮬레이션에 필요한 데이터를 저장하는 데이터
 베이스;를 포함하고

상기 데이터베이스는 수술 시뮬레이션에 사용될 환자의 어깨뼈 및 위팔뼈의 3차원 영상을 저장하는 3차원 영상
 저장부; 수술 시뮬레이션에 사용되는 각종 임플란트를 저장하는 임플란트저장부; 수술 시뮬레이션 수행 후 모델
 링된 어깨뼈, 모델링된 위팔뼈 및 인공어깨관절 어셈블리 중 적어도 하나 이상을 저장하는 결과저장부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 결과저장부는

수술 시뮬레이션 과정에서 어깨뼈 및 위팔뼈에 결합된 임플란트의 사양 및 결합 위치, 각도 값 또는 인공어깨관
 절 어셈블리를 구성하는 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈의 결합 상태를 저장하는 것을 특징으로 하는 환자
 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템.

청구항 14

시뮬레이션에 사용될 환자의 어깨뼈 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링하는 어깨
 뼈 모델링단계; 및

시뮬레이션에 사용될 환자의 위팔뼈 3차원 영상에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈를 모델링하는 위팔
 뼈 모델링단계;를 포함하고

상기 어깨뼈 모델링단계는 인공 어깨뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 어깨뼈 기준설정단계; 어깨뼈의 3
 차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링하는 어깨뼈 임플란트 가상 이식단계;를 포함하
 고

상기 어깨뼈 모델링단계와 위팔뼈 모델링단계가 수행되는 순서는 임의적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 환자
 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 어깨뼈 기준설정단계는

글레노이드 포사의 중심점과 어깨뼈 좌측점을 연결하여 어깨뼈 임플란트를 가이드 하는 제1 기준축을 생성하는
 제1 기준축 생성단계; 및 글레노이드 포사의 중심점, 어깨뼈 좌측점 및 어깨뼈 최하점을 연결하여 어깨뼈의 해
 부학적 기준이 되는 스케플라멘을 형성하는 스케플라멘 형성단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 글레노이드 포사의 중심점은 글레노이드 면에서 상측점, 하측점, 좌측점 및 우측점을 연결하여 생성되는
 직선의 교차점인 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 위팔뼈 모델링단계는

인공 위팔뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 위팔뼈 기준설정단계; 위팔뼈 헤드 부분에 위팔뼈 임플란트가 결합될 절단면을 형성하는 위팔뼈 넥 커팅단계; 상기 위팔뼈 넥 커팅단계에서 형성된 위팔뼈의 절단면에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈를 모델링하는 위팔뼈 임플란트 가상 이식단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 위팔뼈 기준설정단계는

스템 임플란트의 결합을 가이드 하는 제2 기준축을 생성하는 제2 기준축 생성단계; 위팔뼈헤드 또는 위팔뼈소켓의 결합을 가이드 하는 제3 기준축을 생성하는 제3 기준축 생성단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 위팔뼈 임플란트 가상 이식단계는

제2 기준축을 따라 스템 임플란트를 삽입하는 스템 삽입단계; 제3 기준축을 따라 위팔뼈헤드 또는 위팔뼈소켓을 삽입하는 위팔뼈 임플란트 삽입단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법은

모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합하여 인공어깨관절을 형성하여 형성된 인공어깨관절의 운동범위를 확인하는 운동범위 확인단계;를 추가로 포함하고

상기 운동범위 확인단계는 제1 기준축 및 제3 기준축을 일치시켜 어셈블리 기준축을 형성하고 어셈블리 기준축을 기준으로 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합하여 인공어깨관절을 형성하는 어셈블리 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 운동범위 확인단계는

상기 어셈블리 단계에서 형성된 인공어깨관절의 운동범위를 확인하는 맞춤형 운동범위 확인단계;를 추가로 포함하며

상기 맞춤형 운동범위 확인단계는 구부리기, 펴기, 외전운동, 내전운동 및 회전운동 중 적어도 하나의 운동을 수행하여 운동가능범위를 측정하는 것을 특징으로 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수술 시뮬레이션 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 장치 및 그 방법을 제공함으로써 실제 수술시행 전 의료진은 다양한 수술방법을 연습함으로써 고난도의 수술경험을 충분히 쌓을 수 있도록 하여 실제 수술에서 성공확률을 높일 수 있는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술시뮬레이션 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

배경 기술

[0002] 인공어깨관절(Artificial Shoulder Joint, 인공어깨관절)은 인간의 어깨관절(Shoulder Joint, 어깨관절)을 대체하는 인공보철의 일종으로, 크게 어깨뼈(Scapula, 어깨골, 견갑골)에 결합되는 글레노이드(Glenoid), 글레노이드의 관절면에 접촉하여 운동하는 위팔뼈헤드(Humeral Head, 상완골두, 상박골헤드), 위팔뼈(Humerus, 상완골, 상박골)에 매식되고 위팔뼈헤드(Humeral Head)가 삽입 결합되는 위팔뼈스템(Humeral stem)으로 구성된

다.

- [0003] 즉, 인공어깨관절은 글레노이드(Glenoid)를 어깨뼈(Scapula)에 삽입고정하고, 스템(stem)을 위팔뼈(Humerus)에 매식한 후 스템(stem)의 리세스에 헤드(Humeral Head)를 고정시킨 후, 글레노이드(Glenoid)의 관절면과 헤드(Humeral Head)의 관절면의 곡면 접촉을 유도하여 자연스러운 어깨관절운동을 구현할 수 있도록 시술된다.
- [0004] 여기서 중요한 점은 사람마다 어깨뼈에 헤드가 결합되는 위치나 구조는 인체해부학적으로 각각 다르다는 것이다. 따라서, 의료진은 인공어깨관절을 시술할 때 이와 같은 해부학적 구조를 잘 반영할 수 있어야 하며, 해당 환자의 인체해부학적 구조를 그대로 반영하지 못하게 되면 어깨뼈에 삽입된 글레노이드와 스템에 삽입결합된 헤드 사이의 관절면이 서로 어긋나 부자연스러운 곡면접촉을 하게 되고 그 결과 환자에게 고통과 불편함을 유발할 수 있다.
- [0005] 한편, 일반적으로 수술은 CBCT(Cone Beam Computed Tomography, 전산화 단층촬영) 또는 MRI(Magnetic Resonance Imaging, 자기공명영상) 등으로 준비된 2D 단층 이미지 데이터를 보면서 이루어져, 의료진이 입체적 골두를 이해하기 어렵다. 또한, 3D 스캐닝 장비를 이용한다 하더라도 단순히 환자의 입체적 골두를 보는 것에 그칠 뿐, 환자 시술은 수술실에서 처음 시행되는 것이어서 시술시 발생할 수 있는 여러 가지 변수를 미리 예상하기는 쉽지 않다. 뿐만 아니라, 수술 후 환자의 흉터를 최소화하고자 최소 침습을 이유로 좁은 절개를 통해 골두를 절개하는 등의 수술이 이루어지는 상황에서 수술을 진행하는 의료진의 숙련도 등에 수술결과가 좌우될 수밖에 없다.
- [0006] 그러므로 인공어깨관절 치환 수술을 시행하기 전, 의료진이 환자 맞춤형 인공어깨관절 모의수술을 수행할 수 있다면, 특히 모의수술을 반복하여 수행하거나 모의수술 수행하는 과정에서 다양한 수술방법을 시도해보고 결과를 비교해볼 수 있다면 상기와 같은 다양한 문제점을 해결할 수 있을 것이다.
- [0007] 따라서, 본원발명은, 의료진이 다양한 수술방법을 시도하여 최적의 환자 맞춤형 수술방법을 찾아낼 수 있도록 인공어깨관절 수술시뮬레이션 시스템 및 방법을 제공하기 위한 맥락에서 출발하였다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1403968호 "의료수술 시뮬레이션 장치 및 그 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 앞서 본 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로,
- [0010] 본 발명의 목적은, 수술 시뮬레이션에 사용될 환자의 어깨뼈 및 위팔뼈의 3차원 영상을 제공하는 환자영상 생성부를 포함하여, 환자의 실제 어깨관절(Shoulder Joint) 영상을 시뮬레이션 환경에 제공함으로써 의료진이 수술 전 고난도의 경험을 충분히 쌓을 수 있고 다양한 수술방법을 연습함으로써 실제 수술결과와 성공확률을 높일 수 있도록 하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술시뮬레이션 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 다른 목적은, 조작부를 포함하여, 수술영상 표시부에 표시되는 축의 위치/방향 조절, 임플란트의 위치/방향 조절, 구성요소들에 대해 측정하고자 하는 지점 간의 거리/각도 측정하는 시뮬레이션을 수행함으로써 실제 수술상황에 근접한 시뮬레이션 환경을 제공하고 의료진은 다양한 수술방법을 시도할 수 있는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술시뮬레이션 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 목적은, 조작부를 포함하여, 환자의 3차원 영상의 이미지를 변화시켜 실제 임플란트의 뼈(bone) 삽입되는 위치, 삽입각도 등을 확인할 수 있어 실제 수술상황에 근접한 시뮬레이션 환경을 제공하는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술시뮬레이션 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 목적은, 조작부를 포함하여, 환자의 위팔뼈 3차원 영상에서 헤드 곡면측정을 수행함으로써 헤드가 손상된 경우라도 정상상태의 헤드 곡면을 추정할 수 있으므로 최적의 임플란트 사양을 선택하고 적용함으로써 인공어깨관절 수술 이후 환자의 만족도를 높일 수 있는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술시뮬레이션 시스

템 및 방법을 제공하는 것이다.

[0014] 본 발명의 또 다른 목적은, 어셈블리부를 포함하여, 제1 기준축(311a) 및 제3 기준축을 일치시켜 어셈블리 기준축을 형성하고 어셈블리 기준축을 기준으로 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합함으로써 해부학적 모델에 근접한 인공어깨관절을 제공함으로써 실제 환자의 어깨관절 운동범위에 근접한 시술을 제공할 수 있는 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술시물레이션 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명은 앞서 본 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 실시예에 의해 구현된다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명의 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시물레이션 시스템은 수술 시물레이션에 사용될 환자의 어깨뼈 및 위팔뼈의 3차원 영상을 제공하는 환자영상 생성부; 어깨뼈의 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링하는 어깨뼈 모델링부; 및 위팔뼈의 3차원 영상에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈를 모델링하는 위팔뼈 모델링부;를 포함하고 상기 어깨뼈 모델링부는 인공 어깨뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 어깨뼈 기준설정부; 어깨뼈 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링하는 어깨뼈 임플란트 가상이식부;를 포함하여 환자의 실제 어깨관절 영상으로 시물레이션 환경을 제공하여 시물레이션 정확도를 높일 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 어깨뼈 기준설정부는 글레노이드 포사의 중심점과 어깨뼈 좌측점을 연결하여 어깨뼈 임플란트를 가이드 하는 제1 기준축을 생성하는 제1 기준축 생성부; 및 글레노이드 포사의 중심점, 어깨뼈 좌측점 및 어깨뼈 최하점을 연결하여 어깨뼈의 해부학적 기준이 되는 스케플라멘을 형성하는 스케플라멘 형성부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 글레노이드 포사의 중심점은 글레노이드 면에서 상측점, 하측점, 좌측점 및 우측점을 연결하여 생성되는 직선의 교차점인 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 위팔뼈 모델링부는 n인공 위팔뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 위팔뼈 기준설정부; 위팔뼈 헤드 부분에 위팔뼈 임플란트가 결합 될 절단면을 형성하는 위팔뼈 넥 커팅부; 및 위팔뼈의 3차원 영상에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈를 모델링하는 위팔뼈 임플란트 가상이식부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 위팔뼈 기준설정부는 스템 임플란트의 결합을 가이드 하는 제2 기준축을 생성하는 제2 기준축 생성부; 위팔뼈헤드 또는 위팔뼈소켓의 결합을 가이드 하는 제3 기준축을 생성하는 제3 기준축 생성부;를 포함하고 상기 위팔뼈 임플란트 가상이식부는 제2 기준축을 따라 스템 임플란트를 삽입하는 스템삽입부; 제3 기준축을 따라 위팔뼈헤드 또는 위팔뼈소켓을 결합하는 위팔뼈 임플란트 삽입부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시물레이션 시스템은, 상기 어깨뼈 모델링부 및 상기 위팔뼈 모델링부에서 수행되는 모델링 과정을 표시하는 수술영상 표시부;를 추가로 포함하는 특징으로 한다.

[0022] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시물레이션 시스템은, 상기 어깨뼈 모델링부 및 상기 위팔뼈 모델링부에서 수행되는 모델링과정에서 필요한 제어신호를 제공하는 조작부;를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 조작부는 상기 수술영상 표시부에 표시되는 축의 위치 또는 방향 조절 제어신호를 생성하는 축조절 모듈; 상기 수술영상 표시부에 표시되는 임플란트의 위치 또는 방향 조절 제어신호를 생성하는 임플란트조절 모듈; 상기 수술영상 표시부에 표시되는 화면 구성요소들에 대해 측정하고자 하는 지점 간의 거리 또는 각도 측정 제어신호를 생성하는 측정 모듈; 상기 수술영상 표시부에 표시되는 환자의 3차원 영상의 이미지 변화 제어신호를 생성하는 이미지변경 모듈; 및 상기 수술영상 표시부에 표시되는 환자의 위팔뼈 3차원 영상에서 헤드 곡면측정 제어신호를 생성하는 헤드곡면측정 모듈; 중 적어도 하나의 모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 헤드곡면측정 모듈은 헤드 곡면측정 제어신호를 생성하기 이전에 손상된 헤드복원을 수행하고, 상기 헤드복원 수행방법은 손상되지 아니한 반대쪽 어깨뼈의 정상 헤드 곡면을 기준으로 손상된 어깨뼈의 헤드를 복원하는 방법, 임의의 복수 개의 기준점을 지정하고 지정된 기준점이 연결되는

곡면을 기준으로 손상된 헤드를 복원하는 방법 및 헤드의 손상된 곡면을 연장하여 연장된 면이 손상된 면에 인접한 다른 면들과 자연스런 곡면을 형성하는 경우 자연스런 곡면을 기준으로 손상된 헤드를 복원하는 방법 중 적어도 하나의 헤드복원 수행방법인 것을 특징으로 한다.

- [0025] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템은 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈가 결합된 인공어깨관절의 운동범위를 확인하는 운동범위 확인부;를 추가로 포함하고 상기 운동범위 확인부는 제1 기준축 및 제3 기준축을 일치시켜 어셈블리 기준축을 형성하고 어셈블리 기준축을 기준으로 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합하여 인공어깨관절을 형성하는 어셈블리 모듈;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 운동범위 확인부는 상기 어셈블리 모듈이 형성한 인공어깨관절에 대해 운동범위를 확인하는 운동범위확인 모듈;을 추가로 포함하고 상기 운동범위확인 모듈은 구부리기, 펴기, 외전운동, 내전운동 및 회전운동 중 적어도 하나의 운동을 수행하여 인공어깨관절의 운동가능범위를 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템은 수술 시뮬레이션에 필요한 데이터를 저장하는 데이터베이스;를 포함하고 상기 데이터베이스는 수술 시뮬레이션에 사용될 환자의 어깨뼈 및 위팔뼈의 3차원 영상을 저장하는 3차원 영상저장부; 수술 시뮬레이션에 사용되는 각종 임플란트를 저장하는 임플란트저장부; 수술 시뮬레이션 수행 후 모델링된 어깨뼈, 모델링된 위팔뼈 및 인공어깨관절 어셈블리 중 적어도 하나 이상을 저장하는 결과저장부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 결과저장부는 수술 시뮬레이션 과정에서 어깨뼈 및 위팔뼈에 결합된 임플란트의 사양 및 결합 위치, 각도 값 또는 인공어깨관절 어셈블리를 구성하는 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈의 결합 상태를 저장하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법은 시뮬레이션에 사용될 환자의 어깨뼈 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링하는 어깨뼈 모델링단계; 및 시뮬레이션에 사용될 환자의 위팔뼈 3차원 영상에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈를 모델링하는 위팔뼈 모델링단계;를 포함하고 상기 어깨뼈 모델링단계는 인공 어깨뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 어깨뼈 기준설정단계; 어깨뼈의 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링하는 어깨뼈 임플란트 가상 이식단계;를 포함하고 상기 어깨뼈 모델링단계와 위팔뼈 모델링단계가 수행되는 순서는 임의적으로 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 어깨뼈 기준설정단계는 글레노이드 포사의 중심점과 어깨뼈 좌측점을 연결하여 어깨뼈 임플란트를 가이드 하는 제1 기준축을 생성하는 제1 기준축 생성단계; 및 글레노이드 포사의 중심점, 어깨뼈 좌측점 및 어깨뼈 최하점을 연결하여 어깨뼈의 해부학적 기준이 되는 스케플라면을 형성하는 스케플라면 형성단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 글레노이드 포사의 중심점은 글레노이드 면에서 상측점, 하측점, 좌측점 및 우측점을 연결하여 생성되는 직선의 교차점인 것을 특징으로 한다.
- [0032] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 위팔뼈 모델링단계는 인공 위팔뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 위팔뼈 기준설정단계; 위팔뼈 헤드 부분에 위팔뼈 임플란트가 결합될 절단면을 형성하는 위팔뼈 넥 커팅단계; 상기 위팔뼈 넥 커팅단계에서 형성된 위팔뼈의 절단면에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈를 모델링하는 위팔뼈 임플란트 가상 이식단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 위팔뼈 기준설정단계는 스템 임플란트의 결합을 가이드 하는 제2 기준축을 생성하는 제2 기준축 생성단계; 위팔뼈헤드 또는 위팔뼈소켓의 결합을 가이드 하는 제3 기준축을 생성하는 제3 기준축 생성단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 위팔뼈 임플란트 가상 이식단계는 제2 기준축을 따라 스템 임플란트를 삽입하는 스템 삽입단계; 제3 기준축을 따라 위팔뼈헤드 또는 위팔뼈소켓을 삽입하는 위팔뼈 임플란트 삽입단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법은 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합하여 인공어깨관절을 형성하여 형성된 인공어깨관절의 운동범위를 확인하는 운동범위 확인단계;를 추가로 포함하고 상기 운동범위 확인단계는 제1 기준축 및 제3 기준축을 일치시켜 어

샘플리 기준축을 형성하고 어셈블리 기준축을 기준으로 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합하여 인공어깨관절을 형성하는 어셈블리 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0036] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 상기 운동범위 확인단계는 상기 어셈블리 단계에서 형성된 인공어깨관절의 운동범위를 확인하는 맞춤형 운동범위 확인단계;를 추가로 포함하며 상기 맞춤형 운동범위 확인단계는 구부리기, 펴기, 외전운동, 내전운동 및 회전운동 중 적어도 하나의 운동을 수행하여 운동가능범위를 측정하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0037] 본 발명은 앞서 본 구성에 의하여 다음과 같은 효과를 가진다.

[0038] 본 발명은, 환자영상 생성부를 포함하여, 환자의 실제 어깨관절(Shoulder Joint) 영상을 시뮬레이션 환경에 제공함으로써 의료진이 수술 전 고난도의 경험을 충분히 쌓을 수 있고 다양한 수술방법을 연습함으로써 실제 수술 결과의 성공확률을 높일 수 있도록 하는 효과를 도모할 수 있다.

[0039] 본 발명은, 조작부를 포함하여, 수술영상 표시부에 표시되는 축의 위치/방향 조절, 임플란트의 위치/방향 조절, 구성요소들에 대해 측정하고자 하는 지점 간의 거리/각도 측정하는 시뮬레이션을 수행함으로써 실제 수술상황에 근접한 시뮬레이션 환경을 제공함으로써 의료진의 다양한 수술방법을 시도할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0040] 본 발명은, 조작부를 포함하여, 환자의 3차원 영상의 이미지를 변화시켜 실제 임플란트의 뼈(bone) 삽입되는 위치, 삽입각도 등을 확인할 수 있어 실제 수술상황에 근접한 시뮬레이션 환경을 제공하는 효과를 가진다.

[0041] 본 발명은, 조작부를 포함하여, 환자의 위팔뼈 3차원 영상에서 헤드 곡면측정을 수행함으로써 헤드가 손상된 경우라도 정상상태의 헤드 곡면을 추정할 수 있으므로 최적의 임플란트 사양을 선택하고 적용함으로써 인공어깨관절 수술 이후 환자의 만족도를 높일 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0042] 본 발명은, 어셈블리부를 포함하여, 제1 기준축 및 제3 기준축을 일치시켜 어셈블리 기준축을 형성하고 어셈블리 기준축을 기준으로 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합함으로써 해부학적 모델에 근접한 인공어깨관절을 제공함으로써 실제 환자의 어깨관절 운동범위에 근접한 시술을 제공할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 도 1은 일반적인 어깨관절 및 인공어깨관절을 개괄적으로 설명하는 도면이며,
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공어깨관절의 유형과 구성요소를 설명하는 도면이며,
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템을 보여주는 블럭도이며,
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수술영상 표시부를 보여주는 도면이며,
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 어깨뼈 및 위팔뼈에 결합되는 임플란트를 도시한 도면이며,
- 도 6은 일반적인 해부학적 자세와 해부학적 기준면을 설명하는 도면이며,
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 제1 기준축 및 스케플라멘을 형성하는 시뮬레이션 과정을 보여주는 도면이며,
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 제2 및 제3 기준축을 형성하는 시뮬레이션 과정을 보여주는 도면이며,
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 위팔뼈의 넥 커팅 시뮬레이션 과정을 보여주는 도면이며,
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 인공어깨관절의 운동가능범위를 시뮬레이션하는 과정을 보여주는 도면이며,
- 도 11는 본 발명의 일 실시예에 따라 축제어 모듈의 제어로 수술 시뮬레이션이 수행되는 과정을 보여주는 도면이며,
- 도 12은 본 발명의 일 실시예에 따라 임플란트조절 모듈의 제어로 수술 시뮬레이션이 수행되는 과정을 보여주는 도면이며,
- 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 측정 모듈의 제어로 수술 시뮬레이션이 수행되는 과정을 보여주는 도면이며,

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따라 이미지변경 모듈의 제어로 수술 시뮬레이션이 수행되는 과정을 보여주는 도면이며,

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따라 손상된 헤드 부분의 정상상태 곡면을 추정하는 과정을 설명하는 도면이며,

도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법을 보여주는 흐름도이며,

도 17은 본 발명의 다른 실시예에 따른 환자영상 준비단계를 설명하는 흐름도이며,

도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 어깨뼈 모델링 단계를 설명하는 흐름도이며,

도 19는 본 발명의 다른 실시예에 따른 위팔뼈 모델링 단계를 설명하는 흐름도이며,

도 20은 본 발명의 다른 실시예에 따른 운동범위 확인 단계를 설명하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 또한, 본 발명의 도면과 명세서에서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

[0045] 그러면 도면을 참고하여 본 발명의 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템 및 방법에 대하여 상세하게 설명한다.

[0047] 도 1(a)는 일반적인 건강한 어깨관절을 설명하는 도면이며, 도 1(b)는 토탈 형 인공어깨관절을 설명하는 도면이며, 도 1(c)는 토탈형으로 인공어깨관절 수술을 시행한 환자의 엑스레이 화면이며, 도 1(d)는 리버스형으로 인공어깨관절 수술을 시행한 환자의 엑스레이 화면이다.

[0048] 도 1을 참고하면, 관절염 등 다양한 원인으로 어깨관절(또는 어깨관절, Shoulder Joint) 부분이 손상될 수 있다. 손상된 어깨관절을 대체하는 인공어깨관절은 토탈형(Total Shoulder Replacement) 및 리버스형(Reverse Total Shoulder Replacement)이 있으며, 인체 구조상 어깨관절은 볼-소켓 관절(ball-Socket)이다.

[0049] 토탈형은 위팔뼈(upper arm bone, Humerus, 상완골)의 헤드(head)/볼(ball)이 어깨뼈(Scapula)의 소켓(shallow socket)에 끼워진다. 이때 소켓(socket)은 글레노이드(Glenoid)라고 불려 진다. 즉, 글레노이드(Glenoid)를 어깨뼈(Scapula)에 삽입고정하고, 스템(stem)을 위팔뼈(Humerus)에 매식한 후 스템(stem)의 리세스에 헤드(Humeral Head)를 고정시킨 후, 글레노이드(Glenoid)의 관절면과 헤드(Humeral Head)의 관절면의 곡면 접촉을 유도하여 자연스러운 어깨관절운동을 구현할 수 있도록 시술된다.

[0050] 리버스형은 토탈형에서 설명한 볼(ball)과 소켓(socket)의 위치가 변경된다. 즉, 리버스형은 어깨뼈(Scapula)에 헤드(head)/볼(ball)이 결합되고, 위팔뼈(Humerus)에 스템(stem)을 매식한 후 스템(stem)의 리세스에 소켓(socket)을 삽입고정시킨 후, 어깨뼈의 볼(ball)과 위팔뼈의 소켓(Humeral Cup, Socket)의 곡면접촉을 유도하기 위해 부가적인 구성요소(ex, Humeral Insert 및 Spacer)를 결합하여 자연스러운 어깨관절운동을 구현할 수 있도록 시술된다.

[0051] 리버스형은 어깨관절의 손상 정도가 커 일반적인 토탈형으로는 시술이 어렵거나, 일부 특이한 어깨관절 구조를 가지는 환자의 특성을 반영하기 위해 제안된 인공어깨관절이다.

[0052] 한편, 토탈형 또는 리버스형은 의료진의 수술방법 선택으로 결정되며, 본 발명에서는 양 타입 중 어느 하나의 타입을 선택하는 것을 전제로 설명한다.

[0054] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공어깨관절의 유형과 구성요소를 설명하는 도면이다. 본 발명은 환자 맞

축형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 진행 시, 도 2에 개시된 구성요소를 3D로 형태로 제공할 수 있다.

- [0055] 도 2(a)는 토탈형 인공어깨관절(Total Shoulder Replacement)의 구성요소이다. 도 2(a)를 참고하면, 토탈형 인공어깨관절은 글레노이드(2a1), 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head), 스템(2a3, Humeral Stem) 임플란트를 개시하고 있다. 특히, 글레노이드(2a1)는 사람마다 다양한 해부학적 구조를 잘 반영하기 위해 구조가 부분적으로 상이한 3가지 예시를 보여주고 있다.
- [0056] 도 2(b)는 리버스형 인공어깨관절(Reverse Total Shoulder Replacement)의 구성요소이다. 도 2(b)를 참고하면, 리버스형 인공어깨관절은 베이스플레이트(Baseplate, 2b1), 어깨뼈헤드(2b2, Scapula Head), 위팔뼈소켓(2b3, Humeral Insert), 스템(2b4, Humeral Stem)을 개시하고 있다. 이때, 리버스형 인공어깨관절은 어깨뼈헤드(2b2, Scapula Head)가 어깨뼈(Scapula)에 결합되는 점에서 토탈형 인공어깨관절에서 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head)가 위팔뼈(Humerus)에 결합되는 것과 차이점이 있다.
- [0057] 이하, 본 발명에서는 도 2(a)에 개시된 글레노이드(2a1)는 토탈형 어깨뼈 임플란트, 그리고 위팔뼈헤드(2a2) 및 스템(2a3)은 통칭하여 토탈형 위팔뼈 임플란트라고 지칭한다. 또한, 도 2(b)에 개시된 베이스플레이트(2b1) 및 어깨뼈헤드(2b2)는 통칭하여 리버스형 어깨뼈 임플란트, 그리고 위팔뼈소켓(2b3) 및 스템(2b4)은 통칭하여 리버스형 위팔뼈 임플란트라고 지칭한다.
- [0058] 또한, 본 발명은 도 2에 개시된 토탈형 인공어깨관절 및 리버스형 인공어깨관절의 예시에 한정되지 아니하며, 새로운 인공어깨관절과 관련된 다양한 형태의 임플란트를 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 진행 시 3D로 형태로 제공할 수 있다.
- [0060] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템을 보여주는 블럭도이다.
- [0061] 도 3을 참고하면, 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 시스템은 환자영상 생성부(100), 수술영상 표시부(200), 어깨뼈 모델링부(300), 위팔뼈 모델링부(400), 운동범위 확인부(500), 조각부(600) 그리고 데이터베이스(700)를 포함할 수 있으며, 의료진에게 환자의 신체조건에 따른 적응적인 시뮬레이션 환경을 제공할 수 있다.
- [0062] 환자영상 생성부(100)는 수술 시뮬레이션에 사용될 환자의 어깨뼈 및 위팔뼈에 대한 3차원 영상을 생성할 수 있다. 환자영상 생성부(100)에서 생성된 어깨뼈 및 위팔뼈에 대한 3차원 영상은 데이터베이스(700)에 저장된다.
- [0063] 환자영상 생성부(100)는 X-선 촬영, CBCT(Cone Beam Computed Tomography, 전산화 단층촬영), 그리고 MRI(Magnetic Resonance Imaging, 자기공명영상) 등으로 준비된 2D 단층 이미지 데이터를 활용하여 어깨뼈 및 위팔뼈에 대한 3D 본 모델(bone model)을 생성할 수 있다. 또한, 본 발명은 상기와 같은 예시에 한정되지 아니하고, 수술 시뮬레이션에 사용될 환자의 3D 본 모델을 생성하는 다양한 형태의 소프트웨어 모델을 포함하는 개념이다.
- [0065] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수술영상 표시부를 보여주는 도면이다.
- [0066] 도 3 및 도 4를 참고하면, 수술영상 표시부(200)는 메뉴표시부(210), 프로젝트 선택부(220), 레이어 매니저부(230), 임플란트 제시부(240), 메인표시부(250), 컨트롤부(260) 및 기준면표시부(270)를 포함하며, 상기 어깨뼈 모델링부(300) 및 상기 위팔뼈 모델링부(400)에서 수행되는 모델링 과정을 환자의 3차원 영상에 표시하고 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈가 결합된 인공어깨관절의 운동가능범위 측정과정을 표시한다.
- [0067] 메뉴표시부(210)는 수술 시뮬레이터 실행시 필요한 각종 메뉴실행, 파일저장, 파일 불러오기와 같은 제어입력단자를 포함할 수 있다.
- [0068] 또한, 메뉴표시부(210)는 수술 시뮬레이션 수행시 데이터베이스(700)에 저장된 환자의 3차원 본(bone) 영상, 즉, 어깨뼈 3차원 영상 및 위팔뼈 3차원 영상을 불러오고 현재 진행할 환자의 수술 프로젝트를 정의할 수 있다. 예를 들어, 수술 시뮬레이션 정의는 환자의 이름 등으로 특정할 수 있다.
- [0069] 특히, 메뉴표시부(210)는 의료진의 제어입력에 따라 인공어깨관절의 유형을 결정한다, 즉, 의료진은 메뉴표시부(210)를 통하여 토탈형(Total Shoulder Replacement) 및 리버스형(Reverse Total Shoulder Replacement) 중 하나를 선택하여 이후 수행되는 수술 시뮬레이션 종류를 결정할 수 있다.
- [0070] 프로젝트 선택부(220)는 상기 메뉴표시부(210)가 호출하여 정의한 환자의 어깨뼈 3차원 영상 및 위팔뼈 3차원

영상 중 하나를 선택하여 이후 진행할 모델링 대상을 특정할 수 있다. 또한, 프로젝트 선택부(220)는 선택된 3차원 영상에 대한 모델링이 진행되도록 레이어 매니저부(230), 임플란트 제시부(240), 메인표시부(250) 및 기준면표시부(270)를 제어할 수 있다.

- [0071] 예를 들어, 프로젝트 선택부(220)가 어깨뼈 3차원 영상(Scapula 3D)을 선택한 경우, 임플란트 제시부(240)는 어깨뼈에 결합되는 다양한 임플란트를 제시하고, 메인표시부(250)에는 어깨뼈 3차원 영상이 표시되는 것이다. 또한, 이 경우, 레이어 매니저부(230)는 선택된 어깨뼈 3차원 영상과 이에 대응되는 각종 임플란트 사양 등의 목록을 표시할 수 있다. 또한, 프로젝트 선택부(220)가 위팔뼈 3차원 영상(Humerus)을 선택한 경우에도 상기와 같은 방법으로 레이어 매니저부(230), 임플란트 제시부(240), 메인표시부(250), 컨트롤부(260) 및 기준면표시부(270)를 제어할 수 있다.
- [0072] 레이어 매니저부(230)는 수술 시뮬레이션 수행시 프로젝트 선택부(220)에 의해 선택된 환자의 3차원 본(bone) 영상, 임플란트 제시부(240)에서 선택되는 각종 임플란트 목록들을 제시한다. 의료진은 레이어 매니저부(230)가 제시하는 복수의 목록 중 특정 목록을 선택하면, 선택된 목록에 대한 이미지 화면이 메인표시부(250)에 표시된다. 또한, 레이어 매니저부(230)는 메인표시부(250)에 표시된 이미지의 감추기, 잠금(lock) 및 삭제 등과 같은 제어기능을 수행할 수 있다.
- [0074] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 어깨뼈 및 위팔뼈에 결합되는 임플란트를 도시한 도면이다. 도 5(a) 및 도 5(b)는 어깨뼈 임플란트를 도시하고, 도 5(c) 및 도 5(d)는 위팔뼈 임플란트를 보여주고 있다.
- [0075] 임플란트 제시부(240)는 수술 시뮬레이션 수행시 필요한 임플란트의 종류 및 사양을 제시하여 실행 가능하도록 지원한다. 특히, 프로젝트 선택부(220)에서 선택되는 인공어깨관절의 유형에 따라 필요한 각종 임플란트를 제시한다.
- [0076] 예를 들어, 의료진이 메뉴표시부(210)를 통하여 토탈형(Total Shoulder Replacement)을 선택하고, 프로젝트 선택부(220)를 통하여 어깨뼈 3차원 영상을 선택한 경우, 임플란트 제시부(240)는 토탈형 어깨뼈 임플란트에 속하는, 도 2(a)에 예시를 포함하여 다양한 유형의 글레노이드에 대한 이미지 화면을 제시할 수 있다.
- [0077] 도 5(a)를 참고하면, 토탈형에서 사용되는 어깨뼈 임플란트로 글레노이드(2a1)를 예를 들어 도시하고, 도 5(b)를 참고하면, 리버스형에서 사용되는 어깨뼈 임플란트로 베이스플레이트(2b1) 및 어깨뼈헤드(2b2)를 예를 들어 도시하고 있다.
- [0078] 도 5(c)를 참고하면, 토탈형에서 사용되는 위팔뼈 임플란트로 위팔뼈헤드(2a2) 및 스템(2a3)을 도시하고 있다. 도 5(d)를 참고하면, 리버스형에서 사용되는 위팔뼈 임플란트로 위팔뼈소켓(2b3), 스템(2b4)을 도시하고 있다.
- [0079] 도 5(c) 및 도 5(d)를 참고하면, 스템 임플란트(2a3, 2b4)는 위팔뼈 축을 따라 삽입되며 토탈형 및 리버스형에서 모두 동일하게 삽입될 수 있다. 특히, 토탈형에서는 볼 형태의 위팔뼈헤드(2a2)가 스템(2a3)의 리세스에 결합하고, 리버스형에서는 소켓 형태의 위팔뼈소켓(2b3)이 스템(2b4)의 리세스에 결합하는 점에 양자 차이를 보이고 있다.
- [0081] 메인표시부(250)는 현재 사용자가 보고자 하는 어깨뼈 3차원 영상(Scapula 3D), 위팔뼈 3차원 영상(Humerus 3D) 또는 인공어깨관절 어셈블리 영상 등 시뮬레이션 화면을 표시한다. 또한, 메인표시부(250)에서 임플란트 삭제, 수정 등과 같은 시뮬레이션 작업을 수행할 수 있다.
- [0083] 컨트롤부(260)는, 도 4를 참고하면, 임플란트 이동모듈(261), 틸팅 모듈(262), 그리고 축회전 모듈(263)을 포함할 수 있으며, 수술 시뮬레이션에서 의료진이 원하는 수술진행 방향으로 임플란트 또는 가이드 축을 제어할 수 있다.
- [0084] 임플란트 이동모듈(261)은 임플란트 가이드 축과 상관없이 상하좌우 방향으로 이동하도록 임플란트만을 제어한다. 사람마다 본(bone) 형상이 매우 다양하므로, 임플란트 이동모듈(261)을 이용하여 환자 맞춤형 수술 시뮬레이션을 다양하게 시도할 수 있다.
- [0085] 틸팅 모듈(262)은 임플란트 또는 가이드 축의 각도 범위를 제어할 수 있다. 틸팅 모듈(262)을 이용하여 최적의

환자 맞춤형의 수술 시뮬레이션을 수행할 수 있다.

- [0086] 축회전 모듈(263)은 가이드 축이 고정된 상태에서 회전을 제어할 수 있다.
- [0088] 도 6은 일반적인 해부학적 자세와 해부학적 기준면을 설명하는 도면이다.
- [0089] 도 6을 참고하면, 신체의 부분과 동작을 설명하는데 있어 보편적으로 인정하는 초기 기준자세는 반드시 필요하며, 이러한 표준자세를 해부학적 자세(Anatomical Position)라고 한다. 해부학적 자세에서 주요 해부학적 기준면을 해부학적 기준면이라고 하는데, 몸의 기준면에서 시상면(sagittal plane, b), 관상면(coronal plane, c) 및 횡단면(traverse plane, d)은 많이 있으나, 정중면(median plane, a)은 하나만 있다.
- [0090] 정중면(a)은 몸 가운데를 지나며 오른쪽과 왼쪽이 똑같이 절반으로 나뉜다. 시상면(b) 중 특수한 경우로 정중시상면(mid-sagittal plane)이라고도 한다. 시상면(b)은 관상면(c)과 직각을 이루는 절단면으로 몸을 수직으로 관통하여 오른쪽과 왼쪽으로 나누는 면이다. 관상면(c)은 시상면(b)과 직각을 이루는 절단면으로 몸을 수직으로 관통하여 앞부분과 뒷부분으로 나누는 면이다. 횡단면(d)은 몸을 가로로 나누는 절단면으로 윗부분과 아랫부분으로 나누는 면이며, 수평면(horizontal plane)이라고도 한다.
- [0091] 기준면표시부(270)는, 도 4를 참고하면, 기준면표시부(270)의 관상면표시부(271), 시상면표시부(272) 및 가로면표시부(273)를 포함할 수 있다. 관상면표시부(271), 시상면표시부(272) 및 가로면표시부(273)가 기준면표시부(270)에 배치되는 위치는 제한없이 임의적으로 배치하도록 구성할 수 있다.
- [0092] 예를 들어, 프로젝트 선택부(220)가 어깨뼈 3차원 영상(Scapula 3D) 또는 위팔뼈 3차원 영상(Humerus 3D)을 선택한 경우 메인표시부(250)는 선택된 어깨뼈 3차원 영상 또는 위팔뼈 3차원 영상을 표시한다. 이때, 상기 메인표시부(250)에 표시되는 3D bone model에 대하여 해부학적 기준면인 관상면(c), 시상면(b) 및 횡단면(d)을 의료진이 설정할 수 있고, 설정된 관상면(c), 시상면(b) 및 횡단면(d)이 관상면표시부(271), 시상면표시부(272) 및 가로면표시부(273)에 각각 표시될 수 있다.
- [0093] 본 발명은 의료진이 직접 해부학적 기준면인 관상면(c), 시상면(b) 및 횡단면(d)을 설정하도록 구성하고 설정된 해부학적 기준면을 관상면표시부(271), 시상면표시부(272) 및 가로면표시부(273)에 각각 저장함으로써, 수술 시뮬레이션을 수행하는 과정에서 관상면표시부(271), 시상면표시부(272) 및 가로면표시부(273)를 클릭하는 것만으로 해당 기준면의 이미지가 메인표시부(250)에 표시되도록 구성함으로써 시뮬레이션 수행의 편의성을 제공할 수 있는 것을 기술적 특징으로 한다.
- [0095] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 제1 기준축(311a) 및 스캐플라면(311b)을 형성하는 시뮬레이션 과정을 보여주는 도면이다. 도 7(a)는 글레노이드 포사(p)의 중심점(c)을 생성하는 과정을 보여주는 시뮬레이션 화면이며, 어깨뼈에 대한 시상면(b)을 도시하고 있다. 도 7(b)는 도 7(a)의 글레노이드 포사(p)의 중심점(c)을 생성하는 과정을 자세히 보여주는 도면이다. 도 7(c)는 제1 기준축(311a) 및 스캐플라면(311b)을 보여주는 도면이며, 어깨뼈에 대한 관상면(c)을 비스듬히 틀어진 상태를 보여주는 시뮬레이션 화면이다.
- [0096] 어깨뼈 모델링부(300)는 어깨뼈 기준설정부(310), 그리고 어깨뼈 임플란트 가상이식부(320)를 포함하며, 환자의 어깨뼈 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링한다.
- [0097] 어깨뼈 기준설정부(310)는 제1 기준축 생성부(311), 스캐플라면 형성부(312), 그리고 해부학면 형성부(313)를 포함하며, 인공 어깨뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정할 수 있다.
- [0098] 제1 기준축 생성부(311)는 글레노이드 포사(p)의 중심점(c)과 어깨뼈 좌측점(5)을 연결하여 어깨뼈 임플란트를 가이드 하는 제1 기준축(311a)을 생성한다.
- [0099] 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 7(b)를 참고하면, 글레노이드 포사의 중심점(c)은 핀(P)이 삽입되는 지점에 해당하며, 상기 중심점(c)은 글레노이드 상의 최상측점(Most Superior Point; MSP, 1), 최하측점(Most Inferior Point; MIP, 2), 최좌측점(Most Anterior Point; MAP, 3) 및 최우측점(Most Posterior Point; MPP, 4)을 연결하여 생성되는 직선의 교점으로 정의될 수 있다. 본 발명에서 중심점(c)은 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 의료분야에서 시행되는 다양한 방법을 포함하는 개념이다.
- [0100] 어깨뼈 좌측점(5)은, 도 7(d)을 참고하면, 어깨뼈를 관상면(c)을 기준으로 봤을 때, 척추(spine)에 가장 가까운

어깨뼈 지점으로 정의할 수 있다.

- [0101] 스के플라면 형성부(312)는 글레노이드 포사의 중심점(c), 어깨뼈 좌측점(5) 및 어깨뼈 최하점(6)을 연결하여 형성되는 스के플라면(311b)을 형성한다. 스के플라면(311b)은 어깨뼈의 해부학적인 기준면 설정시 기준이 되는 면으로 정의할 수 있다. 어깨뼈 최하점(6)은, 도 7(b)을 참고하면, 어깨뼈를 관상면(c)을 기준으로 봤을 때, 가장 하단에 위치하는 지점으로 정의할 수 있다.
- [0102] 해부학면 형성부(313)는 스के플라면(311b)을 기준으로 시상면(sagittal plane), 관상면(coronal plane) 및 가로면(traverse plane)을 사용자가 설정할 수 있다.
- [0104] 어깨뼈 임플란트 가상이식부(320)는 어깨뼈의 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링한다.
- [0105] 어깨뼈 임플란트는 도탈형 어깨뼈 임플란트 및 리버스형 어깨뼈 임플란트를 포함할 수 있으며, 도 5(a) 및 도 5(b)를 참고하면, 인공어깨관절 종류에 따라 대응되는 어깨뼈 임플란트가 어깨뼈의 3차원 영상에 결합될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 2 및 도 5를 참고하면, 도탈형 어깨뼈 임플란트는 도 2(a)에 개시된 글레노이드(2a1)와 같은 임플란트를 포함하고, 리버스형 어깨뼈 임플란트는 도 2(b)에 개시된 베이스플레이트(2b1) 및 어깨뼈헤드(2b2)와 같은 임플란트를 포함할 수 있다.
- [0107] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 제2 및 제3 기준축을 형성하는 시물레이션 과정을 보여주는 도면이고, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 위팔뼈의 넥 커팅 시물레이션 과정을 보여주는 도면이다.
- [0108] 도 8(a)는 헤드(H)부에 기준점을 표시한 도면, 도 8(b)는 디스탈(D)에 기준점들을 표시한 도면, 도 8(c)는 헤드(H)부에 기준점도 및 디스탈(D)에 기준점들로 생성된 제2 기준축(400a) 및 제3 기준축(400b)을 보여주는 도면이다. 도 8를 참고하면, 위팔뼈의 구조에서 심장에서 가까운 위치 영역을 헤드(H), 심장에서 먼 위치 영역을 디스탈(distal, D)라고 명명한다.
- [0109] 위팔뼈 모델링부(400)는 위팔뼈 기준설정부(410), 위팔뼈 넥 커팅부(420), 그리고 위팔뼈 임플란트 가상이식부(430)를 포함할 수 있으며, 위팔뼈의 3차원 영상에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈를 모델링한다.
- [0110] 위팔뼈 기준설정부(410)는 제2 기준축 생성부(411), 그리고 제3 기준축 생성부(412)를 포함할 수 있으며, 인공 위팔뼈(artificial humerus) 모델링 시 필요한 기준값을 설정한다.
- [0111] 제2 기준축 생성부(411)는 스템 임플란트의 결합 가이드 역할을 하는 제2 기준축(400a)을 생성한다.
- [0112] 도 8를 참고하면, 본 발명은 도 8(a)에 도시된 헤드(H)부의 기준점(11)과 도 8(b)에 도시된 디스탈(D)의 중심점(DC)의 연결로 형성되는 직선이 제2 기준축(400a)이 될 수 있는 실시예를 보여준다. 중심점(DC)은 디스탈(D) 외곽을 따르는 네 선(D1, D2, D3, D4)의 각 중심점(13, 14, 15, 16), 즉 4개의 기준점을 연결하여 생성되는 직선의 교점으로 정의될 수 있다.
- [0113] 헤드(H)부의 기준점(11)은 모의수술 시물레이션을 수행하는 의료진이 임상적 전문지식에 따라 환자의 3차원 위팔뼈 영상에 표시할 수 있도록 구성하는 것을 특징으로 한다. 따라서, 의료진은 기준점에 선정에 따라 다양한 제2 기준축(400a)이 형성되는 과정을 확인할 수 있고, 반복적인 수행으로 환자의 위팔뼈에 스템 임플란트가 최적 위치에 삽입될 수 있도록 가이드 하는 제2 기준축(400a)을 찾을 수 있는 효과를 가진다.
- [0114] 제3 기준축 생성부(412)는 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head) 또는 위팔뼈소켓(2b3, Humeral Insert)의 결합 가이드 역할을 하는 제3 기준축(400b)을 생성한다.
- [0115] 도 8(c)를 참고하면, 본 발명은 도 8(a)에 도시된 헤드(H)부의 또 다른 기준점(12)과 도 8(c)에 도시된 상기 제2 기준축(400a)과 연결로 형성되는 직선이 제3 기준축(400b)이 될 수 있는 실시예를 보여준다. 일반적으로, 제2 기준축(400a)인 직선과 헤드(H)부의 또 다른 기준점(12)인 한점에 의해 만들어지는 직선은 수없이 많을 수 있으나, 본 발명은 제2 기준축(400a)과 헤드(H)부의 또 다른 기준점(12)이 일정한(α°)로 이루어지는 단일 직선인 실시예를 포함한다. 신체 해부학적으로 바람직한 실시예는 $40^\circ < \alpha^\circ < 50^\circ$ 이며, 가장 바람직하게는 $\alpha^\circ = 45^\circ$ 인 실시예를 포함한다.
- [0116] 본 발명은, 의료진이 총 6개의 기준점, 즉 헤드(H)부의 두 기준점(11, 12) 및 디스탈(D) 외곽을 따르는 네 선

(D1, D2, D3, D4)의 각 중심점인 네 기준점(13, 14, 15, 16)을 각각 환자의 3차원 위팔뼈 영상에 지정(표시)하는 시뮬레이션만으로, 제2 기준축 생성부(411)가 디스탈(D)의 중심점(DC)을 생성하고, 헤드(H)부의 기준점(11)과 디스탈(D)의 중심점(DC)의 연결하여 제2 기준축(400a)을 생성할 수 있다. 또한, 제3 기준축 생성부(412)가 정해진 각도로 제2 기준축(400a)과 헤드(H)부의 또 다른 기준점(12)을 연결하여 제3 기준축(400b)을 생성하는 실시예를 포함할 수 있다.

- [0117] 본 발명은 의료진이 상기 총 6개의 기준점을 표시하는 시뮬레이션(ex, 마우스를 이용하여 메인표시부(250)에 표시되는 환자의 위팔뼈 3차원 영상에 마우스 등으로 기준점을 표시하는 행위)을 수행하면, 위팔뼈 기준설정부(410)가 디스탈(D)의 중심점(DC), 제2 기준축(400a) 및 제3 기준축(400b)을 생성하는 과정이 순차적으로 자동으로 이루어지는 실시예를 포함할 수 있다.
- [0119] 위팔뼈 넥 커팅부(420)는 위팔뼈 헤드(H) 부분에 3개의 기준점을 지정하고 기준점을 연결하여 형성되는 면을 절단하여 위팔뼈 임플란트가 결합될 영역, 즉 헤드(H) 절단면을 형성한다. 본 발명은 상기 기준점의 개수를 3개로 설정하는 실시예를 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니며, 기준점은 의료진이 원하는 개수를 임의로 설정할 수 있고 헤드(H) 절단면을 형성하는 다양한 개수의 기준점을 지정하는 실시예를 모두 포함할 수 있다.
- [0120] 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 9(a)은 헤드(H)부에 3개의 기준점(31, 33, 33)을 찍어 만들어진 평면을 보여주며, 도 9(b)은 평면에 따라 위팔뼈 헤드(H)부가 절단된 상태를 보여주는 도면이다.
- [0121] 가상이식부(430)는 스템삽입부(431), 그리고 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)를 포함할 수 있으며, 위팔뼈의 3차원 영상에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈(artificial humerus)를 모델링한다.
- [0122] 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 2 및 도 5를 참고하면, 토탈형 위팔뼈 임플란트는 도 2(a)에 개시된 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head) 및 스템(2a3, Humeral Stem)과 같은 임플란트를 포함하고, 리버스형 위팔뼈 임플란트는 도 2(b)에 개시된 위팔뼈소켓(2b3, Humeral Insert) 및 스템(2b4, Humeral Stem)과 같은 임플란트를 포함할 수 있다.
- [0123] 스템삽입부(431)는 제2 기준축(400a)을 따라 스템 임플란트(2a3, 2b4)를 삽입한다.
- [0124] 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)는 제3 기준축(400b)을 따라 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head) 또는 위팔뼈소켓(2b3, Humeral Insert)을 삽입한다. 앞서 설명에서, 토탈형 위팔뼈 임플란트는 위팔뼈헤드(2a2) 및 스템(2a3)과 같은 임플란트를 포함하고, 리버스형 위팔뼈 임플란트는 위팔뼈소켓(2b3) 및 스템(2b4)을 포함할 수 있다고 하였으나, 스템삽입부(431)가 제2 기준축(400a)을 따라 스템 임플란트(2a3, 2b4)를 삽입하고 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)는 상기 스템 임플란트(2a3, 2b4)를 제외한 나머지 위팔뼈 임플란트를 제3 기준축(400b)을 따라 삽입하는 것으로 설명할 수 있다.
- [0125] 도 5 및 도 8를 참고하면, 토탈형에서는 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)가 제3 기준축(400b)을 따라 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head)를 삽입하고, 리버스형에서는 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)가 제3 기준축(400b)을 따라 위팔뼈소켓(2b3, Humeral Insert)을 삽입한다. 도 5(c) 및 도 5(d)를 참고하면, 인공어깨관절 종류에 따라 대응되는 위팔뼈 임플란트가 위팔뼈의 3차원 영상에 결합된 실시예를 보여준다.
- [0127] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 인공어깨관절의 운동가능범위를 시뮬레이션하는 과정을 보여주는 도면이다.
- [0128] 운동범위 확인부(500)는 어셈블리 모듈(510), 운동범위확인 모듈(520), 경고표시 모듈(530)을 포함할 수 있으며, 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈가 결합된 인공어깨관절의 운동범위를 확인한다.
- [0129] 어셈블리 모듈(510)은 제1 기준축(311a) 및 제3 기준축(400b)을 일치시켜 어셈블리 기준축(500a)을 형성하고 어셈블리 기준축(500a)을 기준으로 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합하여 인공어깨관절을 형성할 수 있다. 도 10(a)는 토탈형 인공어깨관절 어셈블리, 도 10(b)는 리버스형 인공어깨관절 어셈블리를 보여주는 실시예이다.
- [0130] 운동범위확인 모듈(520)은 상기 어셈블리 모듈(510)에서 형성된 인공어깨관절의 운동범위를 확인할 수 있다. 특히, 운동범위확인 모듈(520)은 구부리기(flexion), 펴기(extension), 외전운동(abduction), 내전운동(adduction) 및 회전운동(roation)와 같은 어깨관절 운동범위(Range of Motion, ROM) 중 적어도 하나를 수행하

여 인공어깨관절의 운동가능범위를 측정하는 것을 특징으로 한다. 상기 어깨관절 운동범위(Range of Motion, ROM)에 대한 내용은 공연히 알려진 내용으로 자세한 설명을 생략한다.

- [0131] 도 10(a)는 도탈형 인공어깨관절에서 운동가능 범위를 측정하는 전후 비교도면이며, 도 10(b)는 리버스형 인공어깨관절에서 운동가능 범위를 측정하는 전후 비교도면이다. 도 10을 참고하면, 인공어깨관절이 삽입된 환자의 운동가능 범위를 예측해보고, 이를 기초로 의료진은 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션을 반복하여 시도함으로써 최상의 수술진행방법을 모색할 수 있는 특징이 있다.
- [0132] 경고표시 모듈(530)은 상기 운동범위확인 모듈(520)이 인공어깨관절의 운동가능범위를 측정하는 과정에서 인접하는 구성 또는 환자의 본(bone)과 접촉하는 경우 충격표시 및 충격음 중 적어도 하나를 표시하여 부적합한 운동영역 범위를 경고할 수 있다.
- [0134] 도 11는 본 발명의 일 실시예에 따라 축제어 모듈의 제어로 수술 시뮬레이션이 수행되는 과정을 보여주는 도면이며, 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 임플란트조절 모듈의 제어로 수술 시뮬레이션이 수행되는 과정을 보여주는 도면이며, 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 측정 모듈의 제어로 수술 시뮬레이션이 수행되는 과정을 보여주는 도면이며, 도 14은 본 발명의 일 실시예에 따라 이미지변경 모듈의 제어로 수술 시뮬레이션이 수행되는 과정을 보여주는 도면이며, 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따라 손상된 헤드 부분의 정상상태 곡면을 추정하는 과정을 설명하는 도면이다.
- [0135] 조작부(600)는 축조절 모듈(610), 임플란트조절 모듈(620), 측정 모듈(630), 이미지변경 모듈(640), 그리고 헤드곡면측정 모듈(650)을 포함할 수 있으며, 상기 어깨뼈 모델링부(300) 및 상기 위팔뼈 모델링부(400)에서 수행되는 모델링과정 또는 상기 운동범위 확인부(500)에서 수행되는 인공어깨관절의 운동범위 확인과정에서 필요한 제어신호를 제공할 수 있다.
- [0136] 축조절 모듈(610)은 수술영상 표시부(200)에 표시되는 축의 위치 또는 방향 조절 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0137] 축조절 모듈(610)은 임플란트 가이드 축을 다양한 위치 및 각도로 조작할 수 있다. 도 11는 리버스형 어깨뼈 임플란트(베이스플레이트, 2b1)가 삽입될 때 가이드하는 제1 기준축(311a)을 상하로 조작하는 실시예를 도시하고 있다. 본 발명은 축조절 모듈(610)에 의해 제1 기준축(311a), 제2 기준축(400a) 및 제3 기준축(400b)이 제어되는 실시예를 포함한다.
- [0138] 또한, 본 발명은 축조절 모듈(610)이 가이드 축을 이동시 가이드 축에 결합된 임플란트도 함께 이동하는 실시예 및 축조절 모듈(610)이 가이드 축만 이동하도록 하고 임플란트는 설정된 위치에 고정되도록 하는 다른 실시예를 포함할 수 있다.
- [0139] 임플란트조절 모듈(620)은 수술영상 표시부(200)에 표시되는 임플란트의 위치 또는 방향 조절 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0140] 도 12를 참고하면, 임플란트조절 모듈(620)에 의해 제1 기준축(311a)과 별도로 리버스형 어깨뼈 임플란트만 다양한 위치 및 각도로 조작하는 실시예를 도시하고 있다. 도 12(a)은 리버스형 어깨뼈 임플란트, 즉 베이스플레이트(2b1)가 어깨뼈에 고정되어 있고 어깨뼈헤드(2b2)가 제1 기준축(311a)에 따라 삽입되는 과정을 도시하고 있다. 도 12(b)는 임플란트조절 모듈(620)에 의해 어깨뼈헤드(2b2)만 제1 기준축(311a)을 중심으로 일정 각도범위에서 이동시키는 실시예를 도시하고 있다.
- [0141] 따라서, 환자마다 본(bone) 모양이 상이한 경우라도 임플란트조절 모듈(620)에 의해 임플란트를 환자 맞춤형으로 위치를 설정하여 임플란트를 삽입할 수 있는 시뮬레이션 환경을 제공할 수 있다.
- [0142] 측정 모듈(630)은 수술영상 표시부(200)에 표시되는 화면 구성요소들에 대해 측정하고자 하는 지점 간의 거리 또는 각도를 측정하는 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0143] 도 13를 참고하면, 본 발명은 측정 모듈(630)에 의해 임플란트가 삽입되는 위치나 각도 또는 뼈의 일정영역의 위치나 각도 등을 측정하는 실시예를 포함하고 있다. 실제 수술과정에서 의료진은 임플란트가 삽입되는 위치나 각도, 또는 뼈의 일정영역의 위치나 각도 등을 측정할 필요가 있는데, 본 발명은 측정 모듈(630)을 포함하여 실제 수술환경과 유사한 시뮬레이션 환경을 제공할 수 있게 된다. 이때 측정된 수치들은 데이터베이스(700)에 저장 된다.
- [0144] 이미지변경 모듈(640)은 수술영상 표시부(200)에 표시되는 환자의 3차원 영상의 이미지 변화 제어신호를 생성할

수 있다.

- [0145] 도 14를 참고하면, 도 14(a)는 왼쪽에서 오른쪽으로 차례로 설명하면, 환자의 실제 어깨뼈에 가장 가까운 이미지 영상, 환자의 어깨뼈에 대한 엑스레이 이미지 영상, 환자의 어깨뼈의 윤곽선 정도만 보여주는 이미지 영상을 보여준다. 특히, 도 14(b)를 보면, 글레노이드 임플란트가 어깨뼈에 삽입이 제 위치에 잘 되었는지 이미지 영상의 변경에 따라 알 수 있다. 따라서, 본 발명은 의료진이 수술 시뮬레이션을 수행하는 과정에서 임플란트가 환자의 어깨뼈 또는 위팔뼈에 어떤 위치에 어떤 각도로 삽입되었는지 확인할 수 있어 수술 시뮬레이션의 정밀도 향상에 기여할 수 있다.
- [0146] 본 발명은 도 14에 도시된 이미지 영상에 한정되지 아니하고, 다양한 본(bone) 형상의 3차원 이미지를 포함할 수 있다. 따라서, 본 발명은 시뮬레이션 과정에서 본(bone) 형상의 3차원 이미지를 다양하게 제공함으로써 의료진의 기호에 맞게 다양한 수술방법을 선택할 수 있도록 할 수 있다.
- [0147] 헤드곡면측정 모듈(650)은 상기 수술영상 표시부(200)에 표시되는 환자의 위팔뼈 3차원 영상에서 헤드 곡면측정 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0148] 도 15는 손상된 헤드의 복원과정을 설명하는 도면이다. 본 발명의 다른 실시예에 따라, 헤드곡면측정 모듈(650)은 헤드 곡면측정 제어신호를 생성하기 이전에 손상된 헤드복원을 수행하고, 상기 헤드복원 수행방법은 손상되지 아니한 반대쪽 어깨뼈(예를 들어, 오른쪽 어깨뼈)의 정상 헤드(H) 곡면을 기준으로 손상된 어깨뼈(예를 들어, 왼쪽 어깨뼈)의 헤드(H)를 복원하는 방법을 포함할 수 있다.
- [0149] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따라, 도 15(a)를 참고하면, 헤드곡면측정 모듈(650)의 상기 헤드복원 수행방법은 임의의 복수 개의 기준점을 지정하고 지정된 기준점이 연결되는 곡면을 기준으로 손상된 헤드(H)를 복원하는 방법을 포함할 수 있다.
- [0150] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따라, 도 15(b)를 참고하면, 헤드곡면측정 모듈(650)의 상기 헤드복원 수행방법은 헤드(H)의 손상된 곡면을 연장하여 연장된 면이 손상된 면에 인접한 다른 면들과 자연스런 곡면을 형성하는 경우 자연스런 곡면을 기준으로 손상된 헤드(H)를 복원하는 방법을 포함할 수 있다.
- [0152] 데이터베이스(700)는 3차원 영상저장부(710), 임플란트저장부(720), 그리고 결과저장부(730)를 포함할 수 있으며, 수술 시뮬레이션에 필요한 데이터를 저장한다.
- [0153] 3차원 영상저장부(710)는 수술 시뮬레이션에 사용될 환자의 어깨뼈 및 위팔뼈의 3차원 영상을 저장할 수 있다. 즉, 3차원 영상저장부(710)는 환자영상 생성부(100)에서 생성된 3차원 영상을 저장하고 수술영상 표시부(200)의 호출시 저장된 3차원 영상을 제공할 수 있다.
- [0154] 임플란트저장부(720)는 수술 시뮬레이션에 사용되는 각종 임플란트를 저장할 수 있다.
- [0155] 결과저장부(730)는 수술 시뮬레이션 수행 후 모델링된 어깨뼈, 모델링된 위팔뼈 및 인공어깨관절 어셈블리 중 적어도 하나 이상을 저장할 수 있다. 즉, 결과저장부(730)는 수술 시뮬레이션 과정에서 어깨뼈 및 위팔뼈에 결합된 임플란트의 사양 및 결합 위치, 각도 값 또는 인공어깨관절 어셈블리를 구성하는 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈의 결합 상태를 저장하는 것을 특징으로 한다.
- [0157] 도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법을 보여주는 흐름도이다.
- [0158] 본 발명의 다른 실시예에 따라, 환자 맞춤형 인공어깨관절 수술 시뮬레이션 방법은 환자영상 준비단계(S10), 어깨뼈 모델링단계(S20), 위팔뼈 모델링단계(S30), 운동범위 확인단계(S40), 그리고 결과데이터 저장단계(S50)를 포함할 수 있으며, 의료진에게 환자의 신체조건에 따른 적응적인 시뮬레이션 방법을 제공할 수 있다.
- [0160] 도 17은 본 발명의 다른 실시예에 따른 환자영상 준비단계를 설명하는 흐름도이다.
- [0161] 환자영상 준비단계(S10)는 기저장된 환자의 3차원 어깨관절 영상을 불러오는 단계(S11), 그리고 인공어깨관절 종류를 선정하는 단계(S12)를 포함할 수 있으며, 수술 시뮬레이션에 수행될 인공어깨관절 유형을 정하고 환자의

어깨뼈 및 위팔뼈의 3차원 영상을 제공할 수 있다.

- [0162] 기저장된 환자의 3차원 어깨관절 영상을 불러오는 단계(S11)는 의료진의 제어입력에 따라 메뉴표시부(210)가 데이터베이스(700)에 저장된 환자의 3차원 본(bone) 영상, 즉, 어깨뼈 3차원 영상 및 위팔뼈 3차원 영상을 불러오고 현재 진행할 환자의 수술 프로젝트를 정의하는 단계이다. 예를 들어, 수술 프로젝트 정의는 환자의 이름 등으로 특정할 수 있다.
- [0163] 인공어깨관절 종류를 선정하는 단계(S12)는 의료진의 제어입력에 따라 메뉴표시부(210)가 인공어깨관절의 유형을 선택하는 단계이다. 인공어깨관절의 유형은 토탈 어깨관절 교체형(S121) 및 리버스 어깨관절 교체형(S122)을 포함할 수 있다.
- [0164] 인공어깨관절 종류를 선정하는 단계(S12)는 상기 기저장된 환자의 3차원 어깨관절 영상을 불러오는 단계(S11)에서 수술 프로젝트가 정의된 환자의 3차원 본(bone) 영상을 확인하고 환자의 어깨관절의 손상 정도에 따라 의료진은 메뉴표시부(210)를 통하여 토탈형(S121) 또는 리버스형(S122)을 선택할 수 있다.
- [0165] 또한, 환자영상 준비단계(S10)는 상기 인공어깨관절 종류를 선정하는 단계(S12) 수행 이후, 프로젝트 선택부(220)가 수술 프로젝트가 정의된 어깨뼈 3차원 영상 및 위팔뼈 3차원 영상 중 하나를 선택하여 이후 진행할 모델링 대상을 특정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0166] 따라서, 환자영상 준비단계(S10) 이후 수행되는 어깨뼈 모델링단계(S20)와 위팔뼈 모델링단계(S30)를 순서대로 설명하나, 이하 설명되는 순서에 한정되지 아니하고 어깨뼈 모델링단계(S20)와 위팔뼈 모델링단계(S30)는 의료진의 제어신호 입력에 따라 프로젝트 선택부(220)가 임의적으로 선택할 수 있다.
- [0168] 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 어깨뼈 모델링 단계를 설명하는 흐름도이다.
- [0169] 어깨뼈 모델링단계(S20)는 어깨뼈 기준설정단계(S21), 그리고 어깨뼈 임플란트 가상 이식단계(S22)를 포함하며, 상기 환자영상 준비단계(S10)에서 제공된 어깨뼈의 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈(artificial scapula)를 모델링하는 단계이다.
- [0170] 또한, 어깨뼈 모델링단계(S20)는 프로젝트 선택부(220)가 상기 환자영상 준비단계(S10)에서 정의된 환자의 어깨뼈 3차원 영상을 선택하여 모델링 대상을 특정하는 단계를 포함하는 것을 전제로 한다. 상기 어깨뼈 3차원 영상을 선택하여 모델링 대상을 특정하는 단계는 메인표시부(250)에 어깨뼈 3차원 영상이 표시되는 단계, 레이아웃 매니저부(230)가 선택된 어깨뼈 3차원 영상과 이에 대응되는 각종 임플란트 사양 등의 목록을 표시하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0171] 어깨뼈 기준설정단계(S21)는 제1 기준축 생성단계(S211), 스케플라멘 형성단계(S212), 해부학 기준면 형성단계(S213)를 포함할 수 있으며, 어깨뼈 기준설정부(310)가 인공 어깨뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 단계이다.
- [0172] 제1 기준축 생성단계(S211)는 제1 기준축 생성부(311)가 글레노이드 포사의 중심점(c)과 어깨뼈 좌측점(5)을 연결하여 어깨뼈 임플란트를 가이드하는 제1 기준축(311a)을 생성하는 단계이다. 여기서, 상기 글레노이드 포사의 중심점(c)은 글레노이드 상의 최상측점(MSP, 1), 최하측점(MIP, 2), 최좌측점(MAP, 3) 및 최우측점(MPP, 4)을 연결하여 생성되는 직선의 교점으로 정의될 수 있다. 본 발명에서 글레노이드 포사(p)의 중심점(c)은 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 의료분야에서 시행되는 다양한 방법을 포함하는 개념이다. 또한, 어깨뼈 좌측점(5)은, 도 7(b)을 참고하면, 어깨뼈를 관상면(c)을 기준으로 봤을 때, 척추(spine)에 가장 가까운 어깨뼈 지점으로 정의할 수 있다.
- [0173] 스케플라멘 형성단계(S212)는 스케플라멘 형성부(312)가 글레노이드 포사(p)의 중심점(c), 어깨뼈 좌측점(5) 및 어깨뼈 최하점(6)을 연결하여 형성되는 스케플라멘(311b)을 형성하는 단계이다. 어깨뼈 최하점(6)은, 도 7(b)을 참고하면, 어깨뼈를 관상면(c)을 기준으로 봤을 때, 가장 하단에 위치하는 지점으로 정의할 수 있다.
- [0174] 해부학 기준면 형성단계(S213)는 해부학면 형성부(313)가 스케플라멘(311b)을 기준으로 시상면(sagittal plane), 관상면(coronal plane) 및 가로면(traverse plane)을 설정하는 단계이다.
- [0176] 어깨뼈 임플란트 가상 이식단계(S22)는 토탈형 어깨뼈 이식단계(S221); 및 리버스형 어깨뼈 이식단계(S222)를

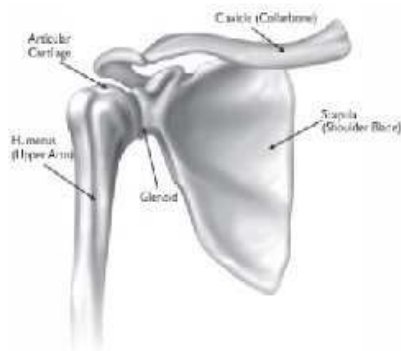
포함할 수 있으며, 어깨뼈 임플란트 가상이식부(320)가 어깨뼈의 3차원 영상에 어깨뼈 임플란트를 결합하여 인공 어깨뼈를 모델링할 수 있다.

- [0177] 도 2를 참고하면, 토탈형 어깨뼈 이식단계(S221)는 어깨뼈 임플란트 가상이식부(320)가 도 2(a)에 개시된 글레노이드(2a1)와 같은 토탈형 어깨뼈 임플란트를 어깨뼈의 3차원 영상에 결합하는 실시예를 포함할 수 있다. 또한, 리버스형 어깨뼈 이식단계(S222)는 어깨뼈 임플란트 가상이식부(320)가 도 2(b)에 개시된 베이스플레이트(2b1) 및 어깨뼈헤드(2b2)와 같은 리버스형 어깨뼈 임플란트를 어깨뼈의 3차원 영상에 결합하는 실시예를 포함할 수 있다. 도 5를 참고하면, 인공어깨관절 종류에 따라 대응되는 어깨뼈 임플란트가 어깨뼈의 3차원 영상에 결합되는 실시예를 보여준다.
- [0179] 도 19는 본 발명의 다른 실시예에 따른 위팔뼈 모델링 단계를 설명하는 흐름도이다.
- [0180] 위팔뼈 모델링단계(S30)는 위팔뼈 기준설정단계(S31), 위팔뼈 넥 커팅단계(S32), 그리고 위팔뼈 임플란트 가상 이식단계(S33)를 포함할 수 있으며, 위팔뼈 모델링부(400)가 상기 환자영상 준비단계(S10)에서 제공된 위팔뼈의 3차원 영상에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈(artificial humerus)를 모델링하는 단계이다.
- [0181] 또한, 위팔뼈 모델링단계(S30)는 프로젝트 선택부(220)가 상기 환자영상 준비단계(S10)에서 정의된 환자의 위팔뼈 3차원 영상을 선택하여 모델링 대상을 특정하는 단계를 포함하는 것을 전제로 한다. 상기 위팔뼈 3차원 영상을 선택하여 모델링 대상을 특정하는 단계는 메인표시부(250)에 위팔뼈 3차원 영상이 표시되는 단계, 레이어 매니저부(230)가 선택된 위팔뼈 3차원 영상과 이에 대응되는 각종 임플란트 사양 등의 목록을 표시하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0182] 위팔뼈 기준설정단계(S31)는 제2 기준축 생성단계(S311), 그리고 제3 기준축 생성단계(S312)를 포함할 수 있으며, 위팔뼈 기준설정부(410)가 인공 위팔뼈 모델링 시 필요한 기준값을 설정하는 단계이다.
- [0183] 제2 기준축 생성단계(S311)는 제2 기준축 생성부(411)가 스템 임플란트의 결합 가이드 역할을 하는 제2 기준축(400a)을 생성하는 단계이다. 도 8를 참고하면, 본 발명은 도 8(a)에 도시된 헤드(H)부의 기준점(11)과 도 8(b)에 도시된 디스탈(D)의 중심점(DC)의 연결로 형성되는 직선이 제2 기준축(400a)이 될 수 있는 실시예를 보여준다.
- [0184] 제3 기준축 생성단계(S312)는 제3 기준축 생성부(412)가 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head) 또는 위팔뼈소켓(2b3, Humeral Insert)의 결합 가이드 역할을 하는 제3 기준축(400b)을 생성하는 단계이다. 도 8(c)를 참고하면, 본 발명은 도 8(a)에 도시된 헤드(H)부의 또 다른 기준점(12)과 도 8(c)에 도시된 상기 제2 기준축(400a)과 연결로 형성되는 직선이 제3 기준축(400b)이 될 수 있는 실시예를 보여준다.
- [0186] 위팔뼈 넥 커팅단계(S32)는 위팔뼈 넥 커팅부(420)가 위팔뼈 헤드(H) 부분에 3개의 기준점을 지정하고 기준점을 연결하여 형성되는 면을 절단하여 위팔뼈 임플란트가 결합될 영역, 즉 헤드(H) 절단면을 형성하는 단계이다.
- [0187] 본 발명은 상기 기준점의 개수를 3개로 설정하는 실시예를 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니며, 기준점은 의료진이 원하는 개수를 임의로 설정할 수 있고 헤드(H) 절단면을 형성하는 다양한 개수의 기준점을 지정하는 실시예를 모두 포함할 수 있다.
- [0189] 위팔뼈 임플란트 가상 이식단계(S33)는 스템 삽입단계(S331), 그리고 위팔뼈 임플란트 삽입단계(S332)를 포함할 수 있으며, 가상이식부(430)가 상기 위팔뼈 넥 커팅단계(S32)에서 형성된 위팔뼈의 절단면에 위팔뼈 임플란트를 결합하여 인공 위팔뼈(artificial humerus)를 모델링하는 단계이다.
- [0190] 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 2 및 도 5를 참고하면, 토탈형 위팔뼈 임플란트는 도 2(a)에 개시된 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head) 및 스템(2a3, Humeral Stem)과 같은 임플란트를 포함하고, 리버스형 위팔뼈 임플란트는 도 2(b)에 개시된 위팔뼈소켓(2b3, Humeral Insert) 및 스템(2b4, Humeral Stem)과 같은 임플란트를 포함할 수 있다.
- [0191] 스템 삽입단계(S331)는 스템삽입부(431)가 제2 기준축(400a)을 따라 스템 임플란트(2a3, 2b4)를 삽입하는 단계이다.

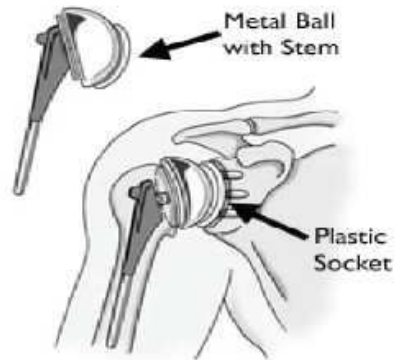
- [0192] 위팔뼈 임플란트 삽입단계(S332)는 토탈형 위팔뼈 임플란트 삽입단계(S332a) 그리고 리버스형 위팔뼈 임플란트 삽입단계(S332b)를 포함할 수 있으며, 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)가 제3 기준축(400b)을 따라 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head) 또는 위팔뼈소켓(2b3, Humeral Insert)를 삽입하는 단계이다.
- [0193] 즉, 앞서 설명에서, 토탈형 위팔뼈 임플란트는 위팔뼈헤드(2a2) 및 스템(2a3)과 같은 임플란트를 포함하고, 리버스형 위팔뼈 임플란트는 위팔뼈소켓(2b3) 및 스템(2b4)을 포함할 수 있다고 하였으나, 스템 삽입단계(S331)에서 스템삽입부(431)가 제2 기준축(400a)을 따라 스템 임플란트(2a3, 2b4)를 삽입하고 위팔뼈 임플란트 삽입단계(S332)에서 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)가 상기 스템 임플란트(2a3, 2b4)를 제외한 나머지 위팔뼈 임플란트를 제3 기준축(400b)을 따라 삽입하는 것으로 설명할 수 있다.
- [0194] 토탈형 위팔뼈 임플란트 삽입단계(S332a)는 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)가 제3 기준축(400b)을 따라 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head)를 삽입하는 단계이다.
- [0195] 리버스형 위팔뼈 임플란트 삽입단계(S332b)는 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)가 제3 기준축(400b)을 따라 위팔뼈소켓(2b3, Humeral Insert)을 삽입하는 단계이다.
- [0197] 본 발명의 인공어깨관절 종류에 따른 어깨뼈 모델링단계(S20) 및 위팔뼈 모델링단계(S30)를 종합하여 정리할 수 있다.
- [0198] 본 발명의 일 실시예에 따라, 인공어깨관절 종류를 선정하는 단계(S11)에서 토탈 어깨관절 교체형(S121)으로 설정한 경우, 상기 어깨뼈 임플란트 가상 이식단계(S22)에서 토탈형 어깨뼈 이식단계(S221)는 어깨뼈 임플란트 가상이식부(320)가 글레노이드(2a1)를 제1 기준축(311a)을 따라 이식하고, 상기 위팔뼈 임플란트 가상 이식단계(S33)에서 스템 삽입단계(S331)는 제2 기준축(400a)을 따라 스템 임플란트를 삽입하고, 위팔뼈 임플란트 삽입단계(S332)는 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)가 제3 기준축(400b)을 따라 위팔뼈헤드(2a2, Humeral Head)를 삽입하는 것을 특징으로 한다.
- [0199] 본 발명의 다른 실시예에 따라, 인공어깨관절 종류를 선정하는 단계(S11)에서 리버스 어깨관절 교체형(S122)으로 설정한 경우, 상기 어깨뼈 임플란트 가상 이식단계(S22)에서 리버스형 어깨뼈 이식단계(S222)는 어깨뼈 임플란트 가상이식부(320)가 베이스플레이트(2b1) 및 어깨뼈헤드(2b2)를 제1 기준축(311a)을 따라 이식하고, 상기 위팔뼈 임플란트 가상 이식단계(S33)에서 스템 삽입단계(S331)는 제2 기준축(400a)을 따라 스템 임플란트를 삽입하고, 위팔뼈 임플란트 삽입단계(S332)는 위팔뼈 임플란트 삽입부(432)가 제3 기준축(400b)을 따라 위팔뼈소켓(2b3, Humeral Insert)을 삽입하는 것을 특징으로 한다.
- [0201] 도 20은 본 발명의 다른 실시예에 따른 운동범위 확인 단계를 설명하는 흐름도이다.
- [0202] 운동범위 확인단계(S40)는 어셈블리 단계(S41), 그리고 맞춤형 운동범위 확인단계(S42)를 포함할 수 있으며, 운동범위 확인부(500)가 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합하여 인공어깨관절을 형성하고 형성된 인공어깨관절의 운동범위를 확인하는 단계이다.
- [0203] 어셈블리 단계(S41)는 어셈블리 모듈(510)이 제1 기준축(311a) 및 제3 기준축(400b)을 일치시켜 어셈블리 기준축(500a)을 형성하고 어셈블리 기준축(500a)을 기준으로 모델링된 어깨뼈 및 모델링된 위팔뼈를 결합하여 인공어깨관절을 형성하는 단계이다. 도 10(a)는 토탈형 인공어깨관절 어셈블리, 도 10(b)는 리버스형 인공어깨관절 어셈블리를 보여주는 실시예이다.
- [0204] 맞춤형 운동범위 확인단계(S42)는 상기 어셈블리 단계(S41)에서 형성된 인공어깨관절에 대하여 운동범위확인 모듈(520)이 운동범위를 확인하는 단계이다.
- [0205] 특히, 맞춤형 운동범위 확인단계(S42)는 운동범위확인 모듈(520)이 상기 어셈블리 단계(S41)에서 형성된 인공어깨관절에 대하여 구부리기(flexion), 펴기(extension), 외전운동(abduction), 내전운동(adduction) 및 회전운동(rotation)와 같은 어깨관절 운동범위(Range of Motion, ROM) 중 적어도 하나를 수행하여 인공어깨관절의 운동가능범위를 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0206] 도 10(a)는 토탈형 인공어깨관절에서 운동가능 범위를 측정하는 실시예를 보여주는 도면이며, 도 10(b)는 리버스형 인공어깨관절에서 운동가능 범위를 측정하는 실시예를 보여주는 도면이다.

도면

도면1



(a)



(b)

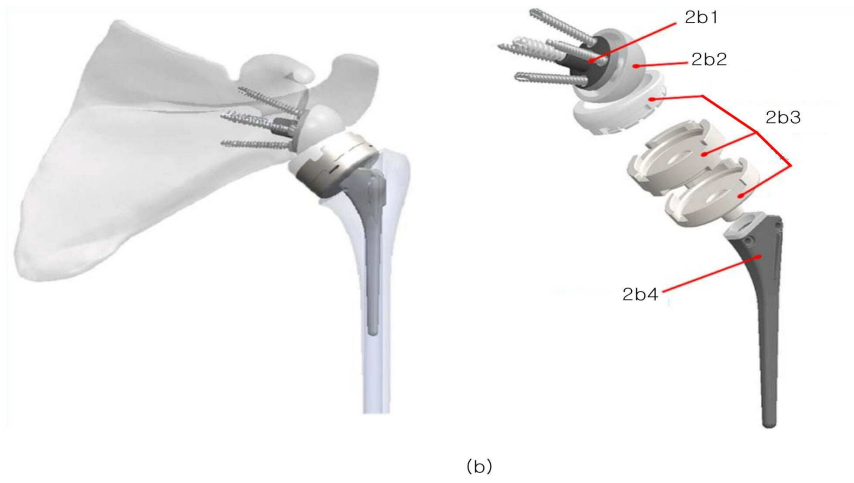
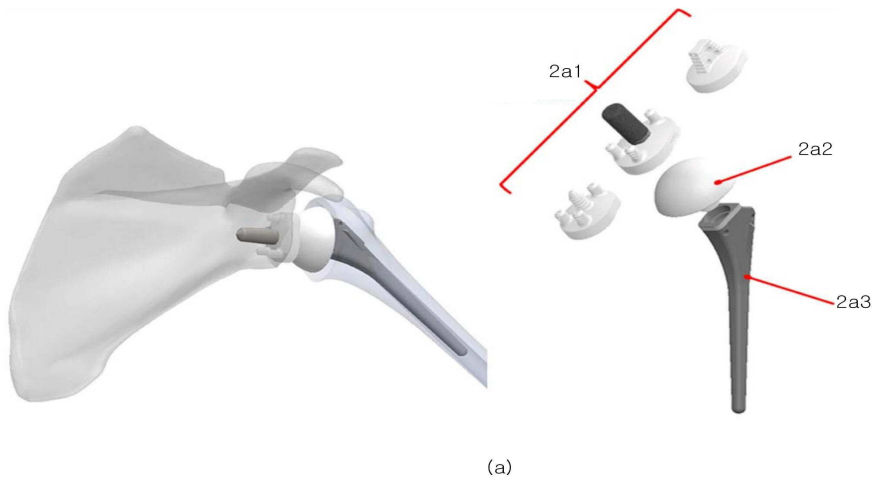


(c)

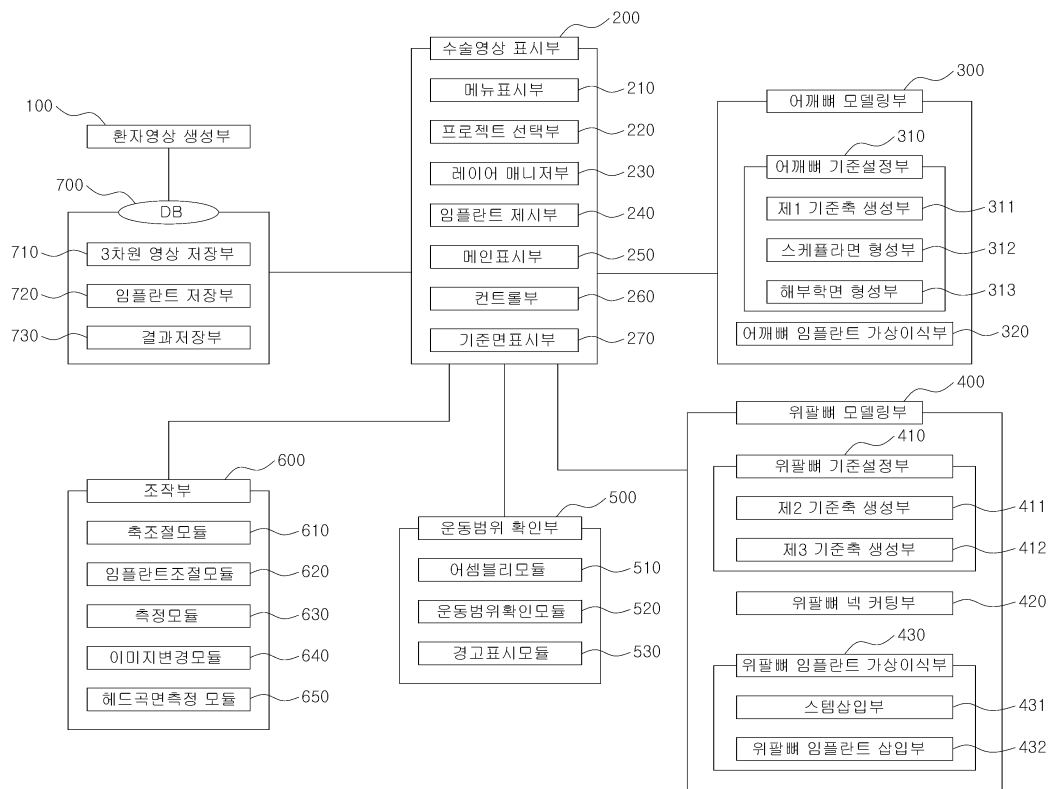


(d)

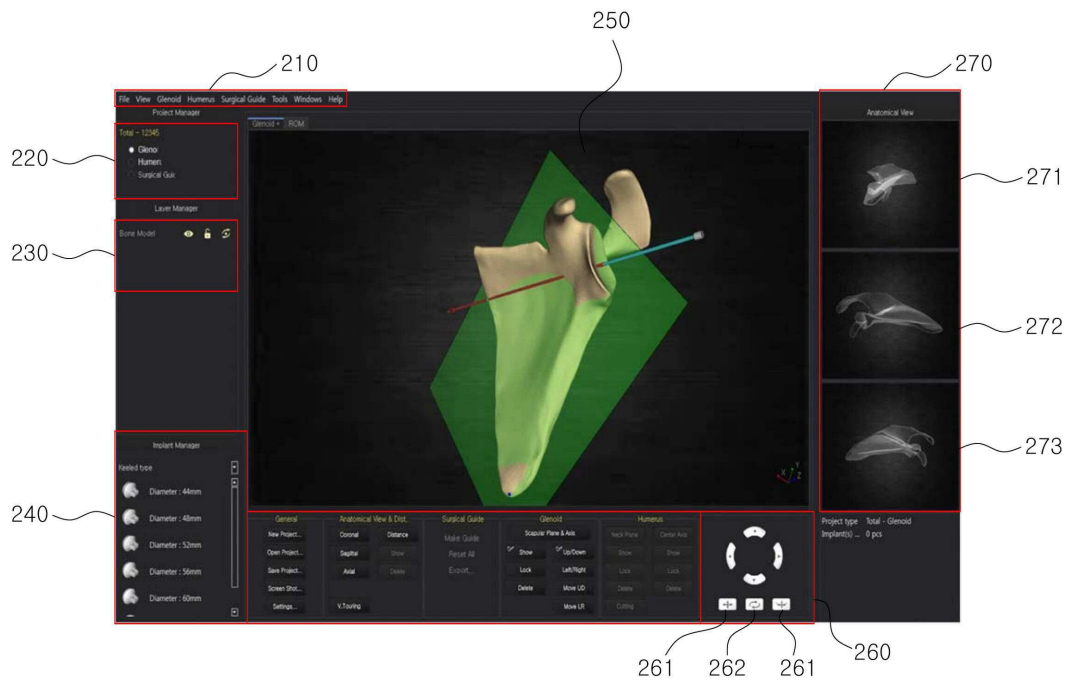
도면2



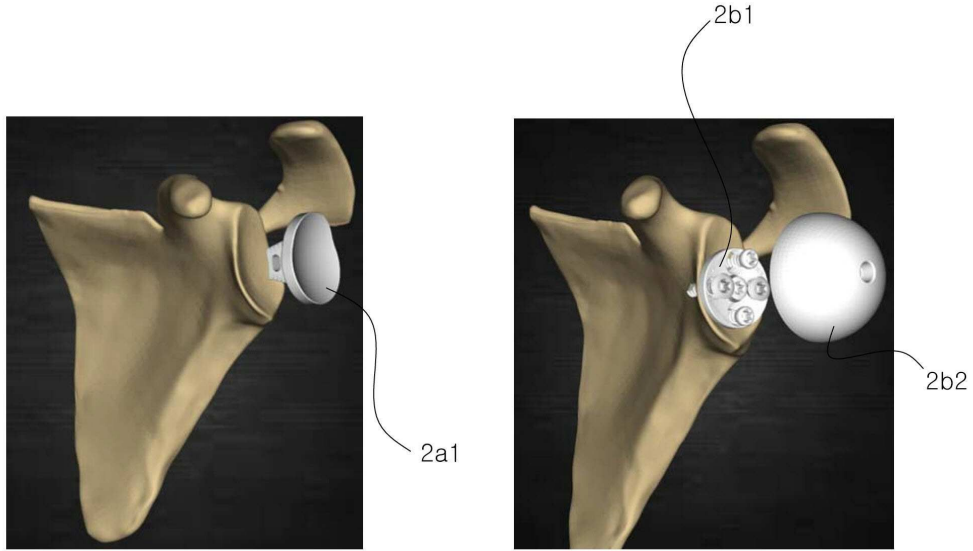
도면3



도면4

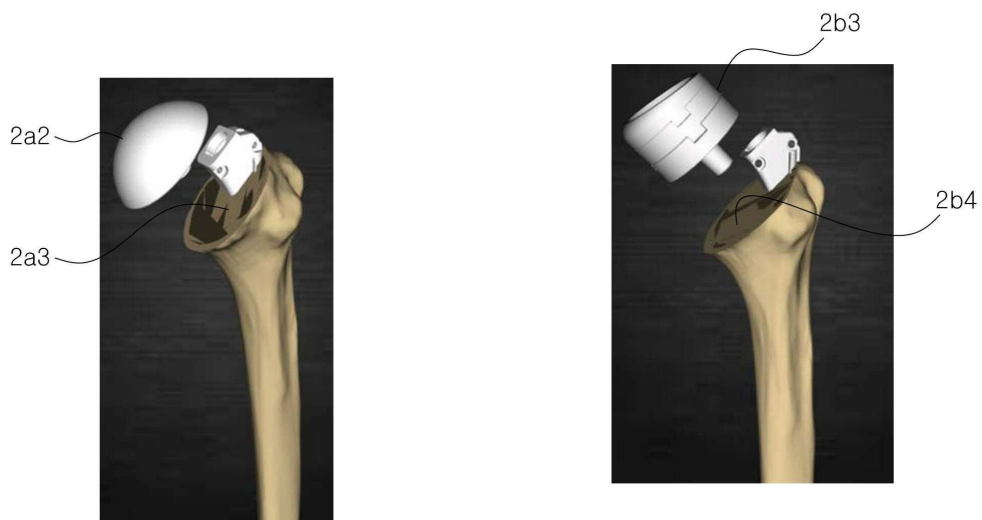


도면5



(a)

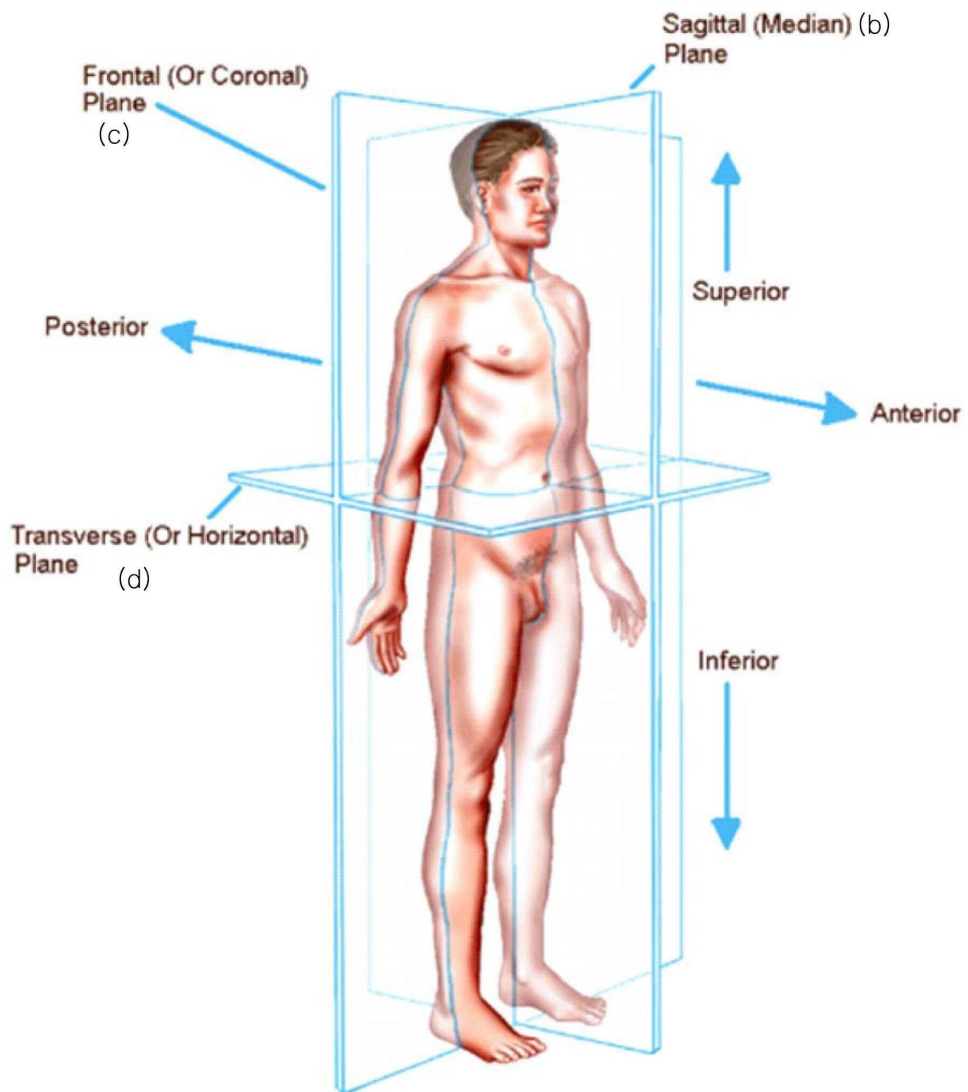
(b)



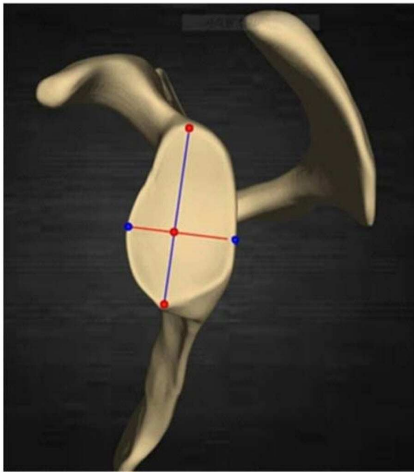
(c)

(d)

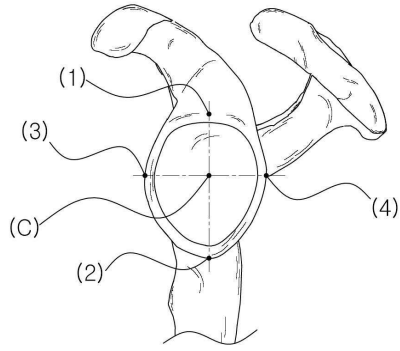
도면6



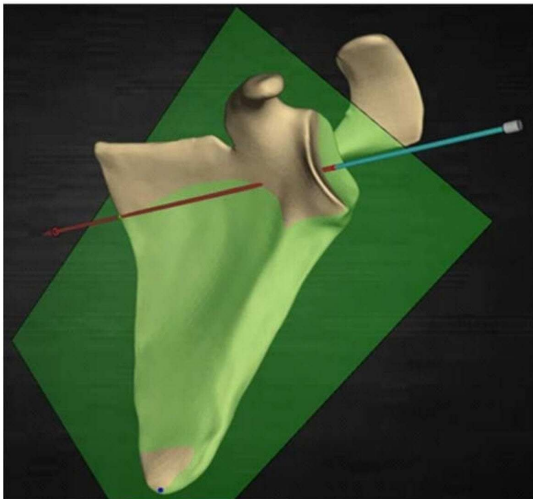
도면7



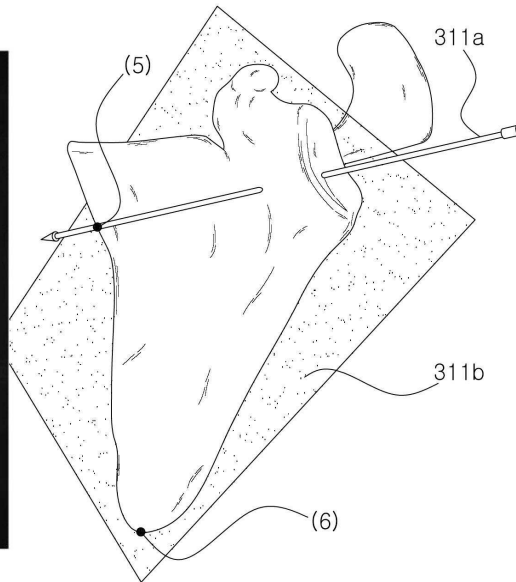
(a)



(b)

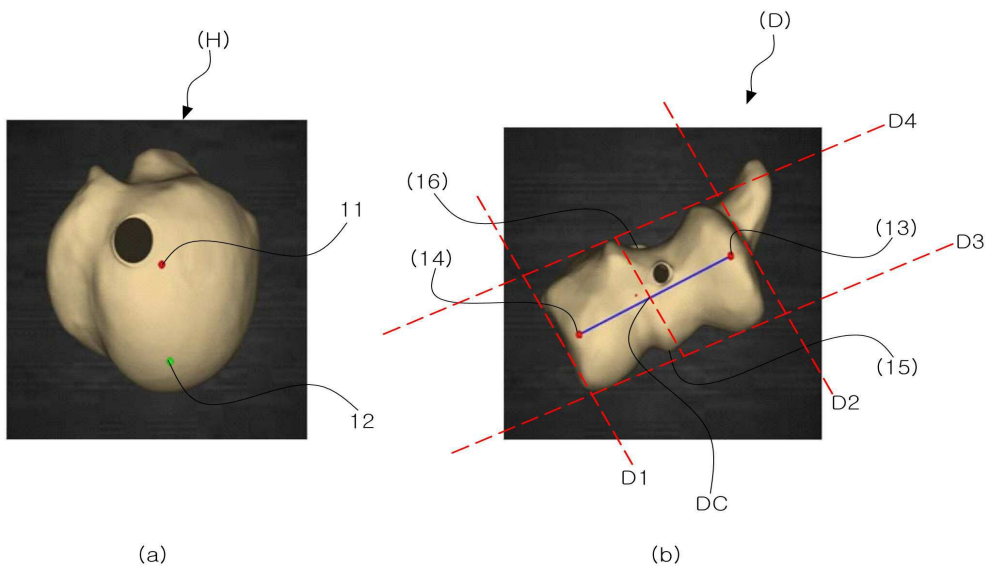


(c)



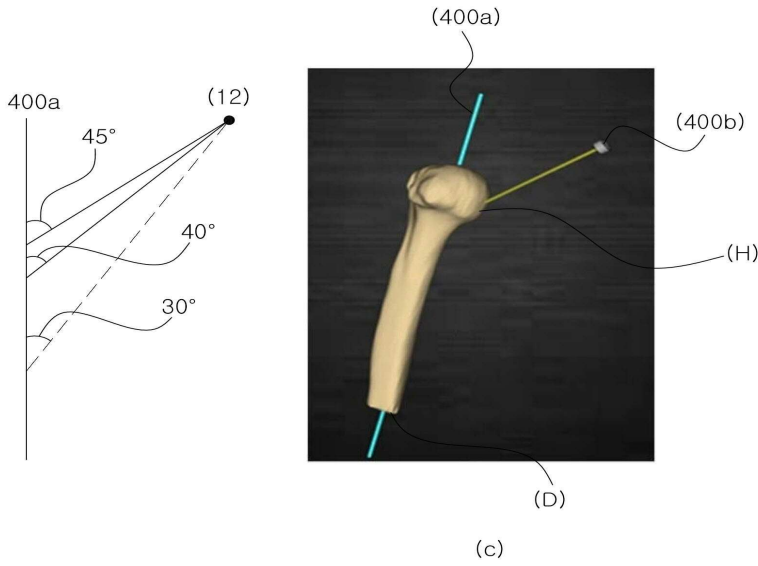
(d)

도면8



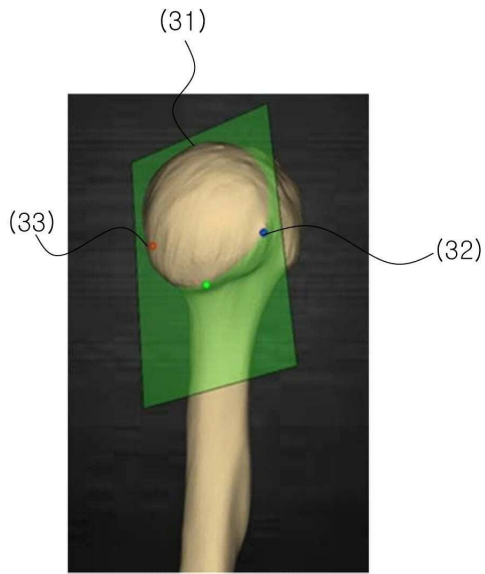
(a)

(b)



(c)

도면9

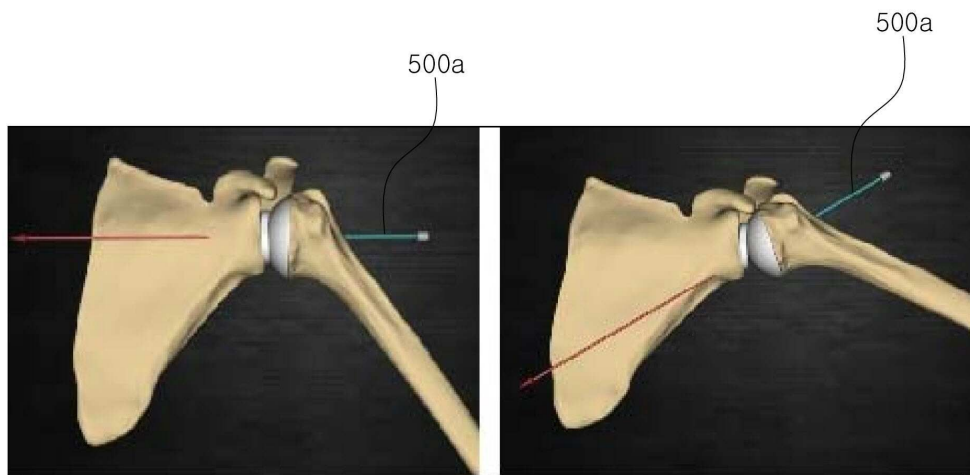


(a)

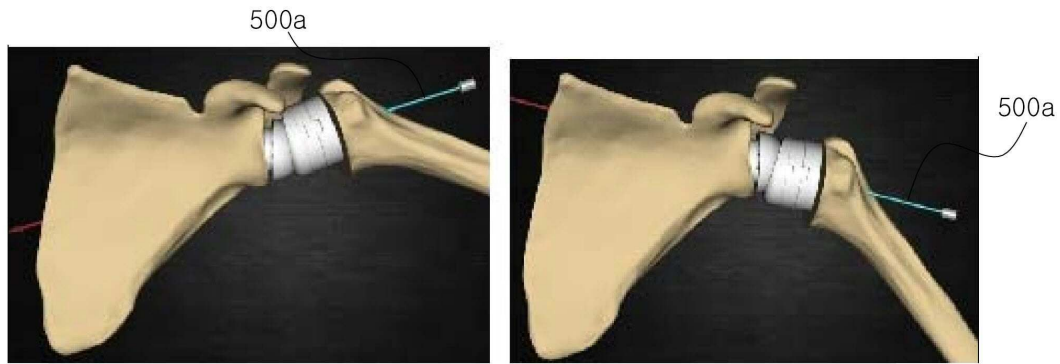


(b)

도면10

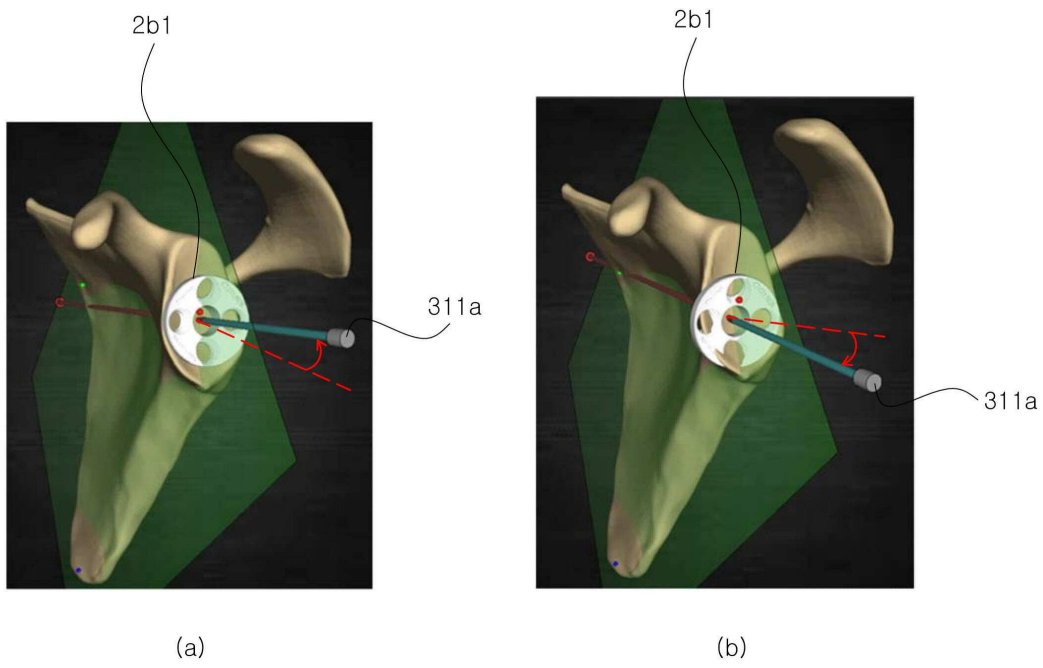


(a)

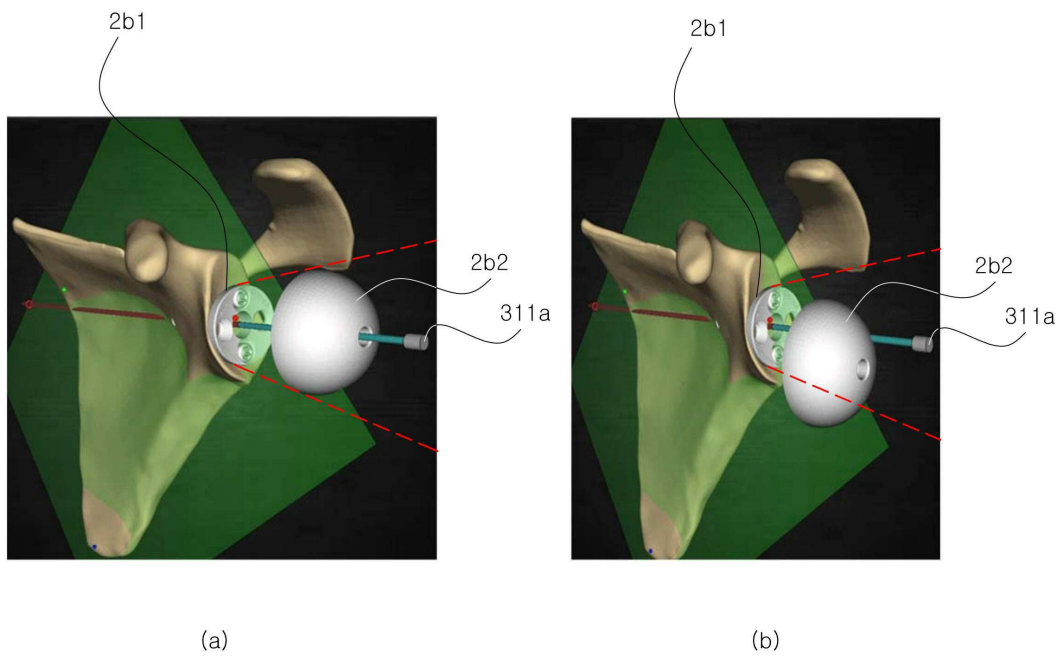


(b)

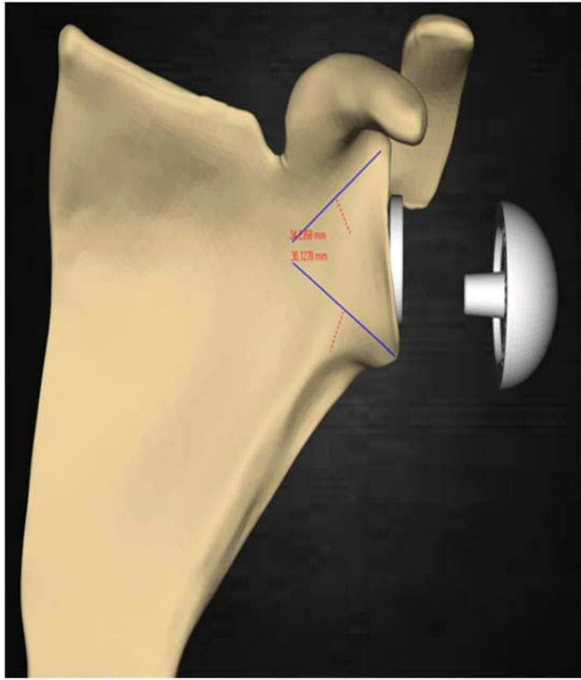
도면11



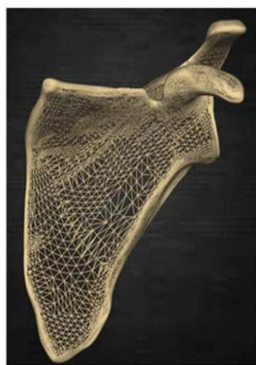
도면12



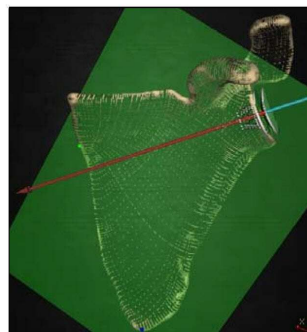
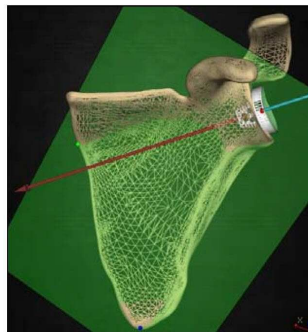
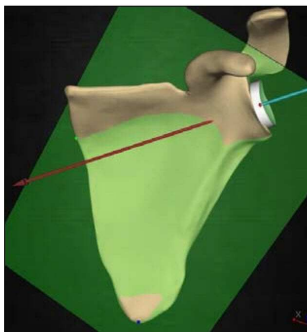
도면13



도면14

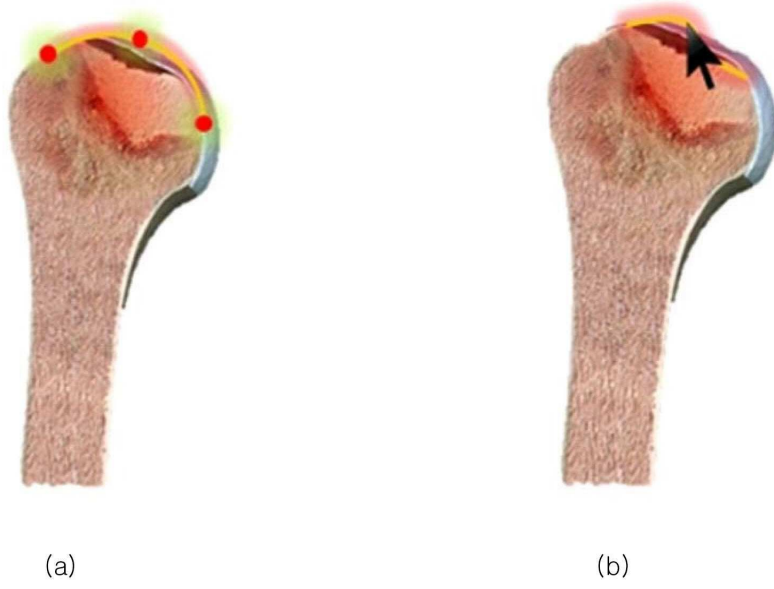


(a)

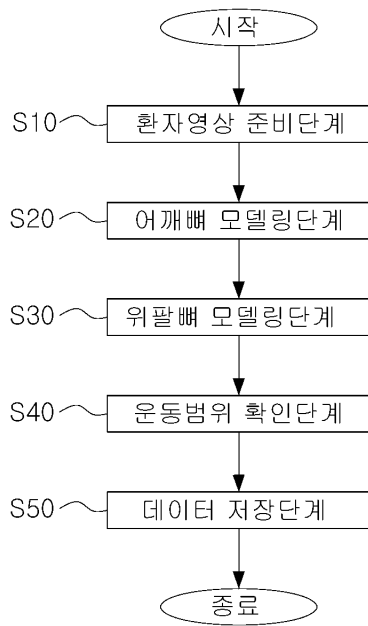


(b)

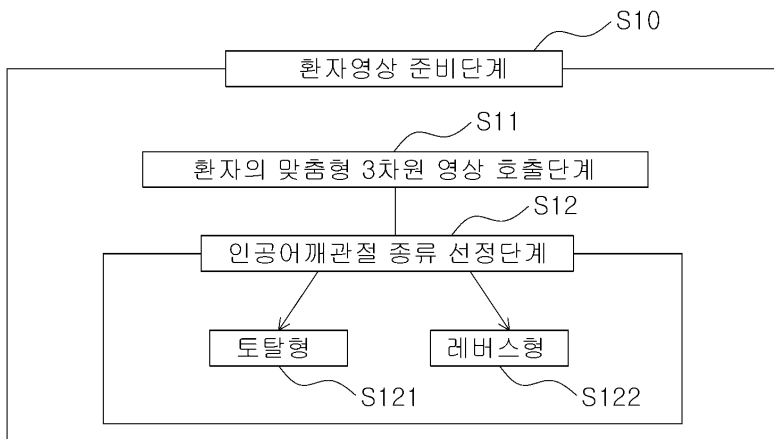
도면15



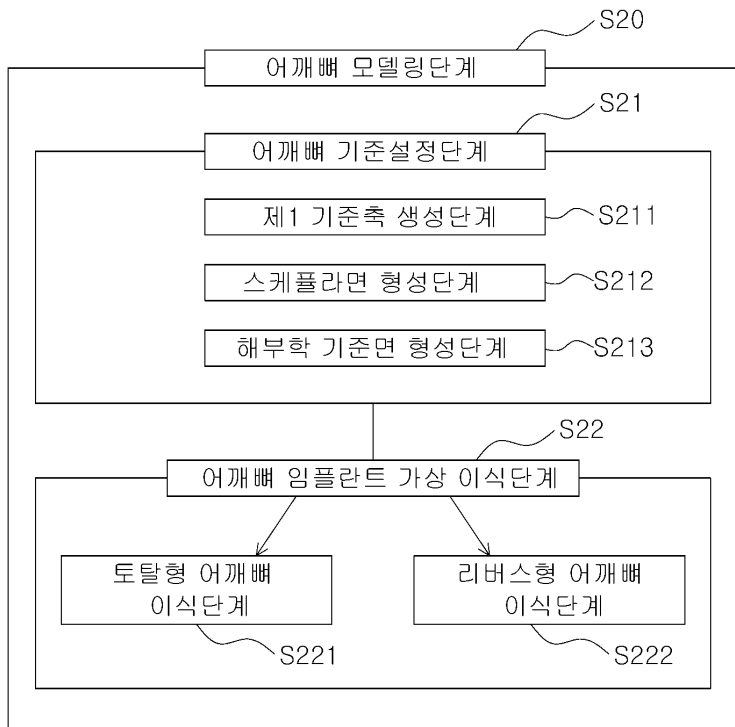
도면16



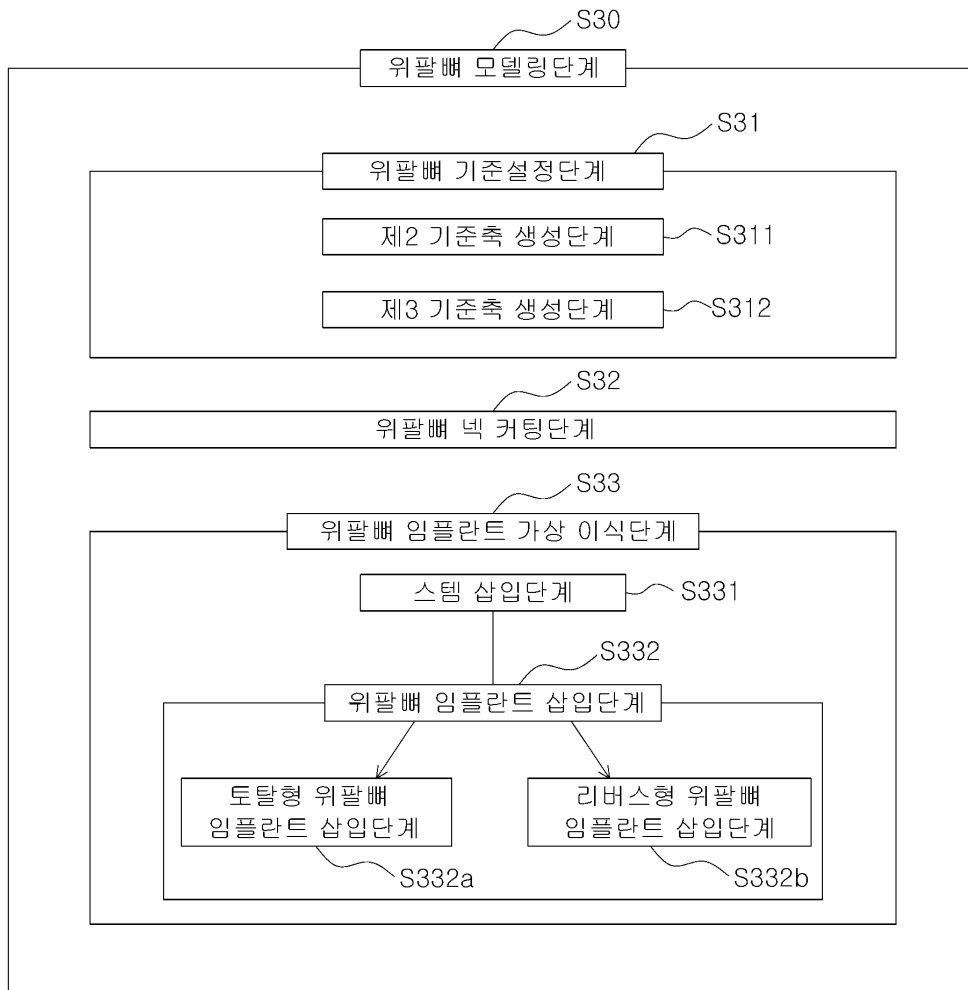
도면17



도면18



도면19



도면20

