



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0023712
(43) 공개일자 2019년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61N 5/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61N 5/1031 (2013.01)

A61N 5/1039 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0109882

(22) 출원일자 2017년08월30일

심사청구일자 2017년08월30일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

정원규

서울특별시 강남구 삼성로 150, 202동 1403호(대치동, 미도맨션)

김연의

경기도 광주시 경안천로 145, 209동 1501호(송정동, 금강 펜테리움 2단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 17 항

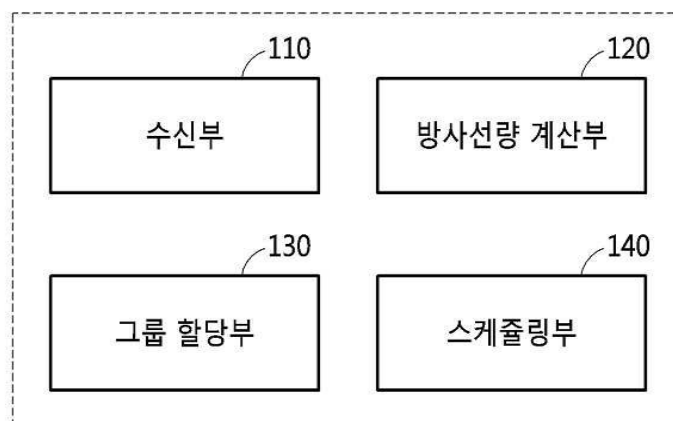
(54) 발명의 명칭 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치 및 그 방법에 관한 기술로서, 일실시예에 따른 치료계획장치는 치료 대상 영역을 촬영한 의료영상과, 의료영상에서 다중 로봇암에 의해 방사선 빔이 조사되는 복수의 노드영역 정보와, 복수의 노드영역 각각에 대한 방사선치료계획 데이터를 수신하는 수신부와, 방사선치료계획 데이터에 포함된 방사선 빔의 개수 및 각도를 선형계획법(Linear Programming)에 기초하여 최적화하고, 최적화된 데이터에 포함된 방사선 빔의 방사선량을 계산하는 방사선량 계산부와, 최적화 및 방사선량 계산이 완료된 복수의 노드영역을 복수의 그룹으로 구분하고 복수의 그룹 각각에 다중 로봇암 각각을 할당하는 그룹 할당부 및 할당된 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔의 충돌을 고려하여, 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하는 스케줄링부를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

A61N 5/1083 (2013.01)

A61N 5/1084 (2013.01)

A61N 2005/1074 (2013.01)

(72) 발명자

김남주

인천광역시 남구 경인로 135, 505호(도화동, 해피타운)

김동욱

경기도 남양주시 화도읍 비룡로158번길 11, 205동 101호(엘아이지아파트)

정성훈

경기도 성남시 분당구 돌마로486번길 7, 203동 1403호(서현동, 효자촌동아아파트)

정미주

서울특별시 강동구 아리수로 423, 706호(강일동, 강일큐브)

윤명근

서울특별시 강북구 솔샘로 174, 104동 1301호(미아동, SK북한산시티아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20160505

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 방사선기술개발사업

연구과제명 치료계획 및 의료적 방사선 패턴 해석

기 여 율 70/100

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2012.03.01 ~ 2017.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1603016

부처명 미래과학창조부

연구관리전문기관 원자력안전위원회

연구사업명 방사선안전규제기술개발

연구과제명 웹/모바일 기반리스크관리 체계 개발

기 여 율 30/100

주관기관 강동경희대학교병원

연구기간 2016.05.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

치료 대상 영역을 촬영한 의료영상과, 상기 의료영상에서 다중 로봇암에 의해 방사선 빔이 조사되는 복수의 노드영역 정보와, 상기 복수의 노드영역 각각에 대한 방사선치료계획 데이터를 수신하는 수신부;

상기 방사선치료계획 데이터에 포함된 상기 방사선 빔의 개수 및 각도를 선형계획법(Linear Programming)에 기초하여 최적화하고, 상기 최적화된 데이터에 포함된 상기 방사선 빔의 방사선량을 계산하는 방사선량 계산부;

상기 최적화 및 방사선량 계산이 완료된 복수의 노드영역을 복수의 그룹으로 구분하고 상기 복수의 그룹 각각에 상기 다중 로봇암 각각을 할당하는 그룹 할당부 및

상기 할당된 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 상기 방사선 빔의 충돌을 고려하여, 상기 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하는 스케줄링부

를 포함하는 다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

치료 대상 영역을 촬영한 MRI(magnetic resonance imaging), CT(Computed Tomography) 및 PET(Positron Emission Tomography) 영상 중 적어도 둘 이상의 영상을 자동 정합하고, 상기 자동 정합한 의료영상을 상기 수신부로 제공하는 의료영상 정합부를 더 포함하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 수신부는

상기 방사선치료계획 데이터로서, 상기 복수의 노드영역 각각에 조사되는 상기 방사선 빔의 종류, 세기, 개수 및 조사 각도를 수신하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 방사선량 계산부는

상기 최적화를 통하여 상기 복수의 노드영역 중에서 치료 부위에 대응되는 노드영역 및 정상 조직을 포함하는 노드영역의 해부학적인 위치에 따라 상기 방사선 빔의 개수를 최소화 하고 상기 방사선 빔의 조사 각도를 결정하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 방사선량 계산부는

상기 방사선 빔을 실제로 조사하여 실측된 선량 분포(Dose Distribution) 정보를 이용하여 상기 방사선량을 계산하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 그룹 할당부는

상기 다중 로봇암의 개수와 동일한 개수로 상기 그룹을 구분하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 스케줄링부는

기저장된 방사선 빔의 충돌각 정보에 따라 상기 복수의 그룹 각각에 포함된 복수의 노드영역에 대한 상기 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 스케줄링부는

상기 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 상기 방사선 빔이 서로 다른 타이밍에 순차적으로 조사되도록 상기 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 치료계획장치에서의 작업 결과 및 상기 결과에 따른 메뉴를 사용자에게 제공하는 표시 제어부를 더 포함하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 표시 제어부는

상기 최적화 및 방사선량의 계산에 따른 선량 분포(Dose Distribution)를 확인하는 메뉴를 제공하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 표시 제어부는

상기 선량 분포를 수평면(Axial), 시상면(Sagittal), 관상면(Coronal), DVH(Dose Volume Histogram), 3D 중 적어도 하나 이상의 뷰(View)로 확인하는 메뉴를 제공하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 표시 제어부는

상기 최적화 및 방사선량의 계산이 완료된 이후, 상기 사용자가 설정한 임의의 값으로 방사선량의 재계산을 수행하는 메뉴를 제공하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치.

청구항 13

수신부에서 치료 대상 영역을 촬영한 의료영상과, 상기 의료영상에서 다중 로봇암에 의해 방사선 빔이 조사되는 복수의 노드영역 정보와, 상기 복수의 노드영역 각각에 대한 방사선치료계획 데이터를 수신하는 단계;

방사선량 계산부에서 상기 방사선치료계획 데이터에 포함된 상기 방사선 빔의 개수 및 각도를 선형계획법(Linear Programming)에 기초하여 최적화하고, 상기 최적화된 데이터에 포함된 상기 방사선 빔의 방사선량을 계산하는 단계;

그룹 할당부에서 상기 최적화 및 방사선량 계산이 완료된 복수의 노드영역을 복수의 그룹으로 구분하고 상기 복수의 그룹 각각에 상기 다중 로봇암 각각을 할당하는 단계 및

스케줄링부에서 상기 할당된 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 상기 방사선 빔의 충돌을 고려하여, 상기 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하는 단계

를 포함하는 다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 수신하는 단계는

상기 방사선치료계획 데이터로서, 상기 복수의 노드영역 각각에 조사되는 상기 방사선 빔의 종류, 세기, 개수 및 조사 각도를 수신하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 계산하는 단계는

상기 방사선 빔을 실제로 조사하여 실측된 선량 분포(Dose Distribution) 정보를 통하여 상기 방사선량을 계산하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획방법.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 스케줄링하는 단계는

기저장된 방사선 빔의 충돌각 정보에 따라 상기 복수의 그룹 각각에 포함된 복수의 노드영역에 대한 상기 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획방법.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 스케줄링하는 단계는

상기 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 상기 방사선 빔이 서로 다른 타이밍에 순차적으로 조사되도록 상기 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하는

다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치 및 그 방법에 관한 기술로서, 구체적으로는 적어도 2개 이상의 로봇암을 구비한 다중 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치 및 그 방법에 관한 기술이다.

배경 기술

[0002] 현재, 다수의 병원에서는 선형가속기(LINAC), 근접치료기(Brachytherapy), 사이버나이프(Cyberknife), 토모테라피(Tomotherapy)와 같은 방사선 치료장치를 이용하여 환자에게 방사선 치료를 제공하고 있으며, 전술한 치료장치 중에서 사이버나이프는 로봇암을 이용한 방사선 치료를 제공하고 있다.

[0003] 그러나, 사이버나이프는 단일 로봇암 기반의 방사선 치료장치로, 사이버나이프 방사선 치료를 위한 기존의 치료계획장치를 다중 로봇암에서 조사되는 적어도 100개 이상 방사선 빔에 대한 복잡한 방사선량 계산을 요구하는 다중 로봇암 기반의 치료장치에 적용하기에는 어려움이 따른다.

[0004] 따라서, 적어도 100개 이상의 방사선 빔을 조사하는 다중 로봇암 기반의 방사선 치료장치에 적용 가능한 치료계획장치의 필요성이 제기되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1272566호 "방사선치료계획 평가장치 및 평가방법"
(특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2010-0119106호 "방사선 치료계획정보 통합조회시스템"
(특허문헌 0003) 한국공개특허 제10-2008-0044250호, "갠트리 및 진료대의 조합된 움직임을 이용하는 방사선치료의 영상화 및 시행"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일실시예에 따르면, 다중 로봇암에 의해 조사되는 방사선 빔을 선형계획법을 이용하여 최적화한 이후에 방사선량의 계산을 수행함으로써 방사선량 계산의 효율성, 정확성 및 속도를 향상시킬 수 있는 치료계획장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0007] 또한, 일실시예에 따르면, 다중 로봇암 각각에 의해 조사되는 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하여 방사선 빔 간의 충돌을 방지함으로써, 방사선 치료의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 다중 로봇팔 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획장치는 치료 대상 영역을 촬영한 의료영상과, 의료영상에서 다중 로봇암에 의해 방사선 빔이 조사되는 복수의 노드영역 정보와, 복수의 노드영역 각각에 대한 방사선치료계획 데이터를 수신하는 수신부와, 방사선치료계획 데이터에 포함된 방사선 빔의 개수 및 각도를 선형계획법(Linear Programming)에 기초하여 최적화하고, 최적화된 데이터에 포함된 방사선 빔의 방사선량을 계산하는 방사선량 계산부와, 최적화 및 방사선량 계산이 완료된 복수의 노드영역을 복수의 그룹으로 구분하고 복수의 그룹 각각에

다중 로봇암 각각을 할당하는 그룹 할당부 및 할당된 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔의 충돌을 고려하여, 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하는 스케줄링부를 포함한다.

- [0009] 일측에 따르면, 치료 대상 영역을 촬영한 MRI(magnetic resonance imaging), CT(Computed Tomography) 및 PET(Positron Emission Tomography) 영상 중 적어도 둘 이상의 영상을 자동 정합하고, 자동 정합한 의료영상을 수신부로 제공하는 의료영상 정합부를 더 포함 할 수 있다.
- [0010] 일측에 따르면, 수신부는 방사선치료계획 데이터로서, 복수의 노드영역 각각에 조사되는 방사선 빔의 종류, 세기, 개수 및 조사 각도를 수신할 수 있다.
- [0011] 일측에 따르면, 방사선량 계산부는 복수의 노드영역 중에서 치료 부위에 대응되는 노드영역 및 정상 조직을 포함하는 노드영역의 해부학적인 위치에 따라 방사선 빔의 개수를 최소화 하고 방사선 빔의 조사 각도를 결정하는 최적화 동작을 수행할 수 있다.
- [0012] 일측에 따르면, 방사선량 계산부는 방사선 빔을 실제로 조사하여 실측된 선량 분포(Dose Distribution) 정보를 이용하여 방사선량을 계산할 수 있다.
- [0013] 일측에 따르면, 그룹 할당부는 다중 로봇암의 개수와 동일한 개수로 그룹을 구분할 수 있다.
- [0014] 일측에 따르면, 스케줄링부는 기저장된 방사선 빔의 충돌각 정보에 따라 복수의 그룹 각각에 포함된 복수의 노드영역에 대한 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [0015] 일측에 따르면, 스케줄링부는 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔이 서로 다른 타이밍에 순차적으로 조사되도록 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [0016] 일측에 따르면, 치료계획장치에서의 작업 결과 및 결과에 따른 메뉴를 사용자에게 제공하는 표시 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 일측에 따르면, 표시 제어부는 최적화 및 방사선량의 계산에 따른 선량 분포(Dose Distribution)를 확인하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [0018] 일측에 따르면, 표시 제어부는 선량 분포를 수평면(Axial), 시상면(Sagittal), 관상면(Coronal), DVH(Dose Volume Histogram), 3D 중 적어도 하나 이상의 뷰(View)로 확인하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [0019] 일측에 따르면, 표시 제어부는 최적화 및 방사선량의 계산이 완료된 이후, 사용자가 설정한 임의의 값으로 방사선량의 재계산을 수행하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획방법은 수신부에서 치료 대상 영역을 촬영한 의료영상과, 의료영상에서 다중 로봇암에 의해 방사선 빔이 조사되는 복수의 노드영역 정보와, 복수의 노드영역 각각에 대한 방사선치료계획 데이터를 수신하는 단계와, 방사선량 계산부에서 방사선치료계획 데이터에 포함된 방사선 빔의 개수 및 각도를 선형계획법(Linear Programming)에 기초하여 최적화하고, 최적화된 데이터에 포함된 방사선 빔의 방사선량을 계산하는 단계와, 그룹 할당부에서 최적화 및 방사선량 계산이 완료된 복수의 노드영역을 복수의 그룹으로 구분하고 복수의 그룹 각각에 다중 로봇암 각각을 할당하는 단계 및 스케줄링부에서 할당된 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔의 충돌을 고려하여, 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하는 단계를 포함한다.
- [0021] 일측에 따르면, 수신하는 단계는 방사선치료계획 데이터로서, 복수의 노드영역 각각에 조사되는 방사선 빔의 종류, 세기, 개수 및 조사 각도를 수신할 수 있다.
- [0022] 일측에 따르면, 계산하는 단계는 방사선 빔을 실제로 조사하여 실측된 선량 분포(Dose Distribution) 정보를 통하여 방사선량을 계산할 수 있다.
- [0023] 일측에 따르면, 스케줄링하는 단계는 기저장된 방사선 빔의 충돌각 정보에 따라 복수의 그룹 각각에 포함된 복수의 노드영역에 대한 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [0024] 일측에 따르면, 스케줄링하는 단계는 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔이 서로 다른 타이밍에 순차적으로 조사되도록 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 일실시예에 따르면, 다중 로봇암에 의해 조사되는 방사선 빔을 선형계획법을 이용하여 최적화한 이후에 방사선량의 계산을 수행함으로써 방사선량 계산의 효율성, 정확성 및 속도를 향상시킬 수 있다.

[0026] 또한, 일실시예에 따르면, 다중 로봇암 각각에 의해 조사되는 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하여 방사선 빔 간의 충돌을 방지함으로써, 방사선 치료의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획장치를 도시하는 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획장치에 의해 수행되는 그룹 할당 및 스케줄링에 관한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 치료계획장치를 도시하는 구성도이다.

도 4a 내지 도 4b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 치료계획장치에 의해 수행되는 의료 영상의 자동 정합에 관한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 5a 내지 도 5e는 본 발명의 다른 실시예에 따른 치료계획장치에 의해 수행되는 선량 분포 확인에 관한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획방법을 도시하는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0029] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0030] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0031] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0032] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0035] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

- [0037] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획장치를 도시하는 구성도이다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 치료계획장치(100)는 방사선치료계획 데이터에 포함된 방사선 빔을 선형계획법(Linear Programming)에 기초하여 최적화한 이후에 방사선량을 계산하고, 방사선 빔간의 충돌을 고려하여 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링 한다.
- [0039] 이를 위해, 치료계획장치(100)는 수신부(110), 방사선량 계산부(120), 그룹 할당부(130) 및 스케줄링부(140)를 포함한다.
- [0040] 일실시예에 따른 수신부(110)는 치료 대상 영역을 촬영한 의료영상과, 의료영상에서 다중 로봇암에 의해 방사선 빔이 조사되는 복수의 노드영역 정보와, 복수의 노드영역 각각에 대한 방사선치료계획 데이터를 수신한다.
- [0041] 일측에 따르면, 수신부(110)는 방사선치료계획 데이터로서, 복수의 노드영역 각각에 조사되는 방사선 빔의 종류, 세기, 개수 및 조사 각도를 수신할 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 의료 영상은 환자의 치료 대상 영역을 촬영한 MRI(magnetic resonance imaging), CT(Computed Tomography) 및 PET(Positron Emission Tomography) 영상 중 적어도 하나 이상의 영상일 수 있다.
- [0043] 본 발명에서는 의료 영상의 예시로 MRI, CT 및 PET 영상을 설명하나, 다른 방식으로 촬영된 의료 영상을 이용할 수 있다.
- [0044] 사용자는 의료 영상에서 방사선 빔이 조사되는 적어도 100개 이상의 노드 영역을 사전에 설정할 수 있으며, 사전에 설정된 노드 영역에 대하여 방사선치료계획 데이터를 생성할 수 있다.
- [0045] 또한, 하나의 노드영역에는 적어도 하나 이상의 방사선 빔이 조사될 수 있다.
- [0046] 일실시예에 따른 방사선 계산부(120)는 방사선치료계획 데이터에 포함된 방사선 빔의 개수 및 각도를 선형계획법(Linear Programming)에 기초하여 최적화하고, 최적화된 데이터에 포함된 방사선 빔의 방사선량을 계산한다.
- [0047] 보다 구체적으로, 방사선 계산부(120)는 적어도 100개 이상의 방사선 빔에 대한 방사선량의 계산 과정에 앞서 선형계획법에 기초한 최적화 동작을 수행한다.
- [0048] 예를 들어, 선형계획법에 기초한 최적화 동작은 하기의 수학식1에 의해 수행될 수 있으며, 수학식1에서 하기의 수학식2와 같이 행렬 A를 도출할 수 있다.
- [0049] [수학식1]

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n &\leq b_m \end{aligned} \quad (\text{or } Ax \leq b)$$

[0050]

[0051] [수학식2]

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

[0052]

[0053] 여기서, m과 n은 1 이상의 자연수이고, 행렬 A의 가로축(a_{m1} , a_{m2} , ..., a_{mn})은 복수의 노드 영역이 각 방사선 빔으로부터 받는 방사선량을 의미하며, 세로축(a_{1n} , a_{2n} , ..., a_{mn})은 각 노드 영역이 하나의 방사선 빔으로부터

받는 방사선량을 의미한다.

- [0054] 일측에 따르면, 방사선량 계산부(120)는 최적화를 통하여 복수의 노드영역 중에서 치료 부위에 대응되는 노드영역 및 정상 조직을 포함하는 노드영역의 해부학적인 위치에 따라 방사선 빔의 개수를 최소화 하고 방사선 빔의 조사 각도를 결정할 수 있다.
- [0055] 보다 구체적으로, 방사선량 계산부(120)는 최적화를 통하여 치료 부위에는 방사선 치료의 효과를 극대화할 수 있도록 방사선 빔의 개수 및 조사 각도를 제어하고, 치료 부위 주변의 정상 조직에는 방사선 빔이 조사되는 양을 최소화할 수 있도록 방사선 빔의 개수 및 조사 각도를 제어할 수 있다.
- [0056] 일측에 따르면, 방사선량 계산부(120)는 방사선 빔을 실제로 조사하여 실측된 선량 분포(Dose Distribution) 정보를 이용하여 방사선량을 계산할 수 있다.
- [0057] 본 발명에서는 실측된 선량 분포 정보를 이용한 방사선량의 계산 방법에 대하여 설명하나, 이에 한정되지 않고 다양한 선량 계산 알고리즘을 이용하여 방사선량을 계산할 수 있다.
- [0058] 결국, 일실시예에 따른 방사선량 계산부(120)는 다중 로봇암에 의해 조사되는 방사선 빔을 선형계획법을 이용하여 최적화한 이후에 방사선량의 계산을 수행함으로써 방사선량 계산의 효율성, 정확성 및 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0059] 일실시예에 따른 그룹 할당부(130)는 최적화 및 방사선량 계산이 완료된 복수의 노드영역을 복수의 그룹으로 구분하고 복수의 그룹 각각에 다중 로봇암 각각을 할당한다.
- [0060] 일측에 따르면, 그룹 할당부(130)는 다중 로봇암의 개수와 동일한 개수로 그룹을 구분할 수 있다.
- [0061] 예를 들어, 로봇암의 개수가 2개이면 복수의 노드영역을 2개의 그룹으로 구분하고, 로봇암의 개수가 4개이면 복수의 노드영역을 4개의 그룹으로 구분할 수 있으며, 각 로봇암을 가장 가까운 위치에 있는 그룹에 할당할 수 있다.
- [0062] 일실시예에 따른 스케줄링부(140)는 할당된 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔의 충돌을 고려하여, 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링한다.
- [0063] 일측에 따르면, 스케줄링부(140)는 기저장된 방사선 빔의 충돌각 정보에 따라 복수의 그룹 각각에 포함된 복수의 노드영역에 대한 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [0064] 보다 구체적으로, 스케줄링부(140)는 다중 로봇암 각각에서 방사선 빔을 동시에 조사할 때, 방사선 빔간의 충돌이 일어날 수 있는 충돌 각도에 관한 정보를 저장하고 있으며, 방사선 빔간의 충돌을 방지하기 위해 기저장된 정보에 기초하여 각 로봇암에 의해 방사선 빔이 노드영역으로 조사되는 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [0065] 일측에 따르면, 스케줄링부(140)는 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔이 서로 다른 타이밍에 순차적으로 조사되도록 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [0066] 보다 구체적으로, 다중 로봇암이 제1 로봇암과 제2 로봇암으로 구성되는 경우에, 제1 로봇암과 제2 로봇암은 서로 겹치지 않는 타이밍에 번갈아 가며 방사선 빔을 조사할 수 있다.
- [0067] 또한, 제1 로봇암에 할당된 제1 그룹에 대한 방사선 빔의 조사가 완료된 이후에 제2 로봇암에 할당된 제2 그룹에 대하여 방사선 빔의 조사를 진행할 수도 있다.
- [0068] 결국, 일실시예에 따른 스케줄링부(140)는 다중 로봇암 각각에 의해 조사되는 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하여 방사선 빔간의 충돌을 방지함으로써, 방사선 치료의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0069] 이하에서는 도 2를 참조하여 그룹 할당부(130) 및 스케줄링부(140)의 동작을 보다 구체적으로 설명 하기로 한다.
- [0071] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획장치에 의해 수행되는 그룹 할당 및 스케줄링에 관한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0072] 도 2를 참조하면, 참조부호 211은 제1 로봇암, 참조부호 212는 제2 로봇암, 참조부호 221은 제1 그룹, 참조부호 222는 제2 그룹, 참조부호 230은 복수의 노드영역을 도시한다.

- [0073] 도 2에서는 노드영역(230)의 개수를 20개로 표현 하였으나, 노드영역(230)의 개수는 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0074] 도 1의 그룹 할당부(130)는 도 1의 방사선량 계산부(120)에 의해 최적화 및 방사선량 계산이 완료된 복수의 노드영역(230)을 복수의 그룹(221, 222)으로 구분하고, 제1 로봇암(211)을 제1 그룹(221)에 할당하며, 제2 로봇암(212)을 제2 그룹(230)에 할당한다.
- [0075] 다음으로, 도 1의 스케줄링부(140)는 제1 그룹(221) 및 제2 그룹(222)에 포함된 복수의 노드 영역(230)에 대하여 제1 로봇암(211) 및 제2 로봇암(221)에 의해 조사되는 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링한다.
- [0076] 일실시에에 따른 스케줄링 동작은 앞서 설명한 내용과 동일하므로, 중복되는 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0078] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 치료계획장치를 도시하는 구성도이다.
- [0079] 도 3을 참조하면, 치료계획장치(300)는 의료영상을 자동 정합하고, 방사선치료계획 데이터에 포함된 방사선 빔을 선형계획법(Linear Programming)에 기초하여 최적화한 이후에 방사선량을 계산하고, 방사선 빔간의 충돌을 고려하여 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하며, 치료계획장치(300)에서의 작업 결과 및 결과에 따른 메뉴를 사용자에게 제공한다.
- [0080] 이를 위해, 치료계획장치(300)는 수신부(310), 방사선량 계산부(320), 그룹 할당부(330), 스케줄링부(340), 의료영상 정합부(350) 및 표시 제어부(360)를 포함한다.
- [0081] 다른 실시예에 따른 치료계획장치(300)의 수신부(310), 방사선량 계산부(320), 그룹 할당부(330) 및 스케줄링부(340)는 일실시에에 따른 치료계획장치에서 설명한 내용과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0082] 일측에 따르면, 의료영상 정합부(350)는 치료 대상 영역을 촬영한 MRI(magnetic resonance imaging), CT(Computed Tomography) 및 PET(Positron Emission Tomography) 영상 중 적어도 둘 이상의 영상을 자동 정합하고, 자동 정합한 의료영상을 수신부(310)로 제공할 수 있다.
- [0083] 의료영상 정합부(350)에서의 자동 정합 동작은 이후 실시예 도 4a 내지 도 4b를 통해 보다 구체적으로 설명 하기로 한다.
- [0084] 일측에 따르면, 표시 제어부(360)는 치료계획장치(300)에서 수행하는 작업의 결과 및 결과에 따른 메뉴를 사용자에게 제공할 수 있다.
- [0085] 일측에 따르면, 표시 제어부(360)는 최적화 및 방사선량의 계산에 따른 선량 분포(Dose Distribution)를 확인하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [0086] 일측에 따르면, 표시 제어부(360)는 선량 분포를 수평면(Axial), 시상면(Sagittal), 관상면(Coronal), DVH(Dose Volume Histogram), 3D 중 적어도 하나 이상의 뷰(View)로 확인할 수 있는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [0087] 다른 실시예에 따른 표시 제어부(360)에서 선량 분포의 표시를 위한 메뉴를 제공하는 동작은 이후 실시예 도 5a 내지 도 5e를 통해 보다 구체적으로 설명 하기로 한다.
- [0088] 일측에 따르면, 표시 제어부(360)는 방사선량 계산부(320)에 의하여 최적화 및 방사선량의 계산이 완료된 이후, 사용자가 설정한 임의의 값으로 방사선량의 재계산을 수행하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [0090] 도 4a 내지 도 4b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 치료계획장치에 의해 수행되는 의료 영상의 자동 정합에 관한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0091] 도 4a 내지 도 4b를 참조하면, 도 3의 의료영상 정합부(350)는 참조부호 410에 도시된 것과 같이 치료 대상 영역을 촬영한 MRI, CT, 및 PET 영상 중 적어도 둘 이상의 의료영상을 로딩>Loading>할 수 있다.
- [0092] 다음으로, 의료영상 정합부(350)는 참조부호 420에 도시된 것과 같이 로딩된 의료 영상을 자동으로 정합할 수 있으며, 영상 정합의 속도를 높이기 위해 사용자가 별도의 영역을 지정할 수 있다.
- [0094] 도 5a 내지 도 5e는 본 발명의 다른 실시예에 따른 치료계획장치에 의해 수행되는 선량 분포 확인에 관한 실시

예를 설명하기 위한 도면이다.

- [0095] 도 5a 내지 도 5e를 참조하면, 도 3의 표시 제어부(360)는 선량 분포를 다양한 모드의 뷰로 확인할 수 있는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [0096] 보다 구체적으로, 표시 제어부(360)는 참조부호 510에 도시된 수평면(Axial)기반의 뷰 모드, 참조부호 520에 도시된 시상면(Sagittal) 기반의 뷰 모드, 참조부호 530에 도시된 관상면(Coronal) 기반의 뷰 모드 및 참조부호 540에 도시된 3D 기반의 뷰 모드로 선량 분포에 관한 정보 확인하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [0097] 또한, 표시 제어부(360)는 참조부호 550에 도시된 DVH(Dose Volume Histogram)을 통하여 선량 분포에 관한 정보를 확인하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [0099] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획방법을 도시하는 순서도이다.
- [0100] 도 6에 도시된 치료계획방법은 일실시예에 따른 치료계획장치에 의하여 수행될 수 있다.
- [0101] 도 6을 참조하면, 610단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 수신부에서 치료 대상 영역을 촬영한 의료영상과, 의료영상에서 다중 로봇암에 의해 방사선 빔이 조사되는 복수의 노드영역 정보와, 복수의 노드영역 각각에 대한 방사선치료계획 데이터를 수신한다.
- [0102] 일측에 따르면, 610단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 방사선치료계획 데이터로서, 복수의 노드영역 각각에 조사되는 방사선 빔의 종류, 세기, 개수 및 조사 각도를 수신할 수 있다.
- [0103] 620단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 방사선량 계산부에서 방사선치료계획 데이터에 포함된 방사선 빔의 개수 및 각도를 선형계획법(Linear Programming)에 기초하여 최적화하고, 최적화된 데이터에 포함된 방사선 빔의 방사선량을 계산한다.
- [0104] 일측에 따르면, 620단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 방사선 빔을 실제로 조사하여 실측된 선량 분포(Dose Distribution) 정보를 통하여 방사선량을 계산할 수 있다.
- [0105] 630단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 그룹 할당부에서 최적화 및 방사선량 계산이 완료된 복수의 노드영역을 복수의 그룹으로 구분하고 복수의 그룹 각각에 다중 로봇암 각각을 할당한다.
- [0106] 640단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 스케줄링부에서 할당된 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔의 충돌을 고려하여, 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링한다.
- [0107] 일측에 따르면, 640단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 기저장된 방사선 빔의 충돌각 정보에 따라 복수의 그룹 각각에 포함된 복수의 노드영역에 대한 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [0108] 일측에 따르면, 640단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔이 서로 다른 타이밍에 순차적으로 조사되도록 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [0109] 결국, 본 발명을 이용하면 다중 로봇암에 의해 조사되는 적어도 100개 이상의 방사선 빔을 선형계획법을 이용하여 최적화한 이후에 방사선량의 계산을 수행함으로써 방사선량 계산의 효율성, 정확성 및 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0110] 또한, 다중 로봇암 각각에 의해 조사되는 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하여 방사선 빔간의 충돌을 방지함으로써, 방사선 치료의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0112] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설

명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소 (processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서 (parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성 (processing configuration)도 가능하다.

[0113] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램 (computer program), 코드 (code), 명령 (instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로 (collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소 (component), 물리적 장치, 가상 장치 (virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파 (signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화 (embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0114] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체 (magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체 (optical media), 플롭티컬 디스크 (floptical disk)와 같은 자기-광 매체 (magneto-optical media), 및 롬 (ROM), 램 (RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0115] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

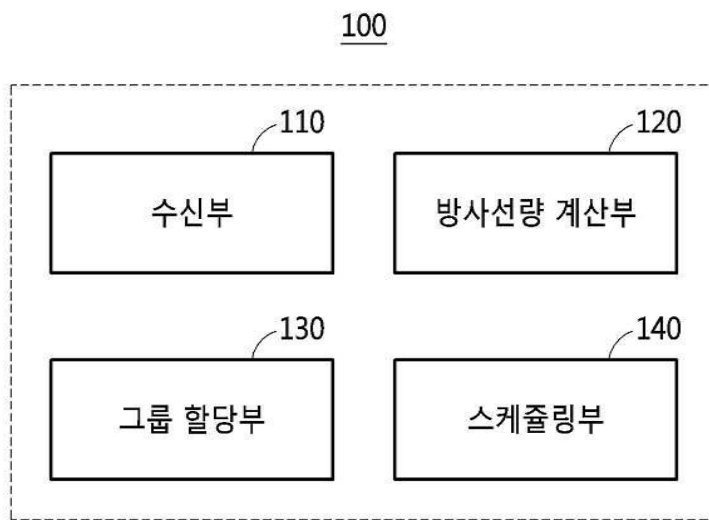
[0116] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

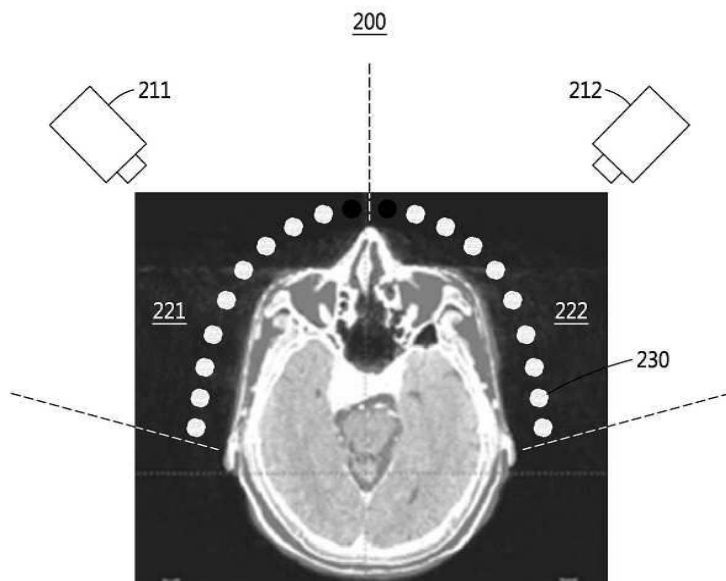
[0117] 100: 치료계획장치 110: 수신부
120: 방사선량 계산부 130: 그룹 할당부
140: 스케줄링부

도면

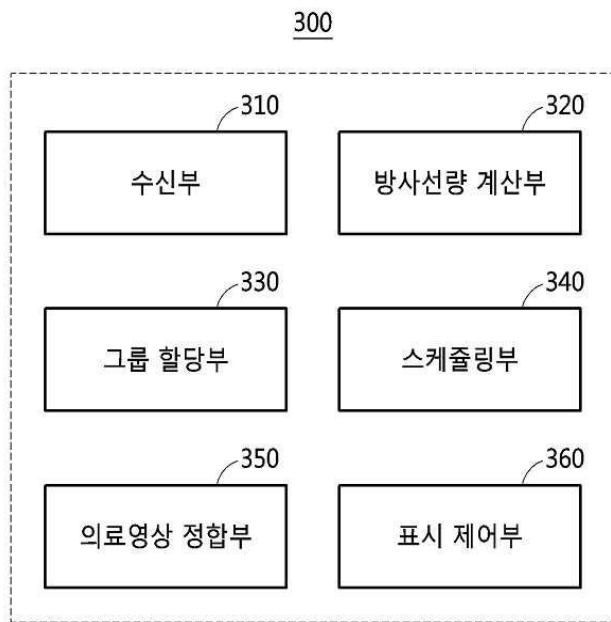
도면1



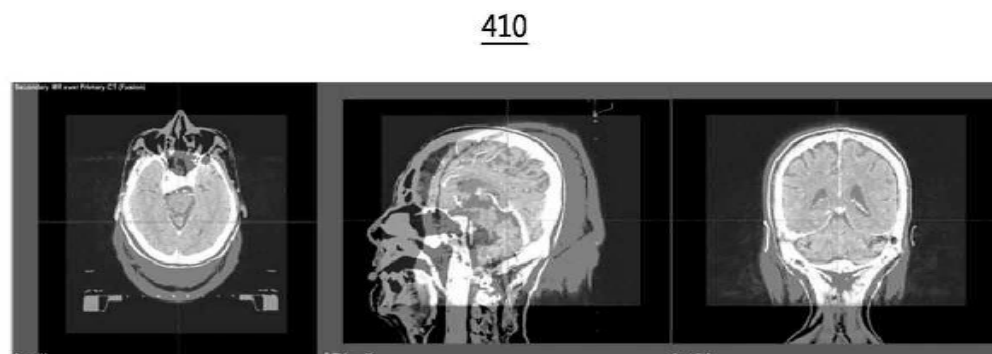
도면2



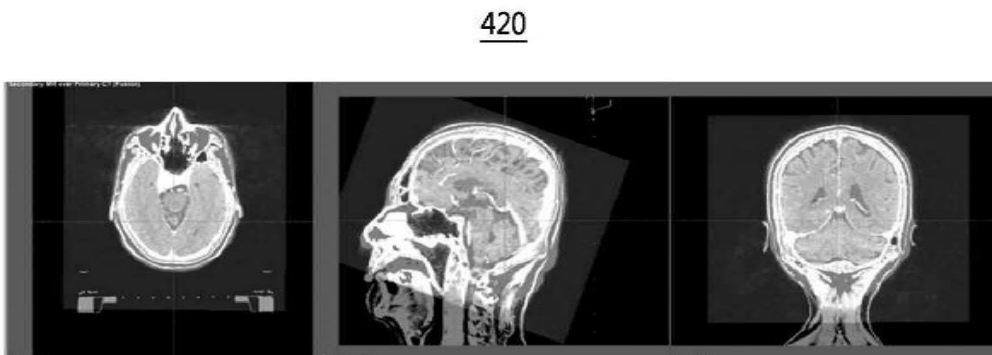
도면3



도면4a

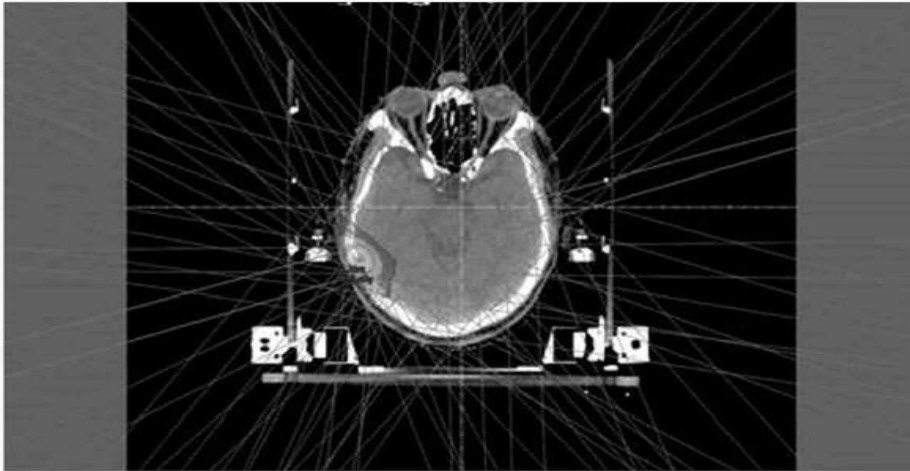


도면4b



도면5a

510



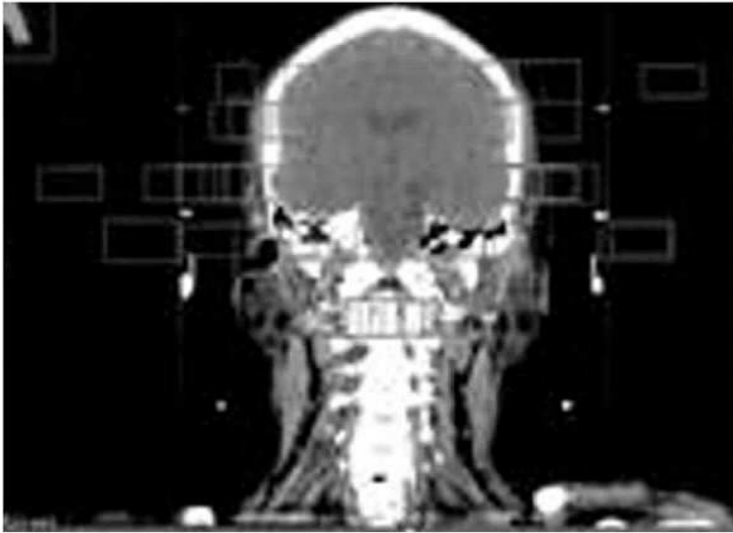
도면5b

520



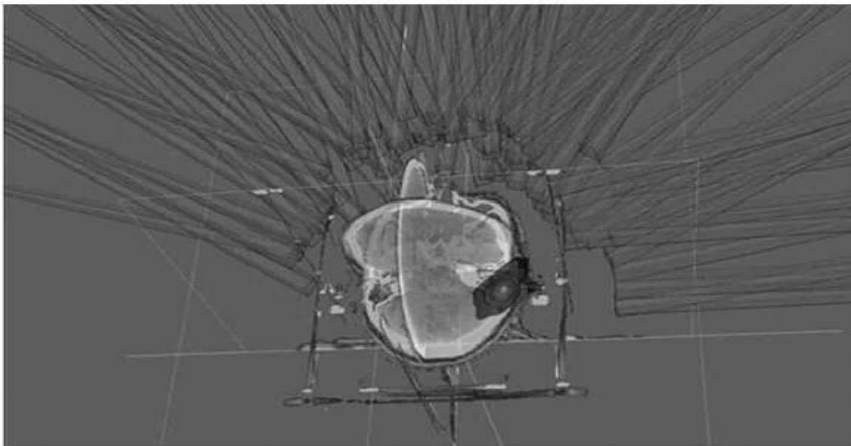
도면5c

530

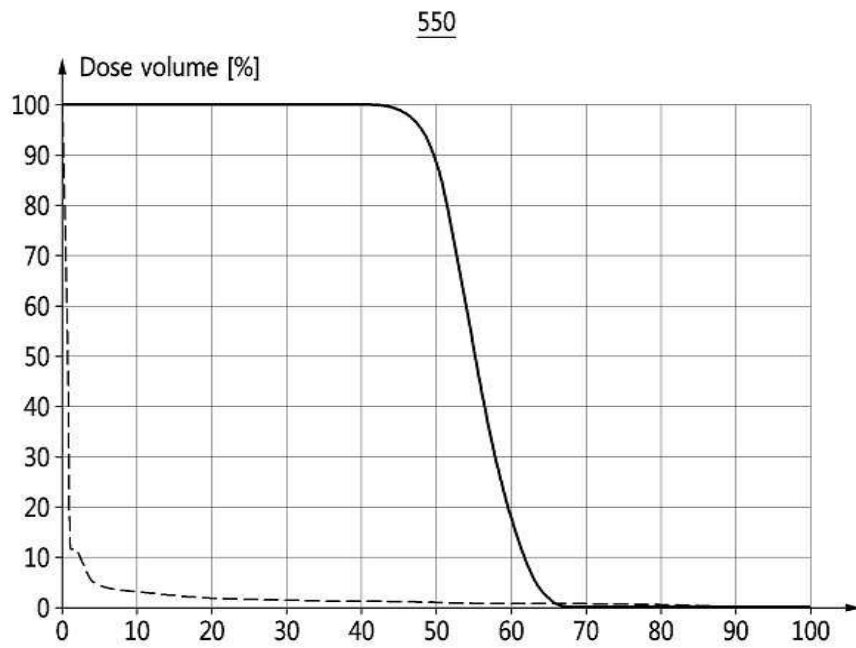


도면5d

540



도면5e



도면6

