

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019년 3월 7일 (07.03.2019)



(10) 국제공개번호
WO 2019/045163 A1

(51) 국제특허분류:
A61N 5/10 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/010034

(22) 국제출원일: 2017년 9월 13일 (13.09.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2017-0109882 2017년 8월 30일 (30.08.2017) KR

(71) 출원인: 경희대학교산학협력단 (**UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION GROUP OF KYUNG HEE UNIVERSITY**) [KR/KR]; 17104 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 정원규 (**CHUNG, Weon Kuu**); 06288 서울시 강남구 삼성로 150, 202동 1403호, Seoul (KR). 김연의 (**KIM, Yeon Eui**); 12740 경기도 광주시 경안천로 145, 209동 1501호, Gyeonggi-do (KR). 김남주 (**KIM, Nam Ju**); 22106 인천시 남구 경인로 135, 505호, Incheon (KR). 김동욱 (**KIM, Dong Wook**); 12160 경기도 남양주시 화도읍 비룡로158번길 11, 205동 101호, Gyeonggi-do (KR). 정성훈 (**JEONG, Seong Hoon**); 13586 경기도 성남시 분당구 돌마로486번길 7, 203동 1403호, Gyeonggi-do (KR). 정미주 (**CHUNG, Mi Joo**); 05211 서울시 강동구 아리수로 423, 706호, Seoul (KR). 윤명근 (**YOON, Myong Ge-**

un); 01192 서울시 강북구 솔샘로 174, 104동 1301호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 김연권 (**KIM, Youn Gwon**); 06046 서울시 강남구 논현로131길 7, 4층, Seoul (KR).

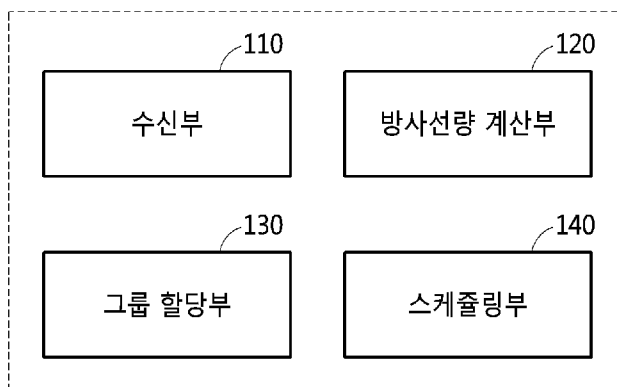
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: TREATMENT PLANNING DEVICE AND METHOD FOR RADIATION THERAPY BASED ON ROBOTIC ARM

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

100



110 ... Reception unit
120 ... Radiation amount calculation unit
130 ... Group allocation unit
140 ... Scheduling unit

(57) Abstract: The present invention relates to a technology related to a treatment planning device and method for radiation therapy based on multiple robotic arms, and the treatment planning device according to one embodiment comprises: a reception unit for receiving a medical image obtained by capturing a region to be treated, information on a plurality of node regions on which radiation beams are irradiated by multiple robotic arms in the medical image, and radiation therapy planning data for each of the plurality of node regions; a radiation amount calculation unit for optimizing the number and angles of the radiation beams included in the radiation therapy planning data on the basis of linear programming, and calculating the radiation amount of the radiation beams included in the optimized data; a group allocation unit for dividing the plurality of node regions, in which optimization and radiation amount calculation have been completed, into a plurality of groups, and allocating each of the multiple robotic arms to each of the plurality of groups; and a scheduling unit for scheduling the irradiation order of the radiation beams in consideration of collision of the radiation beams irradiated from each of the allocated multiple robotic arms.

[다음 쪽 계속]

WO 2019/045163 A1

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 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.

명세서

발명의 명칭: 로봇암 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치 및 그 방법

기술분야

- [1] 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.

배경기술

- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 따라서, 적어도 100개 이상의 방사선 빔을 조사하는 다중 로봇암 기반의 방사선 치료장치에 적용 가능한 치료계획장치의 필요성이 제기되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 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.
- [6] 또한, 일실시예에 따르면, 다중 로봇암 각각에 의해 조사되는 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하여 방사선 빔간의 충돌을 방지함으로써, 방사선 치료의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 다중 로봇팔 기반의 방사선 치료를 위한 치료계획장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [7] 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.

- [8] 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.
- [9] 일측에 따르면, 수신부는 방사선치료계획 데이터로서, 복수의 노드영역 각각에 조사되는 방사선 빔의 종류, 세기, 개수 및 조사 각도를 수신할 수 있다.
- [10] 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.
- [11] 일측에 따르면, 방사선량 계산부는 방사선 빔을 실제로 조사하여 실측된 선량 분포(Dose Distribution) 정보를 이용하여 방사선량을 계산할 수 있다.
- [12] 일측에 따르면, 그룹 할당부는 다중 로봇암의 개수와 동일한 개수로 그룹을 구분할 수 있다.
- [13] 일측에 따르면, 스케줄링부는 기저장된 방사선 빔의 충돌각 정보에 따라 복수의 그룹 각각에 포함된 복수의 노드영역에 대한 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [14] 일측에 따르면, 스케줄링부는 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔이 서로 다른 타이밍에 순차적으로 조사되도록 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [15] 일측에 따르면, 치료계획장치에서의 작업 결과 및 결과에 따른 메뉴를 사용자에게 제공하는 표시 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [16] 일측에 따르면, 표시 제어부는 최적화 및 방사선량의 계산에 따른 선량 분포(Dose Distribution)를 확인하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [17] 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.
- [18] 일측에 따르면, 표시 제어부는 최적화 및 방사선량의 계산이 완료된 이후, 사용자가 설정한 임의의 값으로 방사선량의 재계산을 수행하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [19] 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.

[20] 일측에 따르면, 수신하는 단계는 방사선치료계획 데이터로서, 복수의 노드영역 각각에 조사되는 방사선 빔의 종류, 세기, 개수 및 조사 각도를 수신할 수 있다.

[21] 일측에 따르면, 계산하는 단계는 방사선 빔을 실제로 조사하여 실측된 선량 분포(Dose Distribution) 정보를 통하여 방사선량을 계산할 수 있다.

[22] 일측에 따르면, 스케줄링하는 단계는 기저장된 방사선 빔의 충돌각 정보에 따라 복수의 그룹 각각에 포함된 복수의 노드영역에 대한 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.

[23] 일측에 따르면, 스케줄링하는 단계는 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔이 서로 다른 타이밍에 순차적으로 조사되도록 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.

발명의 효과

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

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

도면의 간단한 설명

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

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

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

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

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

[31] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획방법을 도시하는 순서도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[32] 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.

- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] 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.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] 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.
- [39] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획장치를 도시하는 구성도이다.
- [40] 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.

[41] 이를 위해, 치료계획장치(100)는 수신부(110), 방사선량 계산부(120), 그룹 할당부(130) 및 스케줄링부(140)를 포함한다.

[42] 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.

[43] 일측에 따르면, 수신부(110)는 방사선치료계획 데이터로서, 복수의 노드영역 각각에 조사되는 방사선 빔의 종류, 세기, 개수 및 조사 각도를 수신할 수 있다.

[44] 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.

[45] 본 발명에서는 의료 영상의 예시로 MRI, CT 및 PET 영상을 설명하나, 다른 방식으로 촬영된 의료 영상을 이용할 수 있다.

[46] 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.

[47] 또한, 하나의 노드영역에는 적어도 하나 이상의 방사선 빔이 조사될 수 있다.

[48] 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.

[49] 보다 구체적으로, 방사선 계산부(120)는 적어도 100개 이상의 방사선 빔에 대한 방사선량의 계산 과정에 앞서 선형계획법에 기초한 최적화 동작을 수행한다.

[50] 예를 들어, 선형계획법에 기초한 최적화 동작은 하기의 수학식1에 의해 수행될 수 있으며, 수학식1에서 하기의 수학식2와 같이 행렬 A를 도출할 수 있다.

[51] [수학식1]

$$[52] \quad a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

$$\vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

[53] [수학식2]

(or $Ax \leq b$)

[54]

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

- [55] 여기서, m 과 n 은 1 이상의 자연수이고, 행렬 A 의 가로축($a_{m1}, a_{m2}, \dots, a_{mn}$)은 복수의 노드 영역이 각 방사선 빔으로부터 받는 방사선량을 의미하며, 세로축($a_{1n}, a_{2n}, \dots, a_{mn}$)은 각 노드 영역이 하나의 방사선 빔으로부터 받는 방사선량을 의미한다.
- [56] 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.
- [57] 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.
- [58] 일측에 따르면, 방사선량 계산부(120)는 방사선 빔을 실제로 조사하여 실측된 선량 분포(Dose Distribution) 정보를 이용하여 방사선량을 계산할 수 있다.
- [59] 본 발명에서는 실측된 선량 분포 정보를 이용한 방사선량의 계산 방법에 대하여 설명하나, 이에 한정되지 않고 다양한 선량 계산 알고리즘을 이용하여 방사선량을 계산할 수 있다.
- [60] 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.
- [61] 일실시예에 따른 그룹 할당부(130)는 최적화 및 방사선량 계산이 완료된 복수의 노드영역을 복수의 그룹으로 구분하고 복수의 그룹 각각에 다중 로봇암 각각을 할당한다.
- [62] 일측에 따르면, 그룹 할당부(130)는 다중 로봇암의 개수와 동일한 개수로 그룹을 구분할 수 있다.
- [63] 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.
- [64] 일실시예에 따른 스케줄링부(140)는 할당된 다중 로봇암 각각으로부터

- 조사되는 방사선 빔의 충돌을 고려하여, 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링한다.
- [65] 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.
- [66] 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.
- [67] 일측에 따르면, 스케줄링부(140)는 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔이 서로 다른 타이밍에 순차적으로 조사되도록 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.
- [68] 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.
- [69] 또한, 제1 로봇암에 할당된 제1 그룹에 대한 방사선 빔의 조사가 완료된 이후에 제2 로봇암에 할당된 제2 그룹에 대하여 방사선 빔의 조사를 진행할 수도 있다.
- [70] 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.
- [71] 이하에서는 도 2를 참조하여 그룹 할당부(130) 및 스케줄링부(140)의 동작을 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [72] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획장치에 의해 수행되는 그룹 할당 및 스케줄링에 관한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [73] 도 2를 참조하면, 참조부호 211은 제1 로봇암, 참조부호 212는 제2 로봇암, 참조부호 221은 제1 그룹, 참조부호 222는 제2 그룹, 참조부호 230은 복수의 노드영역을 도시한다.
- [74] 도 2에서는 노드영역(230)의 개수를 20개로 표현 하였으나, 노드영역(230)의 개수는 이에 한정되는 것은 아니다.
- [75] 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.
- [76] 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(212)에 의해 조사되는 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링한다.
- [77] 일실시예에 따른 스케줄링 동작은 앞서 설명한 내용과 동일하므로, 중복되는 상세한 설명은 생략하기로 한다.

- [78] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 치료계획장치를 도시하는 구성도이다.
- [79] 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.
- [80] 이를 위해, 치료계획장치(300)는 수신부(310), 방사선량 계산부(320), 그룹 할당부(330), 스케줄링부(340), 의료영상 정합부(350) 및 표시 제어부(360)를 포함한다.
- [81] 다른 실시예에 따른 치료계획장치(300)의 수신부(310), 방사선량 계산부(320), 그룹 할당부(330) 및 스케줄링부(340)는 일실시예에 따른 치료계획장치에서 설명한 내용과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [82] 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.
- [83] 의료영상 정합부(350)에서의 자동 정합 동작은 이후 실시예 도 4a 내지 도 4b를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [84] 일측에 따르면, 표시 제어부(360)는 치료계획장치(300)에서 수행하는 작업의 결과 및 결과에 따른 메뉴를 사용자에게 제공할 수 있다.
- [85] 일측에 따르면, 표시 제어부(360)는 최적화 및 방사선량의 계산에 따른 선량 분포(Dose Distribution)를 확인하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [86] 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.
- [87] 다른 실시예에 따른 표시 제어부(360)에서 선량 분포의 표시를 위한 메뉴를 제공하는 동작은 이후 실시예 도 5a 내지 도 5e를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [88] 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.
- [89] 도 4a 내지 도 4b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 치료계획장치에 의해 수행되는 의료 영상의 자동 정합에 관한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [90] 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.
- [91] 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.

- [92] 도 5a 내지 도 5e는 본 발명의 다른 실시예에 따른 치료계획장치에 의해 수행되는 선량 분포 확인에 관한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [93] 도 5a 내지 도 5e를 참조하면, 도 3의 표시 제어부(360)는 선량 분포를 다양한 모드의 뷰로 확인할 수 있는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [94] 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.
- [95] 또한, 표시 제어부(360)는 참조부호 550에 도시된 DVH(Dose Volume Histogram)을 통하여 선량 분포에 관한 정보를 확인하는 메뉴를 제공할 수 있다.
- [96] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 치료계획방법을 도시하는 순서도이다.
- [97] 도 6에 도시된 치료계획방법은 일실시예에 따른 치료계획장치에 의하여 수행될 수 있다.
- [98] 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.
- [99] 일측에 따르면, 610단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 방사선치료계획 데이터로서, 복수의 노드영역 각각에 조사되는 방사선 빔의 종류, 세기, 개수 및 조사 각도를 수신할 수 있다.
- [100] 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.
- [101] 일측에 따르면, 620단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 방사선 빔을 실제로 조사하여 실측된 선량 분포(Dose Distribution) 정보를 통하여 방사선량을 계산할 수 있다.
- [102] 630단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 그룹 할당부에서 최적화 및 방사선량 계산이 완료된 복수의 노드영역을 복수의 그룹으로 구분하고 복수의 그룹 각각에 다중 로봇암 각각을 할당한다.
- [103] 640단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 스케줄링부에서 할당된 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔의 충돌을 고려하여, 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링한다.
- [104] 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.

[105] 일측에 따르면, 640단계에서 일실시예에 따른 치료계획방법은 다중 로봇암 각각으로부터 조사되는 방사선 빔이 서로 다른 타이밍에 순차적으로 조사되도록 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링할 수 있다.

[106] 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.

[107] 또한, 다중 로봇암 각각에 의해 조사되는 방사선 빔의 조사 순서를 스케줄링하여 방사선 빔간의 충돌을 방지함으로써, 방사선 치료의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[108] 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 설명된 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 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[109] 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.

- [110] 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.
- [111] 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.
- [112] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

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 스케줄링부를 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 단계를 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.

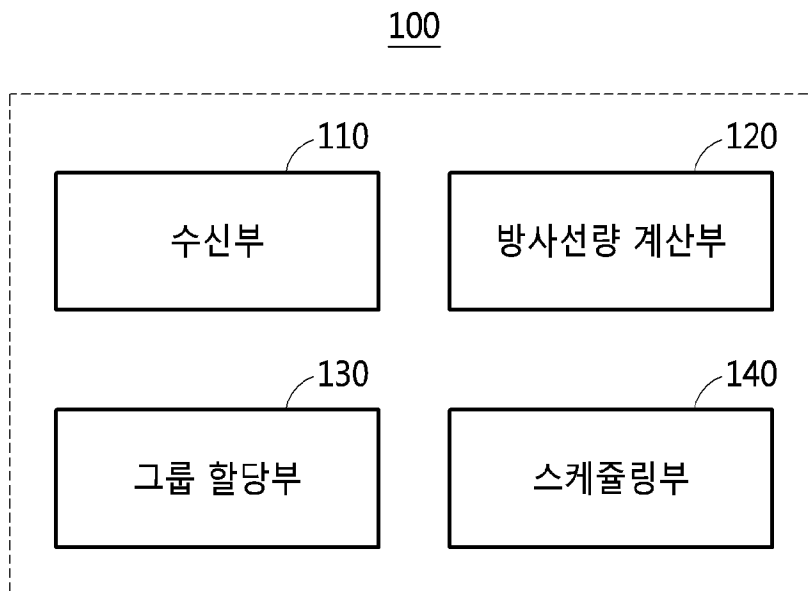
[청구항 16]

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.

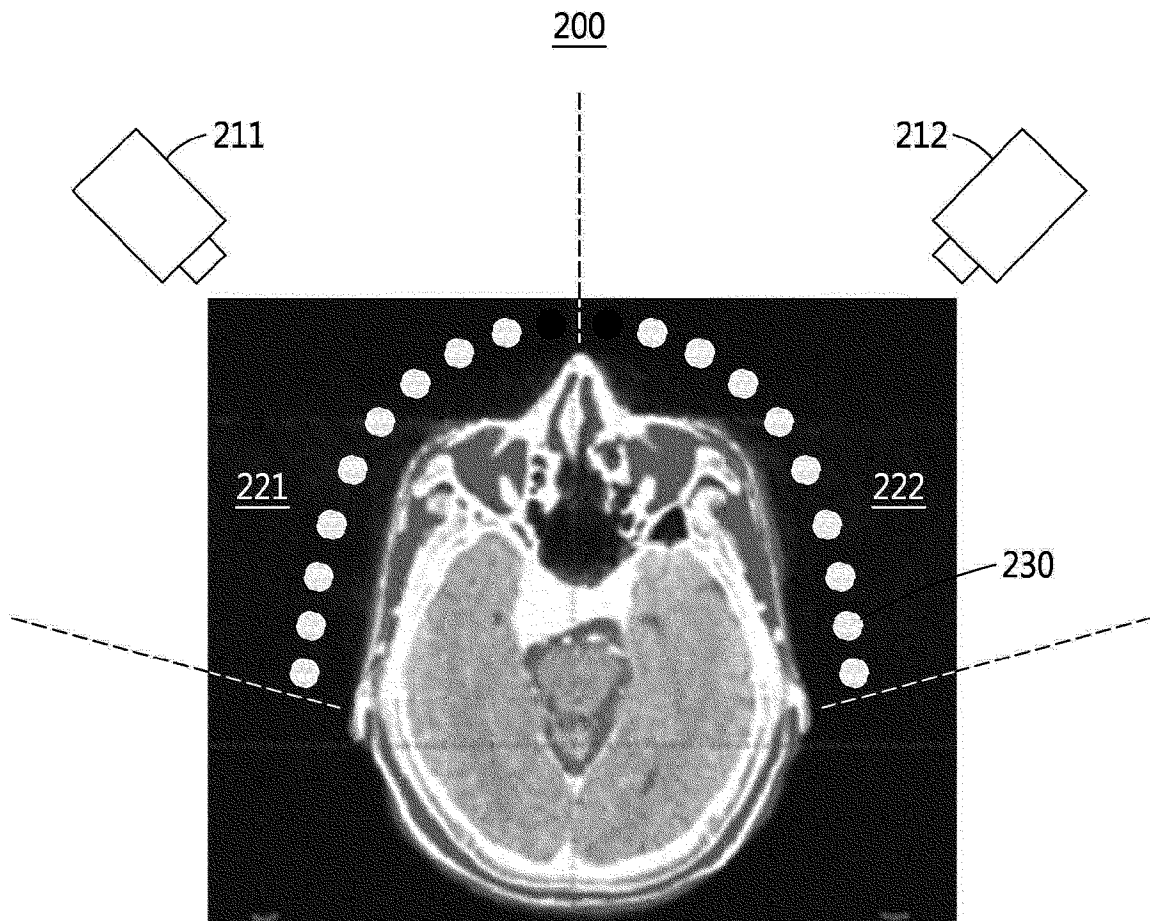
[청구항 17]

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.

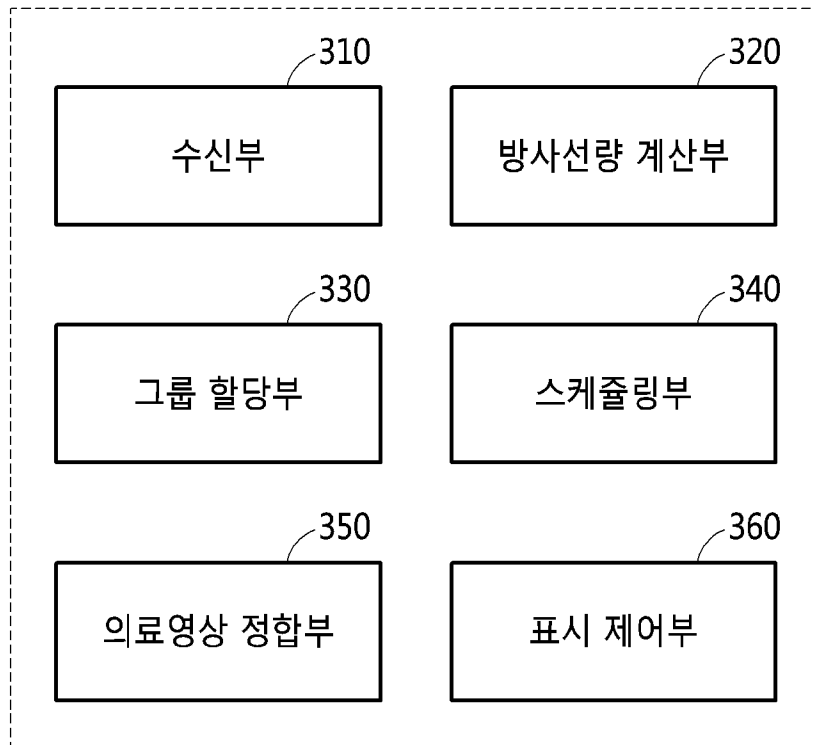
[도1]



[도2]



[도3]

300

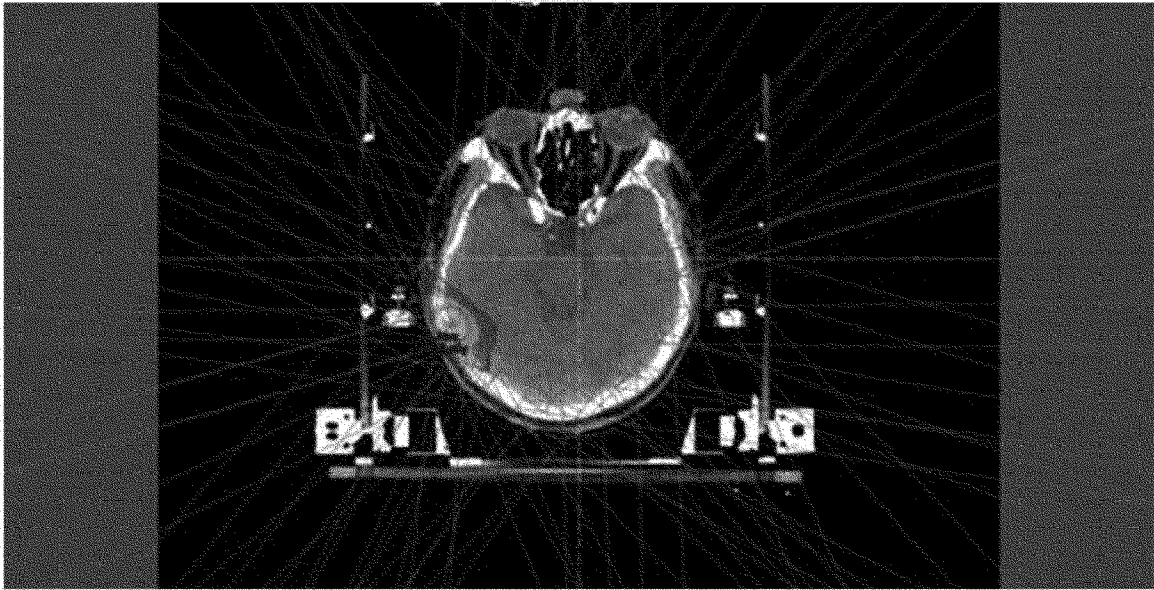
[도4a]

410

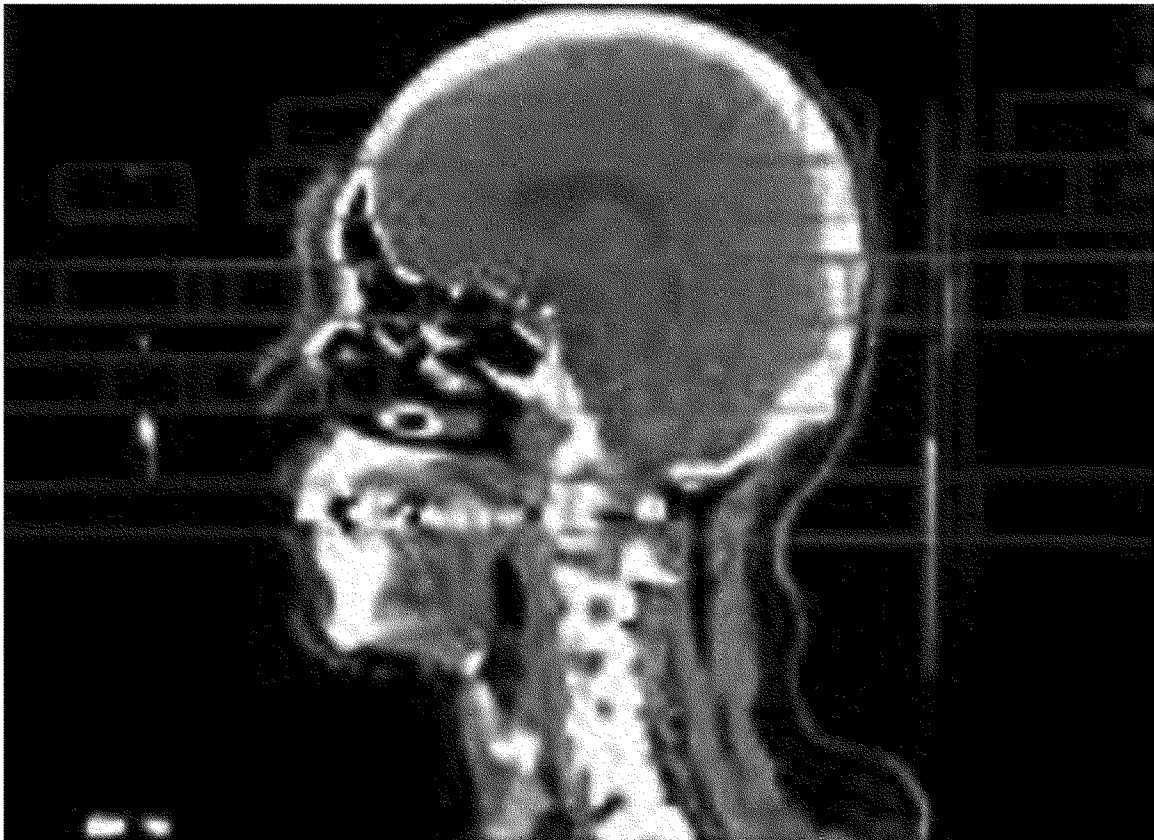
[도4b]

420

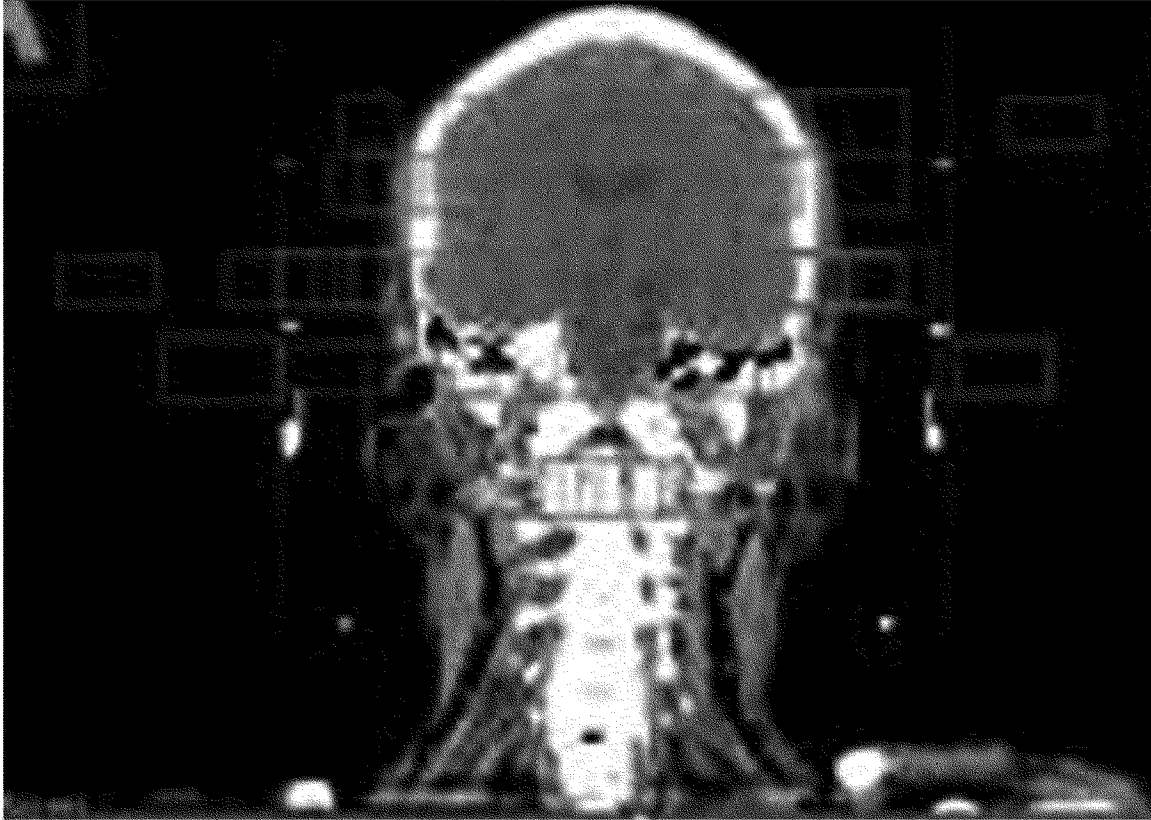
[도5a]

510

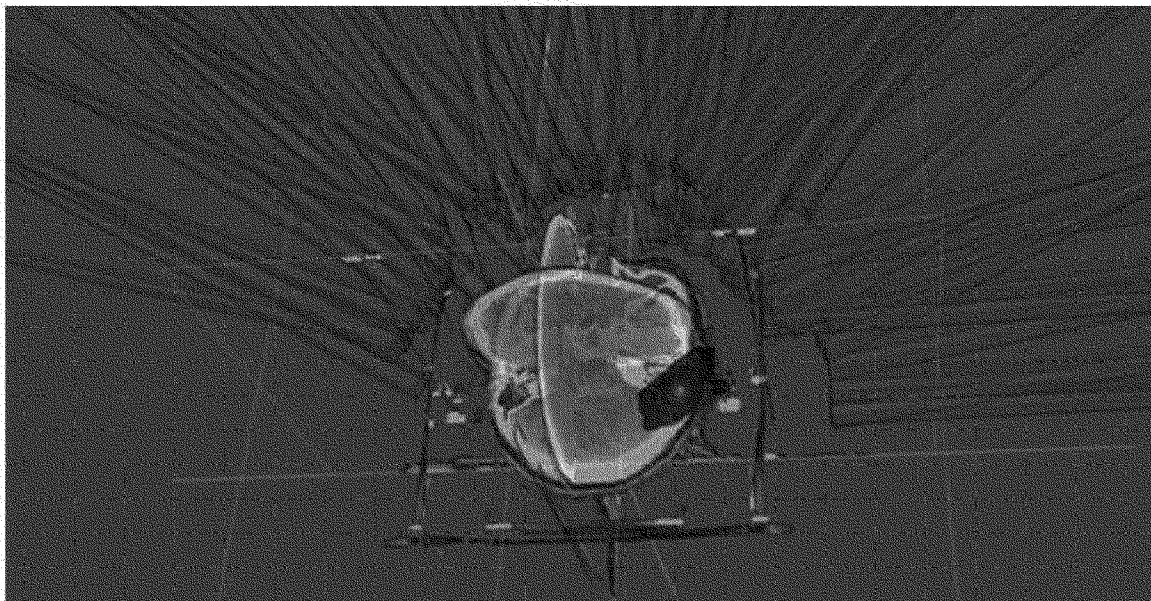
[도5b]

520

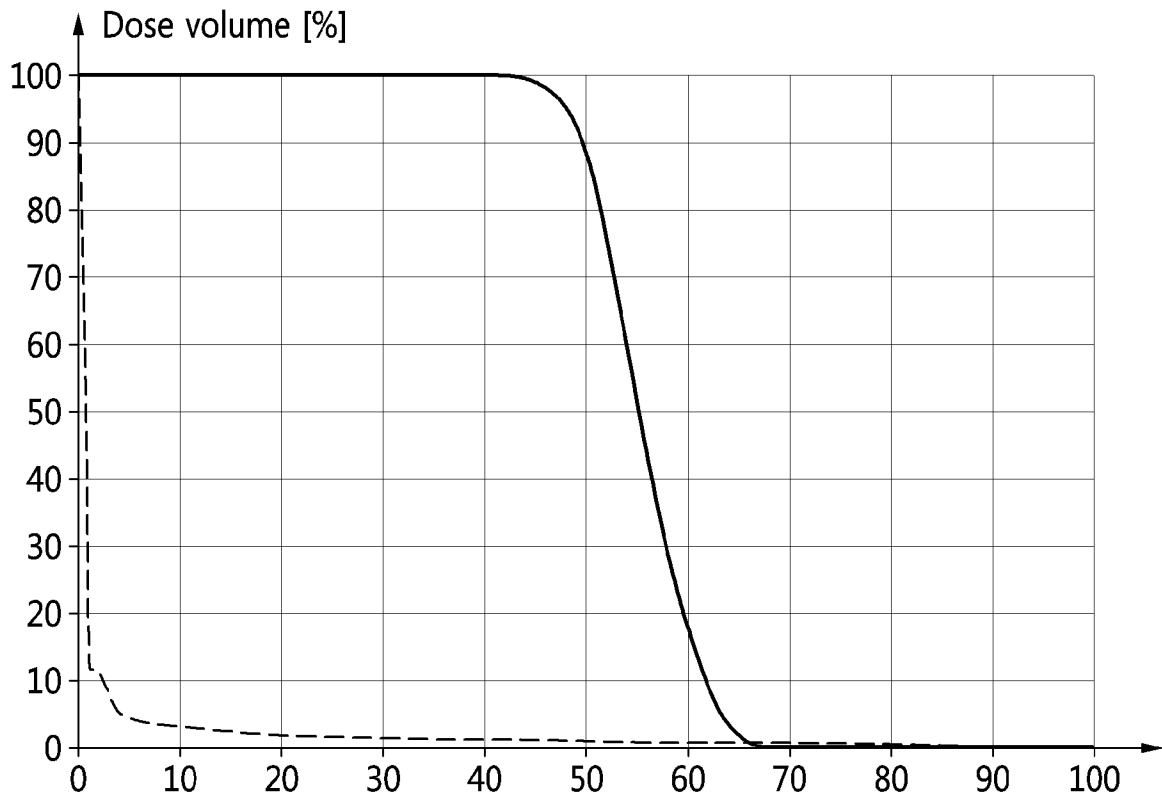
[도5c]

530

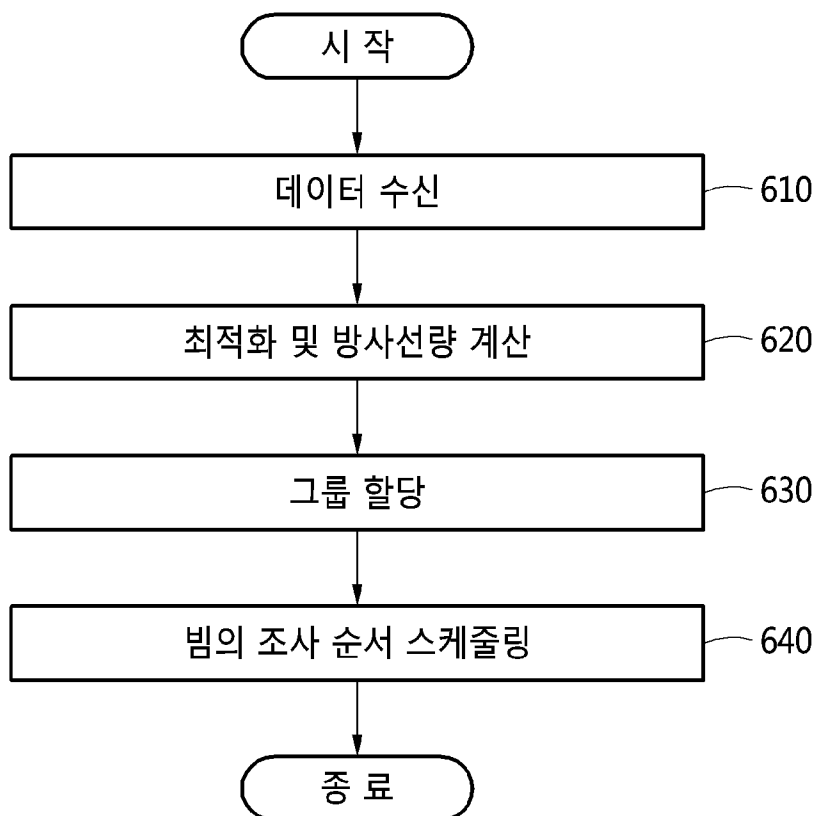
[도5d]

540

[도5e]

550

[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/010034

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61N 5/10(2006.01);

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61N 5/10; G21K 5/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: radiation therapy, robot arm, reception part, radiation dose calculation part, group allocation part, scheduling part, linear programming, dose distribution

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-506724 A (ACCURAY INC.) 22 March 2012 See paragraphs [0012]-[0042]; claim 1; figures 1-5C.	1-17
A	KIM, Seung Ho et al., The Robotic System Structure for the Radiation Cancer Therapy to Shorten Curing Time with Safe, Proceedings of 2014 Institute of Control, Robotics and Systems (ICROS) Daejeon Chungcheong Branch Conference, 2014, pages 78-80 See III. Radio Robot Therapy Using Multiple Robot; figure 1.	1-17
A	JP 5180197 B2 (VARIAN MEDICAL SYSTEMS INC.) 10 April 2013 See the entire document.	1-17
A	WO 2017-007165 A1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 12 January 2017 See the entire document.	1-17
A	US 2015-0094515 A1 (WITTEN, M. R. et al.) 02 April 2015 See the entire document.	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 MARCH 2018 (27.03.2018)

Date of mailing of the international search report

13 APRIL 2018 (13.04.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/010034

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2012-506724 A	22/03/2012	CN 102264435 A	30/11/2011
		EP 2349480 A1	03/08/2011
		US 2010-0104068 A1	29/04/2010
		US 2012-0203053 A1	09/08/2012
		US 8180020 B2	15/05/2012
		US 9044602 B2	02/06/2015
		WO 2010-047878 A1	29/04/2010
JP 5180197 B2	10/04/2013	EP 2024035 A2	18/02/2009
		EP 2024035 B1	25/04/2012
		EP 2088925 A2	19/08/2009
		EP 2088925 B1	22/04/2015
		EP 2284843 A1	16/02/2011
		EP 2284843 B1	13/03/2013
		JP 2009-539474 A	19/11/2009
		US 2007-0003010 A1	04/01/2007
		US 2007-0003021 A1	04/01/2007
		US 2007-0014391 A1	18/01/2007
		US 2008-0067448 A1	20/03/2008
		US 2008-0067449 A1	20/03/2008
		US 2008-0067450 A1	20/03/2008
		US 2008-0067451 A1	20/03/2008
		US 2008-0071420 A1	20/03/2008
		US 2008-0273659 A1	06/11/2008
		US 2011-0313231 A1	22/12/2011
		US 2016-0303401 A1	20/10/2016
		US 2016-0354615 A1	08/12/2016
		US 2017-0258414 A1	14/09/2017
		US 7402822 B2	22/07/2008
		US 7402823 B2	22/07/2008
		US 7402824 B2	22/07/2008
		US 7547901 B2	16/06/2009
		US 7640607 B2	05/01/2010
		US 7983380 B2	19/07/2011
		US 9498167 B2	22/11/2016
		WO 2007-018646 A1	15/02/2007
		WO 2007-145906 A2	21/12/2007
		WO 2007-145906 A3	08/01/2009
		WO 2008-063573 A2	29/05/2008
		WO 2008-063573 A3	21/08/2008
WO 2017-007165 A1	12/01/2017	KR 10-1656488 B1	09/09/2016
		KR 10-1675775 B1	14/11/2016
US 2015-0094515 A1	02/04/2015	EP 2414042 A1	08/02/2012
		JP 2012-522790 A	27/09/2012
		US 2012-0020460 A1	26/01/2012
		US 8792614 B2	29/07/2014
		WO 2010-120534 A1	21/10/2010

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61N 5/10(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61N 5/10; G21K 5/04

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 방사선 치료, 로봇암, 수신부, 방사선량 계산부, 그룹 할당부, 스케줄링부, 선형계획법, 선량분포

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 2012-506724 A (ACCURAY INC.) 2012.03.22 단락 [0012]-[0042]; 청구항 1; 도면 1-5C 참조.	1-17
A	김승호 등, 안전성이 고려된 치료시간 단축을 위한 방사선 종양치료 로봇 시스템 디자인, 2014년도 제어로봇시스템학회 대전충청지부 학술대회 논문집, 2014년, 페이지 78-80 III. 다중 로봇을 이용한 방사선 로봇치료; 그림 1 참조.	1-17
A	JP 5180197 B2 (VARIAN MEDICAL SYSTEMS INC.) 2013.04.10 전체 문서 참조.	1-17
A	WO 2017-007165 A1 (연세대학교 산학협력단) 2017.01.12 전체 문서 참조.	1-17
A	US 2015-0094515 A1 (WITTEN, M. R. 등) 2015.04.02 전체 문서 참조.	1-17

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2018년 03월 27일 (27.03.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 04월 13일 (13.04.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,

4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

한인호

전화번호 +82-42-481-3362



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2012-506724 A	2012/03/22	CN 102264435 A EP 2349480 A1 US 2010-0104068 A1 US 2012-0203053 A1 US 8180020 B2 US 9044602 B2 WO 2010-047878 A1	2011/11/30 2011/08/03 2010/04/29 2012/08/09 2012/05/15 2015/06/02 2010/04/29
JP 5180197 B2	2013/04/10	EP 2024035 A2 EP 2024035 B1 EP 2088925 A2 EP 2088925 B1 EP 2284843 A1 EP 2284843 B1 JP 2009-539474 A US 2007-0003010 A1 US 2007-0003021 A1 US 2007-0014391 A1 US 2008-0067448 A1 US 2008-0067449 A1 US 2008-0067450 A1 US 2008-0067451 A1 US 2008-0071420 A1 US 2008-0273659 A1 US 2011-0313231 A1 US 2016-0303401 A1 US 2016-0354615 A1 US 2017-0258414 A1 US 7402822 B2 US 7402823 B2 US 7402824 B2 US 7547901 B2 US 7640607 B2 US 7983380 B2 US 9498167 B2 WO 2007-018646 A1 WO 2007-145906 A2 WO 2007-145906 A3 WO 2008-063573 A2 WO 2008-063573 A3	2009/02/18 2012/04/25 2009/08/19 2015/04/22 2011/02/16 2013/03/13 2009/11/19 2007/01/04 2007/01/04 2007/01/18 2008/03/20 2008/03/20 2008/03/20 2008/03/20 2008/03/20 2008/03/20 2008/11/06 2011/12/22 2016/10/20 2016/12/08 2017/09/14 2008/07/22 2008/07/22 2008/07/22 2009/06/16 2010/01/05 2011/07/19 2016/11/22 2007/02/15 2007/12/21 2009/01/08 2008/05/29 2008/08/21
WO 2017-007165 A1	2017/01/12	KR 10-1656488 B1 KR 10-1675775 B1	2016/09/09 2016/11/14
US 2015-0094515 A1	2015/04/02	EP 2414042 A1 JP 2012-522790 A US 2012-0020460 A1 US 8792614 B2 WO 2010-120534 A1	2012/02/08 2012/09/27 2012/01/26 2014/07/29 2010/10/21