



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년04월14일

(11) 등록번호 10-2522408

(24) 등록일자 2023년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61N 5/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61N 5/1071 (2013.01)

A61N 5/103 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0056416

(22) 출원일자 2021년04월30일

심사청구일자 2021년04월30일

(65) 공개번호 10-2022-0149152

(43) 공개일자 2022년11월08일

(56) 선행기술조사문헌

JP2020533075 A\*

KR1020180112548 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

홍채선

경기도 광명시 오리로 801, 101동 2502호(하안동, 이편한세상센트레빌아파트)

박예인

서울특별시 광진구 능동로34길 6, 204호(능동, 푸르미르)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 10 항

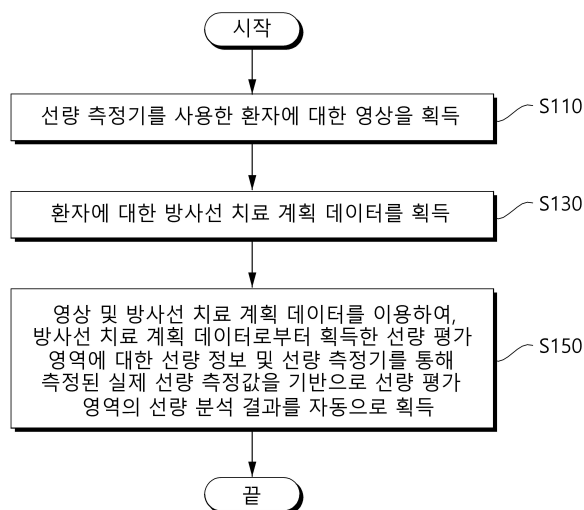
심사관 : 민아름

(54) 발명의 명칭 방사선량 측정 자동 평가 방법 및 장치

## (57) 요약

본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 방법 및 장치는, 생체 내 선량 측정기를 사용한 환자에 대한 영상과 환자에 대한 방사선 치료 계획 데이터를 기반으로 선량 평가 영역에 대한 선량 측정을 자동으로 평가함으로써, 선량 측정기의 위치와 일치하는 방사선 치료 계획 데이터 상의 선량을 정확하게 계산하고 평가할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61N 2005/1074 (2013.01)

(72) 발명자

**조민석**

서울특별시 송파구 양산로8길 8, 104동 707호(거여동, 거여1단지아파트)

**손준영**

경기도 용인시 기흥구 동백3로11번길 51, 805호(중동)

**김진성**

서울특별시 서대문구 통일로 395, 106동 102호(홍제동, 홍제 센트럴 IPARK)

**김동욱**

서울특별시 서대문구 증가로 27-5, 103호(연희동)

**김호진**

서울특별시 서대문구 북아현로1길 50, 202동 603호(북아현동, 신촌푸르지오)

**김지훈**

서울특별시 성동구 동호로 100, 112동 1306(금호동3가, 두산아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711109377

과제번호 2020R1C1C1005713

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구사업

연구과제명 카메라 기반 방사선피부염 지능형 평가시스템 및 래피드 러닝 헬스케어에 이용한 의사결정지원시스템 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

선량 측정기를 사용한 환자에 대한 영상을 획득하는 단계;

상기 환자에 대한 방사선 치료 계획 데이터를 획득하는 단계; 및

상기 영상 및 상기 방사선 치료 계획 데이터를 이용하여, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 선량 평가 영역에 대한 선량 정보 및 상기 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 상기 선량 평가 영역의 선량 분석 결과를 자동으로 획득하는 단계;

를 포함하고,

상기 선량 분석 결과 자동 획득 단계는,

상기 영상으로부터 상기 선량 측정기를 포함하는 대상 영역에 대한 대상 영역 영상, 환자 위치 정보 및 선량 측정기 위치 정보를 획득하고, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 선량 분포 정보 및 윤곽(contour) 정보를 획득하는 단계;

상기 선량 분포 정보 및 상기 윤곽 정보를 기반으로 관심 영역에서의 방사선량 분포 데이터를 획득하는 단계;

상기 환자 위치 정보와 상기 선량 측정기 위치 정보를 이용하여 상기 대상 영역 영상 및 상기 방사선량 분포 데이터를 3차원 정합하여 매칭 정보를 획득하는 단계;

상기 매칭 정보를 기반으로 상기 선량 평가 영역에 대한 선량 정보를 획득하는 단계; 및

상기 선량 평가 영역에 대한 선량 정보 및 상기 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 상기 선량 평가 영역의 상기 선량 분석 결과를 획득하는 단계;

를 포함하고,

상기 윤곽 정보 획득 단계는,

상기 대상 영역 영상에서 상기 환자 위치 정보와 상기 선량 측정기 위치 정보를 획득하며,

상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 방사선 선량 분포도와 선량 계산 파라미터를 기반으로 상기 선량 분포 정보를 획득하고, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 윤곽 파일과 의료 영상 촬영 기기 정보를 기반으로 상기 윤곽 정보를 획득하는 것으로 이루어지는,

방사선량 측정 자동 평가 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제1항에서,

상기 방사선량 분포 데이터 획득 단계는,

상기 선량 분포 정보를 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 의료 영상 또는 상기 윤곽 정보와 정합(registration)하고, 상기 윤곽 정보에서 상기 관심 영역에 대응하는 좌표 정보를 획득하며, 상기 선량 분포 정보에서 상기 관심 영역에 대응하는 좌표 정보를 기반으로 상기 방사선량 분포 데이터를 획득하는 것으로 이루어지는,

방사선량 측정 자동 평가 방법.

#### 청구항 5

제1항에서,

상기 매칭 정보 획득 단계는,

상기 환자 위치 정보와 상기 선량 측정기 위치 정보를 기반으로, 3차원 영상 정합 기법을 이용하여 상기 대상 영역 영상과 상기 방사선량 분포 데이터를 3차원 정합하여, 상기 대상 영역 영상과 상기 방사선량 분포 데이터를 서로 매칭하는 상기 매칭 정보를 획득하는 것으로 이루어지는,

방사선량 측정 자동 평가 방법.

#### 청구항 6

제1항에서,

상기 선량 분석 결과 획득 단계는,

상기 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 상기 선량 평가 영역에 대한 실제 선량 측정값을 획득하고, 상기 선량 평가 영역에 대한 실제 선량 측정값과 상기 선량 평가 영역에 대한 선량 정보를 비교하여, 유사도 분석 결과 및 차이 분석 결과를 포함하는 상기 선량 분석 결과를 획득하는 것으로 이루어지는,

방사선량 측정 자동 평가 방법.

#### 청구항 7

제1항에서,

상기 선량 측정기는,

상기 환자의 피부 위에 부착되거나, 상기 환자의 신체 내부에 장착되는,

방사선량 측정 자동 평가 방법.

#### 청구항 8

제1항에서,

상기 선량 평가 영역은,

상기 환자의 신체 내 한 지점이거나, 상기 환자의 신체 내 복수의 지점으로 이루어지는 영역인,

방사선량 측정 자동 평가 방법.

#### 청구항 9

제1항, 제4항 내지 제8항 중 어느 한 항에 기재된 방사선량 측정 자동 평가 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

#### 청구항 10

생체 내 선량 측정 결과를 자동으로 평가하는 자동 평가 장치로서,

생체 내 선량 측정 결과를 자동으로 평가하기 위한 하나 이상의 프로그램을 저장하는 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 상기 하나 이상의 프로그램에 따라 생체 내 선량 측정 결과를 자동으로 평가하기 위한 동작을 수행하는 하나 이상의 프로세서;

를 포함하고,

상기 프로세서는,

선량 측정기를 사용한 환자에 대한 영상을 획득하고,

상기 환자에 대한 방사선 치료 계획 데이터를 획득하며,

상기 영상 및 상기 방사선 치료 계획 데이터를 이용하여, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 선량 평가 영역에 대한 선량 정보 및 상기 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 상기 선량 평가 영역의 선량 분석 결과를 자동으로 획득하고,

상기 프로세서는,

상기 영상으로부터 상기 선량 측정기를 포함하는 대상 영역에 대한 대상 영역 영상, 환자 위치 정보 및 선량 측정기 위치 정보를 획득하고, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 선량 분포 정보 및 윤곽(contour) 정보를 획득하며,

상기 선량 분포 정보 및 상기 윤곽 정보를 기반으로 관심 영역에서의 방사선량 분포 데이터를 획득하고,

상기 환자 위치 정보와 상기 선량 측정기 위치 정보를 이용하여 상기 대상 영역 영상 및 상기 방사선량 분포 데이터를 3차원 정합하여 매칭 정보를 획득하며,

상기 매칭 정보를 기반으로 상기 선량 평가 영역에 대한 선량 정보를 획득하고,

상기 선량 평가 영역에 대한 선량 정보 및 상기 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 상기 선량 평가 영역의 상기 선량 분석 결과를 획득하고,

상기 프로세서는,

상기 대상 영역 영상에서 상기 환자 위치 정보와 상기 선량 측정기 위치 정보를 획득하며,

상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 방사선 선량 분포도와 선량 계산 파라미터를 기반으로 상기 선량 분포 정보를 획득하고, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 윤곽 파일과 의료 영상 촬영 기기 정보를 기반으로 상기 윤곽 정보를 획득하는,

방사선량 측정 자동 평가 장치.

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

제10항에서,

상기 선량 측정기는,

상기 환자의 피부 위에 부착되거나, 상기 환자의 신체 내부에 장착되는,

방사선량 측정 자동 평가 장치.

#### 청구항 13

제10항에서,

상기 선량 평가 영역은,

상기 환자의 신체 내 한 지점이거나, 상기 환자의 신체 내 복수의 지점으로 이루어지는 영역인,

방사선량 측정 자동 평가 장치.

### 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 방사선량 측정 자동 평가 방법 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 생체 내 선량 측정을 평가하는, 방법 및 장치에 관한 것이다.

[0001]

## 배경 기술

- [0002] 방사선 치료 시 환자에 조사되는 방사선량을 측정하기 위해 생체 내 선량 측정(in-vivo dosimetry)을 하고 있다. 생체 내 선량 측정은 생체 내 선량 측정기(in-vivo dosimeter)를 인체에 위치시켜 측정하게 되며, 열형광 선량계, 유리 선량계, 광자극 발광 선량계, 필름 등을 사용할 수 있다.
- [0003] 생체 내 선량 측정은 치료 계획 시스템에서 계획한 방사선량이 환자에게 정확하게 전달되는지를 검증하는 과정이다. 특히, 생체 내 선량 측정은 피부 선량을 측정하는 목적으로 많이 사용되고 있다.
- [0004] 일반적인 측정/분석 과정은 선량을 확인하고 싶은 인체내 목적 지점에 선량 측정기를 위치시키고, 방사선 치료를 시행/치료 후 선량 측정기에서 측정한 선량과 치료 계획 시스템에서 계획한 선량을 비교하는 것이다. 따라서, 정확한 평가를 위해서는 선량 측정기 위치에 해당하는 위치를 치료 계획 시스템에서 정확하게 찾을 수 있어야 한다. 하지만, 이러한 과정은 매우 복잡하고 많은 노력이 필요하며, 육안적으로 이루어지는 과정이므로 정확한 위치를 찾는 것이 매우 어려운 문제가 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

(특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2018-0112548호(2018.10.12.자 공개)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0005] 본 발명이 이루고자 하는 목적은, 생체 내 선량 측정기를 사용한 환자에 대한 영상과 환자에 대한 방사선 치료 계획 데이터를 기반으로 선량 평가 영역에 대한 선량 측정을 자동으로 평가하는, 방사선량 측정 자동 평가 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.
- [0006] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0007] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 방법은, 선량 측정기를 사용한 환자에 대한 영상을 획득하는 단계; 상기 환자에 대한 방사선 치료 계획 데이터를 획득하는 단계; 및 상기 영상 및 상기 방사선 치료 계획 데이터를 이용하여, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 선량 평가 영역에 대한 선량 정보 및 상기 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 상기 선량 평가 영역의 선량 분석 결과를 자동으로 획득하는 단계;를 포함한다.
- [0008] 여기서, 상기 선량 분석 결과 자동 획득 단계는, 상기 영상으로부터 상기 선량 측정기를 포함하는 대상 영역에 대한 대상 영역 영상, 환자 위치 정보 및 선량 측정기 위치 정보를 획득하고, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 선량 분포 정보 및 윤곽(contour) 정보를 획득하는 단계; 상기 선량 분포 정보 및 상기 윤곽 정보를 기반으로 관심 영역에서의 방사선량 분포 데이터를 획득하는 단계; 상기 환자 위치 정보와 상기 선량 측정기 위치 정보를 이용하여 상기 대상 영역 영상 및 상기 방사선량 분포 데이터를 3차원 정합하여 매칭 정보를 획득하는 단계; 상기 매칭 정보를 기반으로 상기 선량 평가 영역에 대한 선량 정보를 획득하는 단계; 및 상기 선량 평가 영역에 대한 선량 정보 및 상기 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 상기 선량 평가 영역의 상기 선량 분석 결과를 획득하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0009] 여기서, 상기 윤곽 정보 획득 단계는, 상기 대상 영역 영상에서 상기 환자 위치 정보와 상기 선량 측정기 위치 정보를 획득하며, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 방사선 선량 분포도와 선량 계산 파라미터를 기반으로 상기 선량 분포 정보를 획득하고, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 윤곽 파일과 의료 영상 촬영 기기 정보를 기반으로 상기 윤곽 정보를 획득하는 것으로 이루어질 수 있다.
- [0010] 여기서, 상기 방사선량 분포 데이터 획득 단계는, 상기 선량 분포 정보를 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 의료 영상 또는 상기 윤곽 정보와 정합(registration)하고, 상기 윤곽 정보에서 상기 관심 영역에 대응

하는 좌표 정보를 획득하며, 상기 선량 분포 정보에서 상기 관심 영역에 대응하는 좌표 정보를 기반으로 상기 방사선량 분포 데이터를 획득하는 것으로 이루어질 수 있다.

[0011] 여기서, 상기 매칭 정보 획득 단계는, 상기 환자 위치 정보와 상기 선량 측정기 위치 정보를 기반으로, 3차원 영상 정합 기법을 이용하여 상기 대상 영역 영상과 상기 방사선량 분포 데이터를 3차원 정합하여, 상기 대상 영역 영상과 상기 방사선량 분포 데이터를 서로 매칭하는 상기 매칭 정보를 획득하는 것으로 이루어질 수 있다.

[0012] 여기서, 상기 선량 분석 결과 획득 단계는, 상기 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 상기 선량 평가 영역에 대한 실제 선량 측정값을 획득하고, 상기 선량 평가 영역에 대한 실제 선량 측정값과 상기 선량 평가 영역에 대한 선량 정보를 비교하여, 유사도 분석 결과 및 차이 분석 결과를 포함하는 상기 선량 분석 결과를 획득하는 것으로 이루어질 수 있다.

[0013] 여기서, 상기 선량 측정기는, 상기 환자의 피부 위에 부착되거나, 상기 환자의 신체 내부에 장착될 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 선량 평가 영역은, 상기 환자의 신체 내 한 지점이거나, 상기 환자의 신체 내 복수의 지점으로 이루어지는 영역일 수 있다.

[0016] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 저장되어 상기한 방사선량 측정 자동 평가 방법 중 어느 하나를 컴퓨터에서 실행시킨다.

[0018] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 장치는, 생체 내 선량 측정 결과를 자동으로 평가하는 자동 평가 장치로서, 생체 내 선량 측정 결과를 자동으로 평가하기 위한 하나 이상의 프로그램을 저장하는 메모리; 및 상기 메모리에 저장된 상기 하나 이상의 프로그램에 따라 생체 내 선량 측정 결과를 자동으로 평가하기 위한 동작을 수행하는 하나 이상의 프로세서;를 포함하고, 상기 프로세서는, 선량 측정기를 사용한 환자에 대한 영상을 획득하고, 상기 환자에 대한 방사선 치료 계획 데이터를 획득하며, 상기 영상 및 상기 방사선 치료 계획 데이터를 이용하여, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 선량 평가 영역에 대한 선량 정보 및 상기 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 상기 선량 평가 영역의 선량 분석 결과를 자동으로 획득한다.

[0019] 여기서, 상기 프로세서는, 상기 영상으로부터 상기 선량 측정기를 포함하는 대상 영역에 대한 대상 영역 영상, 환자 위치 정보 및 선량 측정기 위치 정보를 획득하고, 상기 방사선 치료 계획 데이터로부터 선량 분포 정보 및 윤곽(contour) 정보를 획득하며, 상기 선량 분포 정보 및 상기 윤곽 정보를 기반으로 관심 영역에서의 방사선량 분포 데이터를 획득하고, 상기 환자 위치 정보와 상기 선량 측정기 위치 정보를 이용하여 상기 대상 영역 영상 및 상기 방사선량 분포 데이터를 3차원 정합하여 매칭 정보를 획득하며, 상기 매칭 정보를 기반으로 상기 선량 평가 영역에 대한 선량 정보를 획득하고, 상기 선량 평가 영역에 대한 선량 정보 및 상기 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 상기 선량 평가 영역의 상기 선량 분석 결과를 획득할 수 있다.

[0020] 여기서, 상기 선량 측정기는, 상기 환자의 피부 위에 부착되거나, 상기 환자의 신체 내부에 장착될 수 있다.

[0021] 여기서, 상기 선량 평가 영역은, 상기 환자의 신체 내 한 지점이거나, 상기 환자의 신체 내 복수의 지점으로 이루어지는 영역일 수 있다.

### 발명의 효과

[0022] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 방법 및 장치에 의하면, 생체 내 선량 측정기를 사용한 환자에 대한 영상과 환자에 대한 방사선 치료 계획 데이터를 기반으로 선량 평가 영역에 대한 선량 측정을 자동으로 평가함으로써, 선량 측정기의 위치와 일치하는 방사선 치료 계획 데이터 상의 선량을 정확하게 계산하고 평가할 수 있다.

[0023] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 방법을 설명하기 흐름도이다.

도 3은 도 2에 도시한 선량 분석 결과 자동 획득 단계의 세부 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.



도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 영상의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선 치료 계획 데이터의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 3차원 영상 정합 기법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0026] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0027] 본 명세서에서 "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예컨대, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.
- [0028] 본 명세서에서 각 단계들에 있어 식별부호(예컨대, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별 부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0029] 본 명세서에서, "가진다", "가질 수 있다", "포함한다" 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 해당 특징(예컨대, 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성 요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.
- [0032] 이하에서 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 방사선량 측정 자동 평가 방법 및 장치의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.
- [0034] 먼저, 도 1을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 장치에 대하여 설명한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 장치(이하 '자동 평가 장치'라 한다)(100)는 생체 내 선량 측정기(in-vivo dosimeter)를 사용한 환자에 대한 영상과 환자에 대한 방사선 치료 계획 데이터를 기반으로 선량 평가 영역에 대한 선량 측정을 자동으로 평가한다.
- [0038] 이를 위해, 자동 평가 장치(100)는 하나 이상의 프로세서(110), 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130) 및 통신 버스(150)를 포함할 수 있다.
- [0039] 프로세서(110)는 자동 평가 장치(100)가 동작하도록 제어할 수 있다. 예컨대, 프로세서(110)는 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130)에 저장된 하나 이상의 프로그램(131)을 실행할 수 있다. 하나 이상의 프로그램(131)은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(110)에 의해 실행되는 경우 자동 평가 장치(100)로 하여금 생체 내 선량 측정 결과를 자동으로 평가하기 위한 동작을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0040] 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130)는 생체 내 선량 측정 결과를 자동으로 평가하기 위한 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130)에 저장된 프로그램(131)은 프로세서(110)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 자동 평가 장치(100)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.



- [0041] 통신 버스(150)는 프로세서(110), 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130)를 포함하여 자동 평가 장치(100)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.
- [0042] 자동 평가 장치(100)는 또한 하나 이상의 입출력 장치를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(170) 및 하나 이상의 통신 인터페이스(190)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(170) 및 통신 인터페이스(190)는 통신 버스(150)에 연결된다. 입출력 장치(도시하지 않음)는 입출력 인터페이스(170)를 통해 자동 평가 장치(100)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다.
- [0045] 그러면, 도 2 내지 도 6을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 방법에 대하여 설명한다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선량 측정 자동 평가 방법을 설명하기 흐름도이고, 도 3은 도 2에 도시한 선량 분석 결과 자동 획득 단계의 세부 단계를 설명하기 위한 흐름도이며, 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 영상의 일례를 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방사선 치료 계획 데이터의 일례를 설명하기 위한 도면이며, 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 3차원 영상 정합 기법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [0047] 도 2를 참조하면, 자동 평가 장치(100)의 프로세서(110)는 선량 측정기를 사용한 환자에 대한 영상을 획득할 수 있다(S110). 여기서, 영상은 3D 영상이거나, 복수개의 2D 영상일 수 있다.
- [0048] 이때, 선량 측정기는 환자의 피부 위에 부착되거나, 환자의 신체 내부(직장 내 등)에 장착될 수 있다. 물론, 선량 측정기는 복수개가 환자의 피부 위에 부착되거나, 환자의 신체 내부에 장착될 수도 있다.
- [0049] 여기서, 영상은 RGB-Depth 정보를 제공하는 3차원 영상 획득 장치(도시하지 않음)를 통해 획득될 수 있다. 3차원 영상 획득 장치는 3D 스캐너, 3D 카메라, 3D 초음파 카메라 등일 수 있다. 예컨대, 치료실 내부에 설치된 3차원 영상 획득 장치를 이용하여 선량 측정기를 사용한 환자에 대한 3D 영상을 획득할 수 있다. 물론, 사용자가 3차원 영상 획득 장치를 직접 들고 조작하면서 선량 측정기를 사용한 환자에 대한 3D 영상을 획득할 수도 있다. 물론, 영상은 2차원 영상 획득 장치(도시하지 않음)를 통해 획득될 수도 있다.
- [0051] 그리고, 프로세서(110)는 환자에 대한 방사선 치료 계획 데이터를 획득할 수 있다(S130).
- [0052] 여기서, 방사선 치료 계획 데이터는 의료 영상, 방사선 선량 분포도, 선량 계산 파라미터, 환자의 윤곽(contour) 파일, 의료 영상 촬영 기기 정보 등을 포함할 수 있다. 의료 영상은 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography, CT) 영상, 자기 공명(magnetic resonance, MR) 영상, 초음파 영상 등과 같이 의료 영상 촬영 기기를 통해 획득된 영상일 수 있다.
- [0053] 즉, 방사선 치료 계획 데이터는 통상의 방사선 치료 과정에서 환자에게 제공되는 것으로, 의료 영상을 기반으로 작성된다. 환자에게 제공되는 방사선 치료 계획 데이터(의료 영상, 방사선 선량 분포도 등)는 의료용 디지털 영상 통신 표준에 따라 DICOM(digital imaging and communications in medicine)이라는 파일 형태로 기록된다. DICOM 파일 형태로 기록된 방사선 치료 계획 데이터를 통해 의료 영상 촬영 기기에서 계산된 환자의 위치, 방사선 치료 방법 및 방사선 선량을 비롯하여 방사선 치료에 필요한 다양한 정보들을 환자 별로 획득할 수 있다. DICOM 내부의 정보는 전 세계에서 동일한 표준을 기반으로 저장되어 있으며, 정보 획득 알고리즘을 구현하면 대부분의 환자 및 기관에서도 동일하게 적용할 수 있다. 본 발명에서는 DICOM 파일 형태로 기록된 방사선 치료 계획 데이터의 내부에 접근하여 다음과 같은 정보를 획득할 수 있다.
- [0054] - 방사선 선량 분포도 : 방사선 선량 분포도는 방사선 치료 계획 과정에서 계산된 방사선 선량을 3차원 행렬 형태로 나타낸 것이다.
- [0055] - 선량 계산 파라미터 : 선량 계산 파라미터는 방사선 선량 분포도의 값들을 임상에서 사용하는 방사선량 단위 Gy로 변경하기 위해 사용되는 값으로, 방사선 선량 분포도 상 한 칸의 크기, 위치 등을 계산하는 데에 이용된다.
- [0056] - 환자의 윤곽 파일 : 윤곽 파일은 방사선 치료 과정에서 치료 부위와 보호해야 할 부위 각각을 구분한 것으로, 각각의 부위에 대한 3축(x축, y축, z축)의 위치 정보를 제공한다. 이때, 윤곽 파일을 통해 제공되는 위치 정보는 의료 영상의 좌표 정보를 기반으로 하므로, 정확한 윤곽 정보를 얻기 위해 의료 영상 촬영 기기의 정보를 추가로 획득한다.
- [0057] - 의료 영상 촬영 기기 정보 : 의료 영상 촬영 기기 정보는 의료 영상 촬영에 사용한 장비의 해상도, 촬영 중심

점, 좌표계의 기준점 등을 포함한다.

- [0058] 이때, 프로세서(110)는 DICOM 파일 형태로 기록된 방사선 치료 계획 데이터에서 획득되는 정보들 중 일부는 디지털 영상에 맞추어 픽셀 단위로 처리할 수 있다. 이 경우, 프로세서(110)는 DICOM 파일 형태로 기록된 방사선 치료 계획 데이터의 스케일링 팩터(scaling factor)를 이용하여 정보를 실제 단위계(mm 등)에 맞추는 추가적인 데이터 처리를 수행할 수 있다.
- [0060] 그런 다음, 프로세서(110)는 영상 및 방사선 치료 계획 데이터를 이용하여, 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 선량 평가 영역에 대한 선량 정보 및 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 선량 평가 영역의 선량 분석 결과를 자동으로 획득할 수 있다(S150).
- [0061] 여기서, 선량 평가 영역은 환자의 신체 내 한 지점일 수 있다. 예컨대, 선량 평가 영역은 선량 측정기의 위치와 같은 특정 지점으로 지정될 수 있다. 이 경우, 프로세서(110)는 특정 지점의 선량을 기반으로 선량 분석 결과를 자동으로 획득할 수 있다.
- [0062] 물론, 선량 평가 영역은 환자의 신체 내 복수의 지점으로 이루어지는 영역일 수 있다. 예컨대, 선량 평가 영역은 선량 측정기의 위치를 포함하는 특정 영역으로 지정될 수 있다. 이 경우, 프로세서(100)는 특정 영역의 선량 분포를 기반으로 선량 분석 결과를 자동으로 획득할 수 있다.
- [0064] 도 3을 참조하여 선량 분석 결과 자동 획득 단계(S150)에 대하여 보다 자세하게 설명하면, 프로세서(110)는 영상으로부터 선량 측정기를 포함하는 대상 영역에 대한 대상 영역 영상, 환자 위치 정보 및 선량 측정기 위치 정보를 획득하고, 방사선 치료 계획 데이터로부터 선량 분포 정보 및 윤곽 정보를 획득할 수 있다(S151).
- [0065] 이때, 프로세서(110)는 선량 측정기를 사용한 환자에 대한 영역을 제외한 나머지 영역을 영상에서 제거하여 대상 영역 영상을 획득할 수도 있다.
- [0066] 예컨대, 프로세서(110)는 도 4에 도시된 바와 같이 환자에 대한 3D 영상에서 배경(background) 등의 영역을 제거하여 3D 대상 영상을 획득할 수 있다. 3D 영상(RGB-D 정보 등)은 선량 측정기 및 환자와 함께 치료실 벽, 방사선 치료 기기, 기타 관심 외 영역 등에 대한 영상을 포함하고 있을 수 있다. 본 발명에서는 이러한 관심 외 영역(배경 영역 등)의 데이터를 제거하기 위해, 환자 및 선량 측정기 위치를 외부 영역과 분리하여, 3D 영상에서 3D 대상 영상을 획득할 수 있다. 예를 들어, 사용자가 대상 영역(환자 및 선량 측정기가 포함된 영역)에 해당하는 좌표 하나를 선택하면, 본 발명은 해당 좌표에서의 위치 정보(depth)와 주변 좌표의 위치 정보(depth)의 대조를 진행하게 된다. 사용자에 의해 선택된 좌표인 기준점과 주변 좌표의 위치 정보가 일정 값 이하이면 해당 주변 좌표를 대상 관심 영역 내 위치로 판별하고, 반대의 경우에는 관심 외 영역으로 판단하여 해당 주변 좌표의 데이터 제외를 수행할 수 있다.
- [0067] 아울러, 프로세서(110)는 대상 영역 영상에서 환자 위치 정보와 선량 측정기 위치 정보를 획득할 수 있다. 또한, 프로세서(110)는 대상 영역 영상에서 환자 색상 정보와 선량 측정기 색상 정보를 획득할 수도 있다.
- [0068] 그리고, 프로세서(110)는 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 방사선 선량 분포도와 선량 계산 파라미터를 기반으로 선량 분포 정보를 획득할 수 있다.
- [0069] 아울러, 프로세서(110)는 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 윤곽 파일과 의료 영상 촬영 기기 정보를 기반으로 윤곽 정보를 획득할 수 있다.
- [0070] 예컨대, 프로세서(110)는 도 5에 도시된 바와 같이 환자에 대한 방사선 치료 계획 데이터로부터 선량 분포 정보 및 윤곽 정보를 획득할 수 있다.
- [0072] 그런 다음, 프로세서(110)는 선량 분포 정보 및 윤곽 정보를 기반으로 관심 영역에서의 방사선량 분포 데이터를 획득할 수 있다(S153).
- [0073] 즉, 프로세서(110)는 선량 분포 정보를 방사선 치료 계획 데이터로부터 획득한 의료 영상 또는 윤곽 정보와 정합(registration)할 수 있다. 예컨대, 윤곽 정보(좌표 정보)를 이용하여 선량 분포 정보를 의료 영상과 정합시킬 수 있다. 선량 분포 정보와 의료 영상을 각각 mm/pixel 크기의 데이터로 변환한 후, 좌표 중심을 기준으로 좌표계를 이동시켜 두 정보의 위치 기반 정합을 수행할 수 있다.
- [0074] 그리고, 프로세서(110)는 윤곽 정보에서 관심 영역에 대응하는 좌표 정보를 획득할 수 있다. 예컨대, 윤곽 정보 중 바디(body)에 해당하는 좌표 정보를 불러올 수 있다.

- [0075] 그리고, 프로세서(110)는 선량 분포 정보에서 관심 영역에 대응하는 좌표 정보를 기반으로 방사선량 분포 데이터를 획득할 수 있다. 예컨대, 바디(body)에 해당하는 좌표 정보를 기준으로, 정합을 통해 의료 영상과 위치 정보가 일치된 선량 분포 정보 위에 투사하여, 선량 분포 정보 상 바디(body) 좌표에 해당하는 픽셀의 값들을 획득하여, 방사선량 분포 데이터를 획득할 수 있다.
- [0077] 그런 다음, 프로세서(110)는 환자 위치 정보와 선량 측정기 위치 정보를 이용하여 대상 영역 영상 및 방사선량 분포 데이터를 3차원 정합하여 매칭 정보를 획득할 수 있다(S155).
- [0078] 즉, 프로세서(110)는 환자 위치 정보와 선량 측정기 위치 정보를 기반으로, 3차원 영상 정합 기법을 이용하여 대상 영역 영상과 방사선량 분포 데이터를 3차원 정합하여, 대상 영역 영상과 방사선량 분포 데이터를 서로 매칭하는 매칭 정보를 획득할 수 있다.
- [0079] 예컨대, 프로세서(110)는 도 6에 도시된 바와 같은 ICP(iterative closest point) 기법을 이용하여 대상 영역 영상 및 방사선량 분포 데이터를 3차원 정합할 수 있다. ICP 기법은 제1 영상(S)과 제2 영상(D)과 입력되면, 제2 영상(D)를 변환 함수 T를 통해 변환하는 과정, 에러를 계산하는 과정, 에러와 허용 오차(tolerance)를 비교하는 과정 및 변환 함수 T를 업데이트하는 과정을 반복적으로 수행하여, 제1 영상(S)과 제2 영상(D)를 정합할 수 있다. 다시 설명하면, S(대상 영상)과 D(선량 윤곽 정보)의 정합 과정에서, iteration<1000 및 Error calculation(point to point)에 대해 각각 iteration 1000회, point to point error가 default 값이며, 사용자 옵션에 따라 변경될 수 있다. 이때, iteration을 비롯한 상수는 customize 가능하고, error calculation은 point-to-point 및 point-to-plane 중 선택할 수 있다.
- [0080] 이때, 프로세서(110)는 추가적인 입력을 통해 정합 과정에 가중치 팩터(weight factor)를 넣거나, 데이터 샘플링/정합 과정에서의 인라이어(inlier) 비율 조정 등 사용자 입력을 기반으로 추가적인 처리를 수행할 수 있다.
- [0082] 그런 다음, 프로세서(110)는 매칭 정보를 기반으로 선량 평가 영역에 대한 선량 정보를 획득할 수 있다(S157).
- [0083] 예컨대, 프로세서(110)는 대상 영역 영상과 방사선량 분포 데이터를 서로 매칭하는 매칭 정보를 이용하여, 선량 평가 영역(선량 측정기의 위치와 같은 특정 지점 또는 선량 측정기의 위치를 포함하는 특정 영역 등)에서의 선량값을 획득하여, 선량 평가 영역에 대한 선량 정보를 획득할 수 있다. 사용자가 대상 영역 영상에서 선량 평가 영역을 지정하면, 프로세서(110)는 지정된 선량 평가 영역에 정합되어 있는 선량값(피부에서의 선량값 등)을 불러온 뒤, 선량 평가 영역에 대한 선량 정보의 히스토그램을 획득할 수 있다.
- [0085] 그런 다음, 프로세서(110)는 선량 평가 영역에 대한 선량 정보 및 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 선량 평가 영역의 선량 분석 결과를 획득할 수 있다(S159).
- [0086] 즉, 프로세서(110)는 선량 측정기를 통해 측정된 실제 선량 측정값을 기반으로 선량 평가 영역에 대한 실제 선량 측정값을 획득할 수 있다.
- [0087] 그리고, 프로세서(110)는 선량 평가 영역에 대한 실제 선량 측정값과 선량 평가 영역에 대한 선량 정보를 비교하여, 선량 분석 결과를 획득할 수 있다.
- [0088] 여기서, 선량 분석 결과는 유사도 분석 결과, 차이 분석 결과 등을 포함할 수 있다.
- [0090] 이후, 프로세서(110)는 선량 평가 영역의 선량 분석 결과를 출력할 수 있다.
- [0093] 본 실시예들에 따른 동작은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체는 실행을 위해 프로세서에 명령어를 제공하는데 참여한 임의의 매체를 나타낸다. 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 예컨대, 자기 매체, 광기록 매체, 메모리 등이 있을 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수도 있다. 본 실시예를 구현하기 위한 기능적인(Functional) 프로그램, 코드, 및 코드 세그먼트들은 본 실시예에 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다.
- [0094] 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 부호의 설명

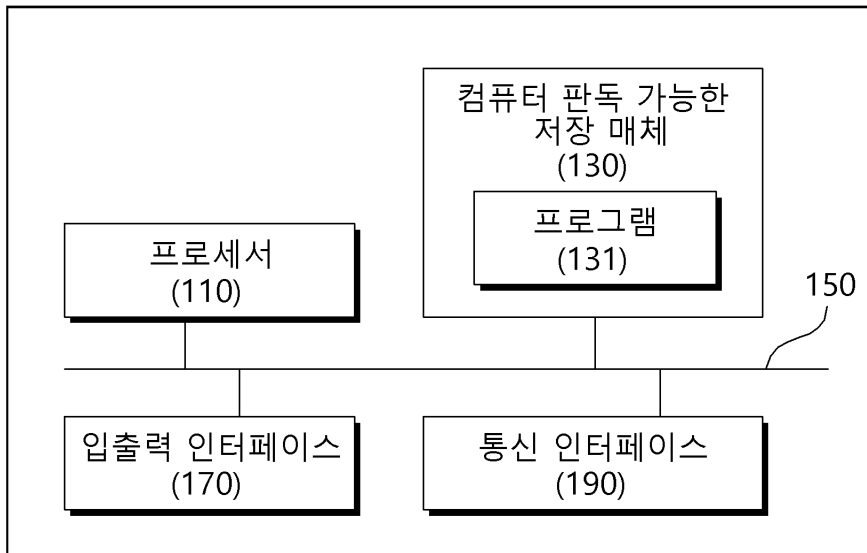
[0095]

100 : 자동 평가 장치,  
 110 : 프로세서,  
 130 : 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체,  
 131 : 프로그램,  
 150 : 통신 버스,  
 170 : 입출력 인터페이스,  
 190 : 통신 인터페이스

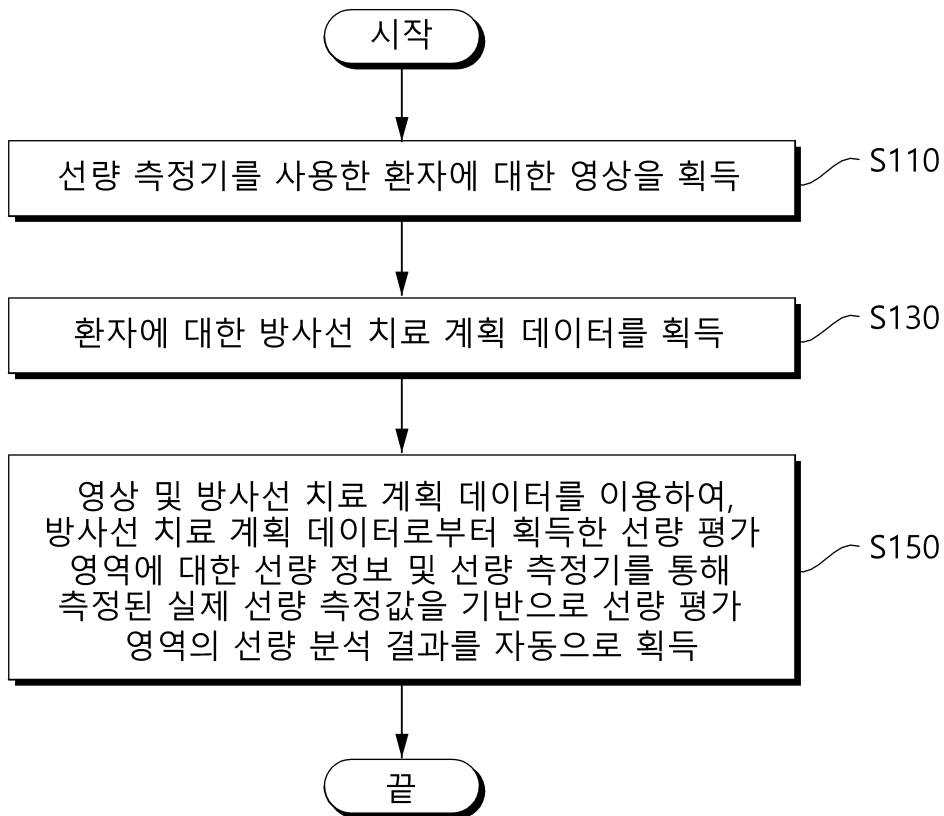
도면

도면1

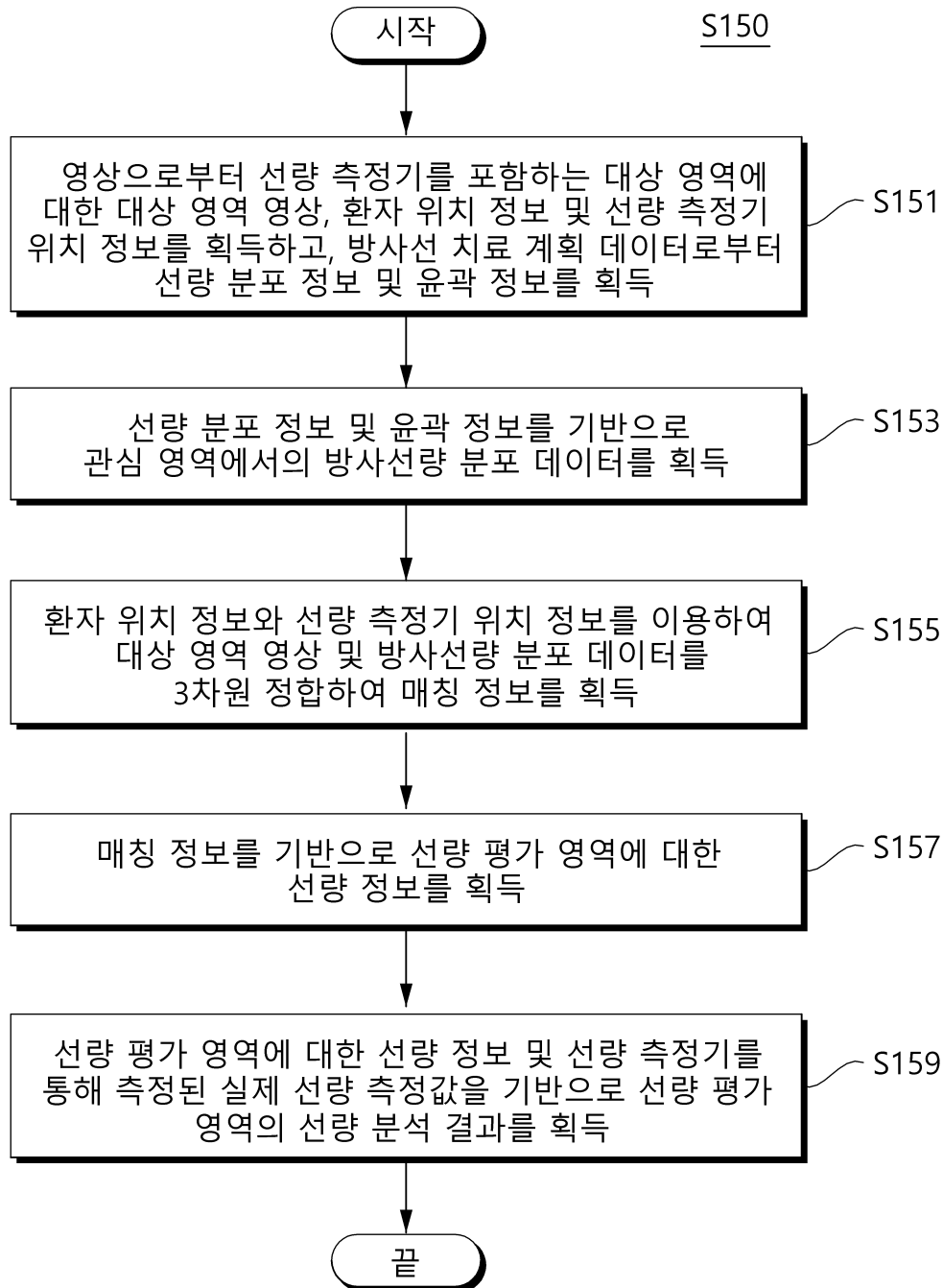
100



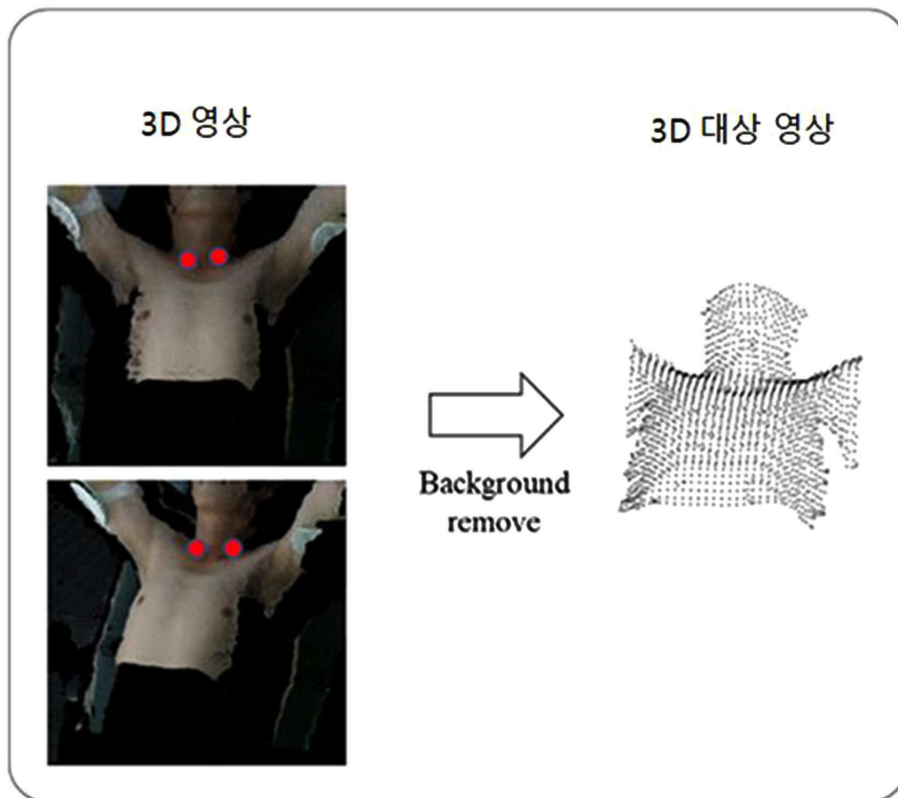
도면2



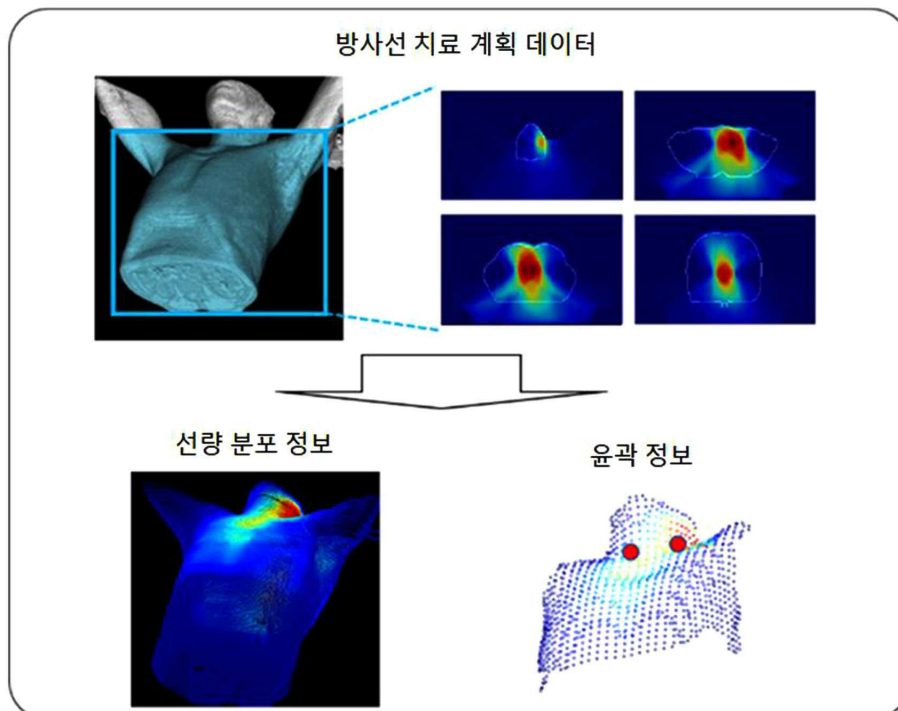
도면3



도면4



도면5





도면6

