(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0029760
(43) 공개일자 2021년03월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/00 (2006.01) *A61B 6/03* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 6/5217 (2020.08)
A61B 6/032 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0030389(분할)
(22) 출원일자 2021년03월08일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2018-0064258
원출원일자 2018년06월04일
심사청구일자 2018년06월04일

(71) 출원인
주식회사 코어라인소프트
서울특별시 마포구 월드컵북로6길 49, 4층, 5층(연남동)
재단법인 아산사회복지재단
서울특별시 송파구 올림픽로43길 88 (풍납동)
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
유동훈
경기도 김포시 김포한강11로 227, 520동 804호 (운양동 풍경마을래미안한강2차아파트)
서현기
경기도 고양시 일산동구 숲속마을로 65 숲속마을3단지아파트 304동 1202호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이상

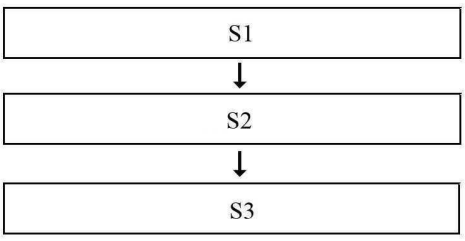
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 **로브기준으로 폐혈관을 정량화하는 방법**

(57) 요 약

본 개시는 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법에 있어서, 추출부가 의료영상을 기초로 혈관을 추출하는 단계; 분석부가 로브 표면을 기준으로 폐혈관의 복셀을 찾는 단계; 그리고, 계산부가 추출된 폐혈관을 정량화하는 단계;를 포함하는 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
A61B 6/50 (2013.01)
(72) 발명자
서준범
서울특별시 송파구 양재대로 1089 잠실3차한양아파트 2동 408호
김남국
서울특별시 송파구 올림픽로35길 104 장미아파트 16동 607호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425128534
과제번호	S2464035
부처명	중소기업청
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	혁신형기술개발사업
연구과제명	인공지능을 이용한 만성폐쇄성폐질환(COPD)의 완전자동화 분석 및 유사증례 검색 SW 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)코어라인소프트
연구기간	2017.05.15 ~ 2019.05.14

명 세 서

청구범위

청구항 1

로브 기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법에 있어서,

추출부가 의료영상을 기초로 혈관을 추출하는 단계;

분석부가 로브 표면을 기준으로 폐혈관의 복셀을 찾는 단계; 그리고,

계산부가 추출된 폐혈관을 정량화하는 단계;를 포함하고,

상기 분석부가 로브 표면을 기준으로 폐혈관의 복셀을 찾는 단계는:

상기 로브 표면으로부터 거리를 기준으로 상기 로브 표면으로부터 내측 방향으로 적어도 하나 이상의 오프셋 표면이 형성되는 과정; 및

상기 적어도 하나 이상의 오프셋 표면이 형성되는 과정 이후에, 상기 추출된 혈관과 상기 적어도 하나 이상의 오프셋 표면의 교차점에 해당되는 복셀들이 얻어지는 과정;

을 포함하고,

상기 계산부가 추출된 폐혈관을 정량화하는 단계는,

상기 추출된 폐혈관을 상기 추출된 혈관과 상기 적어도 하나 이상의 오프셋 표면의 교차점에 기반하여 정량화함으로써, 상기 추출된 폐혈관의 분포가 상기 추출된 폐혈관의 해부학적 구조에 대응하면서 측정되도록 상기 추출된 폐혈관을 정량화하는

로브 기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 오프셋 표면이 형성되는 과정에서,

상기 적어도 하나 이상의 오프셋 표면은 상기 로브 표면의 내측에 위치하는 내측표면을 포함하는 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시(Disclosure)는 폐혈관을 정량화하는 방법에 관한 것으로, 특히 정확도가 높도록 로브기준으로 폐혈관을 정량화하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 여기서는, 본 개시에 관한 배경기술이 제공되며, 이들이 반드시 공지기술을 의미하는 것은 아니다(This section provides background information related to the present disclosure which is not necessarily prior art).

[0003] 도 1 내지 도 2는 한국 공개특허공보 제10-2011-0129239호에 제시된 흉부 씨티 영상 내 병변 자동 검출을 위한 폐혈관 추출 방법의 일 예를 나타내는 도면이다.

[0004] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 흉부 CT 영상 내 병변 자동 검출을 위한 폐혈관 추출 방법의 흐름을 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 흉부 CT 영상 내 병변 자동 검출을 위한 폐혈관 추출 방법은, 폐 영역 결정 단계(S100), 폐혈관 영역 추출 및 골격 형성 단계(S200), 혈관 토폴로지 구성 및 보정 단계(S300), 및 혈관 두께 분석을 통한 결절 재분류 단계(S400)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0005] 폐 영역 결정 단계(S100)에서는, 흉부 CT 영상으로부터 폐혈관 추출 방법의 대상 영역인 폐 영역을 결정한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 폐 영역 결정 단계(S100)는 원본 흉부 CT 영상에 감마 보정을 적용하는 단계(S110), 감마 보정을 적용한 후 이진화 기법을 적용하여 영상을 이진화하는 단계(S120), 이진화한 영상에 모폴로지 연산을 적용하는 단계(S130), 및 모폴로지 연산을 적용한 영상에서 혈관 및 결절의 검출 대상인 폐 영역을 결정하는 단계(S140)를 포함하여 구현될 수 있다. 이하에서는, S100에 대해 상세히 설명 하도록 한다.

[0006] 폐 영역 결정 단계(S100)에서는, 명암도 감쇄의 비율이 비교적 낮은 흉부 CT 영상을 수학식 1을 이용하여 영상을 보정한 후 Otsu 이진화 기법을 적용하여 영상을 이진화한다. 이때, 보정을 위한 감마값은 1.7을 사용하였다. 이진화한 영상에서 모폴로지 연산을 적용하여 혈관 및 결절의 검출 대상 영역인 폐 영역을 결정한다.

[0007] 수학식1

[0008] $$LV_{new} = (LV_{old} / 255)^{gama} * 255$$

[0009] 폐혈관 영역 추출 및 골격 형성 단계(S200)에서는, 단계 S100에서 결정된 폐 영역의 원본 영상 데이터에 이진화 기법을 적용하여 폐혈관 영역을 결정하고, 세선화 작업을 거쳐 혈관의 골격선을 형성한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 단계 S200은 폐혈관 영역을 결정하는 단계(S210), 혈관 후보를 세선화하는 단계(S220), 세선화된 결과를 후처리 하는 단계(S230), 및 세선화 결과를 평활화하는 단계(S240)를 포함하여 구현될 수 있다. 즉, 단계 S100에서 산출된 폐 영역은 혈관 영역과 정상 폐 조직을 구분하기 위한 폐혈관 영역 추출 방법의 대상 영역으로 사용된다. 폐 영역 내에서 혈관 영역을 구분하기 위해 Otsu 이진화 기법을 이용한다. 폐 영역 결정 임계값의 경우와 마찬가지로 매 번 폐 영역 내 혈관 영역 구분용 임계값을 계산하기 위한 비용 소모를 줄이기 위하여 폐 영역에 포함된 원본 영상 데이터를 사용하여 Otsu 기법을 적용 후 혈관 영역 결정 임계값을 계산 하였다. 혈관 영역 결절 임계값을 이용하여 폐 영역의 이진화를 통해 폐혈관 영역이 구성된 후에는 세선화(Thinning) 작업을 거쳐 혈관의 골격선을 형성한다. 세선화는 보통 지문 인식이나 문자 인식(Online Character Recognition, OCR)을 위한 방법으로 활용이 되고 있다. 지문이나 문자의 획의 골격선을 구하여 골격선이 이루는 특징을 활용하여 각 사람이나 글자를 구별하기 위한 단계로 사용되고 있다. 세선화를 통해 형성된 골격선은 혈관의 두께를 측정 및 분석하는 기반이 된다.

[0010] 혈관 토폴로지 구성 및 보정 단계(S300)에서는, 단계 S200에서 형성된 골격선으로부터 골격선을 구성하는 데이터를 골격선 교차점 및 단위 골격선으로 구분하여 연결된 골격선들의 혈관 토폴로지를 구성한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 단계 S300은 토폴로지 초기 지점을 결정하는 단계(S310), 혈관 토폴로지를 구성하는 단계(S320), 혈관 토폴로지를 후처리 하는 단계(S330), 및 혈관 토폴로지를 재구성하는 단계(S340)를 포함하여 구현될 수 있다. 혈관 두께 분석을 통한 결절 재분류 단계(S400)에서는, 혈관 영역의 원본 데이터 및 단계 S300에서 구성된 혈관 토폴로지로부터 혈관의 두께를 분석하고 이를 이용하여 결절 후보는 재분류한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 단계 S400은 단계 S300에서 구성된 혈관 토폴로지로부터 골격선을 이루는 픽셀들을 일정한 간격으로 나누는 기준점을 생성하는 단계(S410), 생성된 기준점을 이용하여 혈관의 두께를 분석하는 단계(S430), 및 분석된 혈관의 두께를 이용하여 결절 후보를 재분류하는 단계(S440)를 포함하여 구현될 수 있고, 혈관 두께 분석을 위한 3차원 모델을 선택하는 단계(S420)를 더 포함하여 구현될 수 있다.

[0011] 도 2는 폐 영역을 검출하는 단계의 흐름에 따른 영상의 변환을 도시한 도면이다.

[0012] 일 실시 예에 따른 흉부 CT 영상 내 병변 자동 검출을 위한 폐혈관 추출 방법에서 폐 영역 결정 단계(S100)의 흐름에 따른 영상의 변환을 도시한 도면이다. 도 2에서 (a)는 원본 이미지, (b)는 감마 보정을 적용한 이미지, (c)는 이진 영상, (d)는 모폴로지 연산적용 후 이미지, (e)는 결정된 폐 영역을 각각 나타낸다.

[0013] Otsu는 2차원 영상에서 명암도 히스토그램의 분포가 두 클래스로 나누어지는 최적의 임계값을 찾는 방법으로 널리 알려져 있다. 환자의 CT 영상은 90~100장 정도가 존재한다. 각각의 영상에서 독립된 폐 영역을 위한 임계값들을 결정한 후 3차원 영상을 생성하는 경우 각 영상의 임계값이 일정하지 않으므로 폐 영역이 불규칙적으로 결정될 수 있다. 폐의 최상단 및 최하단 등의 부위는 흉부 영상 내 폐 영역의 비율이 낮으므로 부적절한 임계값을 산출할 수 있다. 따라서 본 발명에서는 환자의 전체 CT 영상을 사용하여 3차원 영상을 먼저 구성하였다. 이후 3차원 영상 데이터를 이용하여 폐 영역의 Otsu 이진화를 위한 단일 임계값을 산출하였고 이를 이용하여 폐 영역을 결정하였다.

[0014] 상기와 같은 단계를 거쳐, 폐혈관을 추출 가능하다. 폐 영역을 검출하는 단계(S100)에서, 폐의 표면을 기준으로 폐 영역을 검출하고, 폐 영역 내부의 폐혈관을 검출한다.

[0015] 폐 혈관의 구조는 폐의 로브(lobe)구조와 밀접한 관계를 가진다. 심장에서 나온 혈관은 우선 오른쪽과 왼쪽으로 나뉘어지고, 다시 오른쪽은 3개, 왼쪽은 2개의 가지로 나뉘어진다. 이렇게 나뉘어진 혈관은 각 로브안 영역에서 나뉘어져 로브의 각 영역으로 퍼져 나간다. 따라서 폐혈관의 분포를 분석하기 위해서는 로브 별로 폐 혈관을 분석하는 것이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 이에 대하여 '발명의 실시를 위한 구체적인 내용'의 후단에 기술한다.

과제의 해결 수단

[0017] 여기서는, 본 개시의 전체적인 요약(Summary)이 제공되며, 이것이 본 개시의 외연을 제한하는 것으로 이해되어서는 아니된다(This section provides a general summary of the disclosure and is not a comprehensive disclosure of its full scope or all of its features).

[0018] 본 개시에 따른 일 태양에 의하면(According to one aspect of the present disclosure), 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법에 있어서, 추출부가 의료영상을 기초로 혈관을 추출하는 단계; 분석부가 로브 표면을 기준으로 폐혈관의 복셀을 찾는 단계; 그리고, 계산부가 추출된 폐혈관을 정량화하는 단계;를 포함하는 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0019] 이에 대하여 '발명의 실시를 위한 구체적인 내용'의 후단에 기술한다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1 내지 도 2는 한국 공개특허공보 제10-2011-0129239호에 제시된 흉부 씨티 영상 내 병변 자동 검출을 위한 폐혈관 추출 방법의 일 예를 나타내는 도면,

도 3은 본 개시에 따른 폐와 로브의 관계를 설명하기 위한 도면,

도 4는 본 개시에 따른 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법의 순서도를 나타내는 도면,

도 5는 본 개시에 따른 추출된 혈관의 일 예를 설명하는 도면,

도 6은 본 개시에 따른 오프셋 표면을 설명하기 위한 도면,

도 7은 본 개시에 따른 로브 표면을 찾는 과정을 설명하는 도면,

도 8 내지 도 9는 본 개시에 따른 로브 표면을 기준으로 폐혈관을 찾는 방법의 장점을 보여주는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 본 개시를 첨부된 도면을 참고로 하여 자세하게 설명한다(The present disclosure will now be described in detail with reference to the accompanying drawing(s)).

[0022] 도 3은 본 개시에 따른 폐와 로브의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

[0023] 도 3(a)는 폐(100)의 전체적인 모습을 나타낸 도면이고, 도 3(b)는 기관지(151,153)와 폐(100)의 모습을 나타낸 도면이다.

[0024] 폐(100)는 우폐(110)와 좌폐(130)가 있으며, 우폐(110)와 좌폐(130) 사이에는 기관(150)이 구비되며, 기관(150)을 통해 흡기에는 공기가 폐로 들어가고, 호기에는 공기가 폐에서 나오도록 한다. 폐(100)는 우폐(110)에는 3개의 로브(lobe;폐엽;111,113,115)가 있고, 좌폐(130)에는 2개의 로브(131,133)가 있다.

[0025] 폐(100)는 우폐(110)와 좌폐(130)가 각각 하나의 덩어리로 보이지만, 총 5개의 로브(111,113,115,131,133)로 나누어져 있다. 기관지(151,153)에 따라 로브가 나눠지고, 폐혈관(미도시)은 기관지(151,153) 주위에 위치한다. 따라서 기관지(151,153)에 따라 로브(111,113,115,131,133)를 나누고, 로브(111,113,115,131,133)를 기준으로 폐혈관을 추출하는 것이 정확하다. 또한, 폐(100)는 폐혈관 또는 기관지(151,153)의 분류에 따라 더 많은 개수

의 로브로 나누어질 수도 있다.

[0026] 또한, 도 3(b)와 같이 기관지(151-1,3,5,153-1,3)도 각각의 로브에 나누어져 분포된다. 따라서, 로브를 나누기 위한 기준은 기관지(151-1,3,5,153-1,3)나 기관지(151-1,3,5,153-1,3)를 둘러싼 폐혈관 등을 기준으로 나누어질 수 있다.

[0027] 도 4는 본 개시에 따른 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법의 순서도를 나타내는 도면이다.

[0028] 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법에 있어서, 먼저, 추출부가 의료영상을 기초로 혈관을 추출한다(S1). 의료 영상을 기초로 복셀들의 3차원 집합으로서 혈관이 추출된다. 의료 영상에서 추출부는 혈관들의 복셀들을 HU(Hounsfield unit)을 기준으로 찾을 수 있으며, 예를 들면, 추출부는 혈관을 찾기 위해 -750HU 이상의 복셀을 찾을 수 있다._이는 도 5에서 설명한다.

[0029] 이후, 분석부가 로브 표면을 기준으로 폐혈관들의 복셀을 찾는다(S2).

[0030] 로브 표면은 로브 외면과 로브 내면을 포함한다. 로브 외면은 폐 외면과 같고, 로브 내면은 로브와 로브 사이에 형성되는 경계면을 말한다.

[0031] 또한, 로브 외면을 찾는 과정과 로브와 로브 사이의 내면을 찾는 과정을 포함한다. 로브와 로브 사이의 내면을 찾기 위해서 의료 영상을 통해 기관지나 폐혈관 등을 기준으로 내면을 예측할 수 있으며, 예측된 내면 주변에서 의료 영상을 통해 로브와 로브 사이의 내면을 찾도록 한다. 이는 이하 도 7에서 자세히 설명한다.

[0032] 분석부는 로브 표면을 기준으로 오프셋 표면을 형성하는 과정을 포함한다. 복셀들은 로브의 표면으로부터 내측으로 일정한 거리의 복셀들의 집합으로 정의되는 오프셋 표면이 생성된다. 이후, 추출된 혈관과 오프셋 표면의 교차점에 해당하는 폐혈관들의 복셀들을 찾는 과정을 포함한다. 이를 도 6에 자세하게 설명한다.

[0033] 이후, 계산부가 추출된 폐혈관을 정량화한다(S3). 찾아진 폐혈관들의 복셀들을 사용하여 계산부는 폐혈관의 반경, 즉 직경을 계산한다. 계산부는 계산된 폐혈관의 반경을 사용하여 폐혈관의 면적비를 계산한다. 또한, 폐혈관의 복셀들을 사용하여 폐혈관의 부피를 계산할 수 있다.

[0034] 도 5는 본 개시에 따른 추출된 혈관의 일 예를 설명하는 도면이다.

[0035] 의료영상에서 혈관을 추출하는 것이다. 의료영상에서 모든 혈관을 추출하며, 이를 통해 혈관의 데이터를 모아놓을 수 있고, 이를 통해 3차원으로 혈관을 만들 수 있다. 흉부를 촬영한 의료영상으로부터 혈관을 추출하는 경우에는 심장 혈관, 폐 혈관 등이 모두 추출될 수 있다. 도 5의 도면에서는 일정지름 이상의 혈관만 나타나게 표시한 예이며, 일정지름 이하의 혈관은 표시되지 않았으나 추출되어 있다.

[0036] 도 6은 본 개시에 따른 오프셋 표면을 설명하기 위한 도면이다.

[0037] 오프셋 표면 형성을 위해 Euclidean Distance field를 생성하는 방법의 일 예를 설명한다.

[0038] 몸체의 내부로부터 말단 영역까지 폐혈관이 가지를 뻗는다는 사실에 따르면, 로브의 외측 말단 경계 표면들로부터 동일한 거리에는 비슷한 사이즈의 혈관들이 있다고 가정할 수 있다. 그러므로 뿌리 영역(mediastinal region)을 제외한 혈관과 로브의 외측 말단 경계 표면(boundary surfaces)으로부터 일정 거리에 있는 폐의 내측 표면(IA,IB,IC,ID,IE 이하 I;inner surface) 사이에 교차점을 찾고, 이러한 교차점들에서 폐혈관의 직경을 평가한다.

[0039] 교차점을 구하기 위해 먼저 내측 표면(I)들을 점차적으로 추출할 필요가 있다. 로브의 외측 말단 경계 표면으로부터 일정한 거리에 있는 내측 표면(I)은 그 거리에서의 오프셋 표면(OA,OB,OC,OD,OE 이하 O;offset surfaces)이 된다. 오프셋 표면(O)들은 face-based offset 또는 vertex-based offset와 같이, 일반적으로 볼륨 베이스(volume-based) 방식보다 더 시간효율적인 표면 데이터 계산 방식을 사용하여 생성될 수 있다.

[0040] 그러나, 상기 표면 데이터 계산 방식들은 로브의 표면을 내측으로 오프세팅(offsetting)할 때 자주 발생하는 지역적 및 전체적 간섭에 취약하다. 특히 본 실시예의 경우, 오프셋 거리(offset distances)는 5mm 내지 30mm 인데, 이것은 CT images로부터 marching cubes에 의해 추출된 면의 길이보다 훨씬 더 커서 간섭을 피하기 어렵다. 그러므로 본 실시 예에서는 Euclidean distance field를 생성하는 볼륨-베이스 방식으로 오프셋 표면(O)을 생성한다.(도 6(a) 참조)

[0041] 예를 들면, 오프셋 표면(O)은 도 6(a)의 단면으로 설명하자면, 폐는 로브(111,113,115,131,133)로 나눠진다. 로브(111,113,115,131,133)는 로브 표면으로부터 로브 내측으로 적어도 하나 이상의 오프셋 표면(O)이 형성된다.

오프셋 표면(O) 중 로브 내측에 형성된 오프셋 표면(O)은 내측 표면(I)이라고 한다.

[0042] 도 6(b)는 각각의 로브(111,113,115,131,133)에 오프셋 표면(O)이 형성된 예를 나타낸다.

[0043] 특정 거리에서 내측 표면(I), 즉 오프셋 표면(O)들을 얻은 후에, 오프셋 표면(O)과 작은 혈관들 간의 교차점들을 찾는다. 이는 도 8 내지 도 9에서 자세하게 설명하도록 한다.

[0044] 도 7은 본 개시에 따른 로브 표면을 찾는 과정을 설명하는 도면이다.

[0045] 로브 표면(170)은 로브 외면(171)과 로브 내면(173)을 포함한다. 예를 들면, 폐(100)는 우측에 구비된 우폐(110)와 좌측에 구비된 좌폐(130)를 포함한다. 우폐(110)는 위에 구비된 제1 로브(111;도 3참조), 중심에 구비된 제2 로브(113;도 3참조), 아래에 구비된 제3 로브(115;도 3참조)를 포함하고, 좌폐(130)는 위에 구비된 제4 로브(131;도 3참조) 및 아래에 구비된 제5 로브(133; ;도 3참조)를 포함한다. 제1 로브(111)와 제2 로브(113) 사이에는 제1 내면(173-1), 제2 로브(113)와 제3 로브(115) 사이에는 제2 내면(173-2), 제1 로브(111)와 제3 로브(117) 사이에는 제3 내면(173-3), 제4 로브(131)와 제5 로브(133) 사이에는 제4 내면(173-4)이 구비된다.

[0046] 먼저, 로브 외면(171)을 찾는다. 로브 외면(171)은 폐의 표면과 같다. 따라서, 폐의 표면을 의료 영상으로부터 찾는다. 예를 들면, 도 2와 같이 폐 영역 결정단계 이후, 이에 따라서, 폐 영역이 의료 영상으로부터 분리되며, 도 7(a)를 폐의 표면 및 로브 외면(171)으로 정의할 수 있다.

[0047] 이후, 로브 내면(173)을 찾는다. 도 7(b)와 같이 의료 영상에서 로브와 로브 사이의 경계면(이하, 내면;173)을 이루는 피셔(fissure)는 매우 얇기 때문에 구별하기 쉽지 않다. 예를 들면, 추출된 폐혈관 또는 기관지(151-1,3,5,153-1,3)를 기준으로 범위(S)를 설정하고, 범위(S) 사이의 의료 영상에서 내면(173)을 찾는다. 내면(173)을 찾는 것은 인공지능을 통해 이루어질 수 있다. 즉, 로브는 추출된 폐혈관 또는 기관지(151-1,3,5,153-1,3)를 중심으로 나누어져 있으므로 폐혈관 기관지(151-1,3,5,153-1,3)의 굵기와 길이에 따라 내면(173)이 위치할 곳을 예측가능하며, 이를 통해 범위를 한정하여 내면(173)을 찾을 수 있다.

[0048] 도 8 내지 도 9는 본 개시에 따른 로브 표면을 기준으로 폐혈관을 찾는 방법의 장점을 보여주는 도면이다.

[0049] 도 8은 로브 표면을 기준으로 복수의 내측 표면 중 하나의 내측 표면을 나타낸 도면이고, 도 9는 폐 표면을 기준으로 복수의 내측 표면 중 하나의 내측 표면을 나타낸 도면이다.

[0050] 도 8의 도면에 도시된 내측 표면은 로브 표면을 기준으로 형성되며, 로브 표면을 기준으로 형성된 내측 표면은 폐혈관과 교차되는 교차점에서 폐혈관을 추출한다.

[0051] 도 9의 도면에 표시된 내측 표면은 폐 표면을 기준으로 형성하며, 폐 표면을 기준으로 형성된 내측 표면은 혈관과 교차되는 교차점에서 폐혈관을 추출한다.

[0052] 도 8 로브 표면을 기준으로 내측 표면(IA,IB,IC,ID,IE)을 형성하기 때문에 실제 혈관의 해부학적인 구조에 맞추어 폐혈관(V)의 분포에 대한 측정이 이루어지고 있다, 이에 비하여 도 9는 폐 표면을 기준으로 내측 표면(IA,IB,IC,ID,IE)을 형성하기 때문에 실제 혈관의 해부학적인 구조와는 맞지 않은 면을 기준으로 폐혈관(V)의 분포에 대한 측정을 하고 있음을 알 수 있다. 다시 이야기하면 도 9의 경우(폐 표면을 기준으로 한 경우)에는 내측 표면(IA,IB,IC,ID,IE)으로 인해 혈관이 존재하지 않는 영역이 혈관분포 분석에 포함되어 결과의 신뢰도에 악영향을 미치게 된다.

[0053] 이하 본 개시의 다양한 실시 형태에 대하여 설명한다.

[0054] (1) 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법에 있어서, 추출부가 의료영상을 기초로 혈관을 추출하는 단계; 분석부가 로브 표면을 기준으로 폐혈관의 복셀을 찾는 단계; 그리고, 계산부가 추출된 폐혈관을 정량화하는 단계;를 포함하는 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법.

[0055] (2) 분석부가 로브 표면을 기준으로 폐혈관의 복셀을 찾는 단계는: 로브 표면으로부터 거리를 기준으로 오프셋 표면이 형성되는 과정;을 포함하는 로브를 기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법.

[0056] (3) 로브 표면으로부터 거리를 기준으로 오프셋 표면이 형성되는 과정; 이후, 추출된 혈관과 오프셋 표면의 교차점에 해당하는 복셀들이 찾아지는 과정; 을 포함하는 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법.

[0057] (4) 분석부가 로브 표면을 기준으로 폐혈관의 복셀을 찾는 단계에서, 로브 표면은 로브 내면과 외면을 포함하며, 로브 외면을 찾는 과정; 그리고, 로브 내면을 찾는 과정;을 포함하는 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법.

[0058] (5) 분석부가 로브 표면을 기준으로 폐혈관의 복셀을 찾는 단계는: 폐는 우측 위에 구비된 제1 로브, 우측 중심에 구비된 제2 로브, 우측 아래에 구비된 제3 로브, 좌측 위에 구비된 제4 로브 및 좌측 아래에 구비된 제5 로브;를 포함하며, 제1 로브와 제2 로브 사이에는 제1 내면, 제2 로브와 제3 로브 사이에는 제2 내면, 제3 로브와 제1 로브 사이에는 제3 내면 및 제4 로브와 제5 로브 사이에는 제4 내면이 구비되며, 로브 내면을 찾는 과정에서, 내면은 제1 내면, 제2 내면, 제3 내면 및 제 4 내면인 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법.

[0059] (6) 로브 표면으로부터 거리를 기준으로 오프셋 표면이 형성되는 과정에서, 로브 표면으로부터 내측으로 오프셋 표면이 형성되며, 오프셋 표면은 적어도 하나 이상 구비되며, 오프셋 표면은 내측에 구비되는 내측표면을 포함하는 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법.

[0060] (7) 추출부가 의료영상을 기초로 혈관을 추출하는 단계에서, 추출부는 의료영상의 모든 혈관을 추출하는 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법.

[0061] (8) 추출부가 의료영상을 기초로 혈관을 추출하는 단계에서, 의료영상은 혈관을 복셀로 추출하는 폐혈관을 정량화 하는 방법.

[0062] 본 개시에 따른 하나의 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법에 의하면, 로브기준으로 오프셋 표면을 형성하여 폐혈관을 더 정확하게 추출하게 된다.

[0063] 본 개시에 따른 또 하나의 로브기준으로 폐혈관을 정량화 하는 방법에 의하면, 로브의 내면을 구분하여 폐혈관을 더 많이 찾을 수 있게 된다.

부호의 설명

[0064] 100: 폐 110: 우폐 130: 좌폐 150:기관

111: 제1 로브 113: 제2 로브 115: 제3 로브 131: 제4 로브 133: 제5 로브

151-1,151-3,151-5,153-1,153-3: 기관지

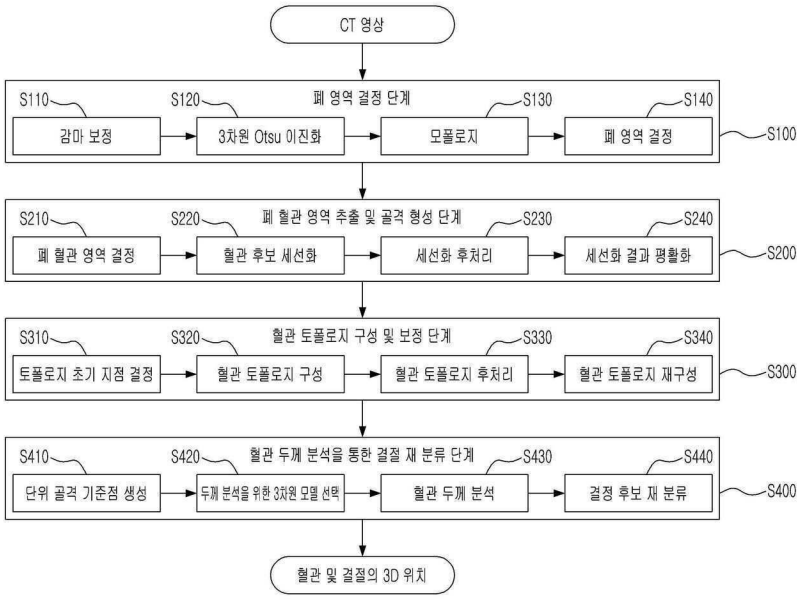
170: 로브 표면 171: 로브 외면 173: 로브 내면

173-1: 제1 내면 173-2: 제2 내면 173-3: 제3 내면 173-4: 제4 내면

도면

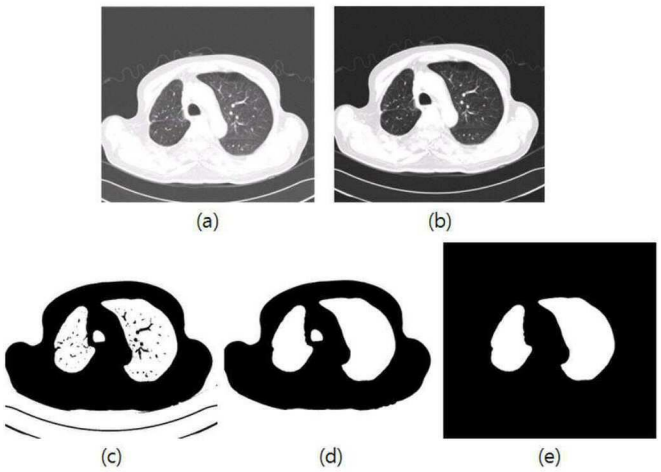
도면1

Prior Art

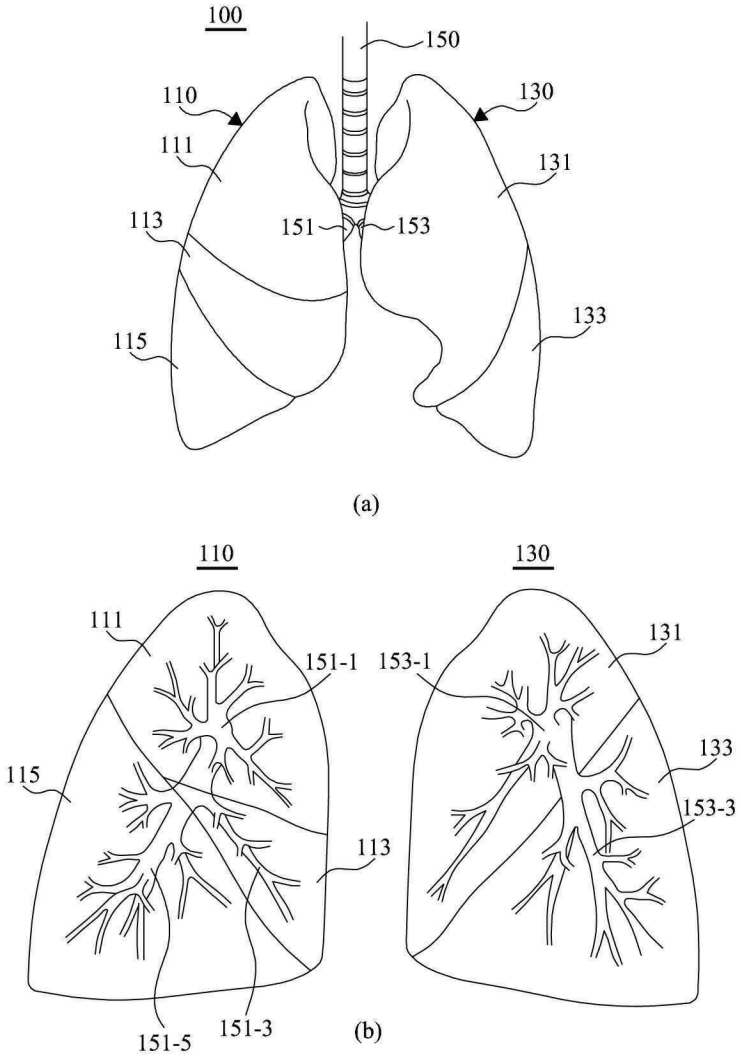


도면2

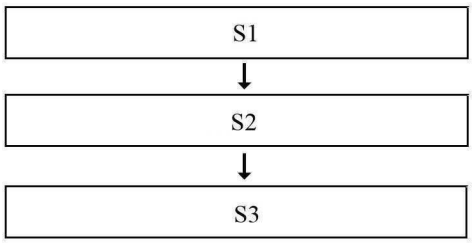
Prior Art



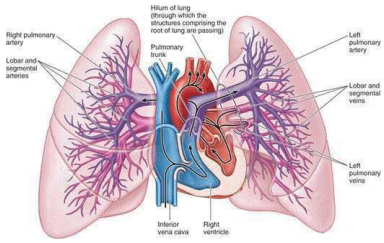
도면3


100
150
110
130
111
131
113
151
153
133
115
(a)
110
130
111
151-1
153-1
131
115
133
153-3
113
151-5
151-3
(b)

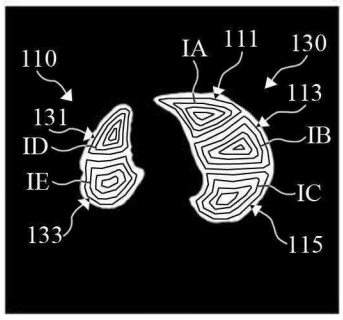
도면4


S1
S2
S3

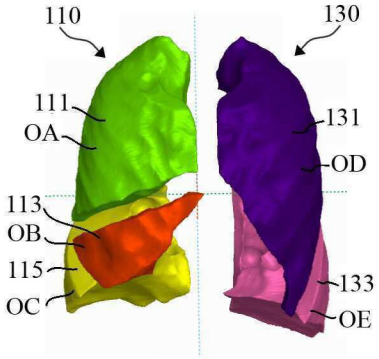
도면5



도면6

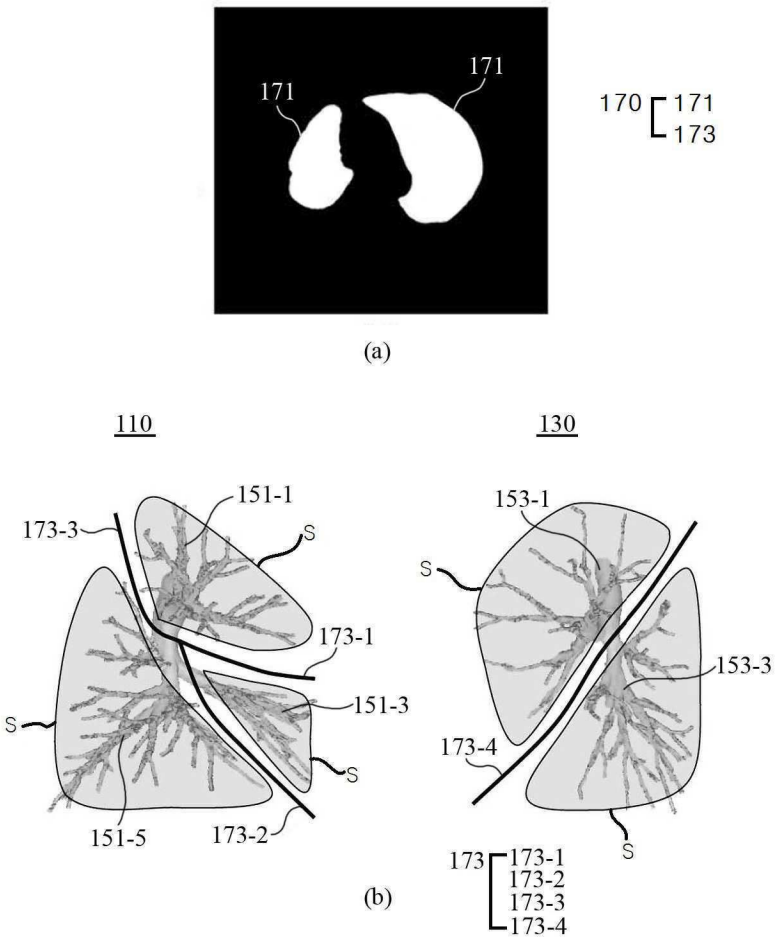


(a) distance field generation

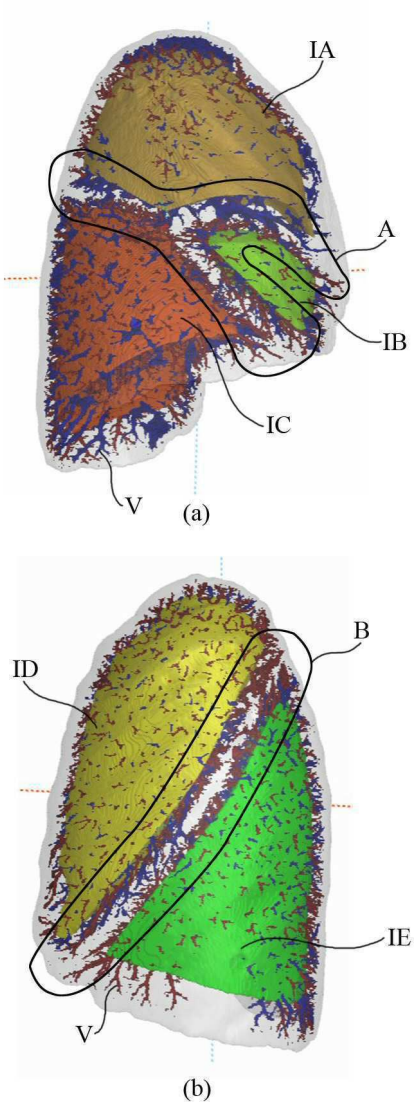


(b) initial boundary surface

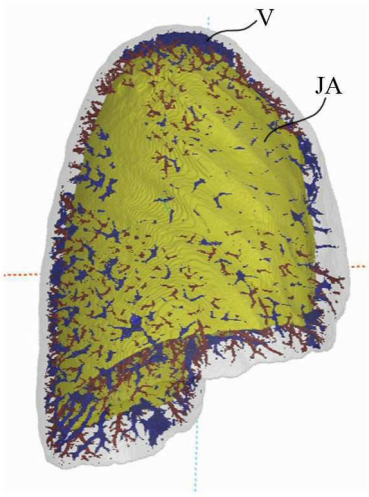
도면7


171
171
170
171
173
(a)
110
130
151-1
173-3
S
173-1
151-3
S
S
151-5
173-2
153-1
S
153-3
173-4
S
173
173-1
173-2
173-3
173-4
(b)

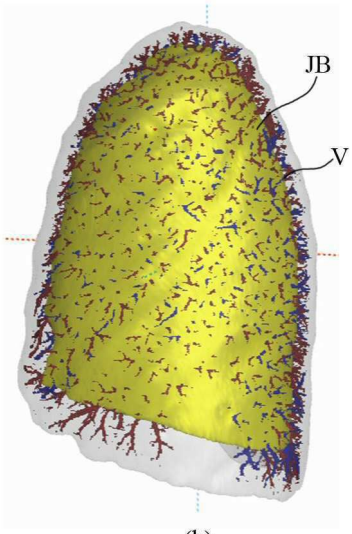
도면8



도면9



(a)



(b)