



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0069884
(43) 공개일자 2023년05월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 30/40 (2018.01) G06T 7/00 (2017.01)
G06V 10/20 (2022.01) G16H 30/20 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01) G16H 50/50 (2018.01)
G16H 70/00 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 30/40 (2018.01)
G06T 7/0012 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0039720(분할)

(22) 출원일자 2023년03월27일

심사청구일자 2023년03월27일

(62) 원출원 특허 10-2019-0179252

원출원일자 2019년12월31일

심사청구일자 2019년12월31일

(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

이재연

서울특별시 성북구 성북로4길 52, 108동 1706호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인이상

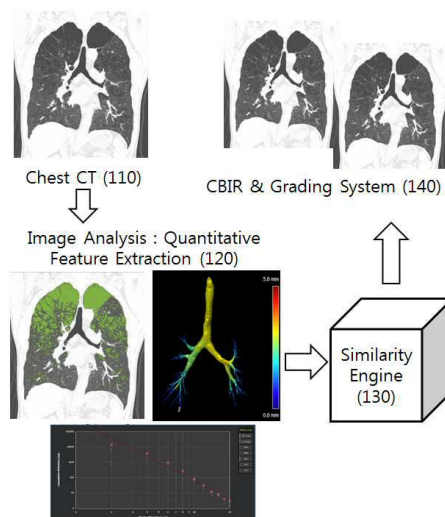
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 정량화 파라미터를 이용하는 의료 영상 분석 시스템 및 유사 증례 검색 시스템, 및 그 시스템에서 실행되는 방법

(57) 요약

의료 영상을 분석하는 컴퓨팅 시스템이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상을 분석하는 컴퓨팅 시스템은 적어도 하나 이상의 프로세서를 포함하고, 적어도 하나 이상의 프로세서는 제1 의료 영상에 대한 영상 처리를 수행하고, 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할한다. 적어도 하나 이상의 프로세서는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제1 의료 영상 내에서 측정될 수 있는 정량적 측정 조건들에 기반하여 제1 정량화 파라미터를 생성하고, 제1 정량화 파라미터를 제1 의료 영상 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역과 관련시켜 데이터베이스에 저장한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06V 10/20 (2023.01)
G16H 30/20 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/50 (2018.01)
G16H 70/00 (2021.08)
G06T 2207/30004 (2013.01)
G06V 2201/031 (2022.01)

(72) 발명자

김병수

경기도 부천시 소삼로 62, 114동 1806호

서준범

서울특별시 송파구 양재대로 1089, 2동 408호

김남국

서울특별시 송파구 올림픽로35길 104, 16동 607호

이상민

서울특별시 송파구 올림픽로43길 88, 12층

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415164317
과제번호	10072064
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자시스템산업핵심기술개발(R&D)
연구과제명	폐, 간, 심질환 영상판독지원을 위한 인공지능 원천기술개발 및 PACS 연계 상용화
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서울아산병원
연구기간	2016.12.01 ~ 2020.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨팅 시스템에서 실행되는 유사 증례 검색 방법에 있어서,

사용자 입력에 의하여 제1 의료 영상을 수신하는 단계;

상기 제1 의료 영상에 대한 영상 처리에 의하여 분할되는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역의 정보를 획득하는 단계;

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 상기 제1 의료 영상 내에서 측정될 수 있는 정량적 측정 조건에 기반하여 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계; 및

상기 제1 정량화 파라미터와의 유사도에 기반하여 제2 정량화 파라미터를 가지는 적어도 하나 이상의 제2 의료 영상을 데이터베이스로부터 검색하는 단계;

를 포함하고,

상기 제1 정량화 파라미터는

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 추출되는 적어도 하나 이상의 소견 영역의 크기, 분포, 및 크기에 따른 분포 중 적어도 하나 이상에 대한 정량적 측정 조건에 기반하여 생성되는,

유사 증례 검색 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계에서는 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 각각에 대하여 해부학적 영역 별 정량화 파라미터 각각이 생성되고,

상기 적어도 하나 이상의 제2 의료 영상을 상기 데이터베이스로부터 검색하는 단계에서는,

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 각각에 대한 상기 해부학적 영역 별 정량화 파라미터 각각이 비교되어 상기 적어도 하나 이상의 제2 의료 영상이 검색되는,

유사 증례 검색 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계는

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 별 정량화 파라미터 각각을 정규화하여 정규화된 해부학적 영역 별 정량화 파라미터를 생성하는 단계; 및

상기 정규화된 해부학적 영역 별 정량화 파라미터 각각을 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 별로 할당된 디멘션을 가지는 벡터 공간에 매핑함으로써 공간 벡터 포맷의 상기 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계;

를 포함하는,

유사 증례 검색 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계는

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 추출되는 상기 적어도 하나 이상의 소견 영역이 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 점유하는 공간적 비율, 및 상기 적어도 하나 이상의 소견 영역의 크기와 개수를 포함하는 공간적 분포, 중 적어도 하나 이상을 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역과 연계하여 정량화함으로써 상기 적어도 하나 이상의 소견 영역 및 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 상기 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계;

를 포함하는 유사 증례 검색 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 소견 영역 및 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 상기 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계는,

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 LAA(Low Attenuation Area) 영역 및 AirTrap 영역 중 적어도 하나 이상을 상기 적어도 하나 이상의 소견 영역으로 추출하는 단계; 및

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 상기 적어도 하나 이상의 소견 영역이 점유하는 공간적 비율을 상기 적어도 하나 이상의 소견 영역 및 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 상기 제1 정량화 파라미터로서 생성하는 단계;

를 포함하는 유사 증례 검색 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 소견 영역 및 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 상기 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계는,

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 LAA(Low Attenuation Area) 영역을 상기 적어도 하나 이상의 소견 영역으로 추출하는 단계; 및

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 상기 적어도 하나 이상의 소견 영역의 크기에 따른 개수를 포함하는 공간적 분포에 기반하여 상기 적어도 하나 이상의 소견 영역 및 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 상기 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계;

를 포함하는 유사 증례 검색 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계는

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 기도 영역을 상기 적어도 하나 이상의 소견 영역으로서 추출하는 단계;

상기 기도 영역 내에서 분할되는 루멘(lumen)과 기도 벽을 이용하여 루멘의 둘레길이(lumen perimeter) 및 벽 면적(wall area)을 상기 정량적 측정 조건으로서 측정하는 단계; 및

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에 포함되는 적어도 하나 이상의 소견 영역인 기도 영역 각각에 대하여, 루멘의 둘레길이가 10 mm일 때를 가정하고 균등화되는 기도 벽 면적을 상기 제1 정량화 파라미터로서 생성하는 단계;

를 포함하는 유사 증례 검색 방법.

청구항 8

적어도 하나 이상의 명령을 저장하는 메모리(memory); 및

상기 메모리에 저장된 상기 적어도 하나 이상의 명령을 실행하는 프로세서(processor);

를 포함하고,

상기 적어도 하나 이상의 프로세서는 상기 적어도 하나 이상의 명령을 실행함으로써,

사용자 입력에 의하여 제1 의료 영상을 수신하고,

상기 제1 의료 영상에 대한 영상 처리에 의하여 분할되는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역의 정보를 획득하고,

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 상기 제1 의료 영상 내에서 측정될 수 있는 정량적 측정 조건에 기반하여 제1 정량화 파라미터를 생성하되,

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 추출되는 적어도 하나 이상의 소견 영역의 크기, 분포, 및 크기에 따른 분포 중 적어도 하나 이상에 대한 정량적 측정 조건에 기반하여 상기 제1 정량화 파라미터를 생성하고,

상기 제1 정량화 파라미터와의 유사도에 기반하여 제2 정량화 파라미터를 가지는 적어도 하나 이상의 제2 의료 영상을 데이터베이스로부터 검색하는,

유사 증례 검색 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 프로세서는 상기 적어도 하나 이상의 명령을 실행함으로써,

상기 제1 정량화 파라미터를 생성함에 있어서 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 각각에 대하여 해부학적 영역 별 정량화 파라미터 각각을 생성하고,

상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 각각에 대한 상기 해부학적 영역 별 정량화 파라미터 각각을 비교하여 상기 적어도 하나 이상의 제2 의료 영상을 검색하는,

유사 증례 검색 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 프로세서는 상기 적어도 하나 이상의 명령을 실행함으로써,

상기 해부학적 영역 별 정량화 파라미터 각각을 생성함에 있어서 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 별 정량화 파라미터 각각을 정규화하고,

상기 제1 정량화 파라미터를 생성함에 있어서 상기 정규화된 해부학적 영역 별 정량화 파라미터 각각을 상기 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 별로 할당된 디멘전을 가지는 벡터 공간에 매핑함으로써 공간 벡터 포맷의 상기 제1 정량화 파라미터를 생성하는,

유사 증례 검색 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 의료 영상 분석 방법 및 그 의료 영상 분석 기술을 이용한 유사 증례 검색 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 정량화 파라미터를 이용하는 의료 영상의 분석 기술을 이용하여 임상적으로 유의미한 유사 증례 검색 시스템을 구축하기 위한 기술에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW 컴퓨팅산업원천기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다 [과제관리번호: 2018-0-00861, 과제명: 의료데이터 분석 지능형 SW 기술개발].

배경 기술

[0003] 임상 의사결정 지원 시스템(Clinical Decision Support System)은 환자 진료에서 의사가 진단이나 치료 방침을

결정 및 판단할 때 필요한 기반 지식을 제공하고 올바르게 추론할 수 있도록 도와주는 기능을 제공함으로써 의사 결정(Decision Making)을 지원하는 시스템이다. 의사가 환자를 진찰함에 있어서 담당의사의 주관적인 판단 이외에 의학적으로 기정되어 있는 가이드라인을 컴퓨터로 구현하여 환자의 상태에 대한 가이드 라인의 결과를 의사에게 알려줌으로써 오진을 막고 보다 객관적인 진료 행위가 가능하도록 한다.

- [0004] 한국특허등록 제10-1744800호 "의료 정보 제공 시스템(System for Providing Medical Information)"은 환자과 유사한 사례를 추출하기 위하여, 가중치에 기반한 계층 분석법(AHP, Analytic Hierarchy Process)를 적용하고, 가중치가 반영된 환자의 속성 정보와 이미 저장된 환자의 사례 정보를 비교하여 유사 사례를 추출하는 기술을 소개한다.
- [0005] 그런데 상기 선행기술에 의하더라도 이미 저장된 환자의 사례 정보는 의사에 의하여 입력된 진단 정보만을 포함 할 뿐이고, 저장된 데이터에 대한 분석은 임상적인 의미가 없는 임의의 분석이 될 가능성도 있다. 대표적으로 과적합(overfit)과 같은 문제에 취약하며, 데이터의 양이 많지 않을 경우 특히 분석의 신뢰성은 낮아진다.
- [0006] 최근에는 인공신경망에 기반한 머신 러닝으로 대표되는 인공지능 기술이 발전하여 빅데이터를 처리하는 다양한 기법들이 개발되고 있으며, 의료정보에도 인공지능을 적용하여 임상 의사결정에 도움을 받고자 하는 시도가 활발하게 진행되었고, 특히, X-ray, 초음파, CT(Computed Tomography), MRI(Magnetic Resonance Imaging), PET(Positron Emission Tomography) 등의 진단기기들로부터 획득된 의료 영상은 물론, 병력, 건강 수치 등을 포함한 각종 의료 정보에 인공지능 알고리즘을 적용하여 임상의(clinician)의 의사결정에 도움을 주는 방법이 개발되어 왔다.
- [0007] 의료 정보에 인공지능을 적용하여 빅데이터를 처리하려는 시도로는 한국등록특허 제10-1884609호 "모듈화된 강화 학습을 통한 질병 진단 시스템 (SYSTEM FOR DIAGNOSING DISEASE THROUGH MODULARIZED REINFORCEMENT LEARNING)" 등이 있다. 그러나 위의 선행문헌에 의하더라도, 비정형화된 데이터의 분류 및 패턴 추출에만 주력 하고 있고, 추출된 패턴이 임상적으로 의미가 있는지는 명확하지 않으므로 실질적으로 의료 현장에서 적용되기에는 적절하지 못하다.
- [0008] 유사 증례 검색 시 임상적으로 유의미한 데이터를 얻어 내기 위하여 임상의(clinician) 또는 영상의(radiologist)를 사용자로 가정한 선행문헌으로 미국등록특허 제10,248,759호 "Medical Imaging Reference Retrieval and Report Generation" 을 들 수 있다. 상기 선행문헌은 어떤 특징을 포함하는 영상들을 자동으로 검색한 후, 사용자에게 해당 영상들이 검색의 결과로서 적합한지 피드백(선택)을 받고, 리포트를 생성하는 기술 이다.
- [0009] 미국등록특허 제7,724,930호 "SYSTEMS AND METHODS FOR AUTOMATIC CHANGE QUANTIFICATION FOR MEDICAL DECISION SUPPORT" 는 환자의 이전 의료 영상과 현재 의료 영상을 비교하고, 자동으로 특정 부위의 변화를 정량 화하고 리포트를 생성하는 수단을 제공한다.
- [0010] 이러한 선행문헌들에 의하더라도, 첫째, 임상적으로 유의미한 데이터의 부족은 해소되지 않으며, 둘째, 제한된 데이터에 기반한 분석으로 인하여, 데이터의 과적합(overfit)에 의하여 잘못된 패턴이 얻어지거나 임상적으로 의미 없는 패턴이 얻어지는 문제점이 여전히 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 한국특허등록 제10-1744800호 "의료 정보 제공 시스템(System for Providing Medical Information)"
- (특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1884609호 "모듈화된 강화 학습을 통한 질병 진단 시스템 (SYSTEM FOR DIAGNOSING DISEASE THROUGH MODULARIZED REINFORCEMENT LEARNING)"
- (특허문헌 0003) 미국등록특허 제10,248,759호 "Medical Imaging Reference Retrieval and Report Generation" (2019년 4월 2일)
- (특허문헌 0004) 미국등록특허 제7,724,930호 "SYSTEMS AND METHODS FOR AUTOMATIC CHANGE QUANTIFICATION FOR MEDICAL DECISION SUPPORT" (2010년 5월 25일)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 종래기술 및 상기의 선행기술의 문제점을 해결하고자 하는 발명으로서, 임상적으로 유의미한 유사 증례 검색(similar case image retrieval) 기술을 제안하는 것을 목적으로 한다.
- [0013] 본 발명은 유사 증례 검색을 지원하기 위한 데이터베이스 구축 및 그를 위한 효과적인 정량화 파라미터를 제안하고, 정량화 파라미터를 이용하는 의료 영상 분석 기술을 제안하는 것을 목적으로 한다.
- [0014] 본 발명은 유사 증례 검색을 효과적으로 지원하고, 유사 증례 검색 시 보다 많은 증례 및 보다 많은 정보를 제시할 수 있는 의료 영상 분석 기법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0015] 본 발명은 임상적으로 유의미한 유사 증례 검색을 위하여 유사도를 계산할 수 있도록 정량화된 파라미터를 도출하여 제안하고, 각각의 증례 영상을 하나의 정량화 파라미터를 이용하여 나타내며, 증례 영상 간의 유사도 평가 결과에 기반하여 유사 증례를 검색하는 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0016] 본 발명은 폐 질환의 유사 증례를 검색하는 데에 효과적인 파라미터를 정량화하고, 정량화된 파라미터를 이용하여 유사도를 판정하고, 유사도에 기반하여 유사 증례를 검색하는 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명은 상기의 목적을 달성하기 위하여 도출된 구성으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 시스템에서 실행되는 의료 영상 분석 방법은, 제1 의료 영상에 대한 영상 처리를 수행하고, 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할하는 단계; 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제1 의료 영상 내에서 측정될 수 있는 정량적 측정 조건들에 기반하여 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계; 및 제1 정량화 파라미터를 제1 의료 영상 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역과 관련시켜 데이터베이스에 저장하는 단계를 포함한다.
- [0018] 제1 의료 영상에 대하여 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할하는 단계는 제1 의료 영상 내에서 복수의 해부학적 영역들을 분할할 수 있다. 이때 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계는 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 복수의 영역 별 정량화 파라미터 각각을 생성하고, 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 생성된 복수의 영역 별 정량화 파라미터들 각각을 포함하는 정량화 파라미터 벡터를 제1 정량화 파라미터로서 생성할 수 있다.
- [0019] 이때 제1 정량화 파라미터는 정량화 파라미터 벡터 내부의 복수의 영역 별 정량화 파라미터들 각각을 정규화하여 균등한 가중치를 가지도록 조정한 계산에 기반하여 얻어질 수 있다. 정량화 파라미터 벡터는 복수의 영역 별 정량화 파라미터들 각각을 벡터 공간에 매핑함으로써 생성되는 특징 벡터일 수 있다.
- [0020] 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 정량적 측정 조건들에 기반하여 적어도 하나 이상의 제1 영역을 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 제1 영역이 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 점유하는 공간적 비율, 및 적어도 하나 이상의 제1 영역의 크기와 개수를 포함하는 공간적 분포, 중 적어도 하나 이상을 적어도 하나 이상의 해부학적 영역과 연계하여 정량화함으로써 적어도 하나 이상의 제1 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 제1 의료 영상에 대하여 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할하는 단계는 제1 의료 영상 내에서 복수의 해부학적 영역들을 분할할 수 있다. 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 적어도 하나 이상의 제1 영역을 추출하는 단계는 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 적어도 하나 이상의 제1 영역을 추출할 수 있다.
- [0022] 적어도 하나 이상의 제1 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 LAA(Low Attenuation Area) 영역을 적어도 하나 이상의 제1 영역으로 추출하거나 적어도 하나 이상의 AirTrap 영역을 적어도 하나 이상의 제1 영역으로 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 제1 영역이 점유하는 공간적 비율을 적어도 하나 이상의 제1 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제1 정량화 파라미터로서 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 적어도 하나 이상의 제1 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 LAA(Low Attenuation Area) 영역을 적

어도 하나 이상의 제1 영역으로 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 제1 영역의 크기에 따른 개수를 포함하는 공간적 분포에 기반하여 적어도 하나 이상의 제1 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024] 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 기도 영역을 분할하는 단계; 분할된 루멘(lumen)과 기도 벽을 이용하여 루멘의 둘레길이(lumen perimeter) 및 벽 면적(wall area)를 계산하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에 포함되는 적어도 하나 이상의 기도 각각에 대하여, 루멘의 둘레길이가 10 mm일 때를 가정하고 균등화되는 기도 벽 면적을 제1 정량화 파라미터로서 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 시스템에서 실행되는 유사 증례 검색 방법은, 사용자 입력에 의하여 제2 의료 영상을 수신하는 단계; 제2 의료 영상에 대한 영상 처리를 수행하고, 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할하는 단계; 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제2 의료 영상 내에서 측정될 수 있는 정량적 측정 조건들에 기반하여 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계; 및 제2 정량화 파라미터와의 유사도에 기반하여 제2 의료 영상과 유사한 제1 정량화 파라미터를 가지는 적어도 하나 이상의 제1 의료 영상을 데이터베이스로부터 검색하는 단계를 포함한다.

[0026] 제2 의료 영상에 대하여 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할하는 단계는 제2 의료 영상 내에서 복수의 해부학적 영역들을 분할할 수 있다. 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계는 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 복수의 영역 별 정량화 파라미터 각각을 생성하고, 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 생성된 복수의 영역 별 정량화 파라미터들 각각을 포함하는 정량화 파라미터 벡터를 제2 정량화 파라미터로서 생성할 수 있다.

[0027] 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 정량적 측정 조건들에 기반하여 적어도 하나 이상의 제2 영역을 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 제2 영역이 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 점유하는 공간적 비율, 및 적어도 하나 이상의 제2 영역의 크기와 개수를 포함하는 공간적 분포, 중 적어도 하나 이상을 적어도 하나 이상의 해부학적 영역과 연계하여 정량화함으로써 적어도 하나 이상의 제2 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0028] 적어도 하나 이상의 제2 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 LAA(Low Attenuation Area) 영역을 적어도 하나 이상의 제2 영역으로 추출하거나 적어도 하나 이상의 AirTrap 영역을 적어도 하나 이상의 제2 영역으로 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 제2 영역이 점유하는 공간적 비율을 적어도 하나 이상의 제2 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제2 정량화 파라미터로서 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 적어도 하나 이상의 제2 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 LAA(Low Attenuation Area) 영역을 적어도 하나 이상의 제2 영역으로 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 제2 영역의 크기에 따른 개수를 포함하는 공간적 분포에 기반하여 적어도 하나 이상의 제2 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0030] 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 기도 영역을 분할하는 단계; 분할된 루멘(lumen)과 기도 벽을 이용하여 루멘의 둘레길이(lumen perimeter) 및 벽 면적(wall area)를 계산하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에 포함되는 적어도 하나 이상의 기도 각각에 대하여, 루멘의 둘레길이가 10 mm일 때를 가정하고 균등화되는 기도 벽 면적을 제2 정량화 파라미터로서 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상을 분석하는 컴퓨팅 시스템은 적어도 하나 이상의 프로세서를 포함하고, 적어도 하나 이상의 프로세서는 제1 의료 영상에 대한 영상 처리를 수행하고, 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할한다. 적어도 하나 이상의 프로세서는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제1 의료 영상 내에서 측정될 수 있는 정량적 측정 조건들에 기반하여 제1 정량화 파라미터를 생성하고, 제1 정량화 파라미터를 제1 의료 영상 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역과 관련시켜 데이터베이스에 저장한다.

[0032] 적어도 하나 이상의 프로세서는 제1 의료 영상 내에서 복수의 해부학적 영역들을 분할할 수 있다. 적어도 하나 이상의 프로세서는 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 복수의 영역 별 정량화 파라미터 각각을 생성하고,

복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 생성된 복수의 영역 별 정량화 파라미터들 각각을 포함하는 정량화 파라미터 벡터를 제1 정량화 파라미터로서 생성할 수 있다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 유사 증례를 검색하는 컴퓨팅 시스템은 적어도 하나 이상의 프로세서를 포함하고, 적어도 하나 이상의 프로세서는 사용자 입력에 의하여 제2 의료 영상을 수신하고, 제2 의료 영상에 대한 영상 처리를 수행하고, 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할한다. 적어도 하나 이상의 프로세서는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제2 의료 영상 내에서 측정될 수 있는 정량적 측정 조건들에 기반하여 제2 정량화 파라미터를 생성하고, 제2 정량화 파라미터와의 유사도에 기반하여 제2 의료 영상과 유사한 제1 정량화 파라미터를 가지는 적어도 하나 이상의 제1 의료 영상을 데이터베이스로부터 검색한다.

[0034] 적어도 하나 이상의 프로세서는 제2 의료 영상 내에서 복수의 해부학적 영역들을 분할할 수 있다. 적어도 하나 이상의 프로세서는 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 복수의 영역 별 정량화 파라미터 각각을 생성하고, 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 생성된 복수의 영역 별 정량화 파라미터들 각각을 포함하는 정량화 파라미터 벡터를 제2 정량화 파라미터로서 생성할 수 있다.

발명의 효과

[0035] 본 발명에 따르면, 임상적으로 유의미한 유사 증례 검색 기술을 구현할 수 있다.

[0036] 본 발명에 따르면, 유사 증례 검색을 지원하기 위한 데이터베이스를 구축할 수 있고, 데이터베이스 구축을 위한 효과적인 정량화 파라미터를 도출할 수 있으며, 정량화 파라미터를 이용하는 의료 영상 분석 기술을 구현할 수 있다.

[0037] 본 발명의 의료 영상 분석 기법에 따르면, 유사 증례 검색을 효과적으로 지원하고, 유사 증례 검색 시 보다 많은 증례 및 보다 많은 정보를 제시할 수 있다.

[0038] 본 발명에 따르면, 임상적으로 유의미한 유사 증례 검색을 위하여 유사도를 계산할 수 있도록 정량화된 파라미터를 도출할 수 있다. 본 발명에 따르면, 각각의 증례 영상을 하나의 정량화 파라미터를 이용하여 나타내며, 증례 영상 간의 유사도 평가 결과에 기반하여 유사 증례를 검색할 수 있다.

[0039] 본 발명에 따르면, 폐 질환의 유사 증례를 검색하는 데에 효과적인 파라미터를 정량화하고, 정량화된 파라미터를 이용하여 유사도를 판정하고, 유사도에 기반하여 유사 증례를 검색할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 시스템의 동작 개요를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 폐엽 분할(lung lobe segmentation)의 일 예를 도시하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 LAA(Low Attenuation Area)를 검출하는 일 예를 도시하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 분할된 폐엽 각각에 대하여 LAA 비율을 계산하는 일 예를 도시하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 분할된 폐엽 각각에 대한 LAA 크기의 Logarithm 분석의 일 예를 도시하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 분할된 폐엽 각각에 대하여 AirTrap 비율을 계산하는 일 예를 도시하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 AWT-Pi10 파라미터를 구하는 일 예를 도시하는 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법을 도시하는 동작 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 유사 증례 검색 방법을 도시하는 동작 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0041] 상기 목적 외에 본 발명의 다른 목적 및 특징들은 첨부 도면을 참조한 실시예에 대한 설명을 통하여 명백히 드러나게 될 것이다.
- [0042] 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 시스템의 동작 개요를 나타내는 도면이다. 도 1의 의료 영상 분석 시스템은 컴퓨팅 시스템(도시되지 않음)을 포함하고, 컴퓨팅 시스템은 프로세서, 메모리, 데이터베이스, 및/또는 통신 모듈을 포함할 수 있다. 이하의 동작 및 기능은 컴퓨팅 시스템 내의 프로세서에 의하여 수행되고, 프로세서는 메모리, 데이터베이스 및/또는 통신 모듈 중 적어도 하나 이상과 협력하여 이하의 동작 및 기능을 수행할 수 있다.
- [0044] 도 1을 참조하면 의료 영상 분석 시스템은 흉부 의료 영상(110)을 수신하거나 획득한다. 의료 영상 분석 시스템은 흉부 의료 영상(110)에 대한 영상 분석(120)을 수행하고, 정량적 특징을 추출한다. 의료 영상 분석 시스템은 정량적 특징에 기반하여 유사도를 판단하는 유사도 엔진(130)을 포함한다. 유사도 엔진(130)은 의료 영상(110)에 대하여 얻어진 정량적 특징을 유사 증례 검색이 가능하도록 정량적 파라미터로 변환하여 나타낼 수 있다. 정량적 파라미터는 복수의 종류의 정량적 특징들을 포함할 수 있으며, 해부학적 영역 별로 구분되어 할당될 수 있다. 복수의 해부학적 영역 별로 할당된 정량적 특징들은 벡터 공간 상에 매핑되어 정량적 파라미터는 정량적 특징들의 벡터로 나타내어질 수 있다. 정량적 파라미터를 복수의 해부학적 영역 별로 매핑하기 위해서는 의료 영상(110) 내의 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 영상 분할(image segmentation)에 의하여 분할하는 과정이 선행되어야 한다.
- [0045] 검색 및 등급 시스템(140)은 유사도 엔진(130)에 의하여 생성된 의료 영상(110)에 대한 정량적 파라미터를 비교하고, 유사도에 따른 랭킹을 부여하고 주어진 의료 영상(110)과 가장 가까운 기존의 의료 영상들을 검색할 수 있다. 콘텐츠 기반 이미지 검색(content-based image registration, CBIR) 기법이 이용될 수 있으며, 본 발명의 검색 및 등급 시스템(140)은 정량적 파라미터에 기반하여 CBIR을 수행한다.
- [0046] 정량적 파라미터는 정량적 특징들의 벡터로 나타내어지며, 벡터 공간 상에 매핑되므로, 유사도에 따른 랭킹을 부여할 때에는 각 의료 영상들의 정량적 파라미터들 간의 벡터 공간 상의 거리에 기반하여 유사도를 판정할 수 있다.
- [0047] 제1 의료 영상이 획득되거나 수신되면 제1 의료 영상에 대한 영상 분석(120)이 수행되고, 제1 의료 영상에 대한 제1 정량적 특징들이 추출된다. 제1 정량적 특징들은 유사도 엔진(130)에 의하여 제1 정량적 파라미터로서 변환되어 생성된다. 제1 정량적 파라미터는 제1 의료 영상과 함께 연결되어 데이터베이스 상에 저장된다.
- [0048] 사용자가 유사 증례를 검색하고자 하는 대상인 제2 의료 영상이 사용자의 입력에 의하여 획득되거나 수신되면, 제2 의료 영상에 대한 영상 분석(120)이 수행되고, 제2 의료 영상에 대한 제2 정량적 특징들이 추출된다. 제2 정량적 특징들은 유사도 엔진(130)에 의하여 제2 정량적 파라미터로서 변환되어 생성된다.
- [0049] 검색 및 등급 시스템(140)은 제2 정량적 파라미터와 벡터 공간 상의 거리가 가장 가까운 제1 정량적 파라미터를 데이터베이스로부터 탐색하고, 제1 정량적 파라미터에 대응하여 저장된 제1 의료 영상을 제2 의료 영상에 대한 유사 증례로 제공할 수 있다. 제2 의료 영상의 유사 증례는 하나 또는 그 이상일 수 있으며, 복수의 유사 증례는 유사도 랭킹에 기반하여 순차적으로 디스플레이될 수 있다.
- [0050] 이하에서는 폐 영역을 예로 들어 본 발명의 구체적인 구성을 설명한다. 본 발명의 사상이 이하의 실시예에 의하여 한정되어 이해되어서는 안 된다.
- [0051] 정량적 특징들의 종류로는 다음과 같은 것들을 예로 들 수 있다.
- [0052] LAA(Low Attenuation Area), LAA의 크기 분석(LAA Size Analysis), 기도 벽의 상대적인 두께를 나타내는 지표인 AWT-Pi10, 폐포 내에서 공기가 갇혀 있는 영역인 Air Trap 분석이 정량적 특징들로 이용될 수 있다.
- [0053] 이들 정량적 특징들은 폐 영역 내에서 분할된 해부학적 영역들 각각에 대하여 산출될 수 있다. 정량적 특징들을 일반화하여 표현하면 {Parameter}_{Region}과 같이 나타낼 수 있다. 해부학적 영역들은 폐 영역 전체(Whole Lung), 왼쪽 폐(Left Lung), 오른쪽 폐(Right Lung), 좌상단폐엽(Left Upper Lobe), 좌하단폐엽(Left Lower Lobe), 우상단폐엽(Right Upper Lobe), 우중단폐엽(Right Middle Lobe), 우하단폐엽(Right Lower Lobe) 등으로

구분될 수 있다.

- [0054] 본 발명의 의료 영상 분석 시스템은 정량적 특징들을 해부학적 영역들 각각에 대응시켜 분석한 정량적 파라미터를 유사도 분석을 위하여 사용함으로써 공간적 분포를 고려한 유사 증례를 검색할 수 있다.
- [0055] 예를 들어 LAA 파라미터는 다음과 같이 각 해부학적 영역 별로 얻어지고 나타내어질 수 있다.
- [0056] LAA_WholeLung, LAA_LeftLung, LAA_RightLung,
- [0057] LAA_LeftUpperLobe, LAA_LeftLowerLobe,
- [0058] LAA_RightUpperLobe, LAA_RightMiddleLobe, LAA_RightLowerLobe
- [0059] LAA는 CT 영상 상에서 밝기 값이 임계값보다 어두운 영역을 의미한다. LAA는 폐 영역 내에서 비활동적인 영역을 의미하는 것으로 임상적으로 알려져 있다.
- [0060] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 폐엽 분할(lung lobe segmentation)의 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0061] 폐를 포함하는 CT 영상에 대해 폐의 전체 영역을 다른 장기로부터 분할한다. 이후 폐의 좌우 영역이 분할된다. 이로부터 Whole Lung, Left Lung, Right Lung 영역이 얻어지고, 각각의 영역에 대하여 LAA를 특정할 수 있다.
- [0062] 도 2를 참조하면, 폐를 포함하는 CT 영상이 도시된다. Coronal 영상과 Axial 영상이 도 2에 의하여 도시되며, Coronal 영상에 도시되는 것은 좌우가 반전된 영상이다. 왼쪽 폐는 좌상단폐엽(Left Upper Lobe)과 좌하단폐엽(Right Lower Lobe)으로 분할되고, 오른쪽 폐는 우상단폐엽(Right Upper Lobe), 우중단폐엽(Right Middle Lobe), 우하단폐엽(Right Lower Lobe)으로 분할된다.
- [0063] LAA를 포함하여, 정량적 파라미터는 폐 전체, 왼쪽 폐, 오른쪽 폐, 좌상단폐엽, 좌하단폐엽, 우상단폐엽, 우중단폐엽, 우하단폐엽 각각에 대해서 산출될 수 있다. 이들은 의료 영상(110)에 대하여 임상적으로 유의미한 정량적 특징으로 기능할 수 있으며, 유사 증례 검색의 기준 인덱스로 이용될 수 있다. LAA의 해부학적 영역 별 공간적 분포, 기도 벽 두께의 해부학적 영역 별 공간적 분포, 비활성 영역의 해부학적 영역 별 공간적 분포 등은 임상적인 관점에서 의료 영상(110)을 특성화하기에 충분한 요소일 수 있다.
- [0064] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 LAA(Low Attenuation Area)를 검출하는 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0065] 도 3을 참조하면, 폐를 포함하는 CT 영상 내에서 Hounsfield 값이 -950 HU 이하인 영역을 LAA로 구분하여 표시할 수 있다. CT 영상 내에서 -950 HU 인 영역은 폐포가 터져 공기만으로 가득 찬 영역으로 분류된다. LAA 로 구분된 영역은 실제로 호흡에 도움을 주지 않는 영역으로 이해할 수 있다.
- [0066] 도 3에서는 폐 전체(Whole Lung) 영역에서 LAA로 검출된 영역이 구분되어 표시된다. 도 2에서 분할된 각 해부학적 영역에 LAA 검출 영역이 매핑되고, LAA 검출 영역은 폐 전체, 왼쪽 폐, 오른쪽 폐, 좌상단폐엽, 좌하단폐엽, 우상단폐엽, 우중단폐엽, 우하단폐엽 각각에 대해서 구분되고 정량화될 수 있다.
- [0067] LAA를 검출하는 기준 밝기 값인 -950 HU는 예시적인 값이며, 반드시 이에 따라야 하는 것은 아니고 변경되거나 조정될 수 있다.
- [0068] 한편 도 3에서는 폐를 포함하는 CT 영상을 균등한 공간으로 구획하였는데, 이는 시각적으로 이해를 돕기 위한 것일 뿐, 임상적으로 큰 의미는 없다.
- [0069] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 분할된 폐엽 각각에 대하여 LAA 비율을 계산하는 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0070] 도 4를 참조하면, 분할된 해부학적 영역 각각에 대한 전체 부피가 얻어지고, 분할된 해부학적 영역 각각에서 검출되는 LAA 영역의 부피가 합산되어 계산된다. 이에 따라 각 해부학적 영역에 대하여 전체 부피 대비 LAA 부피의 비율이 계산될 수 있다. 도 4의 가장 오른쪽 칼럼은 이렇게 얻어진 %LAA 정보이며, 백분율로 나타내기 위하여 100이 곱해진 값이다.
- [0071] 도 4의 각 행(row)은 폐 전체(Whole Lungs), 오른쪽 폐(Rt. Lung), 왼쪽 폐(Lt. Lung), 우상단폐엽(RUL), 우중단폐엽(RML), 우하단폐엽(RLL), 좌상단폐엽(LUL), 좌하단폐엽(LLL) 각각을 나타내고, 각 칼럼(column)은 각 해부학적 영역에 대한 전체 부피(volume, cc), LAA 부피, %LAA를 나타낸다.

- [0072] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 분할된 폐엽 각각에 대한 LAA 크기의 Logarithm 분석의 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0073] LAA 크기 분석(LAA-Size Analysis)을 설명의 편의 상 LAASA로 표기한다. 도 3에서 구한 LAA 영역이 크기 별로 분류된다. 예를 들어 LAA는 2mm 미만, 2mm 이상 4mm 미만, 4mm 이상 6mm 미만, 6mm 이상 8mm 미만, 8mm 이상 10mm 미만, 10mm 이상 12mm 미만, 12mm 이상 14mm 미만, 14mm 이상 16mm 미만, 16mm 이상 18mm 미만, 18mm 이상 20mm 미만, 20mm 이상으로 분류될 수 있다.
- [0074] 분류된 LAA 영역의 개수가 카운트된다. 이를 이용하여 도 5에 도시된 것처럼 가로축은 LAA 영역의 크기, 세로축은 누적 영역의 개수로 LAA의 공간적 분포를 표시할 수 있다.
- [0075] 도 5에서 가로축과 세로축은 모두 Log Scale로 표시된다. 도 5의 세로축의 누적 개수는 0mm 이상, 2mm 이상, 4mm 이상, 6mm 이상, 8mm 이상, 10mm 이상, 12mm 이상, 14mm 이상, 16mm 이상, 18mm 이상, 20mm 이상인 LAA 영역의 개수를 나타낸다.
- [0076] 도 5의 값의 분포를 직선의 방정식으로 근사 모델링(linear regression)했을 때 직선 방정식의 기울기 값을 LogLogD라고 표시한다.
- [0077] 도 5에서는 분할된 해부학적 영역들 각각에 대하여 LAASA_LogLogD 값이 산출되어 그래프로 표시된다.
- [0078] %LAA 와 LAASA를 병행하여 정량적 파라미터로 이용할 수 있다. %LAA는 CT 영상 획득 시 호흡을 어느 정도까지 들이마셨는지(호흡 레벨)에 따라 값의 변화가 있을 수 있다. LogLogD 는 호흡 레벨에 관계 없이 일정한 값을 나타낸다고 임상적으로 알려져 있다.
- [0079] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 분할된 폐엽 각각에 대하여 AirTrap 비율을 계산하는 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0080] 도 6을 참조하면, 도 6의 각 행(row)은 폐 전체(Whole Lungs), 오른쪽 폐(Rt. Lung), 왼쪽 폐(Lt. Lung), 우상단폐엽(RUL), 우중단폐엽(RML), 우하단폐엽(RLL), 좌상단폐엽(LUL), 좌하단폐엽(LL) 각각을 나타내고, 각 칼럼(column)은 각 해부학적 영역에 대한 전체 부피(volume, cc), Air Trap 영역의 부피(ATV, cc), Air Trap 영역의 부피 비율(ATI, %)를 나타낸다.
- [0081] Air Trap 영역은 다음과 같이 얻어진다.
- [0082] 흡기(inspiration) 영상에서 폐 영역 및 Lobe 영역을 분할한다.
- [0083] 호기(expiration) 영상을 흡기 영상으로 정합한다(registering, registration).
- [0084] 정합된 호기 영상과 흡기 영상 간의 차 영상을 생성한다 (정합된 호기 영상 - 흡기 영상).
- [0085] 차 영상에서 60 HU 이하인 영역을 검출한다.
- [0086] 이상의 과정을 거쳐 얻어진 ATV와 각 해부학적 영역의 전체 부피 간의 비율을 구하여 Air Trap 의 비율을 산출할 수 있다. 이때 60 HU는 변경 또는 조정 가능한 값이다. 정상인 경우에는 호흡을 내뿔으면 60 HU 이상으로 밝아져야 하는데, 60 HU 이하인 영역은 공기가 폐 안에 남아 있는 영역을 의미한다. 숨을 내뿔지 못하는 영역을 의미하므로 공기가 폐 안에 갇혀 있다는 뜻에서 Air Trap 으로 불리는 영역이다.
- [0087] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 과정 중 AWT-Pi10 파라미터를 구하는 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0088] AWT-Pi10 파라미터를 구하기 위해서, 의료 영상에서 폐와 Lobe 영역이 분할된다. 이후에 기도 영역(Airway)이 분할된다. 기도의 각 branch에서 lumen과 기도 벽 영역이 분할된다.
- [0089] 도 7에서는 분할된 기도의 branch가 선택되어 lumen과 기도 벽 영역이 분할되는 과정이 도시된다. CT 영상에서 기도 벽 영역과 lumen이 분할되어, 분할 결과가 CT 영상에 오버레이되어 표시된다. 분할된 lumen과 기도 벽을 이용하여 lumen perimeter(둘레 길이)와 wall area를 구한다. 분할된 해부학적 영역 각각에 포함된 기도에 대하여 구해진 perimeter와 wall area를 정량화한다. 이때 동일한 기준에서 비교하기 위하여 perimeter가 10 mm일 경우를 가정하여 line regression을 수행하고, 10mm 인 경우를 가정한 wall area를 AWT-Pi10으로 산출한다.
- [0090] 기도 벽이 두꺼우면 숨을 잘 내뿔지 못하게 될 가능성이 높은 것으로 알려져 있다. 이를 정량적으로 표현하기 위하여 AWT-Pi10 파라미터가 이용된다. 일반적으로 trachea쪽은 기도(lumen)와 기도 벽의 두께가 모두 크고, 미

세기관지 쪽으로 갈수록 lumen과 기도 벽의 두께가 작으므로, 어떤 해부학적 영역 내에서 기도 벽의 두께를 하나의 값으로 표현하기 위한 정규화(normalization)로서 lumen의 둘레 길이가 10mm인 경우를 가정하여 기도 벽의 두께를 산출하여 정량적 파라미터로 이용한다. 분할된 해부학적 영역 내의 모든 기도에서 구한 값들을 직선방정식으로 모델링 한 후 lumen의 둘레길이가 10mm일때의 기도 벽의 두께를 AWT-Pi10이라고 정의해서 이용한다. 이때 기도 벽의 두께는 기도 벽의 면적을 sqrt하여 사용하는 것으로 정의할 수 있다.

- [0091] 만성 폐쇄성 폐질환(COPD, Chronic Obstructive Pulmonary Disease), 미만성 폐질환(DLD, Diffuse Lung Disease), 미만성 간질성 폐질환(DILD, Diffuse Interstitial Lung Disease) 등의 경우에 임상적으로 유의미한 증례 검색의 기준은 예를 들면 "Left Upper Lobe에 LAA가 심하고, 나머지 영역은 LAA가 없는 점이 비슷하다."와 같이 표현되므로, 해부학적 영역 별로 산출된 정량적 파라미터의 유사도가 중요한 역할을 한다. 임상적인 의미에서는 폐 자체의 모양이 비슷하거나 밝기 값의 분포가 비슷한 것만으로는 큰 의미가 없는 것으로 알려져 있다. 또한 최근의 임상 연구에 의하면 폐의 위아래, 앞뒤쪽으로 공간적인 의미를 부여하기보다는 lobe 단위로 공간적 의미를 부여하는 것이 일반적이다. 또한 하나의 lobe 내에서 LAA가 어떤 공간적 분포를 가지는 지도 크게 임상적인 의미가 없는데, 이는 시술이 lobe 각각을 기준으로 이루어지기 때문이다.
- [0092] 또한 lobe의 모양은 환자 별로 매우 다양하며, 경우에 따라서는 lobe의 개수가 1개 더 많거나, 분류가 되지 않는 경우도 있다. 따라서 폐 전체 공간을 도 3에서와 같이 균등한 공간으로 구획하여 분석하는 것 또한 임상적으로 큰 의미가 없는 것으로 알려져 있다.
- [0093] 이상에서 언급한 정량적 특징들은 특징마다 값의 범위가 상이하므로 공평한 weight가 적용되기 위하여 normalization이 뒤따를 필요가 있다. 각 특징 별로 표준 편차로 나누거나, percentile95로 나누어 정규화할 수 있다.
- [0094] 정규화된 파라미터들은 하나의 set으로 구성할 수 있다. 이들 set은 하나의 벡터로 다루어질 수 있다. 예를 들어, {LAA_Whole, LAA_R, LAA_L, LAA_RUL, 쉼, AWT-Pi10_RUL, AWT-Pi10_RML, 쉼 LogLogD_LUL, LogLogD_LLL }과 같이 정량화된 파라미터를 취합하는 벡터가 최종적인 정량화 파라미터로 얻어질 수 있다.
- [0095] 이러한 정량화 파라미터의 벡터들은 벡터 공간 상의 Euclidean distance 또는 cosine distance를 이용하여 상호 간의 거리를 구할 수 있으며, 거리가 가까운 순서대로 유사하다고 판단될 수 있다.
- [0096] 이상에서 폐 질환의 진단을 지원하는 유사 증례 검색 기법이 예시되었으나, 본 발명의 사상은 이상의 실시예에 국한되지 않는다. 본 발명의 의료 영상 분석 및 유사 증례 검색 시스템은 임상적인 의미를 가지는 정량화된 특징(quantitative feature)을 의료 영상에 기반하여 추출한다. 정량화된 특징은 의료 영상에 기반하여 추출될 수 있는 것이고, 영상 분할(image segmentation)에 의하여 분할된 해부학적 영역 별로 매핑될 수 있다. 적어도 하나 이상의 정량화된 특징이 해부학적 영역 각각에 대하여 구해지고, 하나의 의료 영상(medical image) 또는 하나의 의료 영상 집합(medical image set)마다 해부학적 영역 각각에 대하여 구해진 적어도 하나 이상의 정량화된 특징을 결합하여 하나의 벡터가 생성될 수 있다. 즉, 하나의 의료 영상 또는 하나의 의료 영상 집합에 대하여 하나의 정량화된 파라미터 벡터가 주어질 수 있다. 정량화된 파라미터 벡터는 내부에 의료 영상 내의 각 해부학적 영역에 대한 인덱스를 포함한다. 정량화된 파라미터 벡터는 서로 다른 정량화된 특징들 간의 정규화가 이루어진 값이며, 의료 영상과 연결되어 데이터베이스 상에 저장된다.
- [0097] 이후에 새로운 의료 영상이 입력되면, 새로운 의료 영상에 대한 분석에 의하여 도출된 정량화된 파라미터 벡터와 기존 데이터베이스 상에 저장된 정량화된 파라미터 벡터들 간의 거리에 기반한 유사도를 측정하여 새로운 의료 영상과 임상적인 의미가 가장 유사한 적어도 하나 이상의 의료 영상을 검색하여 유사 증례로 제공할 수 있다.
- [0098] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법을 도시하는 동작 흐름도이다.
- [0099] 도 8을 참조하면, 의료 영상 분석 방법이 실행되는 컴퓨팅 시스템은 제1 의료 영상에 대한 영상 처리를 수행하고, 제1 의료 영상 내의 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할한다(S820).
- [0100] 컴퓨팅 시스템은 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제1 의료 영상 내에서 측정될 수 있는 정량적 측정 조건들에 기반하여 제1 정량화 파라미터를 생성한다(S830).
- [0101] 컴퓨팅 시스템은 제1 정량화 파라미터를 제1 의료 영상 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역과 관련시켜 데이터베이스에 저장한다(S840).
- [0102] 단계(S820)는 제1 의료 영상 내에서 복수의 해부학적 영역들을 분할할 수 있다. 이때 제1 정량화 파라미터를 생

성하는 단계(S830)는 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 복수의 영역 별 정량화 파라미터 각각을 생성하고, 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 생성된 복수의 영역 별 정량화 파라미터들 각각을 포함하는 정량화 파라미터 벡터를 제1 정량화 파라미터로서 생성할 수 있다.

- [0103] 이때 제1 정량화 파라미터는 정량화 파라미터 벡터 내부의 복수의 영역 별 정량화 파라미터들 각각을 정규화하여 균등한 가중치를 가지도록 조정한 계산에 기반하여 얻어질 수 있다. 정량화 파라미터 벡터는 복수의 영역 별 정량화 파라미터들 각각을 벡터 공간에 매핑함으로써 생성되는 특징 벡터일 수 있다.
- [0104] 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계(S830)는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 정량적 측정 조건들에 기반하여 적어도 하나 이상의 제1 영역/제1 소견 영역(예를 들어 LAA, 또는 Air Trap 등)을 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 제1 영역이 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 점유하는 공간적 비율, 및 적어도 하나 이상의 제1 영역의 크기와 개수를 포함하는 공간적 분포, 중 적어도 하나 이상을 적어도 하나 이상의 해부학적 영역과 연계하여 정량화함으로써 적어도 하나 이상의 제1 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계(도시되지 않음)를 포함할 수 있다.
- [0105] 제1 의료 영상에 대하여 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할하는 단계(S820)는 제1 의료 영상 내에서 복수의 해부학적 영역들을 분할할 수 있다. 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 적어도 하나 이상의 제1 영역을 추출하는 단계는 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 적어도 하나 이상의 제1 영역을 추출할 수 있다.
- [0106] 적어도 하나 이상의 제1 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계(도시되지 않음)는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 LAA(Low Attenuation Area) 영역을 적어도 하나 이상의 제1 영역으로 추출하거나 적어도 하나 이상의 AirTrap 영역을 적어도 하나 이상의 제1 영역으로 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 제1 영역이 점유하는 공간적 비율(%LAA 또는 %Air Trap)을 적어도 하나 이상의 제1 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제1 정량화 파라미터로서 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0107] 적어도 하나 이상의 제1 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계(도시되지 않음)는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 LAA(Low Attenuation Area) 영역을 적어도 하나 이상의 제1 영역으로 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 제1 영역의 크기에 따른 개수를 포함하는 공간적 분포에 기반하여 적어도 하나 이상의 제1 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제1 정량화 파라미터(예를 들어 LAA-SA의 LogLogD)를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0108] 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제1 정량화 파라미터를 생성하는 단계(S830)는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 기도 영역을 분할하는 단계; 분할된 루멘(lumen)과 기도 벽을 이용하여 루멘의 둘레길이(lumen perimeter) 및 벽 면적(wall area)를 계산하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에 포함되는 적어도 하나 이상의 기도 각각에 대하여, 루멘의 둘레길이가 10 mm일 때를 가정하고 균등화되는 기도 벽 면적에 기반한 파라미터(예를 들어 AWT-Pi10)를 제1 정량화 파라미터로서 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0109] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 유사 증례 검색 방법을 도시하는 동작 흐름도이다.
- [0110] 도 9를 참조하면, 유사 증례 검색 방법이 실행되는 컴퓨팅 시스템은 사용자 입력에 의하여 제2 의료 영상을 수신한다(S910).
- [0111] 컴퓨팅 시스템은 제2 의료 영상에 대한 영상 처리를 수행하고, 적어도 하나 이상의 제2 의료 영상 내의 해부학적 영역을 분할한다(S920).
- [0112] 컴퓨팅 시스템은 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제2 의료 영상 내에서 측정될 수 있는 정량적 측정 조건들에 기반하여 제2 정량화 파라미터를 생성한다(S930).
- [0113] 컴퓨팅 시스템은 제2 정량화 파라미터와의 유사도에 기반하여 제2 의료 영상과 유사한 제1 정량화 파라미터를 가지는 적어도 하나 이상의 제1 의료 영상을 데이터베이스로부터 검색한다(S950).
- [0114] 컴퓨팅 시스템은 유사 증례 검색 및 검토가 완료된 제2 의료 영상을 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 및 제2 정량화 파라미터와 관련시켜 데이터베이스에 저장할 수 있다(도시되지 않음).

- [0115] 제2 의료 영상에 대하여 적어도 하나 이상의 해부학적 영역을 분할하는 단계(S920)는 제2 의료 영상 내에서 복수의 해부학적 영역들을 분할할 수 있다. 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계(S930)는 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 복수의 영역 별 정량화 파라미터 각각을 생성하고, 복수의 해부학적 영역들 각각에 대하여 생성된 복수의 영역 별 정량화 파라미터들 각각을 포함하는 정량화 파라미터 벡터를 제2 정량화 파라미터로서 생성할 수 있다.
- [0116] 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계(S930)는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 정량적 측정 조건들에 기반하여 적어도 하나 이상의 제2 영역(예를 들어 LAA, Air Trap 등)을 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 제2 영역이 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 점유하는 공간적 비율, 및 적어도 하나 이상의 제2 영역의 크기와 개수를 포함하는 공간적 분포, 중 적어도 하나 이상을 적어도 하나 이상의 해부학적 영역과 연계하여 정량화함으로써 적어도 하나 이상의 제2 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계(도시되지 않음)를 포함할 수 있다.
- [0117] 적어도 하나 이상의 제2 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계(도시되지 않음)는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 LAA(Low Attenuation Area) 영역을 적어도 하나 이상의 제2 영역으로 추출하거나 적어도 하나 이상의 AirTrap 영역을 적어도 하나 이상의 제2 영역으로 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 제2 영역이 점유하는 공간적 비율(%LAA 또는 %Air Trap)을 적어도 하나 이상의 제2 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제2 정량화 파라미터로서 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0118] 적어도 하나 이상의 제2 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계(도시되지 않음)는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 LAA(Low Attenuation Area) 영역을 적어도 하나 이상의 제2 영역으로 추출하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 적어도 하나 이상의 제2 영역의 크기에 따른 개수를 포함하는 공간적 분포에 기반하여(예를 들어, LAA-SA LogLogD) 적어도 하나 이상의 제2 영역 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 관련되는 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0119] 적어도 하나 이상의 해부학적 영역에 대하여 제2 정량화 파라미터를 생성하는 단계(S920)는 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에서 기도 영역을 분할하는 단계; 분할된 루멘(lumen)과 기도 벽을 이용하여 루멘의 둘레길이(lumen perimeter) 및 벽 면적(wall area)를 계산하는 단계; 및 적어도 하나 이상의 해부학적 영역 내에 포함되는 적어도 하나 이상의 기도 각각에 대하여, 루멘의 둘레길이가 10 mm일 때를 가정하고 균등화되는 기도 벽 면적에 기반한 파라미터(예를 들어 AWT-Pi10)를 제2 정량화 파라미터로서 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0120] 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법 및/또는 유사 증례 검색 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 본 발명을 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 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0121] 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다. 본 발명의 실시예와 도면에 소개된 길이, 높이, 크기, 폭 등은 이해를 돕기 위해 과장된 것일 수 있다.
- [0122] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0123] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라

이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0124]

110: 흉부 의료 영상

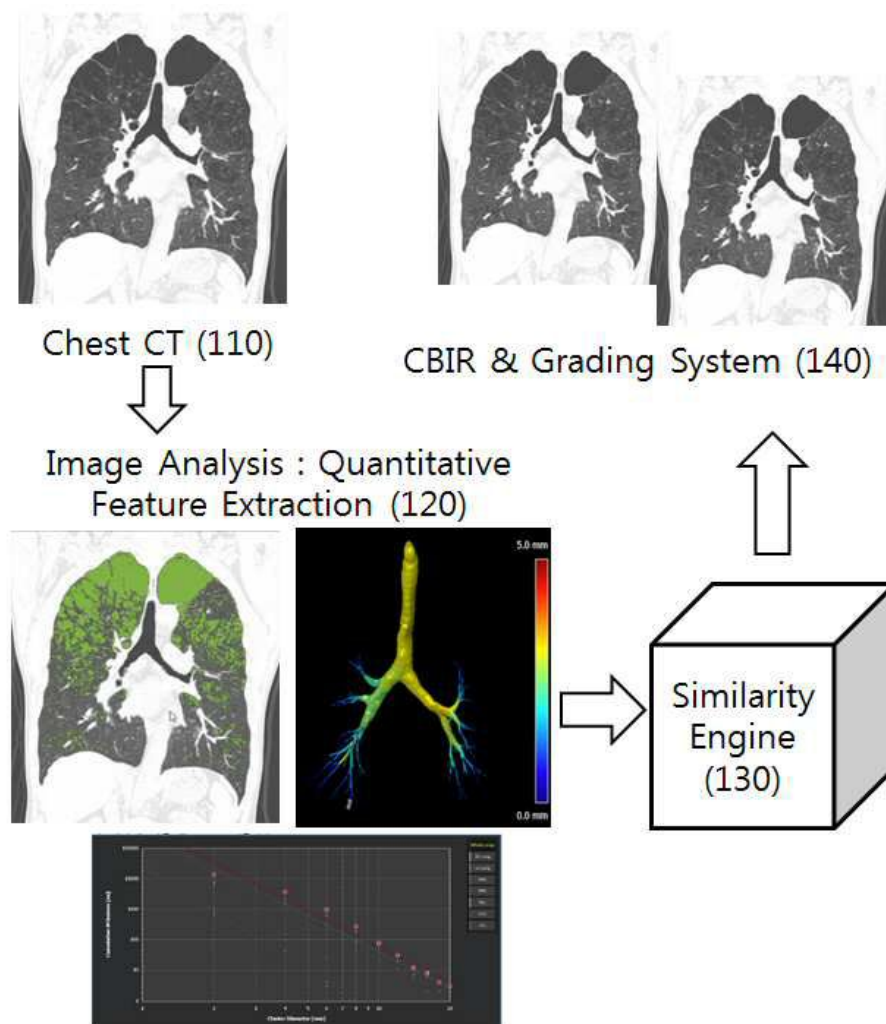
120: 의료 영상 분석: 정량화 특징 추출

130: 유사도 엔진

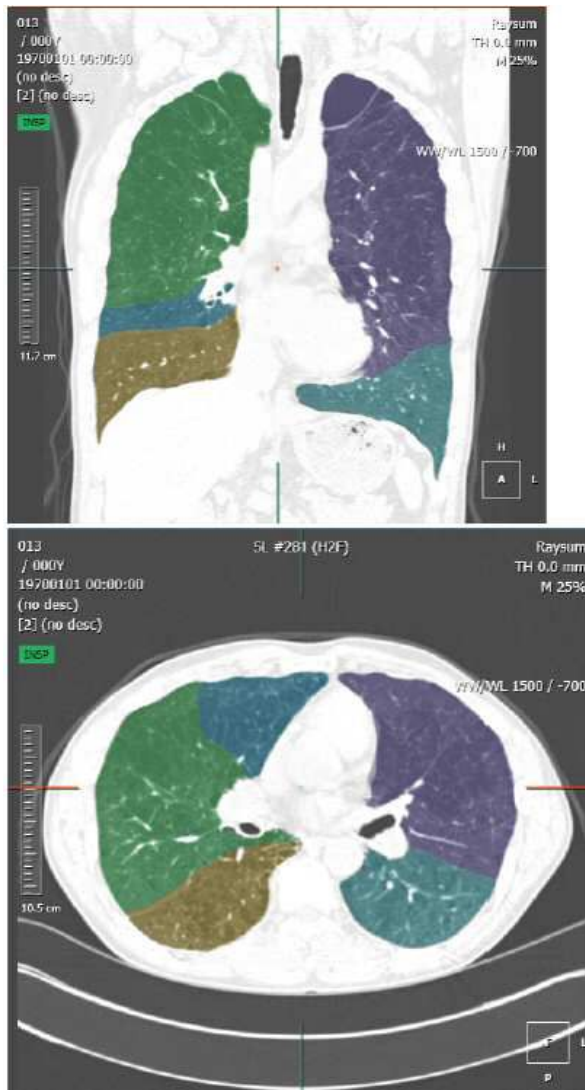
140: 검색 & 등급 시스템

도면

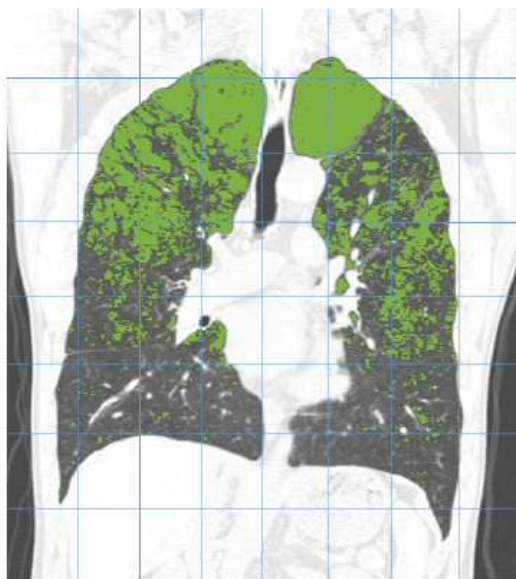
도면1



도면2



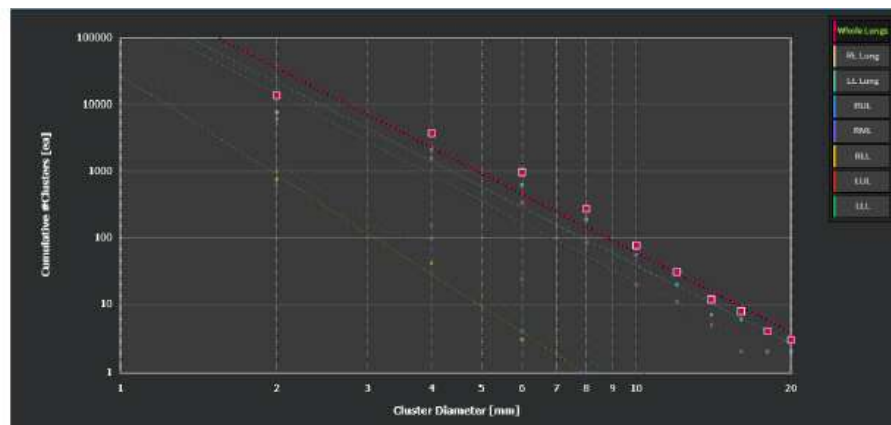
도면3



도면4

Regions	Volume (cc)	LAA (≤ -950 , cc)	LAA (≤ -950 , %)
Whole Lungs	6243.6	1689.6	27.1
Rt. Lung	3306.8	941.4	28.5
Lt. Lung	2936.8	748.2	25.5
RUL	1850.7	826.8	44.7
RML	405.1	55.3	13.7
RLL	1051.1	59.3	5.6
LUL	1764.3	671.6	38.1
LLL	1172.6	76.6	6.5

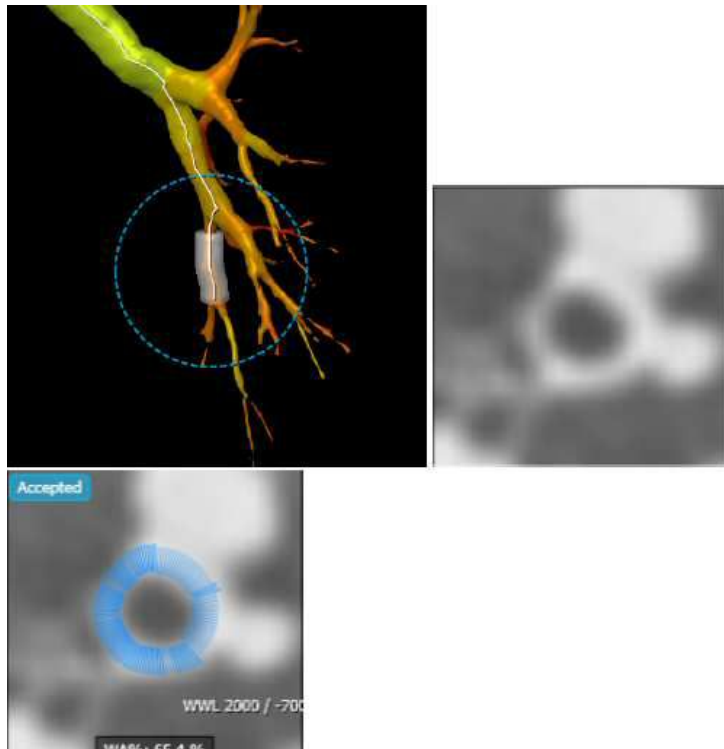
도면5



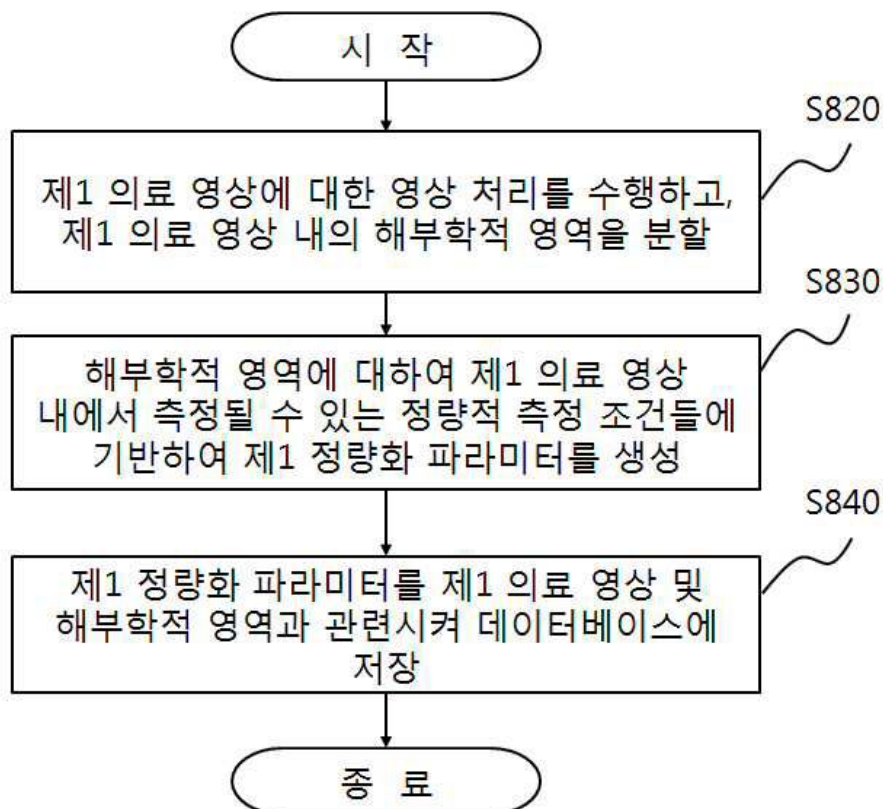
도면6

Regions	Volume (cc)	ATV (< 60 , cc)	ATI (< 60 , %)
Whole Lungs	6243.6	3501.0	56.1
Rt. Lung	3306.8	2050.2	62.0
Lt. Lung	2936.8	1450.7	49.4
RUL	1850.7	1458.6	78.8
RML	405.1	281.1	69.4
RLL	1051.1	310.6	29.6
LUL	1764.3	1226.1	69.5
LLL	1172.6	224.6	19.2

도면7



도면8



도면9

