

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2015년 2월 26일 (26.02.2015)



(10) 국제공개번호  
**WO 2015/026050 A1**

- (51) 국제특허분류:  
*G06T 7/00* (2006.01) *A61B 6/00* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/004974
- (22) 국제출원일: 2014년 6월 4일 (04.06.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2013-0098549 2013년 8월 20일 (20.08.2013) KR
- (71) 출원인: 재단법인 아산사회복지재단 (THE ASAN FOUNDATION) [KR/KR]; 138-736 서울시 송파구 올림픽로 43길 88, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 이민호 (LEE, Min Ho); 138-736 서울시 송파구 올림픽로 43길 88, Seoul (KR). 김남국 (KIM, Nam Kug); 138-736 서울시 송파구 올림픽로 43길 88, Seoul (KR). 서준범 (SEO, Joon Beom); 138-736 서울시 송파구 올림픽로 43길 88, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 안상정 (AN, Sang Jeong); 443-270 경기도 수원시 영통구 광고로 145 차세대융합기술연구원 A동 7층 퍼스트엔드포에버, Gyeonggi-do (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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).

규칙 4.17에 의한 선언서:

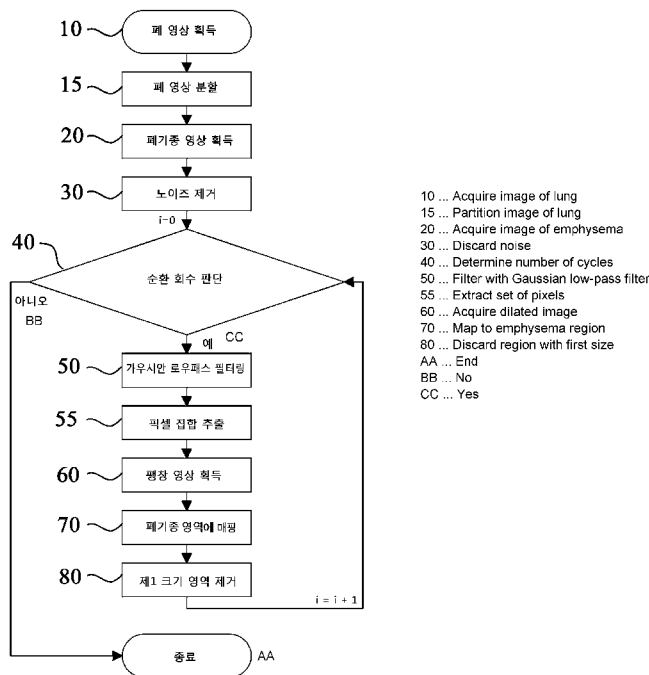
- 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: METHOD FOR QUANTIFYING MEDICAL IMAGE

(54) 발명의 명칭: 의료 영상의 정량화 방법



(57) Abstract: Disclosed is a method for quantifying a medical image characterized by comprising the steps of: generating regions of interest on the basis of a medical image; and classifying the regions of interest according to the sizes thereof.

(57) 요약서: 본 개시는 의료 영상을 기초로 관심 영역들 (regions of interest)이 생성되는 단계; 그리고 관심 영역들의 크기(size)에 따라 관심 영역들이 구분(classification)되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법에 관한 것이다.

WO 2015/026050 A1

## 명세서

### 발명의 명칭: 의료 영상의 정량화 방법

#### 기술분야

- [1] 본 개시(Disclosure)는 전체적으로 의료 영상의 정량화 방법에 관한 것으로, 특히 관심 영역들의 크기에 따라 관심 영역들을 구분하는 의료 영상의 정량화 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 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).
- [3] 폐는 혈중 CO<sub>2</sub>를 공기 중의 O<sub>2</sub>와 교환해주는 기관으로서 폐의 지역적 폐포들이 지속적으로 새로운 공기(O<sub>2</sub>)와 피를 공급받는 것이 중요하다. 폐기종(emphysema) 및 만성 기관지염(chronic bronchitis)과 같은 만성 폐쇄성 폐질환(chronic obstructive pulmonary disease; COPD) 등 폐의 질병을 검사하는 방법으로 다양한 방법이 사용된다.
- [4] 예를 들어, 일산화탄소확산능(DLco) 검사는 흡기 상태와 호기 상태에서 일산화탄소의 부분압 차이를 측정하는 검사이다. 그러나 일산화탄소확산능 검사는 폐 기능의 평균적인 정보를 줄 뿐, 좌우측 폐를 구분하거나 폐의 위치에 따른 정보는 주지 못한다.
- [5] 한편, 고해상도 컴퓨터단층촬영(computed tomography; CT)은 COPD에 의한 폐 구조의 변화를 평가하는 비침습적(noninvasive) 수단으로 널리 사용되고 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 것과 같이, CT를 사용하여 폐 영상을 얻고, 폐 영상에서 폐기능의 손실과 연관이 있는 LAA(low attenuation area)가 차지하는 면적비(LAA%) 또는 폐기종 지표(emphysema index; EI)와 같은 지표를 사용하였다.
- [6] 이와 같은 CT를 사용한 LAA% 또는 EI는 좌우측 폐를 구별하여 보여주고 픽셀 수준에서 폐기종의 분포를 보여준다. 그러나 폐기종 영상과 EI만으로는 폐기종의 지역적 분포(local distribution)와 정도(extent)에 관한 객관적 정보를 주지 못한다. 예를 들어, 좌측 폐기종 영상(도 1(a))과 우측 폐기종 영상(도 1(b))에서 EI는 거의 비슷하지만, 폐기종의 크기와 분포가 현저히 다른 것을 알 수 있다. 의사가 시각적으로 및 직관적으로 크기와 분포를 판단할 수 있지만, 객관적이지 못하다는 문제가 있다.
- [7] 또한, 폐기종은 폐의 구조적 손상을 나타내므로 폐의 해부학적 구조와 폐기종의 크기 및 분포 간에는 연관성이 있다. 그러나 폐 영상에 의한 직관적 판단이나 평균적 수치인 EI로는 폐기종의 크기 및 지역적 분포와 폐의 해부학적 구조 간의 연관성에 대해 충분한 정보를 주지 못하는 문제가 있다.

- [8] 논문 Longitudinal Study of Spatially Heterogeneous Emphysema Progression in Current Smokers with Chronic Obstructive Pulmonary Disease(Naoya Tanabe, Shigeo Muro, Susumu Sato, Shiro Tanaka, Tsuyoshi Oguma, Hirofumi Kiyokawa, Tamaki Takahashi, Daisuke Kinose, Yuma Hoshino, Takeshi Kubo, Toyohiro Hirai<sup>1</sup>, Michiaki Mishima)에는 LAA%와 폐기종 클러스터(cluster)들의 형태 및 개수의 연도별 변화를 측정하는 방법이 개시되어 있다. 그러나 폐기종 클러스터들 또는 폐기종 클러스터를 구성하는 폐기종 자체의 크기별로 구분하는 방법을 개시하지 못한다.

### **발명의 상세한 설명**

#### **기술적 과제**

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

#### **과제 해결 수단**

- [10] 여기서, 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).

- [11] 본 개시에 따른 일 태양에 의하면(According to one aspect of the present disclosure), 의료 영상을 기초로 관심 영역들(regions of interest)이 생성되는 단계; 그리고 관심 영역들의 크기(size)에 따라 관심 영역들이 구분(classification)되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법이 제공된다.

#### **발명의 효과**

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

#### **도면의 간단한 설명**

- [13] 도 1은 폐 영상을 쓰레쉬홀딩(thresholding)하여 획득된 폐기종(emphysema) 영상의 일 예를 설명하는 도면,  
 [14] 도 2는 본 개시에 따른 영상의 정량화 방법의 일 예를 설명하는 도면,  
 [15] 도 3은 폐 영상을 쓰레쉬홀딩(thresholding)하여 획득된 폐기종(emphysema) 영상의 일 예를 설명하는 도면,  
 [16] 도 4는 폐기종 영상에서 노이즈가 제거되는 방법의 일 예를 설명하는 도면,  
 [17] 도 5는 홀필링(hole filling) 효과의 일 예를 설명하는 도면,  
 [18] 도 6은 관심 영역들이 가우시안 로우패스필터에 의해 필터링되는 과정의 일 예를 설명하는 도면,  
 [19] 도 7은 관심 영역들이 가우시안 로우패스필터에 의해 필터링되어 픽셀의 집합이 추출되는 과정의 일 예를 설명하는 도면,  
 [20] 도 8은 가우시안 로우패스필터를 통과한 픽셀의 집합을 기초로 팽창 영역이 형성되는 과정의 일 예를 설명하는 도면,  
 [21] 도 9는 팽창 영역으로부터 제1 크기 영역이 생성되는 과정의 일 예를 설명하는

- 도면,
- [22] 도 10은 도 9에서 설명된 과정을 관심 영역들의 스펙트럼 영상으로 설명하는 도면,
- [23] 도 11은 관심 영역 영상으로부터 제1 크기 영역이 제거되는 과정의 일 예를 설명하는 도면,
- [24] 도 12는 크기에 따른 구분을 반복하여 크기 영역별로 구분된 관심 영역들의 일 예를 설명하는 도면,
- [25] 도 13은 폐기종을 구(sphere)로 모델링한 팬텀 연구(phantom study)를 설명하는 도면.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [26] 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)).
- [27] 도 2는 본 개시에 따른 영상의 정량화 방법의 일 예를 설명하는 도면이다.
- [28] 의료 영상의 정량화 방법에서, 먼저, 의료 영상을 기초로 관심 영역들(regions of interest)이 생성된다(10, 15, 20). 이후, 관심 영역들의 크기에 따라 관심 영역들이 구분(classification)된다(40-80).
- [29] 예를 들어, 의료 영상 장치에 의해 의료 영상이 획득되고, 의료 영상이 쓰레쉬홀딩(thresholding)되어 관심 영역들이 추출된다.
- [30] 이후, 관심 영역들로부터 노이즈(noises)가 제거되고, 관심 영역들이 영상 처리(image processing)된다. 영상 처리에서, 각 관심 영역들의 인텐시티가 해당 관심 영역의 사이즈와 상관 관계를 가지도록 영상 처리된다. 다음, 영상 처리된 관심 영역들의 인텐시티(intensity)를 기초로 관심 영역들의 크기 범위가 정해진다.
- [31] 예를 들어, 랭스 스케일 분석(Length Scale Analysis)에 의해 관심 영역들의 크기가 필터링된다. 그 결과 관심 영역들 중 제1 크기 범위에 속하는 관심 영역(제1 크기 영역)이 획득된다. 이후, 관심 영역들에서 제1 크기 영역이 제거된다. 제1 크기 영역이 제거된 관심 영역들에 대해 랭스 스케일 분석에 의해 크기가 필터링된다. 그 결과 관심 영역들에서 제2 크기 범위에 속하는 관심 영역(제2 크기 영역)이 획득된다.
- [32] 이후, 제1 크기 영역 및 제2 크기 영역이 의료 영상 위에서 구별되도록 시각화될 수 있다.
- [33] 이하, 도면들을 참조하여 의료 영상의 정량화 방법이 상세히 설명된다.
- [34] 도 3은 폐 영상을 쓰레쉬홀딩(thresholding)하여 획득된 폐기종(emphysema) 영상의 일 예를 설명하는 도면이다.
- [35] 의료 영상의 정량화 방법에서, 먼저, 의료 영상 장치에 의해 의료 영상이 획득된다(도 2의 10, 15).

- [36] 예를 들어, 컴퓨터단층촬영(CT), 자기공명영상(MRI) 등 의료 영상 장치에 의해 장기(organ)의 영상이 획득된다. 이후, 의료 영상이 쓰레쉬홀딩(thresholding)되어 관심 영역들이 추출된다(도 2의 20).
- [37] 도 3에는 흉부 볼륨 CT(Volumetric Chest CT)에 의해 획득된 폐 영상이 쓰레쉬홀딩되어 생성된 폐기종(emphysema) 영상이 예시되어 있다. 폐 영상은 폐의 해부학적 구조(antomy)와 공기의 환기(ventilation)를 보여준다. 폐 영상에 나타난 공기는 폐의 정상적인 공기 환기 경로(에어 웨이)에 있는 공기도 있지만, 폐의 구조(예; 폐포)가 손상된 영역에도 공기가 채워져 있다.
- [38] 예를 들어, CT에서 감쇠가 클수록 밝게 보인다. 따라서 공기는 저감쇠 영역(Low attenuation area; LAA)으로 나타난다. 쓰레쉬홀드값 -950 HU으로 폐 영상을 필터링하면 정상적인 에어 웨이를 제외한 폐기종 영역들(관심 영역들)이 추출되어 폐기종 영상이 획득된다.
- [39] 관심 영역들에는 이후의 과정을 위해 균등하게 인텐시티가 부여될 수 있다. 예를 들어, 관심 영역들에는 Maximum density value(MDV)로 225가 부여될 수 있다.
- [40] 도 4는 폐기종 영상에서 노이즈가 제거되는 방법의 일 예를 설명하는 도면이다.
- [41] 이후, 관심 영역들에 나타나는 노이즈로 판단되는 작은 홀들이 채워진다(filling)(도 2의 30). partial volume effect나 노이즈로 인해 관심 영역들에는 홀들이 나타난다. 이러 홀은 약 1, 2 개 픽셀 정도의 사이즈이지만 이후 과정에서 관심 영역들의 크기 필터링의 정확성을 많이 떨어뜨리기 때문에 관심 영역들에서 제거된다. 예를 들어, 적절한 필링 필터(filling filter)를 사용하여 홀들이 채워진다.
- [42] 도 5는 홀필링 효과의 일 예를 설명하는 도면이다.
- [43] 관심 영역 영상은 3차원 볼륨 데이터로 획득된다. 관심 영역 영상에서 특정 방향으로 폐기종이 있는 영역과 없는 영역이, 도 5(a)에 도시된 것과 같이, 스펙트럼 형태로 획득될 수 있다. 도 5(a)에서 홀 형태의 노이즈가 예시되어 있다(32, 34).
- [44] 홀 형태의 노이즈가 제거되지 않으면 가우시안 로우패스필터(Gaussian LPF)에 의해 관심 영역들이 커널 크기에 따라 필터링될 때, 오류가 발생할 수 있다.
- [45] 예를 들어, 도 5(b) 우측을 참조하면, 가우시안 로우패스필터에 의해 블러링(bluring)된 관심 영역(35)은 홀이 제거되지 않은 경우, MDV이 기준값보다 작게 나온다. 따라서 실질적으로 30 사이즈이지만 필터를 통과하지 못하게 되고, 큰 오류가 발생한다. 본 예에서는 이와 같은 노이즈가 미리 제거된다.
- [46] 이와 같이, 노이즈가 제거된 관심 영역 영상을 사용하여 후술되는 것과 같이 관심 영역들의 정량화 과정이 수행된다.
- [47] 도 6은 관심 영역들이 가우시안 로우패스필터에 의해 필터링되는 과정의 일 예를 설명하는 도면이다. 도 7은 관심 영역들이 가우시안 로우패스필터에 의해 필터링되어 픽셀의 집합이 추출되는 과정의 일 예를 설명하는 도면이다.

- [48] 계속해서, 노이즈(noises)가 제거된 관심 영역 영상이 영상 처리(image processing)된다. 영상 처리에서, 각 관심 영역들의 인텐시티가 해당 관심 영역의 사이즈와 상관 관계를 가지도록 영상 처리된다. 다음, 영상 처리된 관심 영역들의 인텐시티(intensity)를 기초로 관심 영역들의 크기 범위가 정해진다.
- [49] 예를 들어, 영상 처리를 하고 크기를 필터링하는 방법으로 랭스 스케일 분석(Length Scale Analysis)이 사용될 수 있다. 본 예에서는 랭스 스케일 분석의 일 예로 가우시안 로우패스필터에 의한 크기 필터링 방법이 사용된다(도 2의 50).
- [50] 먼저, 도 6(a)에 도시된 관심 영역 스펙트럼에 제1 커널(kernel) 크기 조건으로 가우시안 로우패스필터를 적용하면, 도 6(b)에 도시된 것과 같이, 관심 영역들이 블러링(blurring)된다. 즉 관심 영역들이 영상 처리되어 가장자리가 완만하게(smooth) 처리된다. 제1 커널 사이즈(예; 15mm) 이상으로 필터링 조건을 건 경우, 15 mm 이상의 관심 영역들은, 도 6(b)에 도시된 것과 같이, 인텐시티가 MDV에 해당하는 픽셀의 집합(100)을 가진다(도 2의 55). 이와 같이, MDV 이상의 픽셀들이 남는 관심 영역은 제1 크기 영역으로 크기 범위가 정해진다.
- [51] 픽셀의 집합(100)은 관심 영역 영상에서, 도 7에 도시된 것과 같이, 나타난다.
- [52] 도 8은 가우시안 로우패스필터를 통과한 픽셀의 집합을 기초로 팽창 영역이 형성되는 과정의 일 예를 설명하는 도면이다.
- [53] 이후, 픽셀의 집합을 기초로 픽셀의 집합(100)을 포함하는 관심 영역이 복원된다. 이미지 복원을 위해 팽창 기법(dilation method)이 사용될 수 있으며, 팽창 기법에 의해 팽창되는 정도는 가우시안 로우패스필터의 커널 사이즈에 의해 제한된다(도 2의 70).
- [54] 가우시안 로우패스필터의 커널(kernel) 사이즈는 픽셀간 간격을 고려한 것이다. 픽셀의 집합은 가우시안 로우패스필터를 통과한 픽셀들이므로, 픽셀의 집합에서 직선상에 배열된 픽셀들의 전체 폭은 가우시안 로우패스필터의 커널 사이즈 이하이다. 또한, 팽창 영역의 팽창의 정도는 커널 사이즈에 의해 결정된다.
- [55] 도 9는 팽창 영역으로부터 제1 크기 영역이 생성되는 과정의 일 예를 설명하는 도면이다. 도 10은 도 9에서 설명된 과정을 관심 영역들의 스펙트럼 영상으로 설명하는 도면이다.
- [56] 팽창 영역(200)은 커널 사이즈에 부합하도록 픽셀의 집합(100)으로부터 연장된 것일 뿐 원래 관심 영역의 윤곽과는 차이가 있다(도 10(b) 참조). 따라서 관심 영역의 윤곽을 복원하기 위해 팽창 영역(200)을 픽셀의 집합을 포함하는 관심 영역에 매핑(mapping)하여 관심 영역의 형상이 복원된다(도 2의 80).
- [57] 이렇게, 제1 커널 사이즈 조건의 가우시안 로우패스필터를 통과하여 형상이 복원된 관심 영역이 제1 크기 영역(300)으로 정의된다.
- [58] 도 11은 관심 영역 영상으로부터 제1 크기 영역이 제거되는 과정의 일 예를 설명하는 도면이다.
- [59] 폐 영상을 쓰레쉬홀딩하여 획득된 관심 영역 영상(도 11(a) 참조)으로부터 제1

- 크기 영역(300; 도 11(b) 참조)이 제거된다. 그 결과, 제1 크기 영역(300)이 제거된 관심 영역 영상이 획득된다(도 11(c) 참조).
- [60] 도 12는 크기에 따른 구분을 반복하여 크기 영역별로 구분된 관심 영역들의 일 예를 설명하는 도면이다.
- [61] 이후, 예를 들어, 홀 필터링을 한 후 크기 영역의 추출의 반복회수를 판단한다(도 2의 40). 반복 회수 판단에서  $i=0$ , 커널 사이즈  $k=15$ ,  $i=1$ , 커널 사이즈  $k=7$ ,  $i=2$ , 커널 사이즈  $k=1.5$ 이고,  $i > 3$  이상이면 루프 종료와 같이 순환 과정을 정할 수 있다.
- [62] 예를 들어, 제1 크기 영역이 제거된 관심 영역 영상으로부터 제2 크기 영역이 추출된다. 제1 크기 영역이 제거된 영상으로부터 제2 크기 영역이 제거된다. 제2 크기 영역이 제거된 영상으로부터 제3 크기 영역이 추출된다. 제2 크기 영역이 제거된 영상으로부터 제3 크기 영역이 제거된다. 제3 크기 영역이 제거된 영상으로부터 제4 크기 영역이 추출된다. 이와 같이, 추출된 제1 크기 영역, 제2 크기 영역, 제3 크기 영역 및 제4 크기 영역이 도 12에 도시된 것과 같이 시각화될 수 있다.
- [63] 도 12에서 관심 영역 영상(도 12(a), (c))으로는 시각적으로 면적 분포를 알 수 있지만 EI, 즉 면적비로는 큰 차이가 없다. 그러나 시각적으로 관심 영역의 크기 분포를 알아도 이를 정량화하여 객관적 평가를 하기 위해서는 본 예와 같이 크기에 따라 관심 영역들이 구분된 영상(도 12(b), (d))이 필요함을 알 수 있다.
- [64] 도 12(b)에서 제1 크기 영역(volume4)이 더 많고 폐의 하측 영역까지 제1 크기 영역이 분포함을 알 수 있다. 도 12(c)에는 제1 크기 영역의 개수가 작지만 제2 크기 영역이 보다 많이 분포함을 알 수 있다. 본 개시는 여기에 더하여 이와 같은 크기 분포를 값으로 나타낼 수 있다.
- [65] 도 12(a) 및 도 12(c)를 참조하면, 2명의 환자는 EI은 비슷하지만 폐기종의 크기 분포가 지역적으로 다르고, 크기의 종류도 다름을 알 수 있다. 이로부터, 폐기종의 진행 정도가 다름을 알 수 있다.
- [66] 도 13은 폐기종을 구(sphere)로 모델링한 팬텀 연구(phantom study)를 설명하는 도면이다.
- [67] 구(sphere)로 모델링된 폐기종(emphysema)은 1mm 에서 15mm까지 다양한 크기를 가지도록 모델링되었다. 가우시안 커널에서 유도된 표준편차(sigma values)가 사용되었다. 팬텀 연구(phantom study) 결과로부터 의료 영상의 정량화 방법의 예들의 정확성 또는 유효성을 평가할 수 있다.
- [68] 폐기종이 서로 붙어있지 않은 경우(도 13의 상측) 가우시안 로우패스 필터를 사용한 폐기종의 크기 필터링에서 폐기종의 크기가 정확히 필터링된다. 그러나 폐기종이 서로 붙어 있는 경우(도 13의 하측)에는 구로 모델링된 폐기종의 크기가 저평가(underestimation)된다.
- [69] 아래의 표1은 본 예에 따른 의료 영상의 정량화 방법의 실제 실험 결과를 나타낸다. 폐렴(pneumonia), 폐결핵(tuberculosis) 등 지역적 병소(focal lesion)를

찾지 않는 CODP 환자 20명에 대해 실험이 진행되었으며, 7년 경력의 흉부 방사선 전문가(expert thoracic radiologist)들에 의해 검증되었다. 남자 19명 여자 1명이며 평균 62.2세이다.

[70] 표 1

[Table 1]

| size                       | <1.5mm    | <7mm       | <15mm     | 15mm<     |
|----------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Size-based<br>EI(%)        | 3.48±1.97 | 12.85±7.07 | 7.07±7.88 | 4.11±8.22 |
| r-value*(p-value**)        | 0.499     | 0.726      | 0.769     | 0.940     |
| Incorrect<br>estimation(%) | 0.00±0.00 | 0.67±0.20  | 0.50±0.41 | 1.17±0.26 |

[71] 상기 표1에서 r-value\*는 흉부 방사선 전문가(expert thoracic radiologist)들에 의해 폐기종이 시각적으로 평가(blind visual evaluations)된 결과와 본 예에 따른 의료 영상의 정량화 방법에 의한 결과의 관계(Pearson correlation r values)를 나타낸다. Incorrect estimation(%)는 underestimation probability 및 overestimation probability를 나타낸다.

[72] 상기 표1을 참조하면, 오차가 극히 작아서 본 개시에서 설명된 의료 영상의 정량화 방법이 실질적으로 유효함을 알 수 있다.

[73] 이하 본 개시의 다양한 실시 형태에 대하여 설명한다.

[74] (1) 관심 영역들이 구분되는 단계는: 관심 영역들이 영상 처리되는 과정;으로서, 영상 처리된 관심 영역의 인텐시티가 해당 관심 영역의 사이즈와 상관 관계를 가지도록 관심 영역들이 영상 처리되는 과정; 그리고 영상 처리된 관심 영역들의 인텐시티(intensity)를 기초로 관심 영역들의 크기 범위가 정해지는 과정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.

[75] (2) 관심 영역들이 구분되는 단계는: 랭스 스케일 분석(Length Scale Analysis)에 의해 관심 영역들의 크기가 필터링되어 관심 영역들 중 제1 크기 영역이 획득되는 과정; 관심 영역들에서 제1 크기 영역이 제거되는 과정; 그리고 제1 크기 영역이 제거된 관심 영역들에 대해 랭스 스케일 분석(Length Scale Analysis)에 의해 크기가 필터링되어 제2 크기 영역이 획득되는 과정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.

[76] (3) 제1 크기 영역 및 제2 크기 영역이 의료 영상 위에서 구별되도록 시각화되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.

[77] (4) 관심 영역들이 생성되는 단계는: 의료 영상 장치에 의해 의료 영상이 획득되는 과정; 그리고 의료 영상이 쓰레쉬홀딩(thresholding)되어 관심 영역들이 추출되는 과정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.

- [78] (5) 관심 영역들이 구분되는 단계 전에, 관심 영역들에 나타난 홀(hole)을 채워서(filling) 노이즈(nosies)가 제거되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.
- [79] (6) 관심 영역들이 생성되는 단계는: 컴퓨터단층촬영(CT)에 의해 장기(organ)의 영상이 획득되는 과정; 그리고 장기의 영상을 쓰레쉬홀딩(thresholding)하여 추출된 병변 영역들(regions of lesion)이 관심 영역들로 정해지는 과정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.
- [80] (7) 제1 크기 영역이 획득되는 단계는: 관심 영역들이 가우시안 로우패스필터(gaussian LPF)에 의해 블러링(blurring)되는 과정; 그리고 블러링된 관심 영역들 중 인텐시티가 기준 값 이상인 픽셀의 집합이 추출되는 과정; 팽창 기법(dilation method)을 사용하여 픽셀의 집합으로부터 팽창 영역(dilated region)이 생성되는 과정; 그리고 팽창 영역이 픽셀의 집합을 포함하는 관심 영역에 매핑(mapping)되어 제1 크기 영역이 생성되는 과정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.
- [81] (8) 픽셀 집합에서 직선상에 배열된 픽셀들의 전체 폭은 가우시안 로우패스필터의 커널(kernel) 사이즈 이하이고, 팽창 영역의 팽창의 정도는 커널 사이즈에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.
- [82] (9) 관심 영역들이 생성되는 단계는: 의료 영상 장치에 의해 폐 영상이 획득되는 과정; 그리고 폐 영상이 쓰레쉬홀딩되어 추출된 병변 영역들이 관심 영역들로 정해지는 과정;을 포함하며, 관심 영역들이 구분되는 단계는: 병변 영역들이 제1 커널 사이즈를 가지는 가우시안 로우패스필터(gaussian LPF)에 의해 블러링되어 인텐시티가 기준 값 이상인 제1 픽셀의 집합이 추출되는 과정; 제1 픽셀의 집합을 사용한 복원 과정에 의해 제1 크기 범위에 속하는 제1 크기 영역이 획득되는 과정;
- [83] (10) 병변 영역들에서 제1 크기 영역이 제거되는 과정; 제1 크기 영역이 제거된 병변 영역들이 제2 커널 사이즈를 가지는 가우시안 로우패스필터(gaussian LPF)에 의해 블러링되어 인텐시티가 기준 값 이상인 제2 픽셀의 집합이 추출되는 과정; 그리고 제2 픽셀의 집합을 사용한 복원 과정에 의해 제2 크기 범위에 속하는 제2 크기 영역이 획득되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 폐 영상의 정량화 방법.
- [84] (11) 청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 기재된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.
- [85] 본 개시에 따른 의료 영상의 정량화 방법에 의하면, 의료 영상에서 관심 영역을 정량화한 자료를 축적하여 진단 및 치료의 정확성과 효과를 향상시킬 수 있다.
- [86] 또한, 정량화된 자료와 폐의 해부학적 구조 간의 연관성을 기초로 특정 환자의 진단이나 폐기중의 변화 추세를 예측할 수 있다.
- [87] 또한, 관심 영역의 정량적 비교 평가에 의해 특정 치료에 대한 반응 효과를 확인할 수 있어서 치료법 또는 약을 개발하는 데 매우 유용하다.

## 청구범위

- [청구항 1] 의료 영상을 기초로 관심 영역들(regions of interest)이 생성되는 단계; 그리고  
관심 영역들의 크기(size)에 따라 관심 영역들이  
구분(classification)되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료  
영상의 정량화 방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,  
관심 영역들이 구분되는 단계는:  
관심 영역들이 영상 처리되는 과정;으로서, 영상 처리된 관심  
영역의 인텐시티가 해당 관심 영역의 사이즈와 상관 관계를  
가지도록 관심 영역들이 영상 처리되는 과정; 그리고  
영상 처리된 관심 영역들의 인텐시티(intensity)를 기초로 관심  
영역들의 크기 범위가 정해지는 과정;을 포함하는 것을 특징으로  
하는 의료 영상 of 정량화 방법.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,  
관심 영역들이 구분되는 단계는:  
랭스 스케일 분석(Length Scale Analysis)에 의해 관심 영역들의  
크기가 필터링되어 관심 영역들 중 제1 크기 영역이 획득되는  
과정;  
관심 영역들에서 제1 크기 영역이 제거되는 과정; 그리고  
제1 크기 영역이 제거된 관심 영역들에 대해 랭스 스케일  
분석(Length Scale Analysis)에 의해 크기가 필터링되어 제2 크기  
영역이 획득되는 과정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 의료  
영상의 정량화 방법.
- [청구항 4] 청구항 3에 있어서,  
제1 크기 영역 및 제2 크기 영역이 의료 영상 위에서 구별되도록  
시각화되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의  
정량화 방법.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,  
관심 영역들이 생성되는 단계는:  
의료 영상 장치에 의해 의료 영상이 획득되는 과정; 그리고  
의료 영상이 쓰레쉬홀딩(thresholding)되어 관심 영역들이  
추출되는 과정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의  
정량화 방법.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,  
관심 영역들이 구분되는 단계 전에, 관심 영역들에 나타난  
홀(hole)을 채워서(filling) 노이즈(noises)가 제거되는 단계;를

[청구항 7]

포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.  
 청구항 1에 있어서,  
 관심 영역들이 생성되는 단계는:  
 컴퓨터단층촬영(CT)에 의해 장기(organ)의 영상이 획득되는 과정;  
 그리고  
 장기의 영상을 쓰레쉬홀딩(thresholding)하여 추출된 병변  
 영역들(regions of lesion)이 관심 영역들로 정해지는 과정;을  
 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.

[청구항 8]

청구항 3에 있어서,  
 제1 크기 영역이 획득되는 과정은:  
 관심 영역들이 가우시안 로우패스필터(gaussian LPF)에 의해  
 블러링(blurring)되는 과정; 그리고  
 블러링된 관심 영역들 중 인텐시티가 기준 값 이상인 픽셀의  
 집합이 추출되는 과정;  
 팽창 기법(dilation method)을 사용하여 픽셀의 집합으로부터 팽창  
 영역(dilated region)이 생성되는 과정; 그리고  
 팽창 영역이 픽셀의 집합을 포함하는 관심 영역에  
 매핑(mapping)되어 제1 크기 영역이 생성되는 과정;을 포함하는  
 것을 특징으로 하는 의료 영상의 정량화 방법.

[청구항 9]

청구항 8에 있어서,  
 픽셀 집합에서 직선상에 배열된 픽셀들의 전체 폭은 가우시안  
 로우패스필터의 커널(kernel) 사이즈 이하이고, 팽창 영역의  
 팽창의 정도는 커널 사이즈에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는  
 의료 영상의 정량화 방법.

[청구항 10]

청구항 1에 있어서,  
 관심 영역들이 생성되는 단계는:  
 의료 영상 장치에 의해 폐 영상이 획득되는 과정; 그리고  
 폐 영상이 쓰레쉬홀딩되어 추출된 병변 영역들이 관심 영역들로  
 정해지는 과정;을 포함하며,  
 관심 영역들이 구분되는 단계는:  
 병변 영역들이 제1 커널 사이즈를 가지는 가우시안  
 로우패스필터(gaussian LPF)에 의해 블러링되어 인텐시티가 기준  
 값 이상인 제1 픽셀의 집합이 추출되는 과정;  
 제1 픽셀의 집합을 사용한 복원 과정에 의해 제1 크기 범위에  
 속하는 제1 크기 영역이 획득되는 과정;  
 병변 영역들에서 제1 크기 영역이 제거되는 과정;  
 제1 크기 영역이 제거된 병변 영역들이 제2 커널 사이즈를 가지는  
 가우시안 로우패스필터(gaussian LPF)에 의해 블러링되어

인텐시티가 기준 값 이상인 제2 픽셀의 집합이 추출되는 과정;  
그리고

제2 픽셀의 집합을 사용한 복원 과정에 의해 제2 크기 범위에  
속하는 제2 크기 영역이 획득되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로  
하는 폐 영상의 정량화 방법.

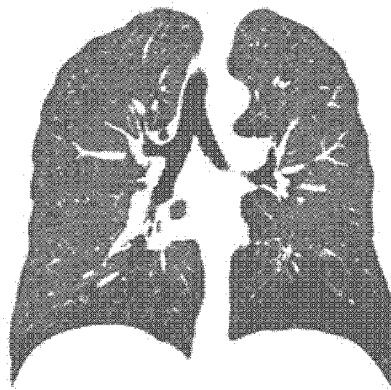
[청구항 11]

청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 기재된 방법을  
컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수  
있는 기록 매체.

[Fig. 1]

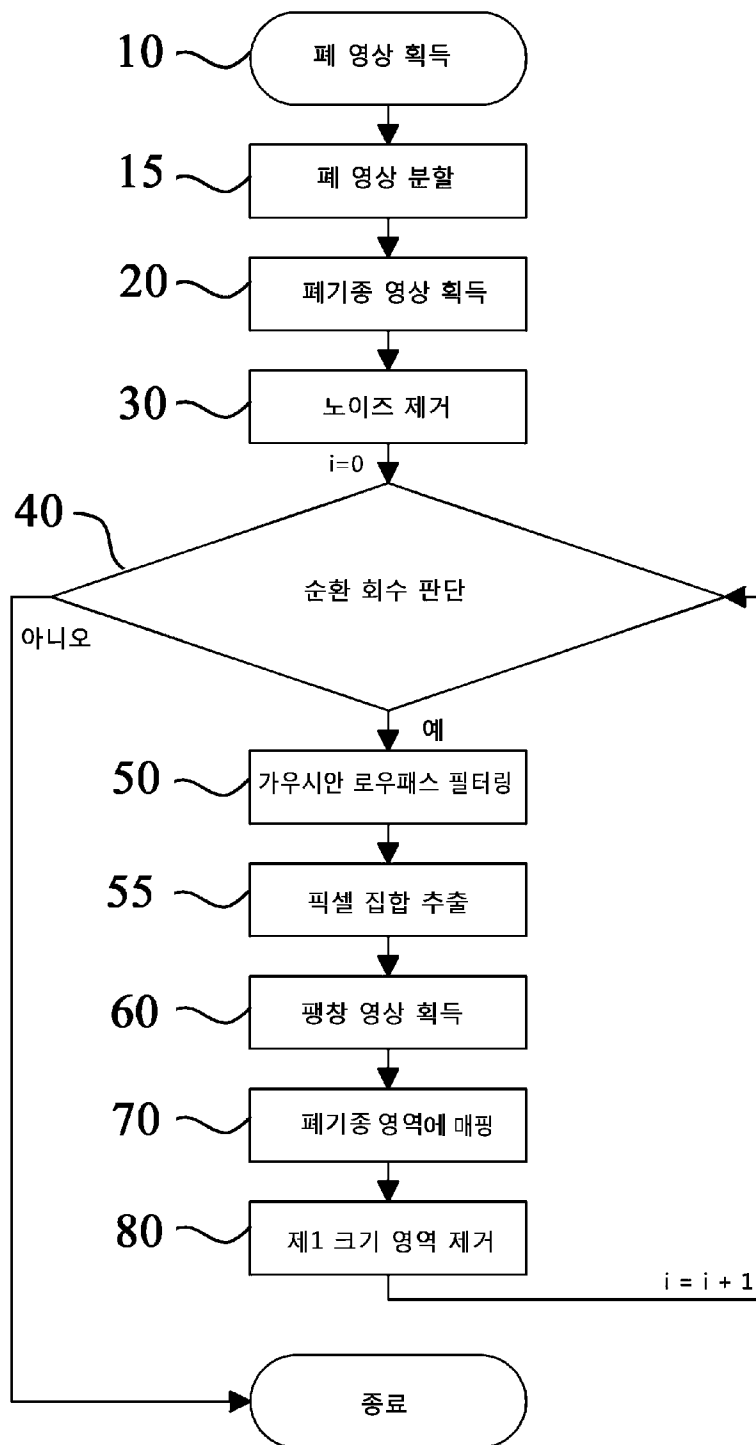


EI 32.6  
DLco 20.8  
(a)

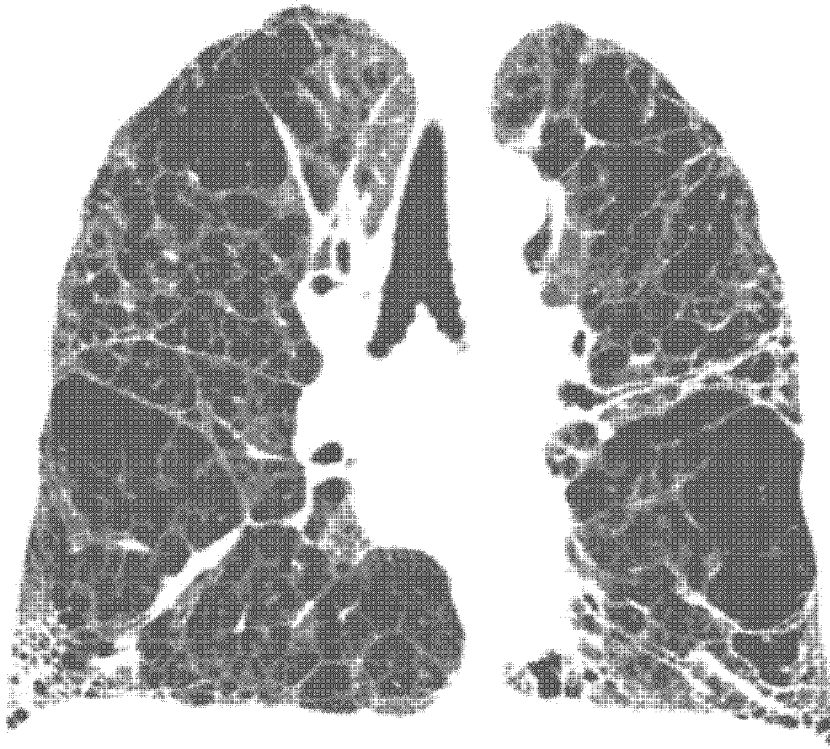


EI 30.2  
DLco 13.1  
(b)

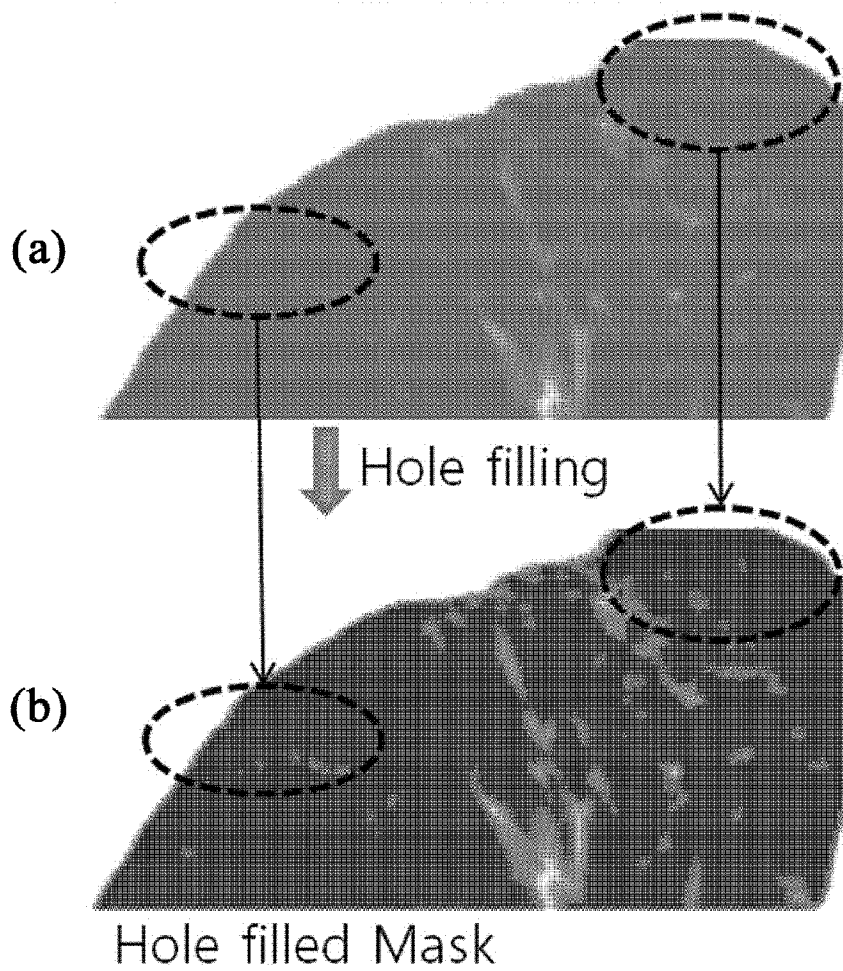
[Fig. 2]



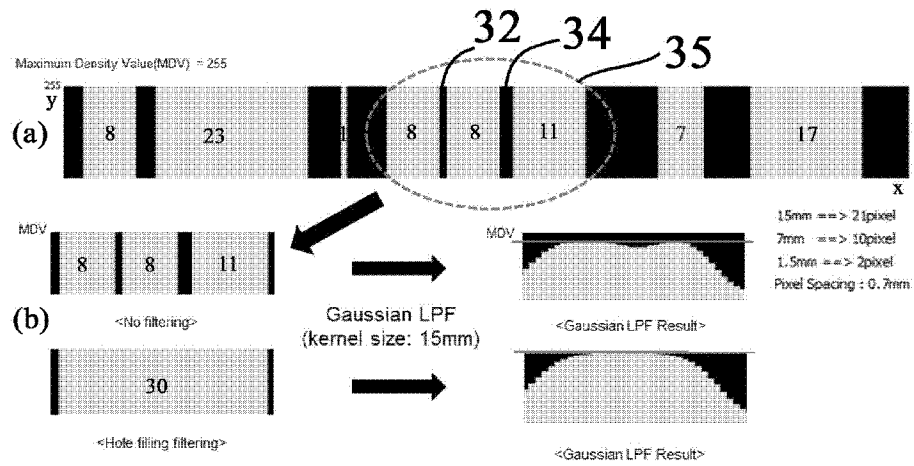
[Fig. 3]



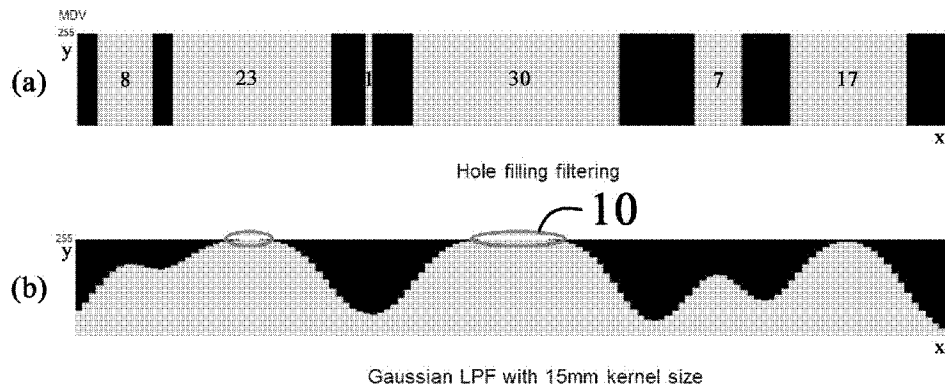
[Fig. 4]



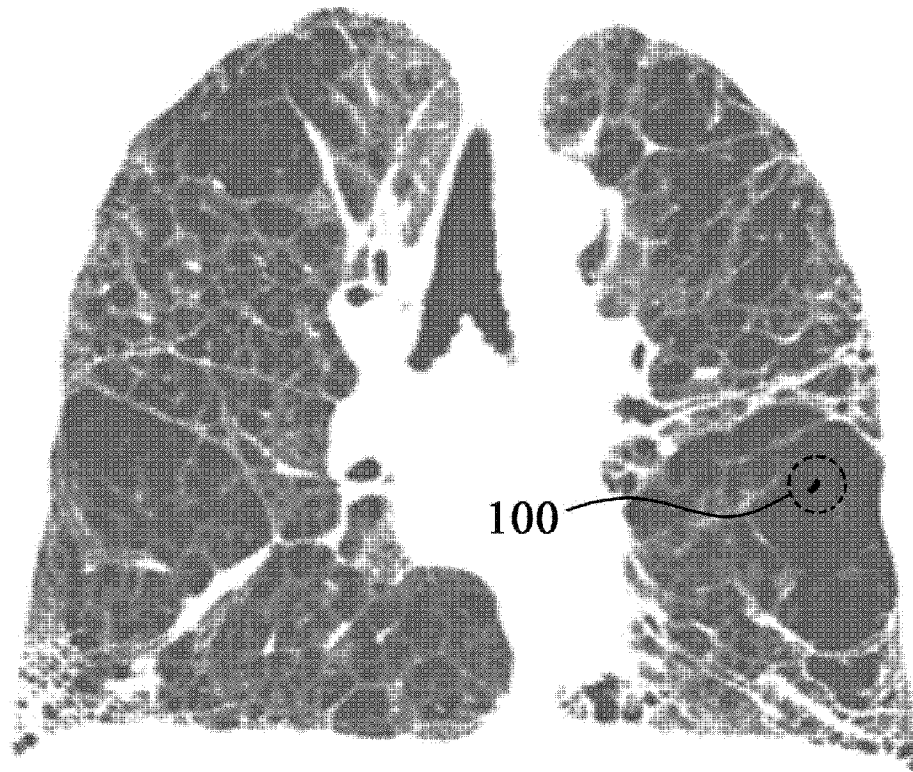
[Fig. 5]



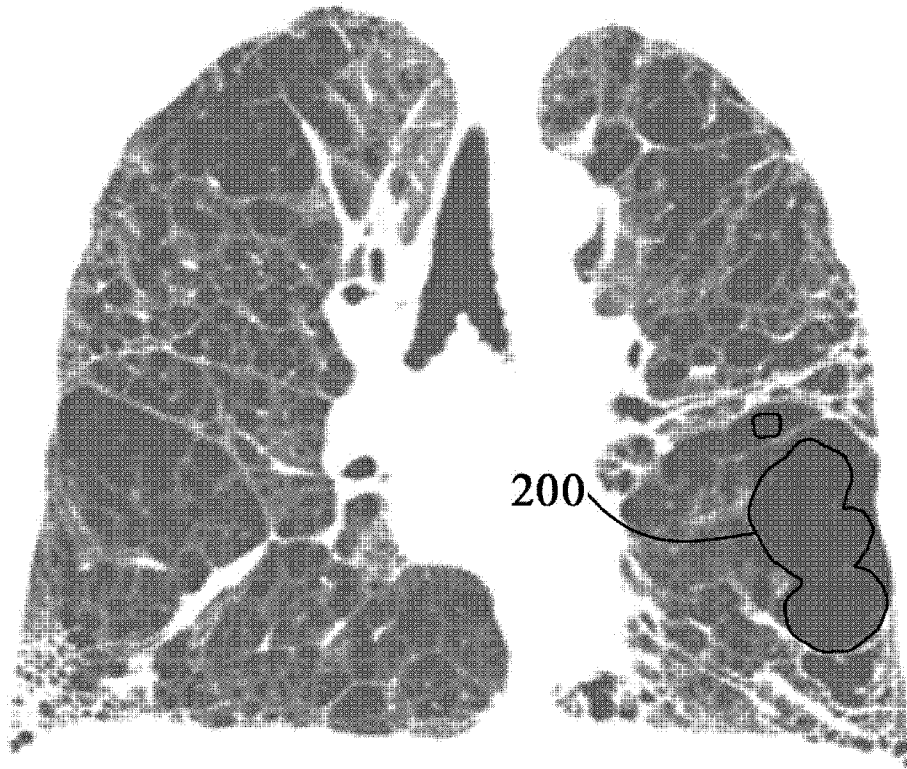
[Fig. 6]



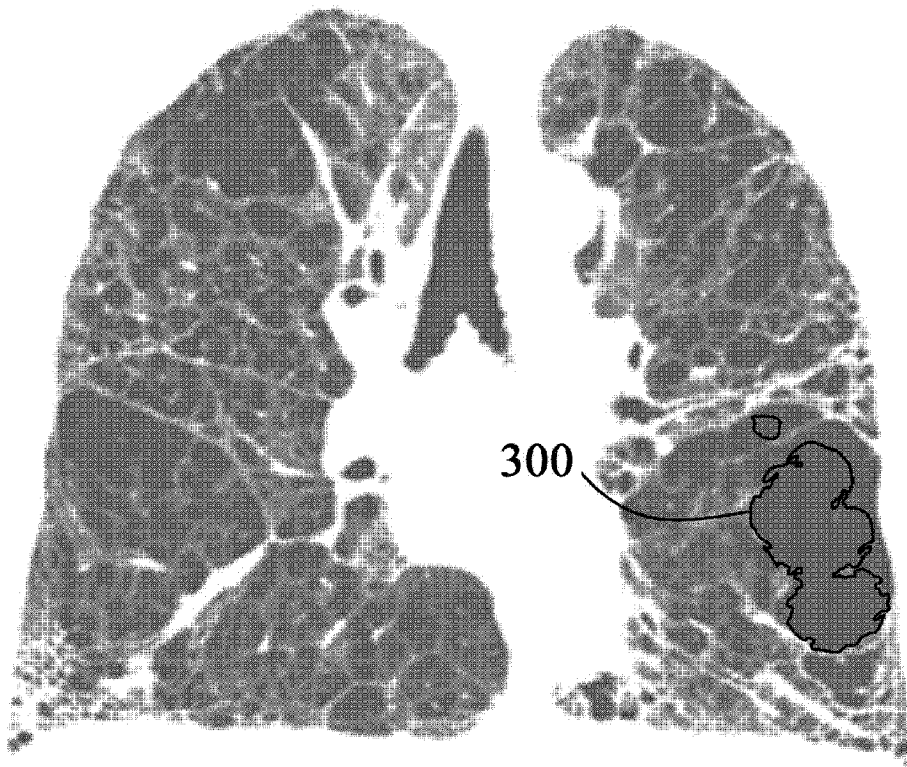
[Fig. 7]



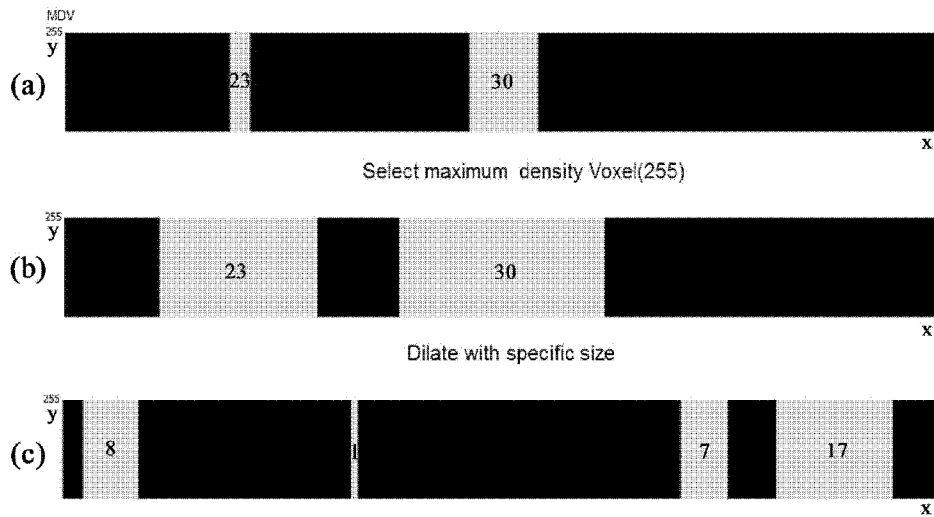
[Fig. 8]



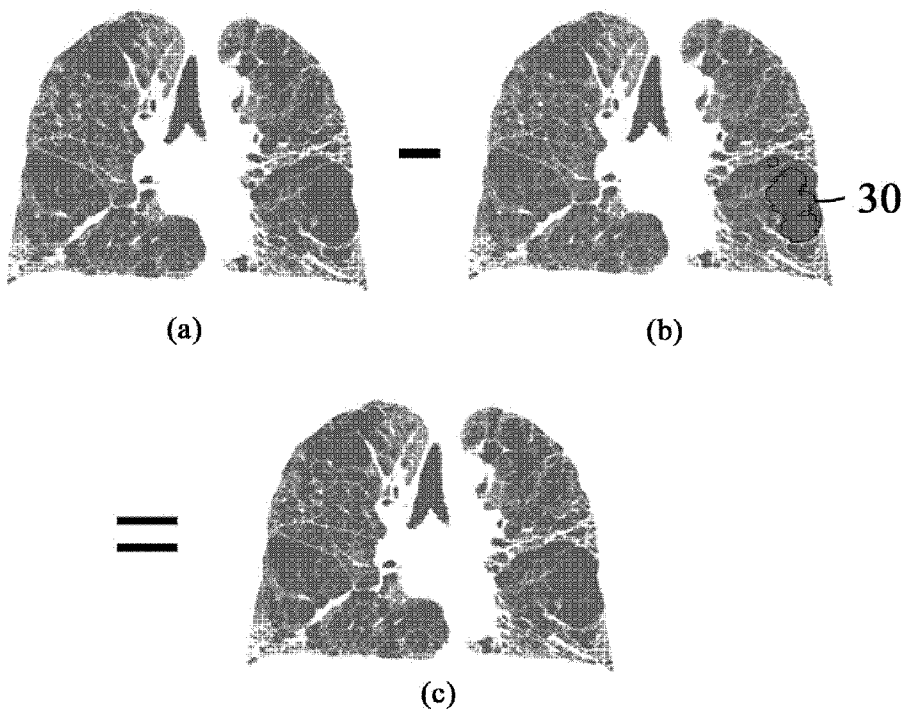
[Fig. 9]



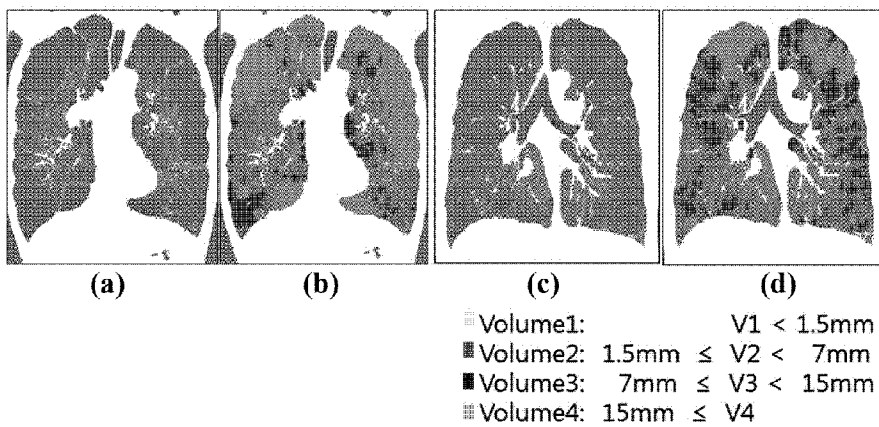
[Fig. 10]



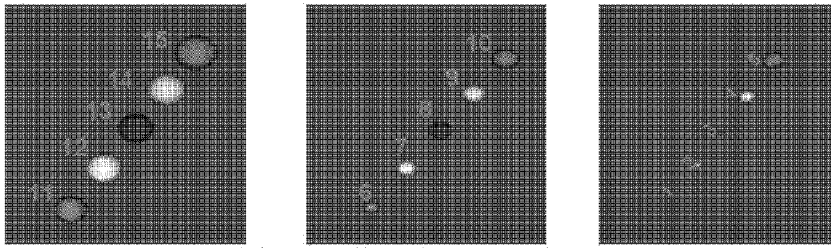
[Fig. 11]



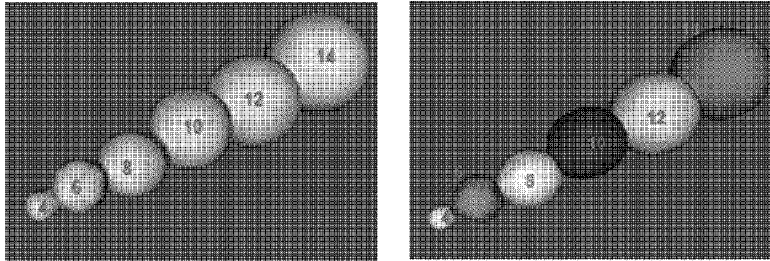
[Fig. 12]



[Fig. 13]



Non-attached spheres



Attached spheres

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2014/004974****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06T 7/00(2006.01)i, A61B 6/00(2006.01)i**

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)

G06T 7/00; A61B 6/03; A61B 5/055; A61B 6/00; A61B 5/00; G06T 1/00

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) &amp; Keywords: ROI, LUNG, SIZE, CLASSIFICATION, and similar terms

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                             | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 06-339476A (ARCH DEVELOPMENT CORP) 13 December 1994<br>Abstract and paragraphs [0011]-[0014], [0028]-[0032] | 1,2,5,7,11            |
| A         |                                                                                                                | 3-4,6,8-10            |
| A         | JP 2003-010171 A (HITACHI MEDICAL CORP) 14 January 2003<br>Abstract and paragraphs [0013]-[0014]               | 1-11                  |
| A         | JP 2003-070781 A (HITACHI MEDICAL CORP) 11 March 2003<br>Abstract and paragraphs [0023]-[0034]                 | 1-11                  |
| A         | JP 2004-174254 A (GENERAL ELECTRIC CO <GE>) 24 June 2004<br>Abstract and paragraph [0021]                      | 1-11                  |



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

"I" 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**06 OCTOBER 2014 (06.10.2014)**

Date of mailing of the international search report

**07 OCTOBER 2014 (07.10.2014)**

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,  
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2014/004974**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| JP 06-339476A                             | 13/12/1994          | US 05319549 A           | 07/06/1994          |
| JP 2003-010171 A                          | 14/01/2003          | JP 4730758 B2           | 20/07/2011          |
| JP 2003-070781 A                          | 11/03/2003          | NONE                    |                     |
| JP 2004-174254 A                          | 24/06/2004          | CN1502310 A             | 09/06/2004          |
|                                           |                     | CN1502310 C0            | 14/05/2008          |
|                                           |                     | DE10353883 A1           | 24/06/2004          |
|                                           |                     | JP 04-469594B2          | 26/05/2010          |
|                                           |                     | NL1024869A1             | 28/05/2004          |
|                                           |                     | NL1024869C2             | 14/02/2006          |
|                                           |                     | US 2004-0101176 A1      | 27/05/2004          |
|                                           |                     | US 7283652 B2           | 16/10/2007          |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

G06T 7/00(2006.01)i, A61B 6/00(2006.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06T 7/00; A61B 6/03; A61B 5/055; A61B 6/00; A61B 5/00; G06T 1/00

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: ROI, LUNG, SIZE, CLASSIFICATION, and similar terms

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                              | 관련 청구항     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| X     | JP 06-339476A (ARCH DEVELOPMENT CORP) 1994.12.13<br>초록 및 단락[0011]-[0014], [0028]-[0032] | 1,2,5,7,11 |
| A     |                                                                                         | 3-4,6,8-10 |
| A     | JP 2003-010171 A (HITACHI MEDICAL CORP) 2003.01.14<br>초록 및 단락[0013]-[0014]              | 1-11       |
| A     | JP 2003-070781 A (HITACHI MEDICAL CORP) 2003.03.11<br>초록 및 단락[0023]-[0034]              | 1-11       |
| A     | JP 2004-174254 A (GENERAL ELECTRIC CO <GE>) 2004.06.24<br>초록 및 단락[0021]                 | 1-11       |

☐ 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

2014년 10월 06일 (06.10.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 10월 07일 (07.10.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



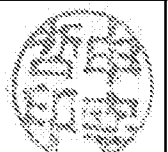
대한민국 특허청  
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,  
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

신재철

전화번호 +82-42-481-5640



| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌             | 공개일        |
|-----------------------|------------|--------------------|------------|
| JP 06-339476A         | 1994/12/13 | US 05319549 A      | 1994/06/07 |
| JP 2003-010171 A      | 2003/01/14 | JP 4730758 B2      | 2011/07/20 |
| JP 2003-070781 A      | 2003/03/11 | 없음                 |            |
| JP 2004-174254 A      | 2004/06/24 | CN1502310 A        | 2004/06/09 |
|                       |            | CN1502310 C0       | 2008/05/14 |
|                       |            | DE10353883 A1      | 2004/06/24 |
|                       |            | JP 04-469594B2     | 2010/05/26 |
|                       |            | NL1024869A1        | 2004/05/28 |
|                       |            | NL1024869C2        | 2006/02/14 |
|                       |            | US 2004-0101176 A1 | 2004/05/27 |
|                       |            | US 7283652 B2      | 2007/10/16 |