



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098984
(43) 공개일자 2018년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/11 (2017.01) A61B 5/055 (2006.01)
A61B 6/03 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/11 (2017.01)
A61B 5/055 (2018.08)
(21) 출원번호 10-2017-0025866
(22) 출원일자 2017년02월28일
심사청구일자 2017년02월28일

(71) 출원인
메디컬아이피 주식회사
강원도 춘천시 강원대학길 1, 보듬관 1204호(효자동, 강원대학교)
(72) 발명자
박상준
서울특별시 중구 다산로 32, 25동 306호 (신당동, 남산타운)
이두희
경기도 광명시 오리로 873-19, 202호 (철산동)
(74) 대리인
리앤목특허법인

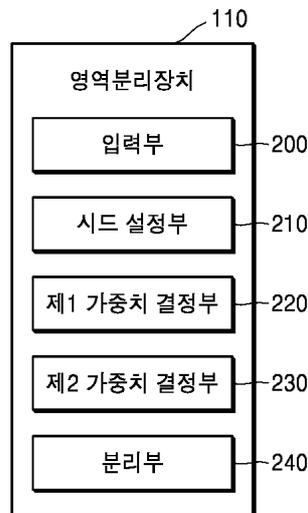
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **의료영상의 영역 분리 방법 및 그 장치**

(57) 요약

의료영상의 영역 분리 방법 및 그 장치가 개시된다. 영역분리장치는 의료영상의 복셀들 중 분할 대상 영역과 그 나머지 영역에 각각 속한 복셀로 이루어진 제1 시드군 및 제2 시드군을 설정하고, 복셀노드와 시작노드 및 종료노드들 사이의 링크에 가중치를 부여하고, 시작노드와 상기 종료노드를 연결하는 경로의 가중치 합이 최소가 되는 최단경로에서 가중치가 최소인 링크를 절단하여 의료영상을 두 영역으로 분리한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61B 6/032 (2013.01)

G06T 2210/41 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

의료영상을 입력받는 단계;

상기 의료영상의 복셀들 중 분할 대상 영역과 그 나머지 영역에 각각 속한 복셀로 이루어진 제1 시드군 및 제2 시드군을 설정하는 단계;

상기 의료영상의 각 복셀을 나타내는 복셀노드와 시작노드 및 종료노드를 각각 연결하는 링크에 가중치를 부여 하되, 복셀노드와 연결되는 노드의 종류 및 복셀노드가 속한 시드군의 종류를 기준으로 상기 가중치를 결정하는 단계;

상기 의료영상의 복셀 사이의 신호강도 차이 및 거리 중 적어도 하나를 기초로 복셀노드 사이를 연결하는 링크의 가중치를 결정하는 단계; 및

상기 의료영상의 복셀노드들이 절단링크에 의해 두 영역으로 분리될 때까지, 상기 시작노드와 상기 종료노드를 연결하는 경로의 가중치 합이 최소가 되는 최단경로에서 가중치가 최소인 링크를 절단링크로 파악하는 과정을 반복수행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료영상의 영역 분할 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 제1 시드군 및 제2 시드군을 설정하는 단계는,

상기 의료영상을 화면에 표시하는 단계;

상기 화면을 통해 사용자로부터 점, 선 또는 면을 선택받는 단계;

상기 점, 선 또는 면에 해당하는 복셀을 상기 제1 시드군 또는 상기 제2 시드군으로 설정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료영상의 영역 분할 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 제1 시드군 및 제2 시드군을 설정하는 단계는,

상기 의료영상에서 기 설정된 복셀의 신호강도의 상한값을 기준으로 종자점으로부터 확장한 영역에 속한 복셀을 상기 제1 시드군 또는 상기 제2 시드군으로 설정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료영상의 영역 분할 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 제1 시드군 및 제2 시드군을 설정하는 단계는,

상기 의료영상에서 복셀들의 신호강도의 각 방향의 변화에 대한 방향성을 기초로 파악된 면, 선 또는 덩어리 영역에 속한 복셀을 상기 제1 시드군 또는 상기 제2 시드군으로 설정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료영상의 영역 분할 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 시작노드와 상기 제1 시드군의 복셀노드를 연결하는 링크의 제1 가중치, 상기 시작노드와 상기 제2 시드군의 복셀노드를 연결하는 링크의 제2 가중치, 상기 시작노드와 상기 제1 및 제2 시드군에 모두 속하지 않는 복셀노드를 연결하는 링크의 제3 가중치에 있어서, 상기 제1 가중치 > 상기 제3 가중치 > 상기 제2 가중치의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 의료영상의 영역 분할 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 종료노드와 상기 제1 시드군의 복셀노드를 연결하는 링크의 제1 가중치, 상기 종료노드와 상기 제2 시드군의 복셀노드를 연결하는 링크의 제2 가중치, 상기 종료노드와 상기 제1 및 제2 시드군에 모두 속하지 않는 복셀노드를 연결하는 링크의 제3 가중치에 있어서, 상기 제1 가중치 < 상기 제3 가중치 < 상기 제2 가중치의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 의료영상의 영역 분할 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 절단링크로 파악하는 과정을 반복수행하는 단계는,

상기 시작노드와 상기 제2 시드군의 복셀노드를 연결하는 링크 및 상기 종료노드와 상기 제1 시드군의 복셀노드를 연결하는 링크와 절단링크로 파악된 링크를 배제한 상태에서 상기 시작노드와 상기 종료노드 사이를 연결하는 최단경로를 파악하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료영상의 영역 분할 방법.

청구항 8

의료영상을 입력받는 입력부;

상기 의료영상의 복셀들 중 분리 대상 영역 및 그 나머지 영역에 각각 속한 복셀로 이루어진 제1 시드군 및 제2 시드군을 설정하는 군설정부;

상기 의료영상의 각 복셀을 나타내는 복셀노드와 시작노드 및 종료노드를 각각 연결하는 링크에 가중치를 부여 하되, 복셀노드와 연결되는 노드의 종류 및 복셀노드가 속한 시드군의 종류를 기준으로 상기 가중치를 결정하는 제1 가중치결정부;

상기 의료영상의 복셀들 사이의 신호강도 차이 및 거리를 기초로 복셀노드 사이를 연결하는 링크의 가중치를 결정하는 제2 가중치결정부; 및

상기 의료영상의 복셀노들이 절단링크에 의해 두 영역으로 분리될 때까지, 상기 시작노드와 상기 종료노드를 연결하는 경로의 가중치 합이 최소가 되는 최단경로에서 가중치가 최소인 링크를 절단링크로 파악하는 과정을 반복수행하는 분리부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료영상의 영역분할장치.

청구항 9

제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 수행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 3차원 의료영상에 포함된 각종 생체 기관의 영역을 자동으로 분리하는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 컴퓨터단층촬영(CT, computed tomography) 장치, 자기공명영상(MRI, Magnetic Resonance Imaging) 장치 등을 통해 3차원 의료영상을 획득할 수 있다. 3차원 의료영상에서 생체 기관(예를 들어, 폐, 기도 등)이나 병변(예를 들어, 종양 등)의 해부학적 위치를 정확하게 파악하여야 치료 및 수술 계획을 정밀히 정립할 수 있으나, 2mm 이내의 소기관이나 1mm 이내의 얇은 막의 틈새로 구분되는 폐엽 등의 생체기관의 영역을 의료영상에서 자동 구분하기는 매우 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허공개번호 제2011-0018573호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 의료영상에서 생체기관의 3차원 해부학적 위치를 정확하게 분리할 수 있는 방법 및 그 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 의료영상의 영역 분리 방법의 일 예는, 의료영상을 입력 받는 단계; 상기 의료영상의 복셀들 중 분할 대상 영역과 그 나머지 영역에 각각 속한 복셀로 이루어진 제1 시드군 및 제2 시드군을 설정하는 단계; 상기 의료영상의 각 복셀을 나타내는 복셀노드와 시작노드 및 종료노드를 각각 연결하는 링크에 가중치를 부여하되, 복셀노드와 연결되는 노드의 종류 및 복셀노드가 속한 시드군의 종류를 기준으로 상기 가중치를 결정하는 단계; 상기 의료영상의 복셀 사이의 신호강도 차이 및 거리 중 적어도 하나를 기초로 복셀노드 사이를 연결하는 링크의 가중치를 결정하는 단계; 및 상기 의료영상의 복셀노드들이 절단 링크에 의해 두 영역으로 분리될 때까지, 상기 시작노드와 상기 종료노드를 연결하는 경로의 가중치 합이 최소가 되는 최단경로에서 가중치가 최소인 링크를 절단링크로 파악하는 과정을 반복수행하는 단계;를 포함한다.

[0006] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 의료영상의 영역분리장치의 일 예는, 의료영상을 입력받는 입력부; 상기 의료영상의 복셀들 중 분리 대상 영역 및 그 나머지 영역에 각각 속한 복셀로 이루어진 제1 시드군 및 제2 시드군을 설정하는 군설정부; 상기 의료영상의 각 복셀을 나타내는 복셀노드와 시작노드 및 종료노드를 각각 연결하는 링크에 가중치를 부여하되, 복셀노드와 연결되는 노드의 종류 및 복셀노드가 속한 시드군의 종류를 기준으로 상기 가중치를 결정하는 제1 가중치결정부; 상기 의료영상의 복셀들 사이의 신호강도 차이 및 거리를 기초로 복셀노드 사이를 연결하는 링크의 가중치를 결정하는 제2 가중치결정부; 및 상기 의료영상의 복셀노드들이 절단링크에 의해 두 영역으로 분리될 때까지, 상기 시작노드와 상기 종료노드를 연결하는 경로의 가중치 합이 최소가 되는 최단경로에서 가중치가 최소인 링크를 절단링크로 파악하는 과정을 반복수행하는 분리부;를 포함한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 따르면, 3차원 의료영상에서 복셀 단위로 정확하게 생체기관의 영역을 분리할 수 있다. 복셀의 신호강도의 유사도 또는 신호강도의 변화에 대한 방향성 등을 이용하여 설정한 복셀의 시드군(seed group)을 통해 보다 정확한 의료영상의 영역을 분리할 수 있다. 3차원 의료영상에서 복셀 사이의 거리가 일정하지 않은 경우에도 정확한 의료영상의 영역을 분리할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명에 따른 3차원 인체 영상을 촬영하고 처리하는 시스템의 간략한 일 예를 도시한 도면,
 도 2는 본 발명에 따른 영역분리장치의 일 실시예의 구성을 도시한 도면,
 도 3 내지 도 5는 본 발명에 따른 의료영상의 영역분리를 위해 사용자로부터 시드군을 입력받는 방법의 일 예를 도시한 도면,
 도 6은 본 발명에 따른 의료영상의 영역분리를 위해 영역성장법을 통한 시드군의 설정 방법의 일 예를 도시한 도면,
 도 7은 본 발명에 따른 의료영상의 영역분리를 위해 형태학적 특징을 이용한 시드군의 설정 방법의 일 예를 도시한 도면,
 도 8은 본 발명에 따른 의료영상의 영역분리를 위한 노드 그래프의 일 예를 도시한 도면,
 도 9는 본 발명에 따른 의료영상 영역분리 방법의 일 예를 간략히 도시한 도면,
 도 10은 본 발명에 따른 의료영상 분리방법의 일 실시 예의 흐름을 도시한 도면, 그리고
 도 11 및 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따라 의료영상에서 영역을 분리한 결과를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하에서, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 의료영상의 영역 분리 방법 및 그 장치에 대해 상세히 설명한다.
- [0010] 도 1은 본 발명에 따른 3차원 인체 영상을 촬영하고 처리하는 시스템의 간략한 일 예를 도시한 도면이다.
- [0011] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 시스템은 크게 영상촬영장치(100), 영역분리장치(110) 및 출력장치(120)를 포함한다.
- [0012] 영상촬영장치(100)는 생체 내부의 3차원 영상을 촬영하는 장치로서, 일반적으로 CT 장치, MRI 장치 등이 존재하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 생체 내부의 3차원 영상을 얻을 수 있는 모든 장치를 포함한다.
- [0013] 영역분리장치(110)는 영상촬영장치(100)가 촬영한 3차원 의료영상을 입력받아 필요한 영역을 추출하는 등 다양한 목적에 따라 입력받은 의료영상을 가공하고 처리한다. 본 실시 예에서 영역분리장치(110)는 영상촬영장치(100)의 촬영 영상을 직접 입력받는 것으로 도시하였으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 각종 전자매체(예를 들어, CD(compact disc), DVD(Digital Versatile Disc), USB 메모리 등)를 통해 의료영상을 입력받을 수 있다. 영역분리장치(110)는 의료영상을 DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine) 파일로 입력받을 수 있다.
- [0014] 출력장치(120)는 일반적으로 모니터를 포함하며, 영역분리장치(110)에 의해 가공처리된 영상을 입력받아 출력한다. 출력장치(120)는 영역분리장치(110)와 하나의 장치로 구현되거나, 또는 영역분리장치(110)와 유무선 통신망을 통해 연결되어 원격에서 영역분리장치(110)로부터 수신한 영상을 표시할 수 있다.
- [0015] 도 2는 본 발명에 따른 영역분리장치의 일 실시예의 구성을 도시한 도면이다.
- [0016] 도 2를 참조하면, 영역분리장치(110)는 입력부(200), 시드설정부(210), 제1가중치결정부(220), 제2가중치결정부(230) 및 분리부(240)를 포함한다.
- [0017] 입력부(200)는 3차원 의료영상을 입력받는다. 3차원 의료영상은 복셀(voxel)로 구성되며 신호강도(intensity)의 대조(contrast)로서 각 조직을 표시한다. 예를 들어, CT 영상에서, 폐 조직의 신호강도는 대략 -400HU(Hounsfield Unit) 이하이며, 공기가 존재하는 기도의 내부 신호강도는 대략 -950HU이다.
- [0018] 실시 예에 따라, 입력부(200)는 3차원 의료영상에 대한 전처리 과정을 더 포함할 수 있다. 전처리 과정을 통해 의료영상의 잡음을 제거하여 화질을 개선할 수 있다. 전처리 과정은 종래의 다양한 방법이 존재한다. 예를 들어, 입력부(200)는 비등방성 확산(anisotropic diffusion, AD) 필터링을 이용하여 전처리 과정에서 수행할 수 있다. AD 필터링은 신뢰할 수 있는 경계를 보존하면서 잡음을 효과적으로 제거할 수 있는 알고리즘으로서 종래에 널리 사용되는 알고리즘이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다. 다만 AD 필터링과정에 반복횟수(i)와 필터링 강도(k)를 결정하여야 하는데, 일 예로, $i=1$, $k=\infty$ 로 설정할 수 있다.
- [0019] 시드설정부(210)는 분리 대상 영역과 그 나머지 영역에 각각 속한 일정 개수의 복셀로 이루어진 제1 시드군(seed group) 및 제2 시드군을 설정한다. 3차원 의료영상에서 분리할 생체 조직기관(예를 들어, 기관지, 폐엽, 간혈관, 뼈 등 각종 인체 내 장기)의 영역은 부피가 있는 공간이므로, 단순히 2차원 이미지에서 일정 영역을 분리하는 것과 다르다. 예를 들어, CT로 촬영된 3차원 의료영상은 X-Y 평면 영상을 Z축을 따라 일정 간격으로 촬영한 것이므로, 3차원 의료영상의 영역 분리는 단순히 하나의 X-Y 평면 영상에서 영역을 분리하는 것이 아니라 Z축을 따라 일정 부피의 공간을 분리하는 것이다.
- [0020] 따라서 본 실시 예는, 분리 대상 영역에서 선택한 적어도 하나 이상의 복셀을 포함하는 제1 시드군과 그 나머지 영역에서 선택한 적어도 하나 이상의 복셀을 포함하는 제2 시드군을 설정하고, 이를 이용한 영역 분리 방법을 제시한다. 영역 분리의 품질을 높이기 위해서는 우선 제1 시드군 및 제2 시드군의 정확한 설정이 필요하다.
- [0021] 시드설정부(210)는 사용자로부터 제1 시드군과 제2 시드군을 선택받거나 소정의 알고리즘을 이용하여 제1 시드군 및 제2 시드군을 자동으로 설정할 수 있다. 사용자가 시드군을 선택하는 방법의 일 예는 도 3 내지 도 5에 도시되어 있으며, 알고리즘을 통해 시드군을 자동 설정하는 방법의 일 예는 도 6 및 도 7에 도시되어 있다. 시드설정부의 구체적인 방법에 대해서는 도 3 내지 도 7에서 설명한다.
- [0022] 제1 가중치결정부(220)는 의료영상을 구성하는 각 복셀에 대응되는 복셀노드와 가상으로 만든 시작노드 및 종료노드를 각각 연결하는 링크에 가중치를 부여한다. 시작노드와 종료노드는 각각 의료영상의 복셀노드 전체와 일대일 링크로 연결된다. 예를 들어, 도 8을 참조하면, 의료영상이 27개의 복셀노드(830)로 구성된다면, 시작노드(810)는 27개의 복셀노드(830)와 각각 연결되고, 종료노드(820) 또한 27개의 복셀노드(830)와 각각 연결

된다. 이하에서 설명의 편의를 위하여 시작노드(810)와 복셀노드(830) 사이를 연결하는 링크(840)를 '시작링크'라고 하며, 종료노드(820)와 복셀노드(830) 사이를 연결하는 링크(850)를 '종료링크'라고 한다.

- [0023] 복셀노드의 관점에서 살펴보면, 각 복셀노드는 시작노드와 종료노드 모두와 연결된다. 제1 가중치설정부(220)는 복셀노드가 연결되는 노드의 종류(즉, 시작노드 또는 종료노드)와 복셀노드가 속한 시드군의 종류(즉, 제1 시드군 또는 제2 시드군) 등을 기초로 시작링크와 종료링크의 가중치를 결정한다.
- [0024] 예를 들어, 제1 가중치설정부(220)는 시작노드와 제1 시드군에 속한 복셀노드를 연결하는 시작링크에 최대값의 가중치를 부여하고, 시작노드와 제2 시드군에 속한 복셀노드를 연결하는 시작링크에 최소값의 가중치를 부여한다. 그리고 제1 가중치설정부(220)는 시작노드와 나머지 복셀노드(즉, 제1 시드군이나 제2 시드군에 속하지 않은 복셀노드) 사이를 연결하는 시작링크에 최대값과 최소값 사이의 중간값의 가중치를 부여한다.
- [0025] 또 다른 예로, 제1 가중치설정부(220)는 종료노드와 제1 시드군에 속한 복셀노드를 연결하는 종료링크에 최소값의 가중치를 부여하고, 종료노드와 제2 시드군에 속한 복셀노드를 연결하는 종료링크에 최대값의 가중치를 부여하고, 종료노드와 나머지 복셀노드(즉, 제1 시드군이나 제2 시드군에 속하지 않은 복셀노드) 사이를 연결하는 종료링크에 최대값과 최소값의 중간값의 가중치를 부여할 수 있다.
- [0026] 위 예에 따른 가중치 설정을 정리하면 다음과 같다.
- [0027] - 시작노드와 제1 시드군의 복셀노드 사이의 시작링크: 최대값
- [0028] - 시작노드와 제2 시드군의 복셀노드 사이의 시작링크: 최소값
- [0029] - 종료노드와 제1 시드군의 복셀노드 사이의 종료링크: 최소값
- [0030] - 종료노드와 제2 시드군의 복셀노드 사이의 종료링크: 최대값
- [0031] - 시작노드 및 종료노드와 나머지 복셀노드 사이의 시작링크 및 종료링크: 중간값
- [0032] 여기서, 최대값과 최소값은 이후 살펴볼 각 복셀노드 사이를 연결하는 링크에 부여되는 가중치 변화 범위의 양단의 값을 기초로 미리 설정할 수 있다. 각 복셀노드 사이의 링크의 가중치가 0~1 사이에 존재한다면, 시작링크의 최대값으로 10, 최소값으로 0을 미리 정의할 수 있다.
- [0033] 본 실시 예는, 복셀노드가 속한 시드군의 종류와 복셀노드와 연결되는 노드의 종류에 따라 각 링크에 서로 다른 가중치를 부여하는 데 특징이 있는 것이며, 서로 다른 가중치를 어떤 값으로 설정할지는 실시 예에 따라 다양하게 변형할 수 있다. 따라서 본 발명은 시작링크 및 종료링크에 최대값, 최소값, 중간값의 부여하는 위 예에 반드시 한정되는 것은 아니다.
- [0034] 제2 가중치설정부(230)는 복셀노드 사이의 링크에 가중치를 부여한다. 이때 제2 가중치설정부(230)는 복셀노드 사이의 신호강도의 차이(예를 들어, 각 복셀이 나타내는 HU 값 차이)를 기초로 가중치를 결정한다. 3차원 의료 영상을 구성하는 각 복셀 사이의 거리는 일정하지 않을 수 있다. 예를 들어, CT 영상의 경우 X-Y 평면 영상을 Z축을 따라 매우 짧은 간격으로 촬영하므로, Z축의 촬영 간격에 따라 x축에서 인접한 복셀 사이의 거리와 z축에서 인접한 복셀 사이의 거리가 다를 수 있다. 따라서 실시 예에 따라, 제2 가중치설정부(230)는 신호강도의 차이와 복셀 사이의 거리를 함께 고려하여 복셀링크의 가중치를 결정할 수 있다.
- [0035] 표면이 아닌 공간 내에 존재하는 복셀노드(832)의 주변에는 도 8과 같이 26개의 복셀노드가 존재하며, 따라서 공간 내 하나의 복셀노드는 인접 복셀노드와 26개의 링크(860)를 가진다. 이하에서는 설명의 편의를 위하여 인접한 복셀노드를 사이의 링크(860)를 '복셀링크'라고 한다.
- [0036] 두 복셀 사이의 신호강도 차이가 크거나 거리가 멀수록 두 복셀은 동일 영역에 속하지 않을 가능성이 높으므로, 제2 가중치설정부(230)는 복셀링크의 가중치를 복셀의 신호강도 차이와 거리의 곱의 역수(즉, 가중치=1/(신호강도차이*거리))의 값으로 부여할 수 있다. 복셀링크의 가중치를 산출하는 방법은 반드시 이에 한정되는 것은 아니면서, 신호강도의 차이 및 거리 중 적어도 하나 이상을 이용한 다양한 방법으로 가중치를 산출할 수 있다.
- [0037] 분리부(240)는 각 링크(시작링크, 복셀링크, 종료링크)를 통해 연결되는 시작노드와 종료노드 사이의 경로 중 가중치의 합이 최소가 되는 경로를 찾는다. 이하에서 가중치의 합이 최소가 되는 경로를 '최단경로'라고 한다. 분리부(240)는 경로 검색할 때 일정 크기 이하의 가중치가 있는 링크는 절단된 것으로 간주하고 최단경로를 검색할 수 있다. 앞서 든 예에서, 최소값이 부여된 링크(시작링크 중 제2 시드군의 복셀노드와 연결된 링크 등)는 절단된 것으로 간주할 수 있다.

- [0038] 분리부(240)는 최단경로가 검색되면 해당 최단경로에서 가중치가 최소인 링크를 이후 경로 검색에서 제외되는 절단링크로 파악한다. 예를 들어, 분리부(240)는 최단경로에서 가중치가 최소인 링크의 가중치를 최소값으로 변경하여 경로 검색에서 절단된 것으로 취급할 수 있다.
- [0039] 분리부(240)는 절단링크를 따라 링크를 절단하였을 때 복셀노드가 두 영역으로 분리될 때까지 최단경로를 검색하고 절단링크를 파악하는 과정을 반복수행한다. 간단한 예를 통한 복셀링크의 분리과정은 도 9에 도시되어 있다. 분리부(240)에 의해 의료영상으로부터 분리한 생체 기관의 일 예가 도 11 및 도 12에 도시되어 있다.
- [0040] 도 3 내지 도 5는 본 발명에 따른 의료영상의 영역분리를 위해 사용자로부터 시드군을 입력받는 방법의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0041] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 영역분리장치는 의료영상의 X-Y 평면 영상(300,400,500)을 통해 사용자로부터 분리 대상 영역(320,420,520)에 속한 적어도 하나 이상의 복셀과 나머지 영역에 속한 적어도 하나 이상의 복셀을 선택받는다. 영역분리장치는 사용자가 선택한 각 영역(340,350,440,540)의 복셀을 분리 대상 영역(320,420,520)을 위한 제1 시드군 또는 나머지 영역을 위한 제2 시드군으로 설정한다. 의료영상(300,400,500)에서 분리 대상 영역(320,420,520)을 제외한 나머지 영역은 적어도 하나 이상의 영역으로 구성될 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 영역분리장치는 사용자로부터 선(340,350), 다각형(440), 또는 임의 모양(540)의 영역을 선택받으면, 선(340,350), 다각형(440), 또는 임의 모양(540)에 해당하는 복셀을 시드군으로 설정한다.
- [0043] 도 6은 본 발명에 따른 의료영상의 영역분리를 위해 영역성장법을 통한 시드군의 설정 방법의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0044] 도 6을 참조하면, 영역분리장치는 의료영상(600)을 구성하는 복셀들 중 분리 대상 영역(620) 또는 그 나머지 영역에 속하는 어느 하나의 복셀(이하, 기준점)에서부터 신호강도가 유사한 주변 영역으로 일정 부피를 가진 공간을 확장하는 영역성장법(region growing)을 사용하여 제1 시드군 또는 제2 시드군을 설정한다. 영역성장법을 이용하는 경우에 의료영상의 어느 하나의 X-Y 평면에 속한 복셀로 이루어진 시드군이 형성되는 것이 아니라, 일정 부피를 가진 공간 내 복셀로 이루어진 시드군으로 설정하므로, 좀 더 정확한 영역 분리를 위한 시드군 확보가 가능하다.
- [0045] 영역성장법의 적용을 위한 기준점은 도 3과 같은 의료영상 단면에서 사용자로부터 입력받거나, 의료영상의 분리 대상 영역에 대하여 미리 설정된 대략적인 위치를 기준으로 자동 설정될 수 있다. 예를 들어, 폐 영상을 촬영할 때 폐가 의료영상의 중앙에 위치한다면, 영역분리장치는 의료영상의 중앙에서 폐의 신호강도를 나타내는 복셀을 기준으로 자동 설정할 수 있다. 이 외에도 기준점의 다양한 설정방법이 적용될 수 있다.
- [0046] 영역분리장치는 기준점을 기준으로 해당 조직이 가지는 신호강도의 상한값과 하한값의 범위를 만족하는 복셀들을 연결하여 영역을 확장한다. 여기서, 상한값과 하한값은 생체기관의 종류에 따라 결정된다. 예를 들어, CT 영상에서 폐 영역을 분리하고자 할 경우에, 영역분리장치는 폐 영역 내 기준점으로부터 신호강도 -400HU를 기준으로 일정한 오차범위 내의 신호강도를 가진 복셀들을 연결하여 일정 부피를 가진 영역을 확장한다.
- [0047] 실시 예에 따라, 영역분리장치는 분리 대상 영역에 대한 제1 시드군은 영역성장법을 통해 설정하고, 나머지 영역에 대한 제2 시드군은 사용자로부터 입력받은 선을 통해 설정할 수 있다. 영역성장법을 통해 의료영상에서 일정영역(예를 들어, 폐 등)이 분리되나, 이는 의료영상 내 존재하는 여러 잡음으로 인해 대략적인 결과를 얻을 수 있을 뿐 분리 대상 영역의 정확한 경계를 얻기는 어렵다.
- [0048] 본 실시 예 외에도, 복셀의 신호강도의 차이를 기초로 제1 시드군 또는 제2 시드군을 설정하거나, 종래의 다양한 영상처리 알고리즘을 이용하여 개략적인 두 영역에 대한 시드군을 설정할 수 있는 등 시드군의 설정방법은 앞서 살핀 여러 실시 예에 반드시 한정되는 것은 아니다.
- [0049] 도 7은 본 발명에 따른 의료영상의 영역분리를 위해 형태학적 특징을 이용한 시드군의 설정 방법의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0050] 도 7을 참조하면, 영역분리장치는 복셀의 신호강도의 변화에 대한 방향성을 기초로 면, 선 또는 덩어리 형태의 영역을 파악한 후, 해당 영역에 속한 복셀을 제1 시드군 또는 제2 시드군으로 설정한다.
- [0051] 복셀의 신호강도 변화에 대한 방향성은 고유벡터(eigenvector) 및 고유값(eigenvalue)를 통해 파악될 수 있다. 예를 들어, 기관지는 등근 관 형태이므로 기관지의 신호강도의 방향성은 일정한 방향을 가진 벡터로 표시될 수 있다.

[0052] 고유벡터 및 고유값은 헤시안(hessian) 행렬을 통해 구할 수 있다. 3차원 영상의 각 복셀이 주변 복셀과 어떠한 관계를 갖고 있는지 헤시안 행렬로 나타내면 다음과 같다.

수학식 1

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial^2 I}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 I}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 I}{\partial x \partial z} \\ \frac{\partial^2 I}{\partial y \partial x} & \frac{\partial^2 I}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 I}{\partial y \partial z} \\ \frac{\partial^2 I}{\partial z \partial x} & \frac{\partial^2 I}{\partial z \partial y} & \frac{\partial^2 I}{\partial z^2} \end{bmatrix}$$

[0053]

[0054] 여기서, I는 (x,y,z) 좌표에서의 신호강도(intensity)를 나타낸다.

[0055] 헤시안 행렬의 각 원소를 3차 연립 방정식의 계수로 간주하고, 그 방정식의 해를 구하는 과정을 통해 고유벡터 및 고유값을 구할 수 있다.

[0056] 영역분리장치는 각 생체 조직의 구조적 특징을 나타내는 고유벡터 및 고유값을 미리 파악하여 가지고 있을 수 있다. 예를 들어, x,y,z 축에 대한 고유값이 각각 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 이라 할 때 다음과 같은 특성이 있다.

표 1

[0057]

구조 특징	고유값 조건
면(sheet)	$\lambda_3 \ll \lambda_2 \simeq \lambda_1 \simeq 0$
선(line)	$\lambda_3 \simeq \lambda_2 \ll \lambda_1 \simeq 0$
덩어리(blob)	$\lambda_3 \simeq \lambda_2 \simeq \lambda_1 \ll 0$

[0058] 예를 들어, 기관지의 경우 대표적인 튜브 형태의 선 구조를 가지며, 기관지의 선 구조를 특정하기 위한 고유값의 범위를 사전 조사하여 다음과 같이 정의할 수 있다.

수학식 2

$$\lambda_1 < 70 \text{ and } \lambda_2 > 70 \text{ and } \lambda_3 > 70$$

[0059]

[0060] 영역분리장치는 추출하고자 하는 조직에 대해 미리 가지고 있는 기준 고유벡터 및 기준 고유값과, 3차원 의료영상으로부터 추출한 인체 조직에 대한 고유벡터 및 고유값을 비교하여 일정 기준을 만족하는 복셀들을 추출하여 제1 시드군 또는 제2 시드군으로 설정한다. 예를 들어, 영역분리장치는 분리 대상 영역이 폐 영역인 경우에 폐에 속한 복셀들의 신호강도의 변화에 대한 고유벡터 및 고유값을 구한 후 각 방향에 대한 고유값의 범위가 위 수학식2를 만족하는지 파악하는 과정을 통해 영역을 추출하고, 해당 영역의 복셀을 제1 시드군으로 설정할 수 있다.

[0061] 도 8은 본 발명에 따른 의료영상의 영역분리를 위한 노드 그래프의 일 예를 도시한 도면이다.

[0062] 도 8을 참조하면, 영역 분리를 위해 사용하는 노드 그래프(800)는 가상의 시작노드(810) 및 종료노드(820)와, 각 복셀과 일대일 맵핑되는 복셀노드(830)를 포함한다. 본 실시 예는 설명의 편의를 위해 27개의 복셀만을 도시하고 있다.

[0063] 노드 그래프(800)는 시작노드(810)와 전체 복셀노드(830)를 각각 연결하는 시작링크(840)와, 종료노드(820)와 전체 복셀노드(830)를 각각 연결하는 종료링크(850)와, 각 복셀노드(830) 사이를 연결하는 복셀링크(860)를 포함한다. 본 실시 예는 도면의 간략화를 위해 대각선으로 연결되는 복셀링크를 도시하지 않았다.

[0064] 영역분리장치는 시작링크(840), 종료링크(850), 복셀링크(860)에 각각 가중치를 부여한다.

- [0065] 시작링크(840)는 시작노드(810)와 제1 시드군에 속한 복셀노드 사이를 연결하는 링크, 시작노드(810)와 제2 시드군에 속한 복셀노드 사이를 연결하는 링크, 또는 시작노드(810)와 그 외 복셀노드 사이를 연결하는 링크로 구분될 수 있다. 영역분리장치는 이러한 각 링크에 기 설정된 서로 다른 가중치를 부여한다.
- [0066] 종료링크(850)는 종료노드(820)와 제1 시드군에 속한 복셀노드 사이를 연결하는 링크, 종료노드(820)와 제2 시드군에 속한 복셀노드 사이를 연결하는 링크, 또는 종료노드(820)와 그 외 복셀노드 사이를 연결하는 링크로 구분될 수 있다. 영역분리장치는 이러한 각 링크에 기 설정된 서로 다른 가중치를 부여한다.
- [0067] 복셀링크(860)는 인접한 복셀노드 사이를 연결하는 링크이다. 각 복셀들 사이의 거리는 의료영상에 따라 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 공간 내 위치한 복셀노드(832)는 인접한 26개의 복셀노드(830)와 연결되므로 26개의 복셀링크를 가진다. 본 실시 예에서, x,y축의 각 복셀들 사이의 거리는 동일하나, z축의 복셀들 사이의 거리는 x,y축의 복셀들 사이의 거리보다 길다. 실시 예에 따라, x,y,z축의 복셀들 사이의 거리는 모두 동일할 수 있다. 영역분리장치는 인접 복셀들의 신호강도 차이와 거리를 기초로 복셀링크의 가중치를 결정한다. 만약, 복셀들 사이의 거리가 모든 방향에서 일정하다면, 영역분리장치는 신호강도 차이만을 이용하여 복셀링크의 가중치를 결정할 수 있다.
- [0068] 도 9는 본 발명에 따른 의료영상 영역분리 방법의 일 예를 간략히 도시한 도면이다.
- [0069] 도 9를 참조하면, 의료영상이 4개의 복셀노드(920,930,940)로 구성되고, 시작링크(900) 및 종료링크(910)를 위해 미리 설정된 가중치 최대값은 10, 최소값은 0이다. 또한 제1 복셀노드(920)는 제1 시드군에 속하고, 제4 복셀노드(950)는 제2 시드군에 속한다.
- [0070] 영역분리장치는 시작노드(900)와 각 복셀노드(920,930,940,950))를 연결하는 시작링크의 가중치를 결정한다. 제1 복셀노드(920)는 제1 시드군에 속하고, 제4 복셀노드(950)는 제2 시드군에 속하므로, 영역분리장치는 시작노드와 제1 복셀노드 사이의 시작링크에 가중치 10으로 부여하고 시작노드와 제4 복셀노드 사이의 시작링크에 가중치 0을 부여한다. 그리고 영역분리장치는 제1 시드군과 제2 시드군에 속하지 않은 제2,3 복셀노드(930,940)와 시작노드 사이의 시작링크에 최대값 및 최소값의 중간값(=(최대값-최소값)/2)인 5를 가중치로 부여한다. 이와 동일한 방법으로, 영역분리장치는 종료노드(910)와 각 복셀노드(920,930,940,950) 사이의 종료링크에 가중치를 부여한다.
- [0071] 영역분리장치는 복셀 사이의 신호강도의 차이와 거리를 기초로 복셀링크의 가중치를 결정한다. 본 실시 예는, 설명의 간략화를 위해 대각선으로 연결되는 복셀링크를 생략하고, 각 복셀 사이의 거리는 '1'로 모두 동일하다고 가정한다. 영역분리장치는 복셀링크의 가중치를 $1/(\text{신호강도차이} * \text{거리})$ 의 값으로 구한다.
- [0072] 예를 들어, 제1 복셀노드(920)의 신호강도가 10이고, 제2 복셀노드(930)의 신호강도가 12이므로, 영역분리장치는 두 복셀노드(920,930) 사이의 복셀링크에 가중치 $1/2(=1/(12-10))$ 을 부여한다. 이와 같은 방법으로 각 복셀링크의 가중치를 결정한다.
- [0073] 모든 링크의 가중치 설정이 완료되면, 영역분리장치는 시작노드(900)와 종료노드(910)를 연결하는 경로 중 가중치가 최소인 경로를 검색한다. 본 실시 예에서, 시작노드(900) - 제1 복셀노드(920) - 제3 복셀노드(940) - 종료노드(910)의 경로의 가중치 합이 $15.1(=10+1/10+5)$ 로 가장 작으므로, 영역분리장치는 이 경로를 제1 최단경로로 선택한다. 그리고 제1 최단경로에서 제1 복셀노드(920)와 제3 복셀노드(940)를 연결하는 복셀링크의 가중치 $(1/10)$ 가 가장 작으므로, 영역분리장치는 이 복셀링크를 제1 절단링크로 파악한다.
- [0074] 복셀노드가 제1 절단링크만으로 두 부분으로 분리되지 않으므로, 영역분리장치는 이전의 제1 최단경로를 배제한 상태에서 다시 가중치의 합이 최소가 되는 다른 최단경로를 검색한다. 시작노드(900) - 제2 복셀노드(930) - 제4 복셀노드(950) - 종료노드(910)의 가중치의 합이 제1 최단경로를 배제한 상태에서 최소가 되므로, 영역분리장치는 이 경로를 제2 최단경로로 선택하고, 제2 최단경로에서 가중치가 최소가 되는 제2 복셀노드(930)와 제4 복셀노드(950) 사이를 연결하는 복셀링크를 제2 절단링크로 파악한다.
- [0075] 제1 절단링크와 제2 절단링크를 절단하는 경우에, 노드 그래프(800)에서 복셀노드는 두 부분으로 분리된다. 즉, 영역분리장치는 절단노드를 기초로 의료영상으로부터 분리 대상 영역을 추출한다.
- [0076] 도 10은 본 발명에 따른 의료영상 분리방법의 일 실시 예의 흐름을 도시한 도면이다.
- [0077] 도 10을 참조하면, 영역분리장치는 복셀로 구성되는 3차원 의료영상을 입력받는다(S1000). 영역분리장치는 다양한 방법을 통해 분리 대상 영역에 속한 적어도 하나 이상의 복셀을 포함하는 제1 시드군과 나머지 영역에 속한

적어도 하나 이상의 복셀을 포함하는 제2 시드군을 설정한다(S1010).

[0078] 영역분리장치는 각 복셀을 나타내는 복셀노드와 가상의 시작노드 및 종료노드를 각각 연결하는 시작링크에 가중치를 부여한다(S1020). 영역분리장치는 복셀노드가 연결되는 대상이 시작노드 또는 종료노드인지 여부와, 복셀노드가 제1 시드군이나 제2 시드군에 속하는지 여부를 기초로 미리 설정된 서로 다른 가중치를 각각 시작링크에 부여한다.

[0079] 또한, 영역분리장치는 각 복셀노드 사이를 연결하는 복셀링크의 가중치를 결정한다(S1030). 예를 들어, 영역분리장치는 인접한 복셀들 사이의 신호강도의 차이를 기초로 복셀링크의 가중치를 설정할 수 있다. 각 복셀 사이의 거리가 축 방향에 따라 서로 다를 수 있으므로, 영역분리장치는 신호강도 차이와 거리를 함께 고려하여 복셀링크의 가중치를 설정할 수 있다.

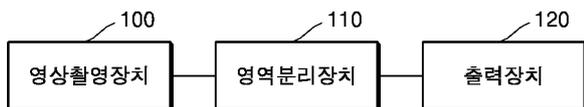
[0080] 영역분리장치는 각 링크의 가중치 설정이 완료되면, 시작노드와 종료노드를 연결하는 경로 중 가중치의 합이 최소가 되는 최단경로를 검색하고, 최단경로에서 가중치가 최소인 링크를 절단링크로 파악한다(S1040). 영역분리장치는 절단링크를 절단하였을 때 복셀노드가 두 영역으로 분리될 때까지 절단링크를 파악하는 과정(S1040)을 반복수행한다(S1050).

[0081] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

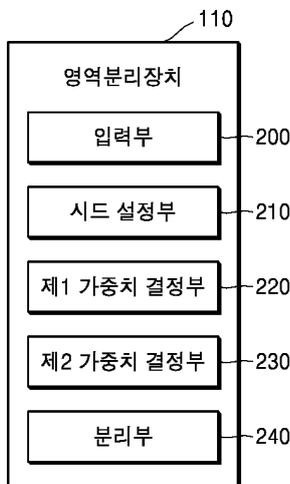
[0082] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

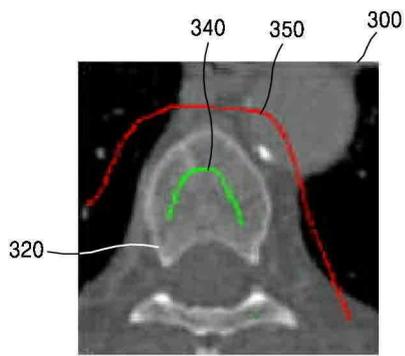
도면1



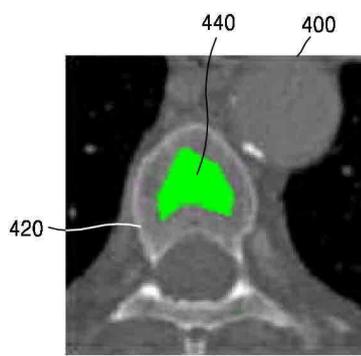
도면2



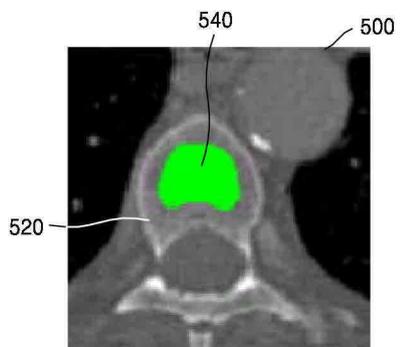
도면3



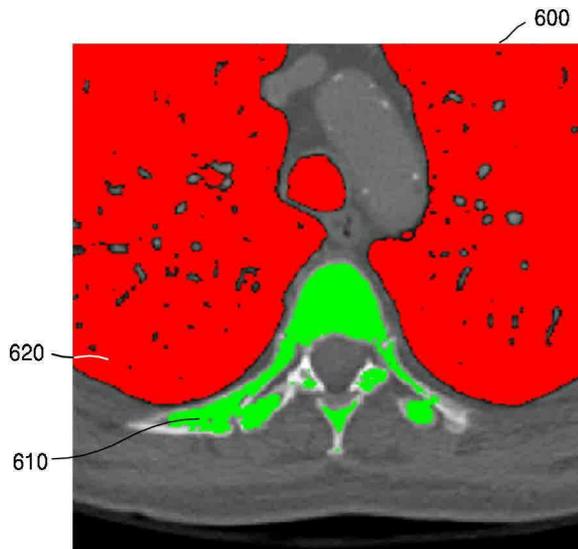
도면4



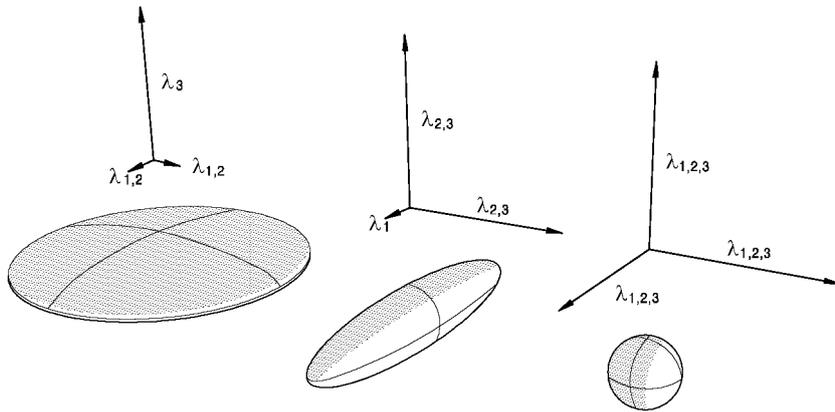
도면5



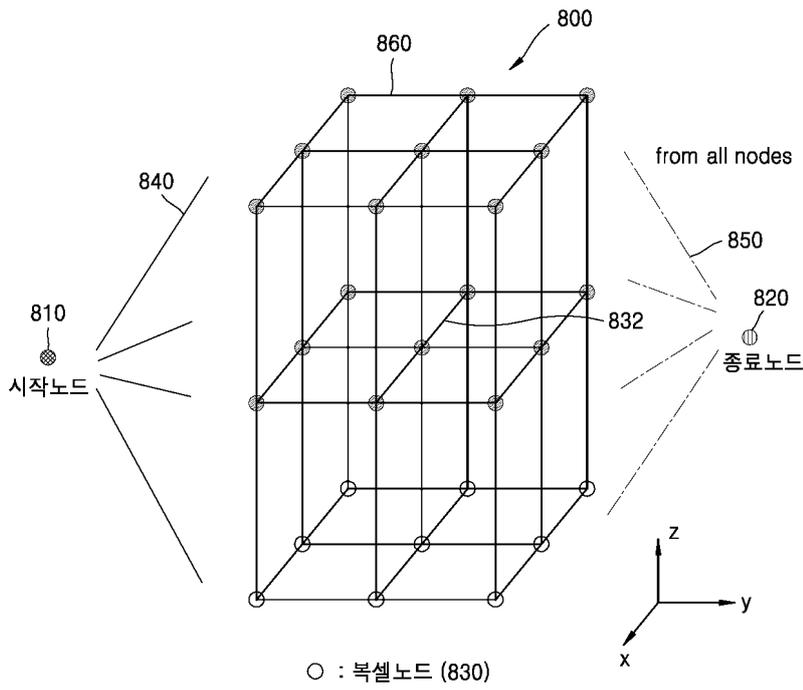
도면6



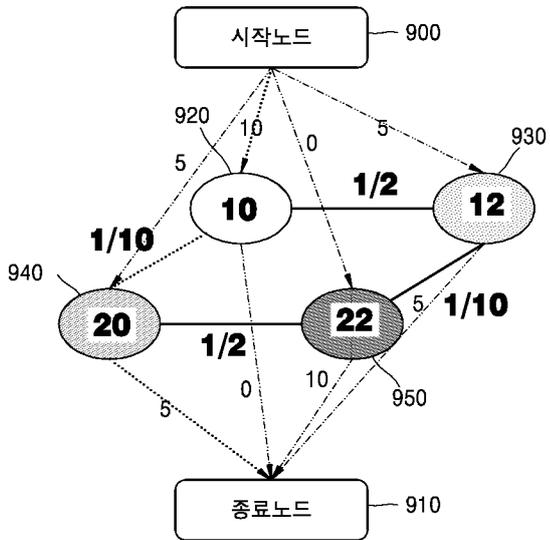
도면7



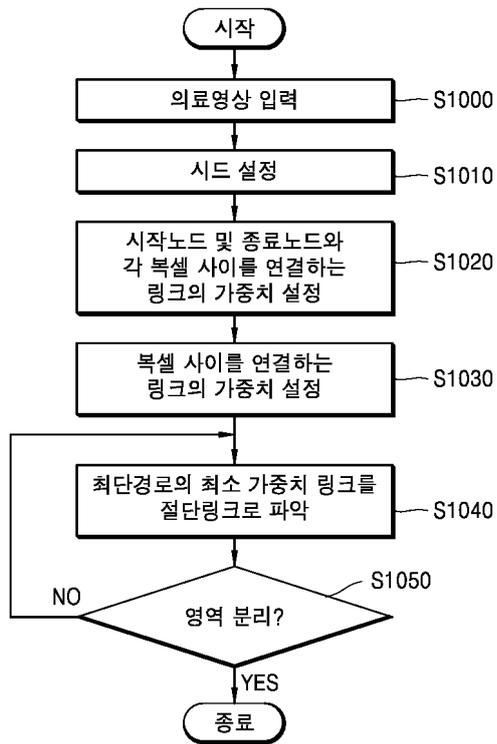
도면8



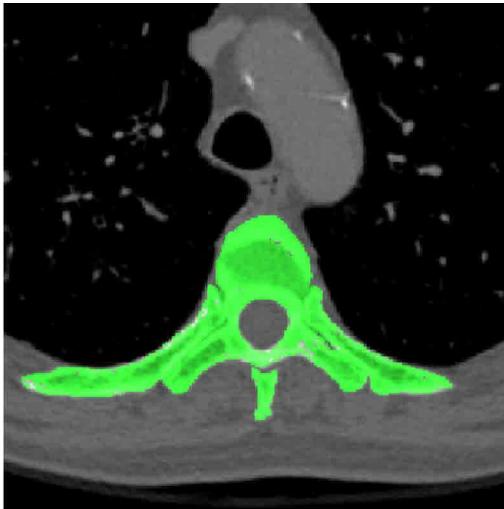
도면9



도면10



도면11



도면12

