



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0007862
(43) 공개일자 2012년01월25일

(51) Int. Cl.

A61B 5/055 (2006.01) G06T 19/20 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2010-0068627

(22) 출원일자 2010년07월15일

심사청구일자 2010년07월15일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산 남구 무거2동 산29

가톨릭대학교 산학협력단

서울특별시 서초구 반포대로 222, 가톨릭대학교
성의교정내 (반포동)

(72) 발명자

이정진

서울특별시 서초구 반포동 반포자이아파트 135동
301호

김경원

서울특별시 종로구 명륜동2가 아남아파트 101동
1106호

이호

경기도 광주시 오포읍 양벌리 대주2차아파트 206
동 1207호

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 13 항

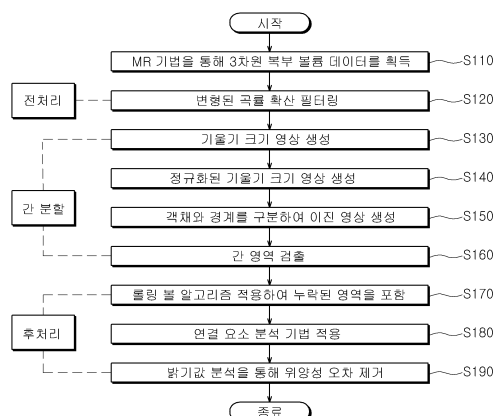
(54) MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법

(57) 요약

본 발명은, MR 기법을 통해 3차원 복부 볼륨 데이터를 획득하는 단계와, 상기 복부 볼륨 데이터의 전처리를 수행하는 단계와, 상기 전처리된 복부 볼륨 데이터에 대한 기울기 크기 영상을 생성하는 단계와, 상기 기울기 크기 영상의 기울기 크기를 설정된 범위로 정규화하여, 정규화된 기울기 크기 영상을 생성하는 단계와, 상기 정규화된 기울기 크기 영상으로부터 객체와 경계를 구분한 이진 영상을 생성하는 단계, 및 상기 이진 영상으로부터 간 영역을 검출하는 단계를 포함하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법 및 시스템을 제공한다.

본 발명에 따른 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법 및 시스템에 따르면, MR 영상에서 정규화된 기울기 크기 영상을 이용하여 간 영역을 고속으로 자동 분할할 수 있는 이점이 있다. 또한, 간 분할 이후 롤링 볼 알고리즘과 연결 요소 분석 기법을 사용하는 경우, 간 경계 부근의 위양성 오차를 더욱 감소시킬 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10912050061099600010

부처명 문화체육관광부

연구관리전문기관

연구사업명 문화기술(CT)연구소 육성사업

연구과제명 비주얼 커뮤니케이션을 위한 차세대 실감형 마이크로블로그 트위터 콘텐츠 제작 기술 연

구

기여율

주관기관 가톨릭대학교

연구기간 2009년 08월 15일 ~ 2012년 05월 14일

특허청구의 범위

청구항 1

MR 기법을 통해 3차원 복부 볼륨 데이터를 획득하는 단계;
 상기 복부 볼륨 데이터의 전처리를 수행하는 단계;
 상기 전처리된 복부 볼륨 데이터에 대한 기울기 크기 영상을 생성하는 단계;
 상기 기울기 크기 영상의 기울기 크기를 설정된 범위로 정규화하여, 정규화된 기울기 크기 영상을 생성하는 단계;
 상기 정규화된 기울기 크기 영상으로부터 객체와 경계를 구분한 이진 영상을 생성하는 단계; 및
 상기 이진 영상으로부터 간 영역을 검출하는 단계를 포함하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 검출된 간 영역의 간 경계를 따라 롤링 볼 알고리즘(Rolling Ball Algorithm)을 적용하여, 상기 간 경계에 인접하여 누락된 영역을 상기 간 영역 내에 포함시키는 단계;
 상기 포함된 간 경계 부분을 객체로 구분하도록, 상기 간 경계 부분 상에 연결 요소 분석 기법(Connected Component Analysis)을 적용하는 단계; 및
 상기 객체로 구분된 상기 간 경계 부분의 밝기값 분포를 분석하여, 상기 간 경계 부분 상의 굴곡 부분을 상기 간 영역에서 제외시키는 단계를 더 포함하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
 상기 전처리를 수행하는 단계는,
 상기 복부 볼륨 데이터 상에, 변형된 곡률 확산 필터링(Modified Curvature Diffusion Filtering)을 적용하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 정규화된 기울기 크기 영상을 생성하는 단계는,
 상기 기울기 크기를 0과 1 사이의 값으로 정규화하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
 상기 이진 영상을 생성하는 단계는,
 상기 정규화된 기울기 크기 영상에서, 상기 설정된 범위 안의 특정 임계값을 기준으로 하여 상기 객체 부분과 상기 경계 부분을 구분하는 단계; 및
 상기 경계 부분의 밝기값은 1, 상기 객체 부분의 밝기값은 0으로 하여 상기 이진 영상을 생성하는 단계를 포함하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 객체 부분과 상기 경계 부분을 구분하는 단계는,

상기 임계값보다 작은 기울기 크기의 영역은 상기 객체 부분, 상기 임계값보다 큰 기울기 크기의 영역은 상기 경계 부분으로 구분하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 간 영역을 검출하는 단계는,

이전 슬라이스에서 기 분할된 간 영역에서 추출된 씨앗점을 이용하는 2차원 씨앗점 영역 성장법을 적용하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 기재된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 9

MR 기법을 통해 3차원 복부 볼륨 데이터를 획득하는 획득부;

상기 복부 볼륨 데이터의 전처리를 수행하는 전처리부;

상기 전처리된 복부 볼륨 데이터에 대한 기울기 크기 영상을 생성하는 제1생성부;

상기 기울기 크기 영상의 기울기 크기를 설정된 범위로 정규화하여, 정규화된 기울기 크기 영상을 생성하는 정규화부;

상기 정규화된 기울기 크기 영상으로부터 객체와 경계를 구분한 이진 영상을 생성하는 제2생성부; 및

상기 이진 영상으로부터 간 영역을 검출하는 검출부를 포함하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 시스템.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 검출된 간 영역의 간 경계를 따라 롤링 볼 알고리즘(Rolling Ball Algorithm)을 적용하여, 상기 간 경계에 인접하여 누락된 영역을 상기 간 영역 내에 포함시키는 제3생성부;

상기 포함된 간 경계 부분을 객체로 구분하도록, 상기 간 경계 부분 상에 연결 요소 분석 기법(Connected Component Analysis)을 적용하는 제1분석부; 및

상기 객체로 구분된 상기 간 경계 부분의 밝기값 분포를 분석하여, 상기 간 경계 부분 상의 굴곡 부분을 상기 간 영역에서 제외시키는 제2분석부를 더 포함하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 시스템.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 정규화부는,

상기 기울기 크기를 0과 1 사이의 값으로 정규화하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 시스템.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 제2생성부는,

상기 정규화된 기울기 크기 영상에서, 상기 설정된 범위 안의 특정 임계값을 기준으로 하여 상기 객체 부분과 상기 경계 부분을 구분한 후, 상기 경계 부분의 밝기값은 1, 상기 객체 부분의 밝기값은 0으로 하여 상기 이진 영상을 생성하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 시스템.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 제2생성부는,

상기 객체 부분과 상기 경계 부분의 구분시, 상기 임계값보다 작은 기울기 크기의 영역은 상기 객체 부분, 상기 임계값보다 큰 기울기 크기의 영역은 상기 경계 부분으로 구분하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 정규화된 기울기 크기 영상 정보를 이용하여 간 영역을 자동으로 분할하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 의학과 공학 기술의 급격한 발전으로 컴퓨터 보조 간 진단에 대한 연구가 시작되어 복부의 다중 페이지 컴퓨터 단층 촬영(Computed Tomography, CT) 영상에서 영상처리 기술을 사용하여 간의 체적을 자동으로 측정하거나 간암을 자동으로 검출하는 다양한 기법들이 연구되고 있다.

[0003] 임상에서는 해부학적인 정보를 담고 있는 CT 영상과 기능적 정보를 담고 있는 자기 공명(Magnetic Resonance, MR) 영상을 동시에 참조하여 관독을 수행하고 있지만, 아직까지 MR 영상에 영상처리 기술을 사용하여 컴퓨터 보조 간 진단에 이용하는 연구는 CT 영상과 비교하여 초기 단계에 머물고 있다. MR 영상을 컴퓨터 보조 간 진단에 이용하기 위해서는 MR 영상에서 간 분할이 선행되어야 한다. MR 영상에서 분할된 간 영역은 간 체적 측정과 간암 검출을 위한 영역 설정, CT 영상과 MR 영상의 정합 시 해부학적 표식기 등으로 사용될 수 있기 때문에 중요하다.

[0004] CT 영상에서 간 분할을 위하여 많은 연구가 수행되었지만, MR 영상에서 간 분할을 위한 연구는 CT 영상에 비하여 매우 적은 수의 연구가 수행되었다. 또한, 기존 연구들은 MR 영상에서 간 분할을 수행하기 위하여 특수한 MR 영상들을 촬영해야 한다는 문제점이 있었고, 대표적인 기존 연구들은 다음과 같다.

[0005] Farraher 등은 혼합 고속 스핀에코 펄스 시퀀스(Mixed fast spin-echo pulse sequence) MR 영상을 이용한 간 분할 기법을 제안하였다. 이를 위하여 하나의 단면에 대하여 T1과 T2가 다른 비율로 가중치가 주어지는 4개의 영상인 혼합 고속 스핀에코 펄스 시퀀스 영상을 생성하였고, 간 영역의 T1, T2, 양성자 밀도에 대한 범위를 지정하여 간 분할을 수행하였으며, 결과가 만족스럽지 못할 경우 범위를 조정하여 분할하는 과정을 반복하였다.

[0006] 이 기법은 MR 영상에서 간 분할을 위하여 추가적으로 혼합 고속 스핀에코 펄스 시퀀스 영상을 얻어야 하고, 한 환자당 간 분할 계산 과정에 6분에서 24분이 소요되고, 평균적으로 13.3분이라는 오랜 시간이 소요된다는 문제점이 있었다. 또한, 정확한 분할 결과를 얻기 위하여 3번에서 17번까지의 범위 조정과 재분할이 필요하고, 평균적으로 7번의 범위 조정과 재분할이 필요하다는 문제점이 있었다.

[0007] Gloger 등은 다른 T1, T2 가중치를 갖는 다채널 MR 영상들에 간 영역의 밝기값과 위치의 확률 분포 프레임워크를 생성하여 분할을 수행하였다. 이 기법은 다중 클래스 선형 분류자를 이용하여 인자들의 차원을 감소하였고, 확률 맵을 생성하여 영역 성장법과 임계값 기법으로 분할을 수행하였다. 이 기법도 한 환자당 간 분할 계산 과정에 평균적으로 11.22분이라는 오랜 시간이 소요된다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 MR 영상에서 정규화된 기울기 크기 영상을 이용하여 간 영역을 고속으로 자동 분할하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, MR 기법을 통해 3차원 복부 볼륨 데이터를 획득하는 단계와, 상기 복부 볼륨 데이터의 전처리를 수행하는 단계와, 상기 전처리된 복부 볼륨 데이터에 대한 기울기 크기 영상을 생성하는 단계와, 상기 기울기 크

기 영상의 기울기 크기를 설정된 범위로 정규화하여, 정규화된 기울기 크기 영상을 생성하는 단계와, 상기 정규화된 기울기 크기 영상으로부터 객체와 경계를 구분한 이진 영상을 생성하는 단계, 및 상기 이진 영상으로부터 간 영역을 검출하는 단계를 포함하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법을 제공한다.

- [0010] 여기서, 상기 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법은, 상기 검출된 간 영역의 간 경계를 따라 롤링 볼 알고리즘(Rolling Ball Algorithm)을 적용하여, 상기 간 경계에 인접하여 누락된 영역을 상기 간 영역 내에 포함시키는 단계와, 상기 포함된 간 경계 부분을 객체로 구분하도록, 상기 간 경계 부분 상에 연결 요소 분석 기법(Connected Component Analysis)을 적용하는 단계, 및 상기 객체로 구분된 상기 간 경계 부분의 밝기값 분포를 분석하여, 상기 간 경계 부분 상의 굴곡 부분을 상기 간 영역에서 제외시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 전처리를 수행하는 단계는, 상기 복부 볼륨 데이터 상에, 변형된 곡률 확산 필터링(Modified Curvature Diffusion Filtering)을 적용할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 정규화된 기울기 크기 영상을 생성하는 단계는, 상기 기울기 크기를 0과 1 사이의 값으로 정규화할 수 있다.
- [0013] 그리고, 상기 이진 영상을 생성하는 단계는, 상기 정규화된 기울기 크기 영상에서, 상기 설정된 범위 안의 특정 임계값을 기준으로 하여 상기 객체 부분과 상기 경계 부분을 구분하는 단계, 및 상기 경계 부분의 밝기값은 1, 상기 객체 부분의 밝기값은 0으로 하여 상기 이진 영상을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 여기서, 상기 객체 부분과 상기 경계 부분을 구분하는 단계는, 상기 임계값보다 작은 기울기 크기의 영역은 상기 객체 부분, 상기 임계값보다 큰 기울기 크기의 영역은 상기 경계 부분으로 구분할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 간 영역을 검출하는 단계는, 이전 슬라이스에서 기 분할된 간 영역에서 추출된 씨앗점을 이용하는 2차원 씨앗점 영역 성장법을 적용할 수 있다.
- [0016] 그리고, 본 발명은 상기 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.
- [0017] 그리고, 본 발명은, MR 기법을 통해 3차원 복부 볼륨 데이터를 획득하는 획득부와, 상기 복부 볼륨 데이터의 전처리를 수행하는 전처리부와, 상기 전처리된 복부 볼륨 데이터에 대한 기울기 크기 영상을 생성하는 제1생성부와, 상기 기울기 크기 영상의 기울기 크기를 설정된 범위로 정규화하여, 정규화된 기울기 크기 영상을 생성하는 정규화부와, 상기 정규화된 기울기 크기 영상으로부터 객체와 경계를 구분한 이진 영상을 생성하는 제2생성부, 및 상기 이진 영상으로부터 간 영역을 검출하는 검출부를 포함하는 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 시스템을 제공한다.
- [0018] 여기서, 상기 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 시스템은, 상기 검출된 간 영역의 간 경계를 따라 롤링 볼 알고리즘(Rolling Ball Algorithm)을 적용하여, 상기 간 경계에 인접하여 누락된 영역을 상기 간 영역 내에 포함시키는 제3생성부와, 상기 포함된 간 경계 부분을 객체로 구분하도록, 상기 간 경계 부분 상에 연결 요소 분석 기법(Connected Component Analysis)을 적용하는 제1분석부, 및 상기 객체로 구분된 상기 간 경계 부분의 밝기값 분포를 분석하여, 상기 간 경계 부분 상의 굴곡 부분을 상기 간 영역에서 제외시키는 제2분석부를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 정규화부는, 상기 기울기 크기를 0과 1 사이의 값으로 정규화하는 MR 영상을 이용할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 제2생성부는, 상기 정규화된 기울기 크기 영상에서, 상기 설정된 범위 안의 특정 임계값을 기준으로 하여 상기 객체 부분과 상기 경계 부분을 구분한 후, 상기 경계 부분의 밝기값은 1, 상기 객체 부분의 밝기값은 0으로 하여 상기 이진 영상을 생성할 수 있다.
- [0021] 여기서, 상기 제2생성부는, 상기 객체 부분과 상기 경계 부분의 구분시, 상기 임계값보다 작은 기울기 크기의 영역은 상기 객체 부분, 상기 임계값보다 큰 기울기 크기의 영역은 상기 경계 부분으로 구분할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명에 따른 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법 및 시스템에 따르면, MR 영상에서 정규화된 기울기 크기 영상을 이용하여 간 영역을 고속으로 자동 분할할 수 있는 이점이 있다. 또한, 간 분할 이후 롤링 볼 알고리즘과 연결 요소 분석 기법을 사용하는 경우, 간 경계 부근의 위양성 오차를 더욱 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법의 흐름도이다.
 도 2는 도 1을 위한 시스템의 구성도이다.
 도 3은 도 1의 S140단계에서 생성된 정규화된 기울기 크기 영상의 예시도이다.
 도 4는 도 1의 S150단계를 통해 얻어진 객체 구분 영상의 예시도이다.
 도 5는 도 1의 S160단계를 통해 추출된 간 영역의 예시도이다.
 도 6은 도 1의 S190단계의 결과 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 도 1은 본 발명의 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법의 흐름도이다. 도 2는 도 1을 위한 시스템의 구성도이다.
- [0025] 상기 시스템(100)은 획득부(110), 전처리부(120), 제1생성부(130), 정규화부(140), 제2생성부(150), 검출부(160), 제3생성부(170), 제1분석부(180), 제2분석부(190)를 포함한다. 이하에서는, 상기 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법에 관하여 도 1 및 도 2를 참조로 하여 상세히 설명한다.
- [0026] 먼저, 상기 획득부(110)에서, MR 기법을 통해 3차원 복부 볼륨 데이터를 획득한다(S110).
- [0027] 다음, 전처리부(120)를 통해 상기 복부 볼륨 데이터의 전처리를 수행한다(S120). 이때, 상기 복부 볼륨 데이터 상에, 변형된 곡률 확산 필터링(Modified Curvature Diffusion Filtering)을 적용하여 전처리를 수행한다.
- [0028] 상기 변형된 곡률 확산 필터링은 영상의 경계를 보존하면서 잡음을 제거할 수 있는 방식이다. 즉, 이는 MR 영상의 잡음을 제거하기 위하여 영상을 평활화하면서도 경계를 보존하는 방식이다.
- [0029] 상기의 필터링은 아래의 수학식 1을 통해 이루어진다.

수학식 1

$$\frac{\partial f(x, y, t)}{\partial t} = |\nabla f| \nabla \cdot c(|\nabla f|) \frac{\nabla f}{|\nabla f|}$$

[0030]

[0031] 여기서, $f(x, y, 0) = OI(x, y)$ 는 원 영상이다.

$$c(|\nabla f|) = \frac{k^2}{k^2 + |\nabla f|^2}$$

[0032] 그리고, k 이다. 이때, k 는 필터링에 의하여 영향을 받는 경계의 대조를 결정하는 인자이다. 이러한 변형된 곡률 확산 필터링에 따르면, 경계를 보존하면서 MR 영상을 평활화한다.

[0033] 상기 전처리를 수행한 다음에는, 제1생성부(130)에서는 상기 전처리된 복부 볼륨 데이터에 대한 기울기 크기 영상을 생성한다(S130). 즉, 이러한 S130단계는 상기 전처리된 영상의 기울기 크기를 계산하여 기울기 크기 영상을 생성한다.

[0034] 보다 상세하게는, 상기 전처리를 통해 평활화된 영상에, 가우시안 1차 미분을 컨볼루션(convolution)하면, 기울기 크기 영상을 생성할 수 있다. MR 영상의 복셀(voxel)들의 밝기값의 범위는 어느 정도 정해진 범위 안에 있지만, 기울기 크기의 범위는 영상에 따라서 매우 다양한 분포를 갖는다.

[0035] 따라서, 상기 S130단계 이후, 상기 정규화부(140)에서는 상기 기울기 크기 영상에 대한 기울기 크기

(GM;Gradient Magnitude)를 설정된 범위로 정규화하여, 정규화된 기울기 크기 영상을 생성한다(S140). 즉, 아래의 수학적 식 2를 사용하여 기울기 크기의 범위를 0에서 1 사이의 값으로 정규화한다.

수학적 식 2

$$NormalizedGM = 1 - e^{-GM/a}$$

[0036]

여기서, a 는 기울기 크기를 매핑할 때, 기울기 크기를 스케일링하는 정도를 조절하는 상수이다.

[0037]

도 3은 이러한 과정을 통해 생성된 정규화된 기울기 크기 영상의 예시도이다. 즉, 상기 S120단계를 통해 상기 MR 복부 볼륨 데이터 즉, MR 영상을 평활화하고, 상기 S130단계를 통해 가우시안 1차 미분을 컨볼루션하여 기울기 크기 영상을 생성한 다음에, 상기 S140단계를 통해 수학적 식 2를 적용하면, 도 3과 같은 정규화된 기울기 크기 영상을 생성할 수 있다.

[0038]

그런 다음, 제2생성부(150)에서는 상기 정규화된 기울기 크기 영상으로부터 객체와 경계를 구분한 이진 영상을 생성한다(S150). 이러한 S150단계를 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0039]

먼저, 상기 정규화된 기울기 크기 영상에서, 상기 설정된 0 ~ 1 범위 안의 특정 임계값 T 을 기준으로 하여 상기 객체 부분과 상기 경계 부분을 구분한다. 즉, 상기 임계값 T 보다 작은 기울기 크기의 영역(기울기 크기: 0~ T 영역)은 상기 객체 부분으로, 상기 임계값 T 보다 큰 기울기 크기의 영역(기울기 크기: T ~1 영역)은 상기 경계 부분으로 구분한다. 다음, 상기 경계 부분의 밝기값은 1, 상기 객체 부분의 밝기값은 0으로 하여 상기 이진 영상을 생성한다.

[0040]

정규화된 기울기 크기 영상에서, 임계값 T 부터 1까지의 범위를 갖는 부분, 즉 기울기 크기 값이 큰 부분은, 간에 해당하는 영역과 그 이외의 다른 영역 사이를 서로 구분하는 경계에 해당한다고 볼 수 있다. 따라서, 정규화된 기울기 크기 영상을 임계값 T 를 기준으로 하여 객체 부분(밝기값: 0)과 경계 부분(밝기값: 1)으로 구분할 수 있게 된다.

[0041]

도 4는 이러한 S150단계에 의해 구분되어 얻어진 객체 구분 영상의 예시도를 나타낸다. 결국, 공간적으로 연속된 정보를 갖는 MR 영상을 기울기 정보와 연결 상태를 바탕으로 비교적 균일한 영역으로 이루어진 간 내부에 해당하는 영역을 포함하는 객체들의 집합으로 구분할 수 있다.

[0042]

상기와 같이 이진 영상이 얻어진 다음에는, 상기 검출부(160)를 통해 상기 이진 영상으로부터 간 영역을 검출한다(S160). 이러한 간 영역의 검출은, 이진 슬라이스에서 기 분할된 간 영역에서 추출된 씨앗점을 이용하는 2차원 씨앗점 영역 성장법을 적용하여 이루어진다. 이렇게 검출된 간 영역의 예시는 도 5를 참조한다.

[0043]

상기 S160단계는, 도 4의 객체 구분 영상으로부터 간에 해당하는 영역을 2차원 씨앗점 영역 성장법을 이용하여 추출한다. 이를 위해, 인접 슬라이스에서 이미 분할된 간 영역으로부터 2차원 세션화 기법을 이용하여 뼈대에 해당하는 씨앗점들을 추출한다. 이러한 방법으로 찾아진 씨앗점들을 이용하여 객체 구분 영상에 2차원 씨앗점 영역 성장법을 적용하면, 도 5와 같이 간에 해당하는 영역을 검출할 수 있다.

[0044]

객체 구분 영상은 이진 영상이므로, 2차원 영역 성장법을 위한 밝기값 범위는 0에 해당하는 영역이다. 상기의 씨앗점을 이용한 영역 성장법은 기존에 공지된 기술이므로 보다 상세한 설명은 생략한다.

[0045]

그리고, 상기 S160단계를 통해 얻어진 간 영역의 MR 영상에서, 간 경계 근방의 주변에 비하여 밝거나 어두운 영역을 간 영역 안에 포함시키기 위하여 아래와 같은 후처리 과정이 필요하다.

[0046]

먼저, 상기 S150단계에서 검출된 간 영역의 간 경계를 따라 롤링 볼 알고리즘(Rolling Ball Algorithm)을 적용하여, 상기 간 경계에 인접하여 누락된 영역을 상기 간 영역 내에 새로 포함시킨다(S170). 이러한 S170단계는 상기 제3생성부(170)를 통해 수행된다.

[0047]

이러한 롤링 볼 알고리즘은 상기와 같이 누락될 가능성이 있는 영역에 대하여 상기 간 경계에 원형 필터를 돌려서, 경계상의 두 점이 원형 필터에 동시에 만나는 경우 그 두 점을 이어주는 기법이다. 즉, 2차원 원형 필터를 간 경계를 따라 적용하면서, 원형 필터와 간 경계가 두 점에서 만나는 위치를 탐색하여 두 점들을 잇는 새로운 경계를 생성하는 것이다. 이에 따르면, 예를 들면 누락된 간 혈관들을 간 영역에 포함하는 과정을 거치게 된다.

[0048]

- [0049] 전체 간 경계에 대한 탐색을 마치면, 배경에 대하여 2차원 씨앗점 영역 성장법을 적용하여 새로운 경계 내부의 영역을 추출하여 최종 분할 결과를 얻을 수 있다. 하지만, 이 과정에서, 간 외부의 구부러진 영역 등이 잘못 포함될 수 있다.
- [0050] 즉, 이러한 위양성(False-Positive) 오차를 제거하기 위하여, 다음의 과정을 거친다. 앞서 새로 포함된 간 경계 부분을 객체로 구분하도록, 상기 제1분석부(180)를 통해 상기 간 경계 부분 상에 연결 요소 분석 기법(Connected Component Analysis)을 적용한다(S180). 즉, 이러한 S180단계의 과정을 통해, 새롭게 추가된 영역을 객체로 구분하게 된다.
- [0051] 상기 연결 요소 분석 기법은 2차원 영상에서 4방향 연결(위, 아래, 좌, 우) 되어 있는 픽셀들의 집합을 하나의 객체로 인식하여, 전체 영상에서 서로 구분되어 있는 연결 요소 객체에 각각 번호를 부여하여 구분하는 분석 기법이다. 상기 연결 요소 분석 기법은 본 분야에서 공지된 기술로서 보다 상세한 설명은 생략한다.
- [0052] 이때, 간 경계의 구부러진 굴곡 부분이 상기 간 영역에 잘못 포함되는 경우를 방지하기 위하여, 상기 객체로 구분된 상기 간 경계 부분의 밝기값 분포를 제2분석부(190)를 통해 분석하여, 상기 간 경계 부분 상의 굴곡 부분을 상기 간 영역에서 제외시킨다(S190). 예를 들어, 각 객체들의 평균 밝기값이, 기존 S160단계에서 분할된 간 영역의 평균 밝기값보다 크게 낮은 영역은 잘못 포함된 영역으로 판단하여 제거한다.
- [0053] 이상과 같이, 상기 S160단계의 간 분할 이후, 상기 롤링 볼 알고리즘과 상기 연결 요소 분석 기법을 사용함에 따라, 간 경계 부근의 위양성 오차를 더욱 감소시킬 수 있게 된다.
- [0054] 도 6은 상기 S190단계를 수행한 결과의 예시도로서, 본 발명의 방법을 이용한 간 분할 결과를 보여준다. 이러한 결과로부터, 간과 밝기값이 유사한 채장, 비장으로의 리키지(leakage) 없이, 정확한 분할이 가능함을 확인할 수 있다.
- [0055] 또한, 본 발명의 방법을 Intel Core i7 2.8GHz CPU와 4GB 메모리를 갖는 시스템에서 수행할 경우, 한 환자의 간 분할에 평균 3초 정도가 소요되었으며, 10분 이상 소요되는 기존 기법에 비하여 매우 빠른 속도를 보여주었다.
- [0056] 물론, 상술한 각 단계(S110~S190)에 따른 각종 영상들은 표시부(미도시)를 통해 표시되며, 의사 등으로부터의 각종 조작성은 입력부(미도시)를 통해 수행된다.
- [0057] 이상과 같은 본 발명은, 간 체적 측정과 간암 검출을 위한 영역 설정, CT 영상과 MR 영상의 정합 시 해부학적 표시기 등으로 사용될 수 있어서, 실제 임상에 즉시 적용 가능한 진단 도구를 제공할 수 있다. 나아가, 현재 의사의 수작업에 의존한 정성적인 판독 방법을 자동화시키고 이를 검증하는 방식으로 의료 형태가 변경되어 보다 객관적이고 정교한 판독이 가능하다.
- [0058] 또한, 이러한 시스템을 기존의 3차원 MR 장치나 의료영상저장및전달장치(Picture archive and communication system)에 접합하면, 상당 규모의 소프트웨어 판매 및 수출효과를 가져올 수 있으며, 나아가 세계시장에서 국내 의료시스템의 경쟁력을 강화시킬 수 있을 것으로 보인다.
- [0059] 상기 MR 영상을 이용한 자동 간 분할 방법은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 매체로서 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.
- [0060] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CO-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0061] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능한 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

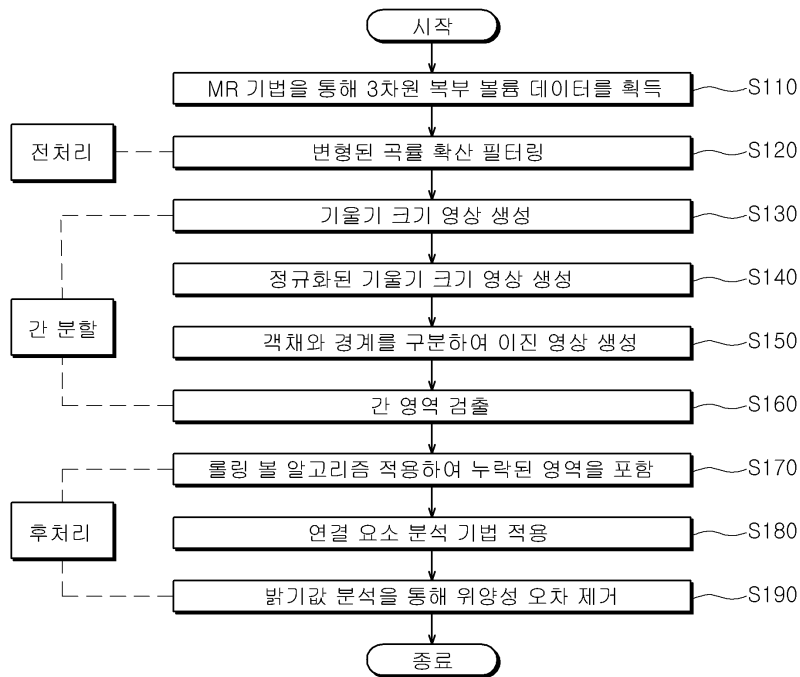
부호의 설명

- [0062] 100: MR 영상을 이용한 자동 간 분할 시스템
110: 획득부
120: 전처리부

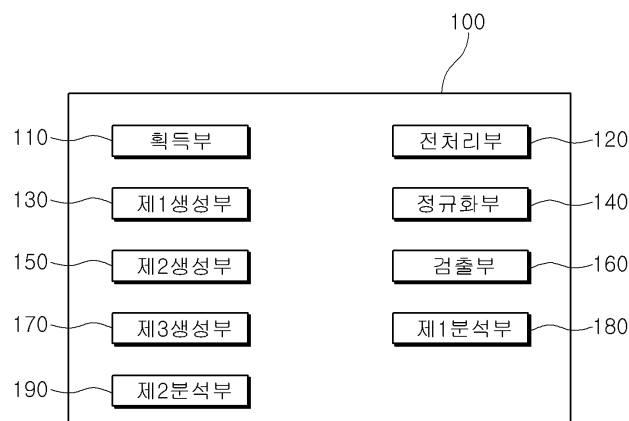
- 130: 제1생성부 140: 정규화부
 150: 제2생성부 160: 검출부
 170: 제3생성부 180: 제1분석부
 190: 제2분석부

도면

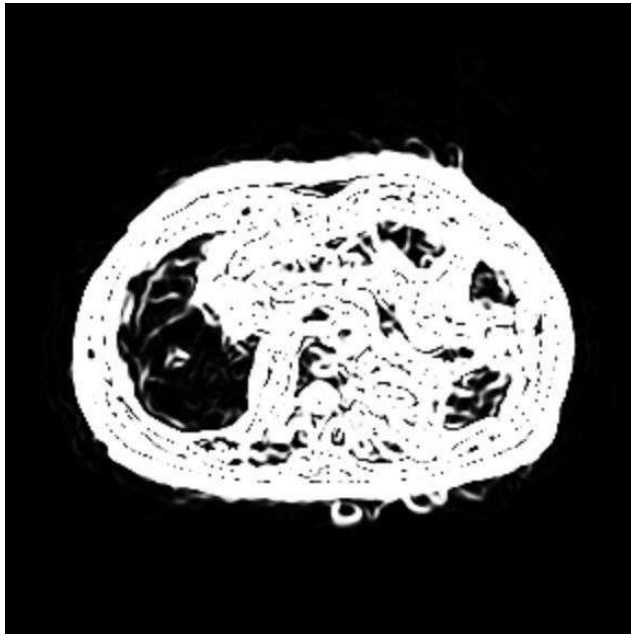
도면1



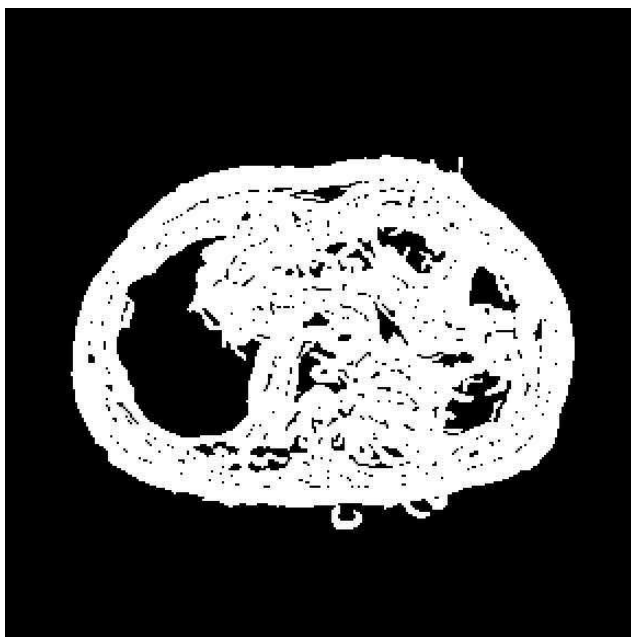
도면2



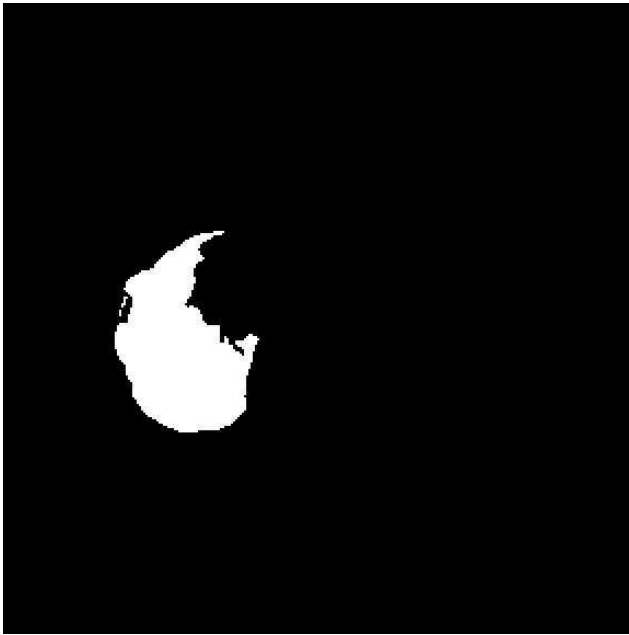
도면3



도면4



도면5



도면6

