



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월07일
(11) 등록번호 10-2540173
(24) 등록일자 2023년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/11 (2017.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/055 (2006.01) G06T 5/00 (2019.01)
G06T 7/13 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/11 (2017.01)
A61B 5/0033 (2018.08)
(21) 출원번호 10-2022-0115696
(22) 출원일자 2022년09월14일
심사청구일자 2022년09월14일
(56) 선행기술조사문헌
KR101258814 B1*
KR1020200012916 A
KR101494975 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 스키아
서울특별시 구로구 디지털로 288 ,1502호(구로동,대륭포스트타워1차)
(72) 발명자
권혁
서울특별시 구로구 신도림로 87, 101동 2302호 (신도림동, 신도림1차동아아파트)
나승원
경기도 용인시 처인구 남사읍 한숲로 124 E편한세상용인한숲시티 401동 305호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이병철

전체 청구항 수 : 총 9 항

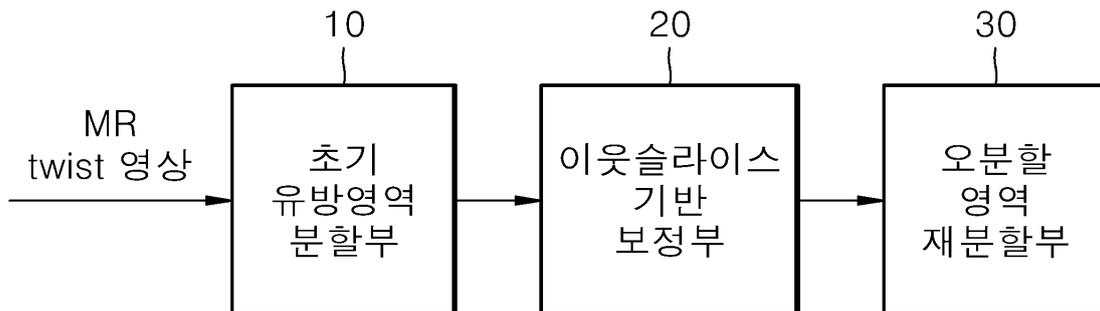
심사관 : 조우연

(54) 발명의 명칭 MR영상을 이용한 유방영역 분할 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 유방암 진단 또는 수술 전 영상 분석을 위해 MR(MAGNETIC RESONANCE)영상으로부터 유방영역을 분할하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 이의 방법은, 유방에 대한 MR영상으로부터 대상체인 유방영역과 유방영역의 경계선을 검출하여 초기 유방영역을 분할하는 단계와, 초기 분할하는 단계를 수행한 복수의 MR영상을 슬라이스 단위로 수집하고, 앞뒤 이웃 슬라이스에 수행된 초기 유방영역 분할 결과를 비교 탐색하여, 서로 대응되는 픽셀에 대하여 다르게 분할되어 있는 영역을 보정하는 단계, 보정된 MR영상의 유방영역에 대하여 기울기의 변화가 큰 지점을 중심으로 일정 영역을 오분할 후보 영역으로 검출하고 검출된 오분할 후보 영역에 대하여 재분할하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

A61B 5/055 (2022.01)
A61B 5/4312 (2013.01)
G06T 5/002 (2023.01)
G06T 7/13 (2017.01)
G06T 2207/20021 (2013.01)
G06T 2207/30068 (2013.01)

(72) 발명자

이준우

서울특별시 양천구 목동동로 430 614동 503호

이정진

서울특별시 서초구 고무래로 89 103동 1004호(반포동, 반포써밋)

강승우

서울특별시 관악구 신림로29길 8, 110동 507호(신림동, 신림현대아파트)

구교영

서울특별시 영등포구 선유서로9길 5, 502동 309호(문래동5가, 문래현대5차아파트)

류제철

서울특별시 동작구 상도로 68길 1-8, 409호

정희렬

서울특별시 관악구 남부순환로246라길 13, 203호(봉천동)

박태용

서울특별시 관악구 인현12길 46-2, 101동 301호(인현동, 은천아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

유방에 대한 MR영상을 처리하는 장치의 방법으로서,

상기 MR영상으로부터 대상체인 유방영역과 유방영역의 경계선을 검출하여 초기 유방영역을 분할하는 단계;

상기 초기 유방영역을 분할하는 단계를 수행한 복수의 MR영상을 슬라이스 단위로 수집하고, 앞뒤 이웃 슬라이스에 수행된 초기 유방영역 분할 결과를 비교 탐색하여, 서로 대응되는 픽셀에 대하여 다르게 분할되어 있는 영역을 동일한 라벨링을 부여하도록 보정하는 단계;

상기 보정된 MR영상의 유방영역에 대하여 기울기의 변화가 큰 지점을 중심으로 일정 영역을 오분할 후보 영역으로 검출하고 검출된 오분할 후보 영역에 대하여 상기 초기 유방영역 분할 단계를 수행하여 재분할하는 단계;를 포함하고,

상기 이웃 슬라이스를 기반으로 보정하는 단계는,

3차원 연결요소(connected component) 알고리즘을 적용하여 N번째 슬라이스를 기준으로 이웃 슬라이스에 대하여 분할 결과를 비교 탐색하고, 탐색 결과 N번째 슬라이스에서 노이즈로 판별되어 이웃 슬라이스와 다르게 분할된 경우 이를 보정하며, 니플(nipple)이 존재하는 영역까지 보정하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 초기 유방영역을 분할하는 단계는,

상기 MR영상을 일정 크기($\omega \times \omega$)의 블록(block) 단위로 분할하고 분할된 각 블록별 방향성을 산출하는 과정과, 산출된 각 블록별 방향성을 인접 블록과 비교하여 블록간 변화량을 계산하고 변화량의 차이를 산출하여 주파수 도메인으로 변환한 다음, 주파수 도메인에서 산출된 값이 음수값인 경우 0을 입력하여 화이트 노이즈를 제거하는 과정,

상기 산출된 각 블록별 방향성을 기반으로 유방영역의 에지(edge)를 검출하는 과정,

상기 검출된 유방영역의 에지와 주파수 도메인을 조합하여 초기 유방영역을 분할하는 과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 초기 유방영역을 분할하는 과정에서,

상기 검출된 유방영역의 에지와 주파수 도메인을 조합한 후, 상기 에지의 내부 영역은 채우고 등쪽 영역을 제거하는 후처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 MR영상을 일정 크기의 블록 단위로 분할하는 과정 이전에,

상기 MR영상에서 이미지의 경계 부분은 블러링(blurring)을 최소화하고 경계 부분이 아닌 영역은 블러링(blurring)을 적용하여 경계 부분이 확연히 구별되도록 전처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 오분할 후보 영역을 검출하는 방법은,

상기 보정된 유방영역의 에지를 기반으로, 인접한 픽셀간의 밝기값 차이를 비교하여 기울기의 변화가 큰 지점을 검출하고, 검출된 지점을 중심으로 일정 영역을 포함하여 오분할 후보 영역으로 정의하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 수학적식을 이용하여 상기 유방영역의 에지에서 기울기의 변화가 큰 지점을 검출하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법.

$$E(\Delta x, \Delta y) = \sum_{xy} w(x, y) [I(x + \Delta x, y + \Delta y) - I(x, y)]^2$$

(여기서, E(u, v)는 X축, Y축 방향의 변화량(클수록 코너임)이고, $I(x_k + u, y_k + v) - I(x_k, y_k)$ 는 픽셀 점간의 변화량을 비교하는 식임.)

청구항 8

유방에 대한 MR영상을 처리하는 장치로서,

상기 MR영상으로부터 대상체인 유방영역과 유방영역의 경계선을 검출하여 초기 유방영역을 분할하는 초기 유방영역 분할부;

상기 초기 유방영역의 분할을 슬라이스 단위로 수행하고, 앞뒤 인접 슬라이스에 수행된 초기 유방영역 분할 결과를 비교 탐색하여 서로 대응되는 픽셀에 대하여 다르게 분할되어 있는 영역을 동일한 라벨링을 부여하도록 보정하는 이웃 슬라이스 기반 보정부;

상기 보정된 MR영상의 유방영역에 대하여 기울기의 변화가 큰 지점을 중심으로 일정 영역을 오분할 후보 영역으로 검출하고 검출된 오분할 후보 영역에 대하여 상기 초기 유방영역 분할 단계를 수행하여 재분할하는 오분할 영역 재분할부;를 포함하고,

상기 이웃 슬라이스 기반 보정부는,

3차원 연결요소(connected component) 알고리즘을 적용하여 N번째 슬라이스를 기준으로 이웃 슬라이스에 대하여 분할 결과를 비교 탐색하고, 탐색 결과 N번째 슬라이스에서 노이즈로 판별되어 이웃 슬라이스와 다르게 분할된 경우 이를 보정하며, 니플(nipple)이 존재하는 영역까지 보정하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역

역 분할 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 초기 유방영역 분할부는,

상기 MR영상을 일정 크기($\omega \times \omega$)의 블록(block) 단위로 분할하고 분할된 각 블록별 방향성을 산출하고,

상기 산출된 각 블록별 방향성에 대하여 인접 블록간 변화량을 계산하여 주파수 도메인으로 변환하고, 주파수 도메인에서 계산된 값이 음수값인 경우 0을 입력하여 화이트 노이즈를 제거하며,

상기 산출된 각 블록별 방향성을 기반으로 유방영역의 에지(edge)를 검출한 후, 검출된 유방영역의 에지와 주파수 도메인을 조합하여 초기 유방영역을 분할하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역 분할 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 오분할 영역 재분할부는,

상기 보정된 유방영역의 에지를 기반으로, 인접한 픽셀간의 밝기값 차이를 비교하여 기울기의 변화가 큰 지점을 검출하고, 검출된 지점을 중심으로 일정 영역을 포함하여 오분할 후보 영역으로 정의하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역 분할 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기공명영상(MRI; MAGNETIC RESONANCE IMAGING)을 이용한 영상 처리 장치에 관한 것으로, 특히 유방암 진단 또는 수술 전 영상 분석을 위해 MR영상으로부터 유방영역을 분할하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 의료용 영상 장치는 환자의 정보를 획득하여 영상을 제공하는 장치이다. 의료용 영상 장치는 X선 장치, 초음파 진단 장치, 컴퓨터 단층 촬영 장치, 자기공명영상장치 등이 있다.

[0004] 이 중에서, 자기공명영상(MRI: magnetic resonance imaging) 장치는 자기장을 이용하여 대상체를 촬영하는 장치로, 뼈는 물론 디스크, 관절, 신경 인대, 심장 등을 원하는 각도에서 입체적으로 보여주기 때문에, 정확한 질병 진단을 위해서 임상적으로 널리 이용되고 있다.

[0005] 특히, 유방 자기공명영상(이하, MR영상이라 통칭함)은 유방암 진단을 위해 사용되는 검사로서, 자기장이 발생하는 장치에서 고주파를 발생시켜 공명하는 수소 원자핵의 신호를 컴퓨터로 재구성하여 영상을 만든다.

[0006] 최근, 병원에서 유방암 진단 또는 수술을 위해 실질적으로 이용되는 영상은 지방 억제이 이루어지는 MR Twist 영상인데 반하여, 대부분의 MR영상 분할 연구는 지방억제가 이루어지지 않은 MR영상을 활용한다.

[0007] 지방 억제가 이루어지지 않은 MR영상은 유방 영역이 잘 나타나기 때문에 영상 분할 시 큰 문제가 없지만, 실제 임상에 활용되는 MR Twist영상은 도 1에 도시한 바와 같이 몸통 영역 주변에 노이즈가 심하게 나타나거나 도 2와 같이 피부 경계가 불분명한 영역이 나타나, 영상 분할 시 오류를 야기할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-1846530호(2018. 04. 02 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 지방 역제가 이루어지는 MR Twist 영상을 이용하여 영상 분할시 노이즈 및 피부 경계 불분명으로 인한 분할 오류를 해소하여 유방영역 분할 결과를 개선할 수 있는 MR 영상을 이용한 유방영역 분할 장치 및 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0011] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 실시예에 의한 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법은, 유방에 대한 MR영상을 처리하는 장치의 방법으로서, 상기 MR영상으로부터 대상체인 유방영역과 유방영역의 경계 선을 검출하여 초기 유방영역을 분할하는 단계;상기 초기 분할하는 단계를 수행한 복수의 MR영상을 슬라이스 단위로 수집하고, 앞뒤 이웃 슬라이스에 수행된 초기 유방영역 분할 결과를 비교 탐색하여, 서로 대응되는 픽셀에 대하여 다르게 분할되어 있는 영역을 동일한 라벨링을 부여하도록 보정하는 단계; 상기 보정된 MR영상의 유방영역에 대하여 기울기의 변화가 큰 지점을 중심으로 일정 영역을 오분할 후보 영역으로 검출하고 검출된 오분할 후보 영역에 대하여 상기 초기 유방영역 분할 단계를 수행하여 재분할하는 단계;를 포함하고, 상기 이웃 슬라이스를 기반으로 보정하는 단계는, 3차원 연결요소(connected component) 알고리즘을 적용하여 N번째 슬라이스를 기준으로 이웃 슬라이스에 대하여 분할 결과를 비교 탐색하고, 탐색 결과 N번째 슬라이스에서 노이즈로 판별되어 이웃 슬라이스와 다르게 분할된 경우 이를 보정하며, 니플(nipple)이 존재하는 영역까지 보정할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 초기 유방영역을 분할하는 단계는, 상기 MR영상을 일정 크기($\omega \times \omega$)의 블록(block) 단위로 분할하고 분할된 각 블록별 방향성을 산출하는 과정과, 산출된 각 블록별 방향성을 인접 블록과 비교하여 블록간 변화량을 계산하고 변화량의 차이를 산출하여 주파수 도메인으로 변환한 다음, 주파수 도메인에서 산출된 값이 음수 값인 경우 0을 입력하여 화이트 노이즈를 제거하는 과정, 상기 산출된 각 블록별 방향성을 기반으로 유방영역의 에지(edge)를 검출하는 과정, 상기 검출된 유방영역의 에지와 주파수 도메인을 조합하여 초기 유방영역을 분할하는 과정을 더 포함할 수 있다.

[0015] 이때, 상기 초기 유방영역을 분할하는 과정에서, 상기 장치가, 상기 검출된 유방영역의 에지와 주파수 도메인을 조합한 후, 상기 에지의 내부 영역은 채우고 등쪽 영역을 제거하는 후처리를 수행할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 MR영상을 일정 크기의 블록 단위로 분할하는 과정 이전에, 상기 장치가, 상기 MR영상에서 이미지의 경계 부분은 블러링(blurring)을 최소화하고 경계 부분이 아닌 영역은 블러링(blurring)을 적용하여 경계 부분이 확연히 구별되도록 전처리를 수행할 수 있다.

[0017] 삭제

[0018] 또한, 본 발명의 실시예에 의한 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법에서, 상기 오분할 영역을 검출하는 방법은, 상기 보정된 유방영역의 에지를 기반으로, 인접한 픽셀간의 밝기값 차이를 비교하여 기울기의 변화가 큰 지점을 검출하고, 검출된 지점을 중심으로 일정 영역을 포함하여 오분할 후보 영역으로 정의하는 것이다.

[0019] 또한, 본 발명의 실시예에 의한 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법은, 하기 수확식을 이용하여 상기 유방영역의 에지에서 기울기의 변화가 큰 지점을 검출할 수 있다.

$$E(\Delta x, \Delta y) = \sum_{xy} w(x, y) [I(x + \Delta x, y + \Delta y) - I(x, y)]^2$$

[0020]

[0021] (여기서, $E(u, v)$ 는 X축, Y축 방향의 변화량(클수록 코너임)이고, $I(x_k + u, y_k + v) - I(x_k, y_k)$ 는 픽셀 점간의 변화량을 비교하는 식임.)

[0022] 한편, 또한, 본 발명의 실시예에 의한 MR영상을 이용한 유방영역 분할 장치는, 유방에 대한 MR영상을 처리하는 장치로서, 상기 MR영상으로부터 대상체인 유방영역과 유방영역의 경계선을 검출하여 초기 유방영역을 분할하는 초기 유방영역 분할부; 상기 초기 유방영역의 분할을 슬라이스 단위로 수행하고, 앞뒤 인접 슬라이스에 수행된 초기 유방영역 분할 결과를 비교 탐색하여 서로 대응되는 픽셀에 대하여 다르게 분할되어 있는 영역을 동일한 라벨링을 부여하도록 보정하는 이웃 슬라이스 기반 보정부; 상기 보정된 MR영상의 유방영역에 대하여 기울기의 변화가 큰 지점을 중심으로 일정 영역을 오분할 후보 영역으로 검출하고 검출된 오분할 후보 영역에 대하여 상기 초기 유방영역 분할 단계를 수행하여 재분할하는 오분할 영역 재분할부;를 포함하고, 상기 이웃 슬라이스 기반 보정부는, 3차원 연결요소(connected component) 알고리즘을 적용하여 N번째 슬라이스를 기준으로 이웃 슬라이스에 대하여 분할 결과를 비교 탐색하고, 탐색 결과 N번째 슬라이스에서 노이즈로 판별되어 이웃 슬라이스와 다르게 분할된 경우 이를 보정하며, 니플(nipple)이 존재하는 영역까지 보정한다.

발명의 효과

[0024] 이러한 본 발명의 실시예에 따르면, 지방 억제이 이루어지는 MR Twist 영상을 이용한 영상 분석시, 노이즈 및 피부 경계 불분명으로 인한 영상 분할 오류를 해소하여 유방영역의 분할 결과를 개선할 수 있는 효과가 있다.

[0025] 나아가, 유방암 진단 또는 수술을 위해 영상 분석 시 정확성을 높일 수 있으며, 환자의 정보를 가시화하여 임상의에게 네비게이션 역할로써 활용이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 MR Twist영상에서 노이즈가 발생한 예를 보여주는 도면이다.
- 도 2는 MR Twist영상에서 경계가 불분명한 예를 보여주는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 MR 영상을 이용한 유방영역 분할 장치를 나타낸 구성도이다.
- 도 4는 도 3의 구성을 참조하여 MR 영상을 이용한 유방영역을 분할하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 방법에서 초기 유방영역 분할 단계를 통해 처리된 영상의 예를 보여주는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 방법에서 이웃슬라이스 기반 보정 단계를 통해 처리된 영상의 예를 보여주는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 이웃슬라이스 기반 보정 단계에서 적용되는 연결요소(Connected Components) 알고리즘 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 방법에서 오분할 영역 재분할 단계를 통해 처리된 영상의 예를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세하게 설명한다.
- [0029] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 MR 영상을 이용한 유방영역 분할 장치를 나타낸 구성도이다.
- [0030] 본 발명의 실시예에 따른 MR영상을 이용한 유방영역 분할 장치는, 영상 분석을 위해 영상을 처리하기 전에, 자기공명신호를 기초로 대상체를 촬영한 MR영상을 획득하고 획득한 MR 영상으로부터 유방영역을 분할한다.
- [0031] 이때, MR영상은 실제 임상에서 주로 사용되는 MR twist영상을 포함할 수 있다. MR twist영상은 지방 억제가 이루어진 영상으로 지방 억제가 이루어지지 않은 일반 MR영상에 비해 노이즈가 심하고 피부 경계가 불분명하다.

따라서, 본 발명의 실시예에서는 노이즈 및 불분명한 피부 경계를 영상 보정하여, 유방영역을 정확하게 분할할 수 있는 구성을 제공하고자 한다.

- [0032] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 MR영상을 이용한 유방영역 분할 장치는, 초기 유방영역 분할부(10), 이웃슬라이스 기반 보정부(20), 오분할 영역 재분할부(30)를 포함한다.
- [0033] 이들은 도 4에 나타낸 바와 같이 초기 유방영역 분할단계(S10), 이웃 슬라이스 기반 보정단계(S20), 오분할 영역 재분할단계(S30)를 각각 수행한다.
- [0034] 초기 유방영역 분할부(10)는 초기 유방영역 분할단계(S10)를 수행한다.
- [0035] 먼저, 초기 유방영역 분할부(10)는 촬영장치로부터 획득한 유방 관련 MR영상에 대하여, 전반에 걸쳐 노이즈를 효과적으로 줄이고 경계선(edge) 정보를 유지할 수 있도록 ADF(Anisotropic Diffusion Filter) 알고리즘을 적용하여 전처리를 수행한다.
- [0036] ADF 알고리즘은 이미지의 경계 부분은 블러링(blurring)을 최소화하고, 경계 부분이 아닌 영역은 보다 많은 블러링(blurring)을 적용하여 대상체인 몸통 경계 부분이 확연히 구별되도록 노이즈를 제거하는 방식이다.
- [0037] 다음, 초기 유방영역 분할부(10)는 전처리된 MR영상으로부터 대상체인 유방영역과 유방영역의 경계선을 검출한다. 이의 검출 방법으로는 Orientation field, Frequency field, Garbor filter 기법을 이용한 3단계를 거친다.
- [0038] Orientation field는 전처리된 MR영상을 일정 크기($\omega \times \omega$)의 블록(block) 단위로 분할하고, 분할된 각 블록별 방향성을 산출하는 과정이다. 방향성이라 함은 각 블록에 존재하는 대상체의 변화도(gradient)를 계산하는 것을 의미한다. 방향성은 하기의 수학식 1에 의해 산출될 수 있다.

수학식 1

$$\nu_x(i, j) = \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=j-\frac{w}{2}}^{j+\frac{w}{2}} 2\delta_x(u, v)\delta_y(u, v),$$

$$\nu_y(i, j) = \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=j-\frac{w}{2}}^{j+\frac{w}{2}} (\delta_x^2(u, v) - \delta_y^2(u, v)),$$

$$\theta(i, j) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{\nu_y(i, j)}{\nu_x(i, j)} \right),$$

- [0039]
- [0040] 여기서, $\theta(i, j)$ 는 분할이 필요한 몸통의 에지(edge)가 포함된 영상에서의 에지의 방향성이고, δ_x , δ_y 는 x, y 좌표 각각의 변화된 벡터값(gradient vector), ν_x , ν_y 는 블록 내부의 벡터값들의 합(영역 $\omega \times \omega$ 내의 평균 방향성), $\omega \times \omega$ 는 블록의 크기이다.

- [0041] Frequency field는 Orientation field에서 산출된 각 블록별 방향성을 인접 블록과 비교하여 블록간 변화량을 계산하고 변화량의 차이를 산출하는 과정이다. 이를 통해 주파수 도메인으로 변환할 수 있다. Frequency field

는 주파수 도메인에서 산출된 값이 음수값인 경우 0을 입력하여 화이트 노이즈를 제거한다.

[0042] 주파수 도메인에서 산출된 값이 음수값이면 intensity의 변화가 큰 영역으로, 음수값 대신 0으로 보간하여 노이즈를 제거하고자 한 것이다.

[0043] 하기 수학적 식 2는 Frequency field에서의 과정을 수식화한 것이다.

수학적 식 2

$$F(i, j) = \sum_{u=-W_{\Omega}/2}^{W_{\Omega}/2} \sum_{v=-W_{\Omega}/2}^{W_{\Omega}/2} W_1(u, v) \Omega'(i - uw, j - vw)$$

[0044]

[0045] 위 수학적 식에서, F(i, j)는 주파수 영역에서 변경된 intensity의 변화량 즉, 영상 에지에서의 변화량을 의미한다.

W_1 은 인접 범위 영역이고, $W_1(u, v)$ 은 2차원 저역통과 필터(Low-pass filter), $\Omega'(i - uw, j - vw)$ 는 인접 주파수를 계산하여 보간하는 수식으로, 인접 영역 고려로 노이즈 영향을 최소화하기 위함이다.

[0046] Garbor filter 기법은 각 블록별 방향성을 기반으로 유방영역의 외곽선인 에지(edge)를 검출하는 과정이다. 즉, Garbor filter 기법은 Frequency field 과정을 통해 보정된 Orientation field의 방향성에 기초하여, 영상의 특징(edge)을 추출한다. 이를 통해 유방영역 경계에 최적화된 에지를 추출할 수 있다.

[0047] 하기 수학적 식 3은 영상의 에지를 추출하는 과정을 수식화한 것이다.

수학적 식 3

$$G_{f,\theta,\gamma,\eta}(x, y) = \frac{f^2}{\pi\gamma\eta} \exp \left[-(\alpha^2 x'^2 + \beta^2 y'^2) + j2\pi f x' \right]$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad \gamma = \frac{f}{\alpha}; \eta = \frac{f}{\beta}$$

[0048]

[0049] 위 수학적 식 3에서 f는 평면 sin 주파수의 중심 빈도, θ 는 가우스 프로파일과 평면과의 방향, α 는 평면과와 평행한 선명도, β 는 평면과와 수직인 선명도를 말한다.

[0050] 수학적 식 3은 사인함수로 모듈레이션 된 가우시안 필터(Gaussian Filter)와 유사하며, 에지의 크기나 방향성을 알 수 있게 된다.

[0051] 에지 검출 후, 초기 유방영역 분할부(10)는 3단계를 통해 출력된 영상을 조합하여 초기 유방영역을 분할한다. 이때, 초기 유방영역 분할부(10)는 3단계를 통해 출력된 영상을 조합한 후 에지의 내부 영역은 채우고 중요도가 낮은 등쪽 영역을 제거하는 후처리를 수행할 수 있다.

[0052] 일 예로, 도 5는 초기 유방영역 분할 단계를 거쳐 처리된 영상의 예를 보여주고 있다.

[0053] 도 5에 표기된 도면부호 10은 초기 유방영역 분할부를 의미하며, 초기 유방영역 분할부를 통해 처리된 영상을 도시하였다. 이 영상은 ADF 알고리즘을 통해 일차적으로 노이즈가 제거되고, Orientation field, Frequency field, Garbor filter를 통해 노이즈 및 불분명한 피부 경계를 보정하여 유방영역을 추출한 것이다.

[0054] 이러한 초기 분할 과정은 n-1, n, n+1로 표기된 슬라이스와 같이 해당 대상체를 촬영한 복수의 MR영상에 대하여

수행할 수 있다.

- [0055] 다시 도 3 및 도 4를 참조하면, 이웃 슬라이스 기반 보정부(20)는 도 4의 이웃 슬라이스를 기반으로 한 보정단계(S20)를 수행한다.
- [0056] 즉, 이웃 슬라이스 기반 보정부(20)는 앞서 설명한 초기 분할 과정을 수행한 복수의 MR영상을 슬라이스 단위로 수집하고, 앞뒤 이웃 슬라이스에 수행된 초기 유방영역 분할 결과를 비교 탐색하여 서로 대응되는 픽셀에 대하여 다르게 분할되어 있는 영역을 보정하는 과정을 수행한다.
- [0057] 예컨대, (n-1)번째 슬라이스, (n)번째 슬라이스, (n+1)번째 슬라이스에서 서로 대응되는 픽셀을 기준으로 비교 탐색하는데, (n-1)번째 및 (n+1)번째 슬라이스에서는 유방영역으로 분할되었지만 (n)번째 슬라이스에서는 노이즈로 판별되어 분할되지 않은 경우 이를 보정할 수 있다.
- [0058] 보통 유방영역에서 니플(nipple)은 상대적으로 작아서 이웃 슬라이스임에도 불구하고 초기 분할 결과가 다를 수 있다.
- [0059] 따라서, 이를 해결하기 위하여 이웃슬라이스 기반 보정부(20)는 3차원 연결요소(connected components) 알고리즘을 이용하여 인접 슬라이스 분할 결과를 고려하여 분할 결과를 보정한다.
- [0060] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 방법에서 이웃슬라이스 기반 보정 단계를 거쳐 처리된 영상의 예를 보여주는 도면이다.
- [0061] 왼쪽 슬라이스들은 2D 연결요소 알고리즘을 이용하여 보정된 MR영상이고, 오른쪽 슬라이스들은 3D 연결요소 알고리즘을 이용하여 보정된 MR영상이다. 왼쪽의 n번째 슬라이스에서는 nipple 영역이 너무 작아 노이즈로 잘못 판별되고 분할되지 않았는데, 오른쪽의 n번째 슬라이스에서는 분할되어 분할결과가 개선된 것을 확인할 수 있다. 이처럼, 3차원 연결요소(connected components) 알고리즘을 적용하여 세밀한 영역까지 분할 개선할 수 있다.
- [0062] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 이웃슬라이스 기반 보정 단계에서 적용되는 연결요소(Connected Components) 알고리즘 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0063] 일반적으로 2차원 연결요소 알고리즘은 (x,y)픽셀을 기준으로 인접 영역(예컨대, 4neighbors 또는 8neighbors)을 탐색하여 인접한 픽셀에 대해서는 같은 레벨로 분류하는 것을 기본개념으로 한다.
- [0064] 3차원 연결요소 알고리즘은 n번째 슬라이스의 앞(n-1), 뒤(n+1) 슬라이스도 포함하여 2차원 연결요소 알고리즘을 동일하게 비교 탐색하는 것이다. 여기서, 본 실시예에서는 n번째 슬라이스를 기준으로 앞, 뒤 하나씩 이웃한 슬라이스(n-1, n+1)를 포함하여 탐색하였지만, 이에 한정하는 것은 아니며, 앞, 뒤 각 두개씩 이웃한 슬라이스(n-2, n-1, n+1, n+2)로 확장하여 탐색할 수도 있다.
- [0065] 이처럼, 이웃슬라이스 기반 보정부(20)는 노이즈로 잘못 판단되어 오분할된 영역을 개선하기 위함으로, 보정을 통해 잘 분할된 영상에 대해서는 선택적으로 다음 과정인 오분할 영역 재분할 과정을 수행할 수 있다.
- [0066] 다시 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 오분할 영역 재분할부(30)는 보정된 MR영상의 유방영역에 대하여 기울기의 변화가 큰 지점을 중심으로 일정 영역을 오분할 영역으로 검출하고 검출된 오분할 영역에 대하여 재분할한다. 이는 도 4의 오분할 영역 재분할 과정(S30)에 해당된다.
- [0067] 구체적으로, 오분할 영역 재분할부(30)는 앞서 초기 유방영역 분할단계(S10) 및 이웃 슬라이스 기반 보정단계(S20)를 통해 보정된 유방영역의 에지를 기반으로 오분할 영역을 검출한다.
- [0068] 일반적으로 유방영역은 큰 기울기의 변화가 없는 능선의 형태로, 이 형태를 벗어나는 영역은 노이즈로 인한 오분할 영역이 될 가능성이 높다.
- [0069] 이를 검출하기 위해, 오분할 영역 재분할부(30)는 Harris Corner Detection 알고리즘을 적용하여 기울기의 변화가 큰 지점을 검출하고, 검출된 지점을 중심으로 일정 영역을 오분할 후보 영역으로 정의하여 검출한다. Harris Corner Detection 알고리즘은 꼭지점과 같은 코너(corner)를 검출하는 방법으로서, 인접한 픽셀간의 밝기값 차이를 비교하여 기울기의 변화가 큰 지점을 검출할 수 있다.
- [0070] 하기 수학적 식 4는 Harris Corner Detection 알고리즘을 이용하여 유방영역의 에지에서 기울기의 변화가 큰 지점을 검출하는 과정을 수식화한 것이다.

수학식 4

$$E(\Delta x, \Delta y) = \sum_{xy} w(x, y) [I(x + \Delta x, y + \Delta y) - I(x, y)]^2$$

[0071]

[0072] 여기서, $E(u, v)$ 는 X축, Y축 방향의 변화량(클수록 코너임)이고, $I(x_k + u, y_k + v) - I(x_k, y_k)$ 는 픽셀 점간의 변화량 비교식이다.

[0073] 이후, 오분할 영역 재분할부(30)는 검출된 오분할 후보 영역을 초기 유방영역 분할부(10)로 전달하여 재분할을 수행한다.

[0074] 도 8은 Harris Corner Detection 알고리즘을 적용하여 오분할 후보 영역을 설정하고 재분할한 영상의 예를 보여 주고 있다. 기울기의 변화가 큰 유방의 측면 에지가 노이즈없이 재분할되었다.

[0075] 이러한 반복적인 보정을 통해 유방영역의 분할이 개선되고, 진단 정확도를 높일 수 있을 것이다.

[0076] 이상에서 본 발명들에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의해 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

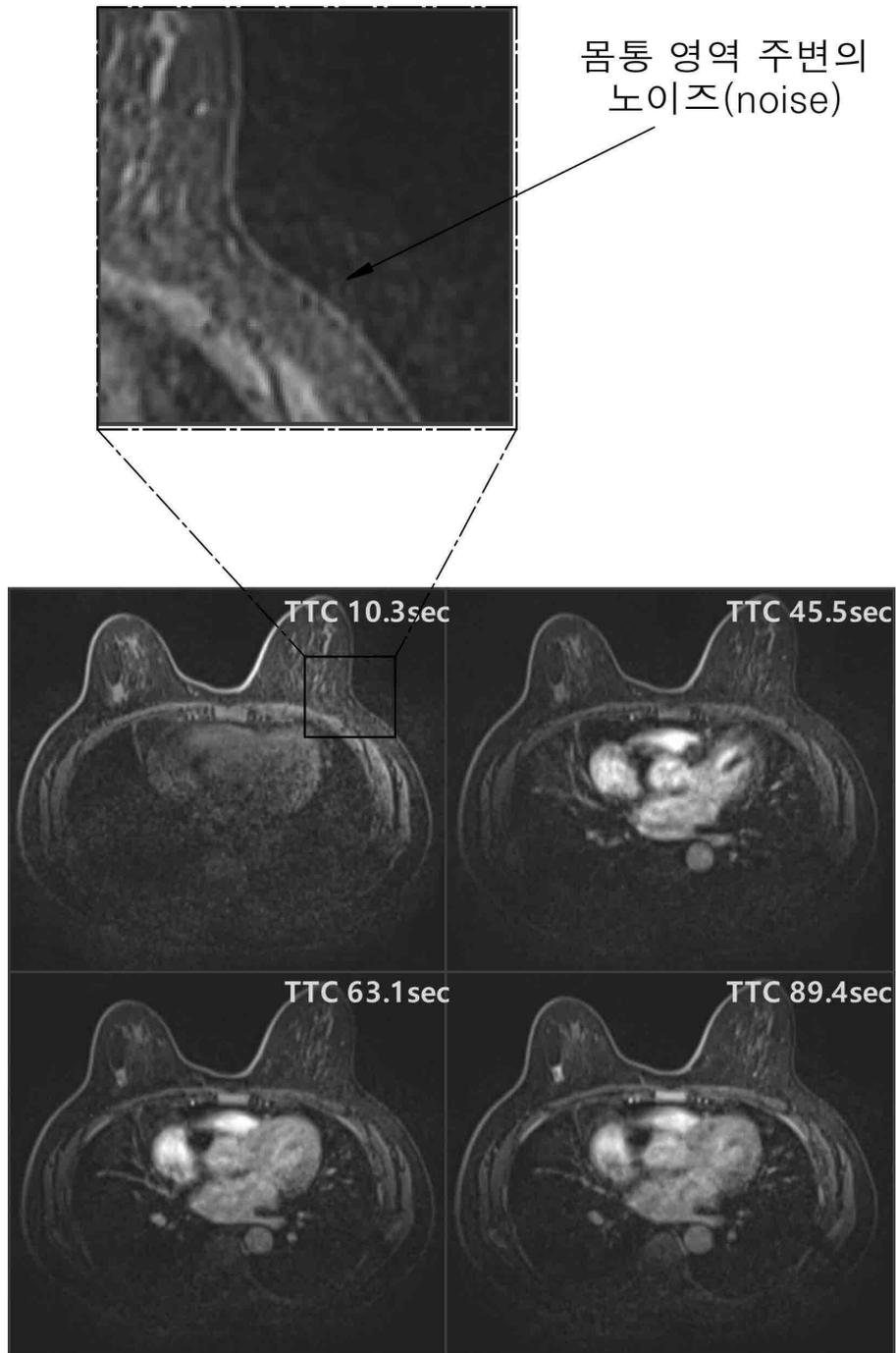
[0077] 또한, 이상에서 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

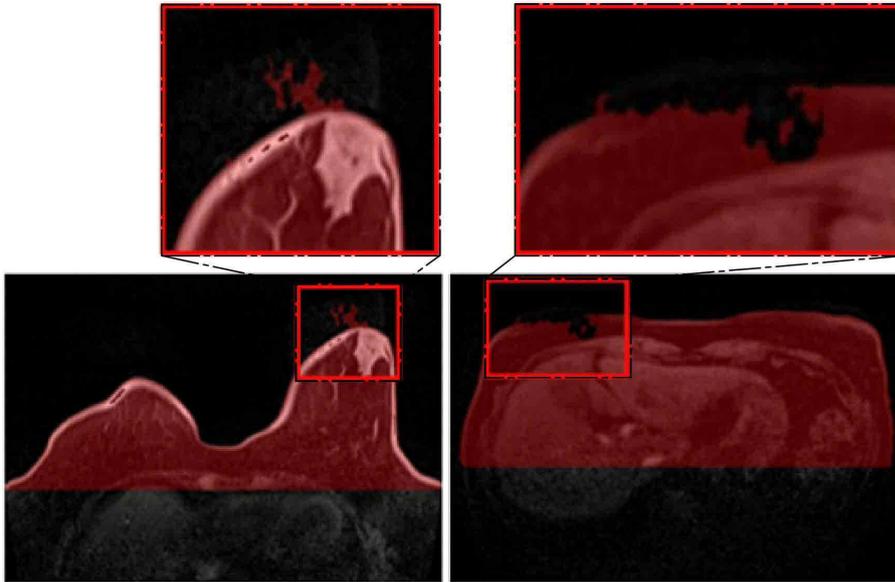
- [0079] 10: 초기 유방영역 분할부
- 20: 이웃슬라이스 기반 보정부
- 30: 오분할 영역 재분할부

도면

도면1

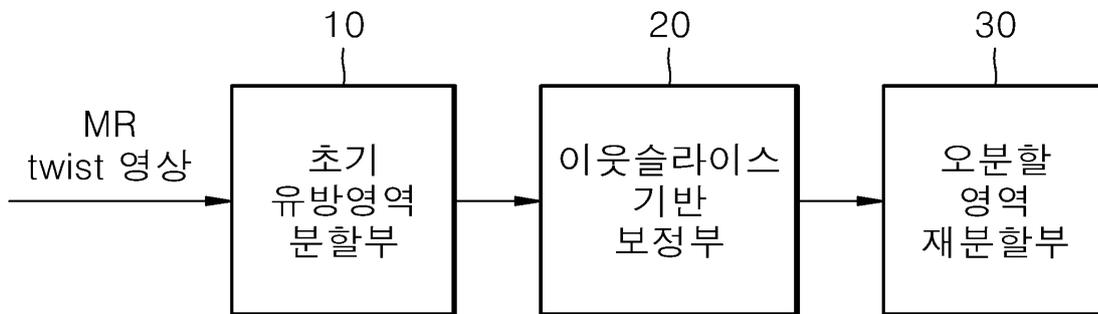


도면2

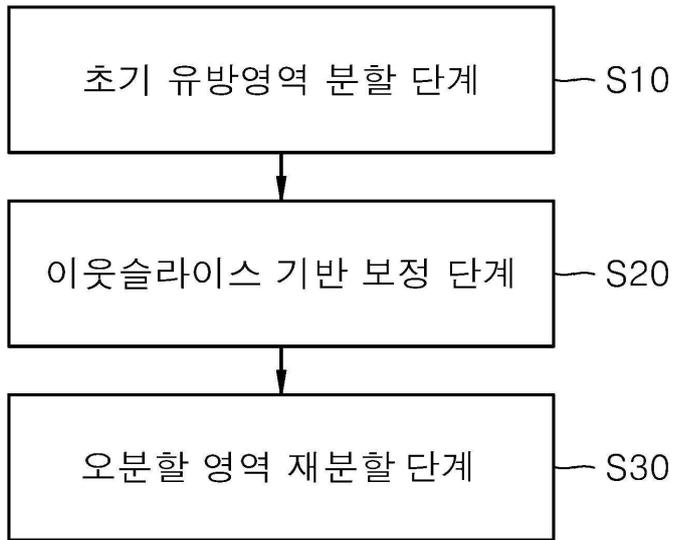


TWIST 영상에 기존 분할 기법 적용 결과

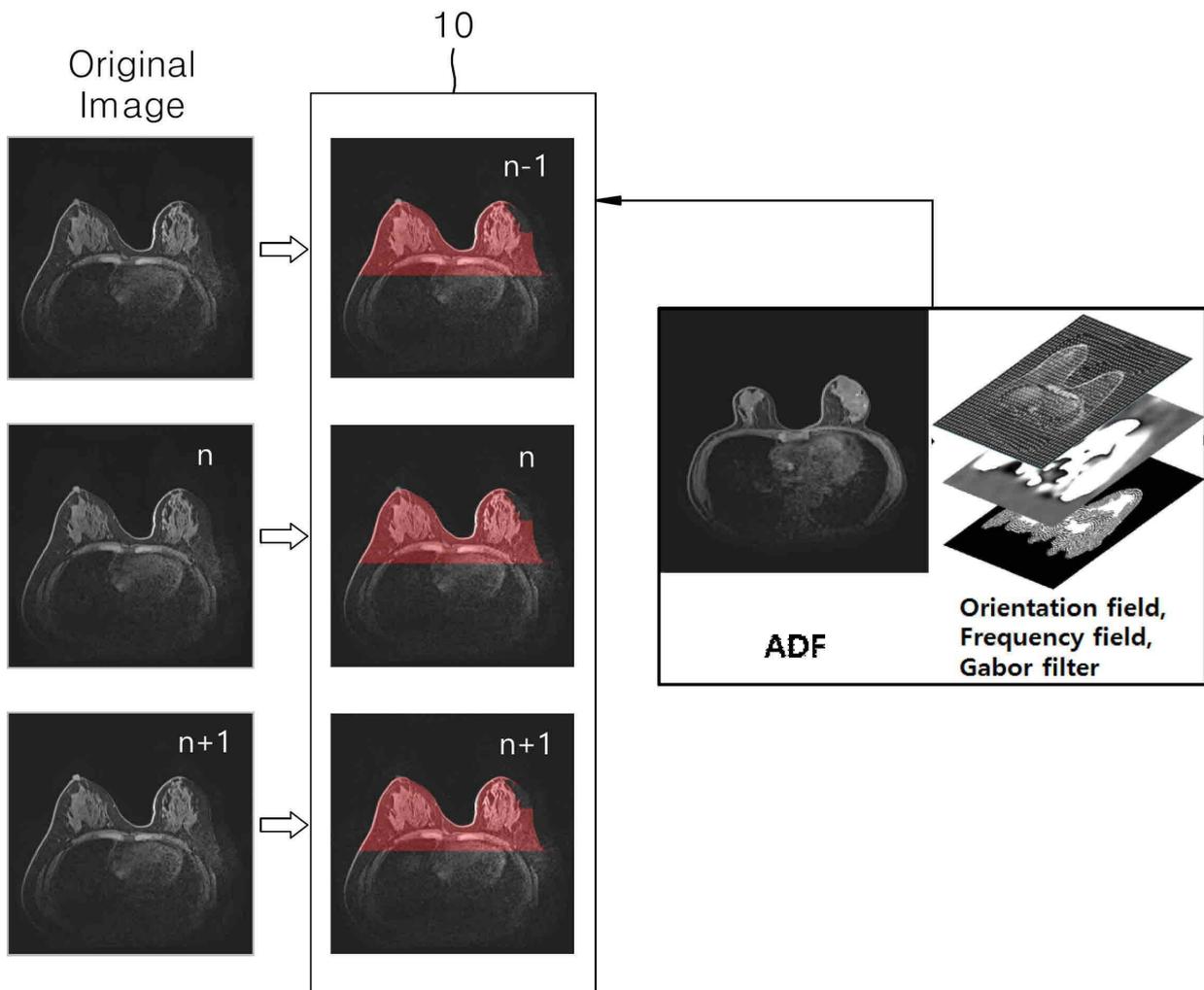
도면3



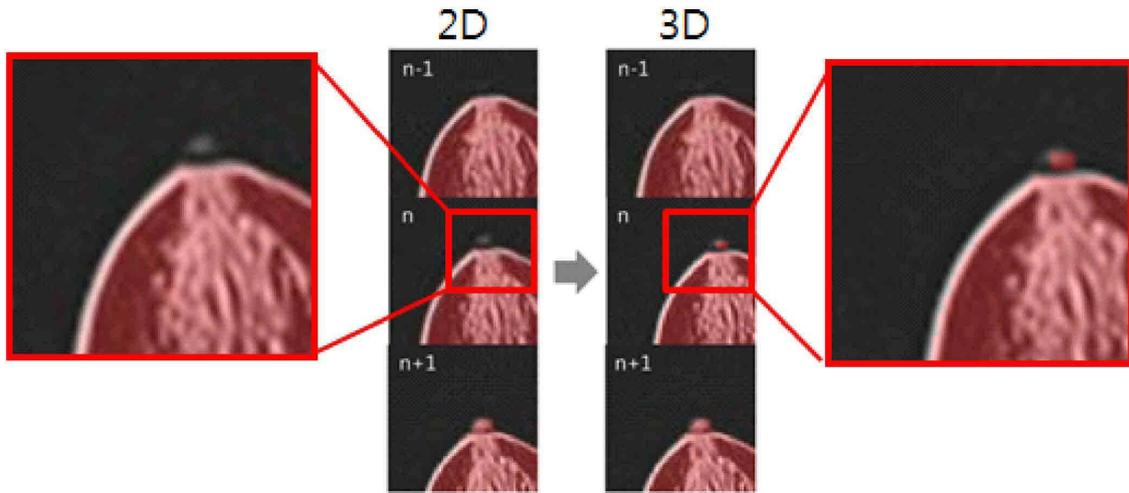
도면4



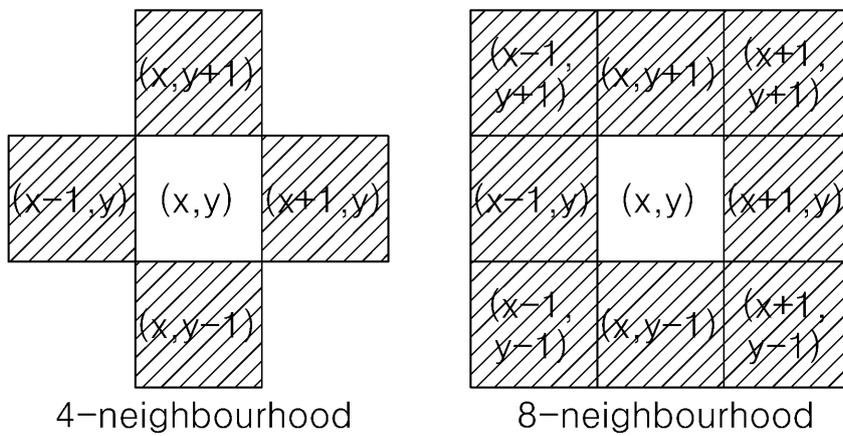
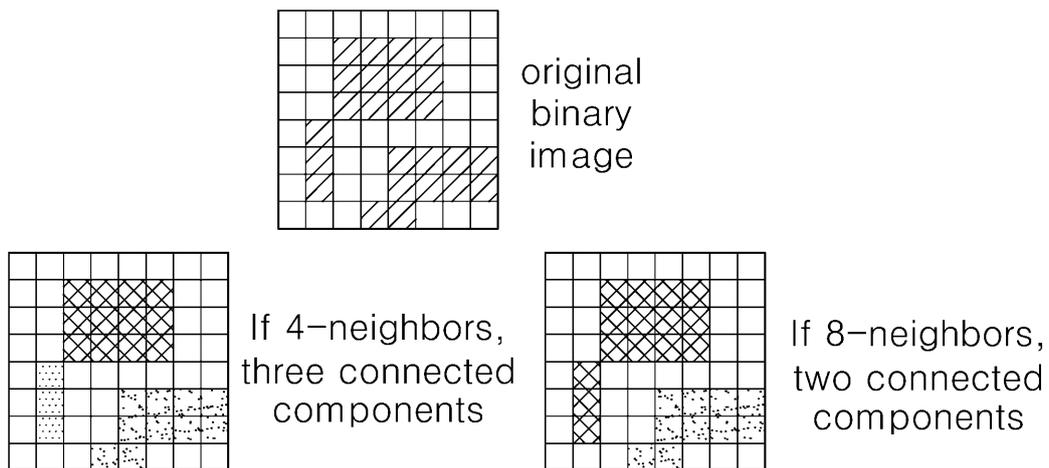
도면5



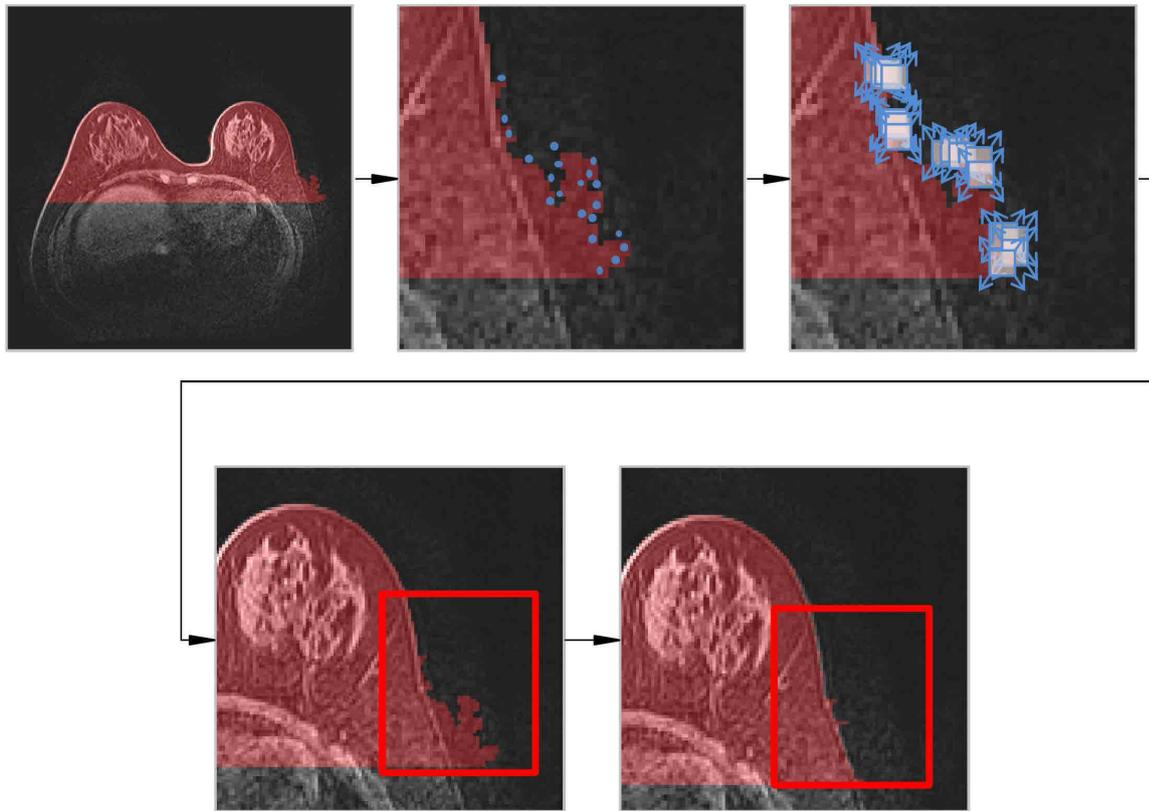
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

유방에 대한 MR영상을 처리하는 장치의 방법으로서,

상기 MR영상으로부터 대상체인 유방영역과 유방영역의 경계선을 검출하여 초기 유방영역을 분할하는 단계;

상기 초기 분할하는 단계를 수행한 복수의 MR영상을 슬라이스 단위로 수집하고, 앞뒤 이웃 슬라이스에 수행된 초기 유방영역 분할 결과를 비교 탐색하여, 서로 대응되는 픽셀에 대하여 다르게 분할되어 있는 영역을 동일한 라벨링을 부여하도록 보정하는 단계;

상기 보정된 MR영상의 유방영역에 대하여 기울기의 변화가 큰 지점을 중심으로 일정 영역을 오분할 후보 영역으로 검출하고 검출된 오분할 후보 영역에 대하여 상기 초기 유방영역 분할 단계를 수행하여 재분할하는 단계;를 포함하고,

상기 이웃 슬라이스를 기반으로 보정하는 단계는,

3차원 연결요소(connected component) 알고리즘을 적용하여 N번째 슬라이스를 기준으로 이웃 슬라이스에 대하여 분할 결과를 비교 탐색하고, 탐색 결과 N번째 슬라이스에서 노이즈로 관별되어 이웃 슬라이스와 다르게 분할된 경우 이를 보정하며, 니플(nipple)이 존재하는 영역까지 보정하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법.

【변경후】

유방에 대한 MR영상을 처리하는 장치의 방법으로서,

상기 MR영상으로부터 대상체인 유방영역과 유방영역의 경계선을 검출하여 초기 유방영역을 분할하는 단계;

상기 초기 유방영역을 분할하는 단계를 수행한 복수의 MR영상을 슬라이스 단위로 수집하고, 앞뒤 이웃 슬라이스에 수행된 초기 유방영역 분할 결과를 비교 탐색하여, 서로 대응되는 픽셀에 대하여 다르게 분할되어 있는 영역을 동일한 라벨링을 부여하도록 보정하는 단계;

상기 보정된 MR영상의 유방영역에 대하여 기울기의 변화가 큰 지점을 중심으로 일정 영역을 오분할 후보 영역으로 검출하고 검출된 오분할 후보 영역에 대하여 상기 초기 유방영역 분할 단계를 수행하여 재분할하는 단계;를 포함하고,

상기 이웃 슬라이스를 기반으로 보정하는 단계는,

3차원 연결요소(connected component) 알고리즘을 적용하여 N번째 슬라이스를 기준으로 이웃 슬라이스에 대하여 분할 결과를 비교 탐색하고, 탐색 결과 N번째 슬라이스에서 노이즈로 판별되어 이웃 슬라이스와 다르게 분할된 경우 이를 보정하며, 니플(nipple)이 존재하는 영역까지 보정하는 것을 특징으로 하는 MR영상을 이용한 유방영역 분할 방법.