



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월01일
(11) 등록번호 10-2128325
(24) 등록일자 2020년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2013-0021930
(22) 출원일자 2013년02월28일
심사청구일자 2018년02월28일
(65) 공개번호 10-2014-0057130
(43) 공개일자 2014년05월12일
(30) 우선권주장
201210411592.7 2012년10월25일 중국(CN)
(56) 선행기술조사문헌
US20070255095 A1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
우경구
서울특별시 서초구 서초중앙로24길 33 103동
1602호 (서초동, 서초교대e편한세상아파트)
해이빙, 렌
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 12 항

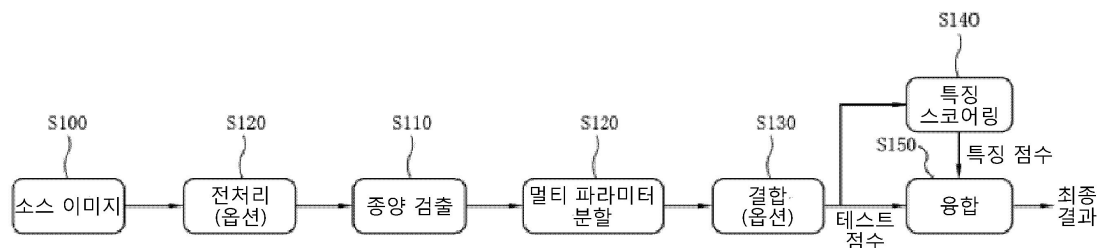
심사관 : 이종은

(54) 발명의 명칭 이미지 처리 시스템

(57) 요약

유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템은 2D 유방 초음파 영상을 획득하는 영상 수집부; 획득된 2D 유방 초음파 영상에서 $M(M > 0)$ 개의 유방 종양이 포함된 관심 영역을 검출하고, 각각의 관심 영역(ROI)에 대해 스코어링하여 테스트 점수를 생성하는 종양 검출부; $K(K > 0)$ 개의 종양 분할 알고리즘을 사용하여 상기 M 개의 관심 영역에서 각각 K 개의 종양 윤곽 후보로 분할하고 상기 종양 윤곽 후보의 각각에 대하여 테스트 점수를 기록하는 멀티 파라미터 분할부; 미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 종양 윤곽 후보에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성하는 특징 스코어링부; $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보에 대한 테스트 점수 및 특징 점수에 따라, 상기 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보에서 하나의 종양 윤곽 후보를 선택하여 최종 분할된 종양 윤곽을 결정하는 융합부를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

지후이, 하오

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

홍웨이, 장

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

리단, 장

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

지후아, 리우

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

김지연

서울 송파구 올림픽로35길 104, 17동 1101호 (신천동, 장미아파트)

(56) 선행기술조사문헌

US8218850 B2

KR1020120054920 A*

JP2005193017 A

KR1020070021420 A

JP2012512672 A

JP2000513897 A*

JP2009525800 A

JP2007275589 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

2D 유방 초음파 영상을 획득하는 영상 수집부;

상기 영상 수집부에서 획득된 상기 2D 유방 초음파 영상에서 $M(M > 0)$ 개의 유방 종양이 포함된 관심 영역(ROI)을 검출하고, 각각의 관심 영역에 대해 스코어링 하여 테스트 점수를 생성하는 종양 검출부;

서로 다른 파라미터 및 파라미터 결합 중 적어도 하나에 근거하는 $K(K > 0)$ 개의 종양 분할 알고리즘을 사용하여 상기 M 개의 관심 영역에서 각각 K 개의 종양 윤곽 후보로 분할하고 상기 종양 윤곽 후보의 각각에 대하여 상기 종양 윤곽 후보가 분할된 관심 영역의 테스트 점수를 기록하는 멀티 파라미터 분할부;

분할된 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보에 대하여 서로의 유사성을 계산하고, 미리 설정된 수치보다 유사성이 높은 복수의 종양 윤곽 후보 중에서 가장 높은 테스트 점수가 아닌 종양 윤곽 후보 중 적어도 하나를 제외하여 N (N 은 $M \times K$ 보다 작음) 개의 종양 윤곽 후보를 획득하는 결합부;

미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 상기 N 개의 종양 윤곽 후보에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성하는 특징 스코어링부; 및

상기 N 개의 종양 윤곽 후보에 대한 테스트 점수 및 특징 점수에 따라, 상기 N 개의 종양 윤곽 후보에서 하나의 종양 윤곽 후보를 선택하여 최종 분할된 종양 윤곽을 결정하는 융합부

를 포함하는 유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 획득된 2D 유방 초음파 영상에 대하여 전처리를 수행하는 전처리부

를 더 포함하고,

상기 전처리부는 상기 획득된 2D 유방 초음파 영상에 대한 노이즈 처리 및 이미지 강조 처리를 포함하고,

상기 멀티 파라미터 분할부는,

상기 전처리된 2D 유방 초음파 영상에 대하여 상기 K 개의 종양 분할 알고리즘을 사용하여 상기 M 개의 관심 영역에서 각각 K 개의 종양 윤곽 후보로 분할하고 상기 종양 윤곽 후보의 각각에 대하여 상기 종양 윤곽 후보가 분할된 관심 영역의 테스트 점수를 기록하는

유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 종양 검출부는,

변형파트 모델링, 템플릿 매칭, 및 아다부스트 방법 중 적어도 하나를 이용하여 상기 M 개의 유방 종양이 포함된 관심 영역(ROI)에 대한 검출 및 스코어링을 수행하는

유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 서로 다른 파라미터는,
서로 다른 반복 횟수, 서로 다른 스케일, 및 서로 다른 방법 중 적어도 하나이고,
상기 종양 분할 알고리즘은,
레벨 셋 방법, 그래프 컷 방법, 영역 성장 방법, 및 분수계 알고리즘 중 적어도 하나인
유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,
상기 특징 스코어링부는,
서포트 벡터 회귀 방법을 사용하며 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 및 종양 특징 중 적어도 하나의 특징에 따라 종양 윤곽 후보 각각의 자카드 계수를 계산하여 특징 점수를 생성하는
유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 융합부는,
종양 윤곽 후보의 각각에 대한 테스트 점수 및 특징 점수를 노멀라이제션 하여

$$Score_{combined} = w_{ds} \times NDS + w_{rs} \times NRS$$

에 의하여 각각의 종양 윤곽 후보에 대한 종합 수치를 계산하고 가장 높은 종합 수치를 가진 종양 윤곽 후보를 선택하고,

상기 $Score_{combined}$ 는 종양 윤곽 후보에 대한 종합 수치이고, w_{ds} 는 종양 윤곽 후보에 대한 테스트 점수의 가중치이고, w_{rs} 는 종양 윤곽 후보에 대한 특징 점수의 가중치이고, NDS 는 종양 윤곽 후보에 대한 테스트 점수이고 NRS 는 종양 윤곽 후보에 대한 특징 점수인
이미지 처리 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 융합부는,
에스-스코어 노멀라이제션 알고리즘, 민-맥스 노멀라이제션 알고리즘, 탄 에스티메이터 및 더블 시그모이드 알고리즘 중 적어도 하나를 사용하여 상기 노멀라이제션을 수행하는
유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

청구항 9

제4항에 있어서,
상기 특징 스코어링부는,
서포트 벡터 회귀 방법을 사용하며 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 및 종양 특징 중 적어도 하나의 특징 및 상기 종양 윤곽 후보에 대한 테스트 점수에 따라 각각의 종양 윤곽 후보의 자카드 계수를 계산하여 특징 점수를 생성하고,

상기 융합부는,

상기 N개의 종양 윤곽 후보에서 가장 높은 특징 점수를 가진 종양 윤곽 후보를 최종 분할된 종양 윤곽으로 결정하는

유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

청구항 10

제3항에 있어서,

상기 서로 다른 파라미터는,

서로 다른 반복 횟수, 서로 다른 스케일, 서로 다른 단계, 서로 다른 노이즈 처리 방법 및 서로 다른 이미지 강조 방법 중 적어도 하나이고,

상기 종양 분할 알고리즘은,

레벨 셋 방법, 그래프 컷 방법, 영역 성장 방법, 및 분수계 알고리즘 중 적어도 하나인

유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

청구항 11

$M(M > 0)$ 개의 관심 영역(ROI)을 포함한 2D 유방 초음파 영상을 획득하는 영상 수집부;

서로 다른 파라미터 및 파라미터 결합 중 적어도 하나에 근거하는 $K(K > 0)$ 개의 종양 분할 알고리즘을 사용하여 상기 M개의 관심 영역(ROI)에서 각각 K개의 종양 윤곽 후보를 분할하는 멀티 파라미터 분할부;

분할된 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보에 대하여 서로의 유사성을 계산하고, 미리 설정된 수치보다 유사성이 높은 복수의 종양 윤곽 후보 중에서 가장 높은 테스트 점수가 아닌 종양 윤곽 후보 중 적어도 하나를 제외하여 N (N은 $M \times K$ 보다 작음) 개의 종양 윤곽 후보를 획득하는 결합부; 및

미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 상기 N개의 종양 윤곽 후보에 대해 각각 평가 및 스코어링하여 특징 점수를 생성하고, 상기 N개의 종양 윤곽 후보에서 가장 높은 특징 점수를 가진 종양 윤곽 후보를 최종 분할된 종양 윤곽으로 결정하는 특징 스코어링부

를 포함하는 유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 서로 다른 파라미터는,

서로 다른 반복 횟수, 서로 다른 스케일, 및 서로 다른 단계 중 적어도 하나이고,

상기 종양 분할 알고리즘은,

레벨 셋 방법, 그래프 컷 방법, 영역 성장 방법, 및 분수계 알고리즘 중 적어도 하나인

유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 특징 스코어링부는,

서포트 벡터 회귀 방법을 사용하며, 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 및 종양 특징 중 적어도 하나의 특징에 따라 종양 윤곽 후보 각각의 자카드 계수를 계산하여 특징 점수를 생성하는

유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 설명은 유방 초음파 영상을 대한 이미지 처리 시스템(image processing system)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유방암은 여성에게 가장 위험한 질병 중의 2번째 질병이며, 유방암의 조기 발견은 사망률을 40% 이상 감소시킨다. 초음파는 유방 x-ray 촬영(x선)의 보조 진단으로써 유방 영상의 형성에 사용된다. 또한, 유방 x-ray 촬영 시 감도가 약하거나 위험성을 가진 방사선이 발생하는 경우, 초음파 자체가 첫 번째 영상 형성 기술로 사용된다. 컴퓨터 보조 진단(CAD: Computer Aided Diagnosis) 시스템은 경험이 많지 않는 의사들의 잘못된 진단을 방지하기 위해 사용되며, 정확한 암 진단을 위해 양성 증상을 바이옵시(biopsy)로 검사하는 것을 감소시키고 각종 변화 검출을 줄일 수 있다.

[0003] 컴퓨터 보조 유방 초음파 진단 시스템(computer aided breast ultrasonography diagnosis system)은 종양 검출(tumor detection) 및 종양 분할(tumor segmentation)과 같은 핵심 기술을 포함한다. 종양 분할(tumor segmentation)은 종양이 양성(benign tumor) 또는 악성(malignant tumor)인지 판단하는 결정적인 기술이다. 현재의 종양 검출 방법은 하나의 검출 결과를 출력하고, 종양 분할 처리는 상기 하나의 검출 결과에 대하여 종양 분할을 수행한 것이다. 이런 과정에서 검출 오류 또는 잘못된 검출 결과, 및 부적절하는 파라미터(parameter)를 사용하면 잘못된 분할 결과가 나타날 수 있다. 이와 같이 컴퓨터 보조 유방 초음파 진단은 강력하지 않고 분할 결과도 정확하지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0004] 일 실시예에 따르면, 유방 초음파 영상에서 복수의 유방 종양(breast tumor)에 대한 관심 영역(Region of Interest; ROI)을 검출하고 각각 스코어링(scoring)하며, 멀티 파라미터에 근거하는 복수의 종양 분할 방법(tumor segmentation method)으로 각각의 관심 영역(ROI)에 대하여 분할 처리를 수행하고 스코어링 하여 복수의 분할 결과에서 가장 높은 종합 수치를 가진 분할 결과를 선택하는 이미지 처리 기술이 제공될 수 있다.

[0005] 일 실시예에 따르면, 유방 초음파 영상에 대한 이미지 처리 시스템(image processing system)이 제공될 수 있다. 유방 초음파 영상에서 복수의 유방 종양(breast tumor)에 대한 관심 영역(Region of Interest; ROI)을 검출하고 스코어링(scoring)하며 멀티 파라미터에 근거하는 복수의 종양 분할 방법(tumor segmentation method)으로 각각의 관심 영역(ROI)에 대하여 분할 처리를 수행하고, 각각의 분할된 종양 윤곽에 대하여 복수의 특징을 스코어링할 수 있다. 이후 복수의 분할 결과에서 가장 높은 종합 수치를 가진 분할 결과를 선택할 수 있다. 이런 이미지 처리 기술은 분할 결과가 일부의 정확하지 않는 검출 결과 및/또는 적절하지 않는 분할 파라미터에 대한 영향을 받지 않도록 하고 유방 종양(breast tumor) 검출 및 분할 처리 결과의 안정성을 향상시킬 수 있다.

[0006] 일 실시예에 따르면, 유방 초음파 영상에 대한 이미지 처리 시스템(image processing system)이 제공될 수 있다. 멀티 파라미터에 근거하는 복수의 종양 분할 방법(tumor segmentation method)을 사용하여 복수의 ROI가 이미 표시된 유방 초음파 영상에서 각각의 ROI에 대하여 분할 처리를 수행할 수 있다. 그리고 각각의 분할된 종양 윤곽에 대하여 복수의 특징을 스코어링 하여 가장 높은 특징 점수를 가진 분할 결과를 선택할 수 있다. 이런 이미지 처리 기술은 분할 결과가 일부의 적절하지 않는 분할 파라미터에 대한 영향을 받지 않고 유방 종양(breast tumor) 분할 처리 결과의 안정성을 향상시킬 수 있다.

[0007] 일 실시예에 따르면, 유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템(image processing system)이 제공될 수 있다. 상기 이미지 처리 시스템(image processing system)은, 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)을 획득하는 영상 수집부(image acquiring module); 상기 영상 수집부(image acquiring module)에서 획득된 상기 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에서 $M(M > 0)$ 개의 유방 종양(breast tumor)이 포함된 관심 영역(ROI)을 검출하고, 각각의 ROI에 대해 스코어링(scoring) 하여 테스트 점수를 생성하는 종양 검출부(tumor

detecting module); 서로 다른 파라미터 및 파라미터 결합 중 적어도 하나에 근거하는 $K(K > 0)$ 개의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)을 사용하여 상기 M개의 ROI에서 각각 K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)로 분할하고 상기 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 각각에 대하여 상기 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)가 분할된 ROI의 테스트 점수를 기록하는 멀티 파라미터 분할부(multi-parameter segmentation module); 미리 설정된(predetermined) 적어도 하나의 특징에 따라, 분할된 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성하는 특징 스코어링부(feature scoring module); 및 상기 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수에 따라, 상기 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 하나의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택하여 최종 분할된 종양 윤곽을 결정하는 융합부(determining module)를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 이미지 처리 시스템(image processing system)은, 상기 분할된 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대하여 서로의 유사성(similarity)을 계산하고, 미리 설정된 수치보다 유사성이 높은 복수의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 중에서 가장 높은 테스트 점수가 아닌 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 중 적어도 하나를 제외하여 $N(N \ll M \times K)$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 획득하는 결합부를 더 포함할 수 있다. 상기 특징 스코어링부(feature scoring module)는, 미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 상기 N 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성하고, 상기 융합부(determining module)는, 상기 N 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수에 따라, 하나의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택할 수 있다.

[0009] 상기 이미지 처리 시스템(image processing system)은, 상기 획득된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대하여 전처리(pretreatment)를 수행하는 전처리부(pretreatment module)를 더 포함할 수 있다. 상기 전처리(pretreatment)는 상기 획득된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대한 노이즈 처리 및/또는 이미지 강조 처리(image emphasis processing)를 포함하고, 상기 멀티 파라미터 분할부(multi-parameter segmentation module)는, 상기 전처리된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대하여 상기 종양 분할 처리를 수행할 수 있다.

[0010] 상기 종양 검출부(tumor detecting module)는, 변형파트 모델링(DPM: Deformable Part Modeling), 템플릿 매칭(template matching), 및 아다부스트 방법(Adboost method) 중 적어도 하나를 이용하여 상기 M개의 유방 종양(breast tumor)이 포함된 ROI에 대한 검출 및 스코어링을 수행할 수 있다.

[0011] 상기 서로 다른 파라미터는, 서로 다른 반복 횟수(iterations), 서로 다른 스케일(scale), 및 서로 다른 방법(method) 중 적어도 하나를 의미할 수 있고, 상기 종양 분할 방법(tumor segmentation method)은 레벨 셋 방법(level set method), 그래프 컷 방법(graph cut method), 영역 성장 방법(region growing method), 및 분수계 알고리즘(watershed algorithm) 중 적어도 하나를 의미할 수 있다.

[0012] 상기 특징 스코어링부(feature scoring module)는, 서포트 벡터 회귀(support vector regression; SVR)방법을 사용하며 텍스처 특징, 공간 특징, 강도(strength) 특징, 윤곽 특징 및 종양 특징 중 적어도 하나의 특징에 따라 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 각각의 자카드 계수(Jaccard coefficients)를 계산하여 특징 점수를 생성할 수 있다.

[0013] 상기 윤곽 특징은 그레이 콘트라스트(gray contrast), 강도 콘트라스트, 및 게스타 특징(Gestar features) 중 적어도 하나일 수 있다.

[0014] 상기 종양 특징은 후부 에코(posterior echo) 및 에코 모드 특징(echo mode feature) 중 적어도 하나일 수 있다.

[0015] 상기 융합부(determining module)는, 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수를 노멀라이제이션(normalization)하여 다음과 같은 수학적식에 의하여 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 종합 수치를 계산하고 가장 높은 종합 수치를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택할 수 있다.

수학식 1

$$Score_{combined} = w_{ds} \times NDS + w_{rs} \times NRS$$

상기 $Score_{combined}$ 는 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 종합 수치를 의미할 수 있다.

w_{ds} 는 종양 윤곽 후보에 대한 테스트 점수의 가중치를 의미할 수 있고, w_{rs} 는 종양 윤곽 후보에 대한 특징 점수의 가중치를 의미할 수 있다. NDS 는 종양 윤곽 후보에 대한 테스트 점수를 의미할 수 있고, NRS 는 종양 윤곽 후보에 대한 특징 점수를 의미할 수 있다.

상기 융합부(determining module)는, 에스-스코어 노멀라이제션 알고리즘(s-score normalization algorithm), 민-맥스 노멀라이제션 알고리즘(min-max normalization algorithm), 탄 에스티메이터(Tanh estimator) 및 더블 시그모이드(double sigmoid) 알고리즘 중 적어도 하나를 사용하여 상기 노멀라이제션을 수행할 수 있다.

상기 특징 스코어링부(feature scoring module)는, 서포트 벡터 회귀 (support vector regression; SVR)방법을 사용하며 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 또는 종양 특징 중 적어도 하나의 특징 및 상기 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수에 따라 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 자카드 계수(Jaccard coefficients)를 계산하여 특징 점수를 생성할 수 있다. 상기 융합부(determining module)는 상기 M*K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 가장 높은 특징 점수를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종 분할된 종양 윤곽으로 결정할 수 있다.

상기 서로 다른 파라미터는, 서로 다른 반복 횟수, 서로 다른 스케일, 서로 다른 단계, 서로 다른 노이즈 처리 방법 및 서로 다른 이미지 강조 방법 중 적어도 하나를 의미할 수 있다. 상기 종양 분할 방법(tumor segmentation method)은 레벨 셋 방법(level set method), 그래프 컷 방법(graph cut method), 영역 성장 방법(region growing method), 및 분수계 알고리즘(watershed algorithm) 중 적어도 하나를 의미할 수 있다.

일 실시예에 따르면, 유방 영상에 대한 이미지 처리 시스템(image processing system)이 제공된다. 상기 이미지 처리 시스템(image processing system)은, M(M > 0) 개의 ROI를 포함한 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)을 획득하는 영상 수집부(image acquiring module); 서로 다른 파라미터 및 파라미터 결합 중 적어도 하나에 근거하는 K(K > 0)개의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)을 사용하여 상기 M개의 ROI에서 각각 K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 분할하는 멀티 파라미터 분할부(multi-parameter segmentation module); 미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 분할된 M*K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성하고, 상기 M*K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 가장 높은 특징 점수를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종 분할된 종양 윤곽으로 결정하는 특징 스코어링부(feature scoring module)를 포함할 수 있다.

상기 서로 다른 파라미터는, 서로 다른 반복 횟수, 서로 다른 스케일, 또는 서로 다른 단계를 의미할 수 있다. 상기 종양 분할 방법(tumor segmentation method)은 레벨 셋 방법(level set method), 그래프 컷 방법(graph cut method), 영역 성장 방법(region growing method), 또는 분수계 알고리즘(watershed algorithm)을 의미할 수 있다.

상기 특징 스코어링부(feature scoring module)는, SVR(support vector regression) 방법을 사용하며, 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 또는 종양 특징 중에 적어도 하나의 특징에 따라 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 자카드 계수(Jaccard coefficient)를 계산하여 특징 점수를 생성할 수 있다.

상기 윤곽 특징은 그레이 콘트라스트, 강도 콘트라스트, 또는 게스타 특징(Gestar features)일 수 있다. 상기 종양 특징은 후부 에코(posterior echo) 또는 에코 모드 특징(echo mode feature)일 수 있다.

일 실시예에 따르면, 유방 영상에 대한 이미지 처리 방법이 제공된다. 상기 이미지 처리 방법은, 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)을 획득하는 단계(a); 획득된 상기 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에서 M(M > 0) 개의 유방 종양(breast tumor)이 포함된 관심 영역(ROI)을 검출하고, 각각의 ROI에 대해 스코어링 하여 테스트 점수를 생성하는 단계(b); 서로 다른 파라미터 및/또는 파라미터 결합에 근거

하는 $K(K > 0)$ 개의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)을 사용하여 상기 M개의 ROI에서 각각 K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)로 분할하고 상기 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 각각에 대하여 상기 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)가 분할된 ROI의 테스트 점수를 기록하는 단계(c); 미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 분할된 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성하는 단계(d); 상기 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수에 따라, 상기 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 하나의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택하여 최종 분할된 종양 윤곽을 결정하는 단계(e)를 포함할 수 있다

[0026] 상기 이미지 처리 방법은, 상기 분할된 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대하여 서로의 유사성(similarity)을 계산하고, 미리 설정된 수치보다 유사성이 높은 복수의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 중에서 가장 높은 테스트 점수가 아닌 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 중 적어도 하나를 제외하여 $N(N \ll M \times K)$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 획득하는 단계(g)를 더 포함할 수 있다. 상기 단계(d)에서는, 미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 상기 N개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성하고, 상기 단계(e)에서는, 상기 N개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수에 따라, 하나의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택할 수 있다.

[0027] 상기 이미지 처리 시스템(image processing system)은, 단계(b)를 수행하기 전에 상기 획득된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대하여 전처리(pretreatment)를 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 전처리(pretreatment)는 상기 획득된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대한 노이즈 처리 및/또는 이미지 강조 처리(image emphasis processing)를 포함할 수 있다. 상기 단계(c)에서는, 상기 전처리된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대하여 상기 종양 분할 처리가 수행될 수 있다.

[0028] 상기 단계(b)에서는, 변형파트 모델링(DPM: Deformable Part Modeling), 템플릿 매칭(template matching), 또는 아다부스트 방법(Adboost method)으로 상기 M개의 유방 종양(breast tumor)이 포함된 ROI에 대한 검출 및 스코어링이 수행될 수 있다.

[0029] 상기 단계(c)에서는, 상기 서로 다른 파라미터는 서로 다른 반복 횟수, 서로 다른 스케일, 또는 서로 다른 단계를 의미할 수 있고, 상기 종양 분할 방법(tumor segmentation method)은 레벨 셋 방법(level set method), 그래프 컷 방법(graph cut method), 영역 성장 방법(region growing method), 또는 분수계 알고리즘(watershed algorithm)을 의미할 수 있다.

[0030] 상기 단계(d)에서는, SVR(support vector regression) 방법을 사용하며 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 또는 종양 특징 중에 적어도 하나의 특징에 따라 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 자카드 계수(Jaccard coefficient)를 계산하여 특징 점수를 생성할 수 있다.

[0031] 상기 윤곽 특징은 그레이 콘트라스트, 강도 콘트라스트, 또는 게스타 특징(Gestar features)일 수 있다. 상기 종양 특징은 후부 에코(posterior echo) 또는 에코 모드 특징(echo mode feature)일 수 있다.

[0032] 상기 단계(e)에서는, 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수를 노멀라이제이션(normalization)하여 다음과 같은 수학적식에 의하여 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 종합 수치를 계산하고 가장 높은 종합 수치를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택할 수 있다.

수학식 2

$$Score_{combined} = w_{ds} \times NDS + w_{rs} \times NRS$$

[0034] 상기 $Score_{combined}$ 는 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 종합 수치를 의미할 수 있다. w_{ds} 및 w_{rs} 는 각각 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수의 가중치를 의미

할 수 있다. *NDS* 및 *MRS*는 각각 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수를 의미할 수 있다.

[0035] 상기 단계(e)에서는, 에스-스코어 노멀라이제션 알고리즘(s-score normalization algorithm), 민-맥스 노멀라이제션 알고리즘(min-max normalization algorithm), 탄 에스티메이터(Tanh estimator) 또는 더블 시그모이드(double sigmoid) 알고리즘을 사용하여 상기 노멀라이제션을 수행할 수 있다.

[0036] 상기 단계(d)에서는, SVR(support vector regression) 방법을 사용하며 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 또는 종양 특징 중에 적어도 하나의 특징 및 상기 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수에 따라 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 자카드 계수(Jaccard coefficient)를 계산하여 특징 점수를 생성할 수 있다. 상기 단계(e)에서는 상기 M*K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 가장 높은 특징 점수를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종 분할된 종양 윤곽으로 결정할 수 있다.

[0037] 상기 서로 다른 파라미터는, 서로 다른 반복 횟수, 서로 다른 스케일, 서로 다른 단계, 서로 다른 노이즈 처리 방법 또는 서로 다른 이미지 강조 방법을 의미할 수 있다. 상기 종양 분할 방법(tumor segmentation method)은 레벨 셋 방법(level set method), 그래프 컷 방법(graph cut method), 영역 성장 방법(region growing method), 또는 분수계 알고리즘(watershed algorithm)을 의미할 수 있다.

[0038] 일 실시예에 따르면, 유방 영상에 대한 이미지 처리 방법이 제공된다. 상기 이미지 처리 방법은, M($M > 0$)개의 ROI이 표시된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)을 획득하는 단계(a); 서로 다른 파라미터 및/또는 파라미터 결합에 근거하는 K($K > 0$)개의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)을 사용하여 상기 M개의 ROI에서 각각 K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 분할하는 단계(b); 미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 분할된 M*K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성하는 단계(c); 상기 M*K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 가장 높은 특징 점수를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종 분할된 종양 윤곽으로 결정하는 단계(d)를 포함할 수 있다.

[0039] 상기 단계(b)에서는, 상기 서로 다른 파라미터는 서로 다른 반복 횟수, 서로 다른 스케일, 또는 서로 다른 단계를 의미할 수 있다. 상기 종양 분할 방법(tumor segmentation method)은 레벨 셋 방법(level set method), 그래프 컷 방법(graph cut method), 영역 성장 방법(region growing method), 또는 분수계 알고리즘(watershed algorithm)을 의미할 수 있다.

[0040] 상기 단계(c)에서는, SVR(support vector regression) 방법을 사용하며 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 또는 종양 특징 중에 적어도 하나의 특징에 따라 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 자카드 계수(Jaccard coefficient)를 계산하여 특징 점수를 생성할 수 있다.

[0041] 상기 윤곽 특징은 그레이 콘트라스트, 강도 콘트라스트, 또는 게스타 특징(Gestar features)일 수 있다. 상기 종양 특징은 후부 에코(posterior echo) 또는 에코 모드 특징(echo mode feature)일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0042] 도1은 예시적 실시예에 따른 이미지 처리 시스템(image processing system)을 도시한 블록도 및 이미지 처리를 수행하는 개념도이다.

도2은 예시적 실시예에 따른 이미지 처리 방법을 도시한 흐름도이다.

도3은 예시적 실시예에 따른 이미지 처리 방법에 의하여 분할된 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 도시한 것이다.

도 4은 예시적 실시예에 따른 이미지 처리 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0044] 도1은 예시적 실시예에 따른 이미지 처리 시스템(image processing system)을 도시한 블록도 및 이미지 처리를 수행하는 개념도이다.

- [0045] 도1을 참조하면, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 영상 수집부(image acquiring module)(100), 종양 검출부(tumor detecting module)(110), 멀티 파라미터 분할부(multi-parameter segmentation module)(120), 특징 스코어링부(feature scoring module)(140), 및 융합부(determining module)(150)를 포함한다.
- [0046] 영상 수집부(image acquiring module)(100)은 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)(도1에 도시된 영상 수집부(image acquiring module)의 하단에 표시된 소스 이미지)를 획득한다. 또한 영상 수집부(image acquiring module)(100)은 이와 연결된 초음파 영상 형성 장치로부터 상기 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)을 획득하거나 정보 저장 매체로부터 상기 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)을 접근할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 획득된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대하여 전처리(pretreatment)를 수행하는 전처리부(pretreatment module)(미 도시)를 더 포함할 수 있다. 상기 전처리(pretreatment)는 획득된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대한 노이즈 처리 및/또는 이미지 강조 처리(image emphasis processing)를 포함할 수 있다. 종양 검출부(tumor detecting module)(110)은 전처리된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대하여 종양 검출을 수행할 수 있다.
- [0047] 종양 검출부(tumor detecting module)(110)은 영상 수집부(image acquiring module)(100)에 획득된(또는 전처리된) 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에서 $M(M > 0)$ 개의 유방 종양(breast tumor)이 포함된 관심 영역(ROI: Region of Interest)을 검출하고, 각각의 관심 영역(ROI)에 대해 스코어링 하여 테스트 점수를 생성한다. 각 ROI은 실제의 종양을 포함하는 사각형 영역일 수 있고, 상기 영역들은 서로 오버랩 될 수 있다. 도 1을 참조하면 종양 검출부(tumor detecting module)(110)의 하단에 복수의 라이트 칼라(light color) 박스로 표시된 ROI가 도시되어 있다. 종양 검출부(tumor detecting module)(110)은 변형파트 모델링(DPM: Deformable Part Modeling), 템플릿 매칭(template matching), 또는 아다부스트 방법(Adboost method)으로 상기 M 개의 유방 종양(breast tumor)이 포함된 ROI에 대한 검출 및 스코어링을 수행할 수 있다. 그러나, 실시예들은 상기의 종양 검출 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0048] 상기 M 개의 ROI에 대하여, 멀티 파라미터 분할부(multi-parameter segmentation module)(120)은 서로 다른 파라미터 및/또는 파라미터 결합에 근거하는 $K(K > 0)$ 개의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)을 사용하여 상기 M 개의 ROI 에서 각각 K 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 분할하고, 상기 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 각각에 대하여 상기 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)가 분할된 ROI 의 테스트 점수를 기록한다. 상기 서로 다른 파라미터는, 서로 다른 반복 횟수, 서로 다른 스케일, 또는 서로 다른 단계를 의미할 수 있고(단, 이에 제한되지 않음), 상기 종양 분할 방법(tumor segmentation method)은 레벨 셋 방법(level set method), 그래프 컷 방법(graph cut method), 영역 성장 방법(region growing method), 또는 분수계 알고리즘(watershed algorithm)을 의미할 수 있다(단, 이에 제한되지 않음). 전처리부(pretreatment module)를 포함하는 실시예에서 상기 서로 다른 파라미터는 서로 다른 노이즈 처리 또는 서로 다른 이미지 강조 방법을 더 포함할 수 있다. 이런 과정을 통해 이미지 처리 시스템(image processing system)은 $M*K$ 개의 분할된 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 획득한다. 도1을 참조하면, 멀티 파라미터 분할부(multi-parameter segmentation module)(120)의 하단에서 상기 과정을 통해 획득된 일부의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)가 도시되어 있다. 그 중에서 상단에 표시된 2개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)가 매우 유사한다.
- [0049] 예시적 실시예에 따르면, 전산 자원 및 시간을 절약하기 위해 이미지 처리 시스템(image processing system)은 결합부(130)를 더 포함할 수 있다. 결합부(130)는 멀티 파라미터 분할부(multi-parameter segmentation module)(120)에 의하여 분할된 $M*K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대하여 서로의 유사성을 계산하고, 미리 설정된 수치보다 유사성이 높은 복수의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 중에서 가장 높은 테스트 점수가 아닌 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 중 적어도 하나를 제외하여 $N(N \ll M * K)$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 획득한다. 만약 이미지 처리 시스템(image processing system)이 전산 시간 및 처리의 용량을 고려하지 않는 경우, 결합부(130)가 포함되지 않을 수 있다.
- [0050] 특징 스코어링부(feature scoring module)(140)은, 미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 분할된 $M*K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 또는 결합부(130)에 의하여 결합 처리 후 보존된 N 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 특징 스코어링부(feature scoring module)(140)은 SVR(support vector regression) 방법을 사용하며 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 또는 종양 특징 중에 적어도 하나의 특징에 따라 각각의 종양

윤곽 후보(tumor contour candidates)의 자카드 계수(Jaccard coefficient)를 계산하여 특징 점수를 생성할 수 있다. 상기 윤곽 특징은 그레이 콘트라스트, 강도 콘트라스트, 또는 게스타 특징(Gestar features)일 수 있다. 상기 종양 특징은 후부 에코(posterior echo) 또는 에코 모드 특징(echo mode feature)일 수 있다.

[0051] 융합부(determining module)(150)은, 상기 M*K 개 또는 N 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수에 따라 상기 M*K 개 또는 N 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 하나의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택하여 최종 분할된 종양 윤곽을 결정할 수 있다. 구체적으로, 우선 융합부(determining module)(150)은 에스-스코어 노멀라이제션 알고리즘(s-score normalization algorithm), 민-맥스 노멀라이제션 알고리즘(min-max normalization algorithm), 탄 에스티메이터(Tanh estimator) 또는 더블 시그모이드(double sigmoid) 알고리즘을 사용하여 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수에 대해 노멀라이제션을 수행하고, 다음과 같은 수학적식에 의하여 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 종합 수치를 계산하고, 가장 높은 종합 수치를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택할 수 있다.

수학식 3

[0052]
$$Score_{combined} = w_{ds} \times NDS + w_{rs} \times NRS$$

[0053] 상기 $Score_{combined}$ 는 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 종합 수치를 의미할 수 있다.

w_{ds} 및 w_{rs} 는 각각 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수의 가중치를 의미할 수 있다. NDS 및 NRS 는 각각 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수를 의미할 수 있다.

[0054] 일 실시예에 따르면, 특징 스코어링부(feature scoring module)(140)는 SVR(support vector regression) 방법을 사용하며, 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 또는 종양 특징 중에 적어도 하나의 특징 및 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수에 따라 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 자카드 계수(Jaccard coefficient)를 계산하여 특징 점수를 생성할 수 있다. 이 경우, 융합부(determining module)(150)은 상기 M*K 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 가장 높은 특징 점수를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종 분할된 종양 윤곽으로 결정한다.

[0055] 일 실시예에 따른 이미지 처리 시스템(image processing system)은 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에서 복수의 ROI를 검출하고, 상기 복수의 ROI를 근거하여 유방 분할을 수행할 수 있다. 또한 본 실시예는 멀티 파라미터를 근거하는 복수의 종양 분할 방법(tumor segmentation method)으로 상기 복수의 ROI에 대하여 종양 분할 처리를 수행하여 더 많은 개수의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 획득하고 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대하여 복수의 특징에 대한 평가 및 스코어링을 수행할 수 있다. 따라서 이미지 처리 시스템(image processing system)은 검출 과정에 나타난 테스트 점수와 평가 과정에 나타난 특징 점수를 종합하여 일정한 기준으로 가장 높은 종합 수치를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종의 종양 분할 결과로 선택한다. 이런 처리 방식은 하나의 종양 영역을 검출하여 상기 하나의 종양 영역에 대한 종양 분할 처리를 수행하는 전통적인 방식보다 더욱 정확하게 안전한 결과를 획득할 수 있고, 어느 하나의 단계에 발생된 오류로부터 영향을 받지 않는다.

[0056] 컴퓨터 보조 시스템을 사용하기 전에, 의사가 촬영된 유방 초음파 영상에 하나 또는 복수의 종양이 존재하는 영역을 미리 표시할 수도 있다. 이 경우, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image) 및 미리 표시된 하나 또는 복수의 종양이 존재된 영역을 입력하여 미리 표시된 하나 또는 복수의 종양이 존재된 영역을 ROI로 처리한다. 다른 실시예에 따른 이미지 처리 시스템(image processing system)은 M(M > 0) 개의 종양 ROI이 표시된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)을 획득하는 영상 수집부(image acquiring module)(100); 서로 다른 파라미터 및/또는 파라미터 결합에 근거하는 K(K > 0)개의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)을 사용하여 상기 M개의 ROI에서 각각 K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 분할하여 총 M*K 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour

candidates)를 분할하는 멀티 파라미터 분할부(multi-parameter segmentation module)(120); 미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 분할된 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링(scoring)하여 특징 점수를 생성하고, 상기 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 가장 높은 특징 점수를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종 분할된 종양 윤곽으로 결정하는 특징 스코어링부(feature scoring module)(140)를 포함할 수 있다. 영상 수집부(image acquiring module)(100)은 요구에 따라 표시된 종양 ROI를 수정할 수 있다(예, ROI를 직사각형으로 수정할 수 있다).

[0057] 도2- 4를 참조하여 예시적 실시예에 따른 이미지 처리 방법에 대하여 자세히 설명한다.

[0058] 도2은 예시적 실시예에 따른 이미지 처리 방법을 도시한 흐름도이다.

[0059] 도2를 참조하면, 단계(S100)에서, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)을 획득한다. 또한 이미지 처리 시스템(image processing system)은 이와 연결된 초음파 영상 형성 장치로부터 상기 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)을 획득하거나 정보 저장 매체에서 상기 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)을 접근할 수 있다.

[0060] 초음파 영상 형성 장치를 통해 촬영된 초음파 영상은 스펙클(speckle)과 같은 "노이즈(noise)"를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따라, 더욱 좋은 이미지 처리 결과를 획득하기 위해, 단계(S105)에서 이미지 처리 시스템(image processing system)은 획득된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대하여 전처리(pretreatment)를 수행한다. 상기 전처리(pretreatment)는 획득된 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에 대한 노이즈 처리 및/또는 이미지 강조 처리(image emphasis processing)를 포함할 수 있다. 그러나 단계(S105)는 선택적인 단계로써 필수 단계는 아니다.

[0061] 이후, 단계(S110)에서는 이미지 처리 시스템(image processing system)을 통해 획득된 (또는 전처리된) 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에서 $M(M > 0)$ 개의 유방 종양(breast tumor)이 포함된 ROI를 검출하고 각각의 ROI에 대해 스코어링 하여 테스트 점수를 생성한다. 여기서, 변형파트 모델링(DPM: Deformable Part Modeling), 템플릿 매칭(template matching), 또는 아다부스트 방법(Adboost method)으로 상기 M 개의 유방 종양(breast tumor)이 포함된 ROI에 대한 검출 및 스코어링을 수행할 수 있다.

[0062] 단계(S120)에서, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 서로 다른 파라미터 및/또는 파라미터 결합에 근거하는 $K(K > 0)$ 개의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)을 사용하여 상기 M 개의 ROI 에서 각각 K 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 분할하고 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대하여 상기 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)가 분할된 ROI 의 테스트 점수를 기록한다. 단계(S120)를 통해 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 획득할 수 있다. 도3에 도시된 바와 같이, 좌측의 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image)에서 하나의 ROI를 검출하고, 3개의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)을 사용하여 3개의 분할된 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 획득하였다.

[0063] 여기서, 상기 K 개의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)은 서로 다른 파라미터 및/또는 파라미터 결합을 사용하는 다중의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)이고, 상기 서로 다른 파라미터는 서로 다른 반복 횟수, 서로 다른 스케일, 또는 서로 다른 단계를 의미할 수 있다. 단계(S105)의 전처리(pretreatment)를 수행하면, 상기 서로 다른 파라미터는 서로 다른 노이즈 처리 또는 서로 다른 이미지 강조 방법을 더 포함할 수 있다. 상기 종양 분할 방법(tumor segmentation method)은 레벨 셋 방법(level set method), 그래프 컷 방법(graph cut method), 영역 성장 방법(region growing method), 또는 분수계 알고리즘(watershed algorithm)을 의미할 수 있다.

[0064] 이후, 단계(S130)에서, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 상기 분할된 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대하여 서로의 유사성을 계산하고, 미리 설정된 수치보다 유사성이 높은 복수의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 중에서 가장 높은 테스트 점수가 아닌 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 중 적어도 하나를 제외하여 $N(N \ll M \times K)$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 획득한다.

[0065] 이미지 처리 시스템(image processing system)은 전산 시간 및 처리의 용량을 고려하지 않는 경우, 단계(S130)를 수행하지 않을 수 있다.

[0066] 단계(S140)에서, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 상기 N 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를

생성한다. 단계(S130)를 수행하지 않는 경우, 분할된 M*K 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성한다.

[0067] 예시적 실시예에 따라, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 SVR(support vector regression) 방법을 사용하며 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 또는 종양 특징 중에 적어도 하나의 특징에 따라 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 자카드 계수(Jaccard coefficient)를 계산하여 특징 점수를 생성한다. 상기 윤곽 특징은 그레이 콘트라스트, 강도 콘트라스트, 또는 게스타 특징(Gestar features)일 수 있다. 상기 종양 특징은 후부 에코(posterior echo) 또는 에코 모드 특징(echo mode feature)일 수 있다. 그러나 실시예들은 SVR(support vector regression) 방법에 한정되지 않고, 다른 이미지 특징에 대한 유사성 평가 방법을 사용할 수 있다. 실시예들은 상기 설명된 특징에 대해 평가 및 스코어링을 수행하는 것에 한정되지 않는다.

[0068] 이후, 단계(S150)에서 이미지 처리 시스템(image processing system)은 상기 N개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수에 따라, 상기 N개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 하나의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택하여 최종 분할된 종양 윤곽을 결정한다.

[0069] 복수의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates) 및 이에 대한 테스트 점수와 특징 점수를 입력하여 선호성 및 강조(emphasis)에 따라 여러 융합 방법으로 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 종합 평가를 수행할 수 있으며, 가장 높은 종합 평가를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택하여 최종 분할된 종양 윤곽을 결정할 수 있다.

[0070] 예시적 실시예에 따라, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수를 노멀라이제이션하여 다음과 같은 수학적식에 의하여 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 종합 수치를 계산하고 가장 높은 종합 수치를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 선택할 수 있다.

수학식 4

$$Score_{combined} = w_{ds} \times NDS + w_{rs} \times NRS$$

[0071]

[0072] 상기 $Score_{combined}$ 는 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 종합 수치를 의미할 수 있다.

w_{ds} 및 w_{rs} 는 각각 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수의 가중치를 의미할 수 있다. NDS 및 NRS 는 각각 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수 및 특징 점수를 의미할 수 있다.

[0073] 여기서, 에스-스코어 노멀라이제션 알고리즘(s-score normalization algorithm), 민-맥스 노멀라이제션 알고리즘(min-max normalization algorithm), 탄 에스티메이터(Tanh estimator) 또는 더블 시그모이드(double sigmoid) 알고리즘을 사용하여 상기 점수에 대한 노멀라이제션을 수행할 수 있다.

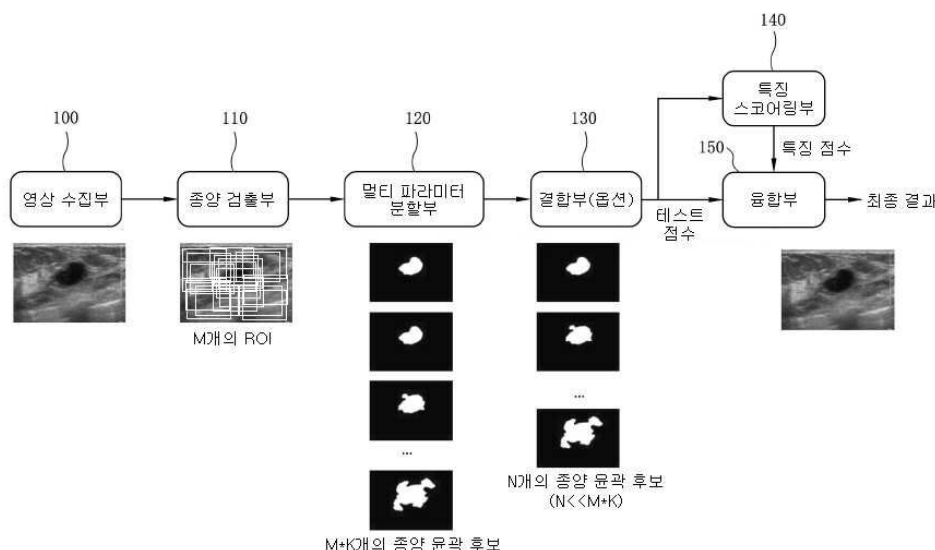
[0074] 일 실시예에 따라, 단계(S140)에서, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 SVR(support vector regression) 방법을 사용하며 텍스처 특징, 공간 특징, 강도 특징, 윤곽 특징 또는 종양 특징 중에 적어도 하나의 특징 및 상기 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 테스트 점수에 따라 각각의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 자카드 계수(Jaccard coefficient)를 계산하여 특징 점수를 생성할 수 있다. 단계(S150)에서 이미지 처리 시스템(image processing system)은 상기 M*K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 가장 높은 특징 점수를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종 분할된 종양 윤곽으로 결정한다.

[0075] 일 실시예에 따라, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 최종의 분할된 종양 윤곽을 출력할 수 있다.

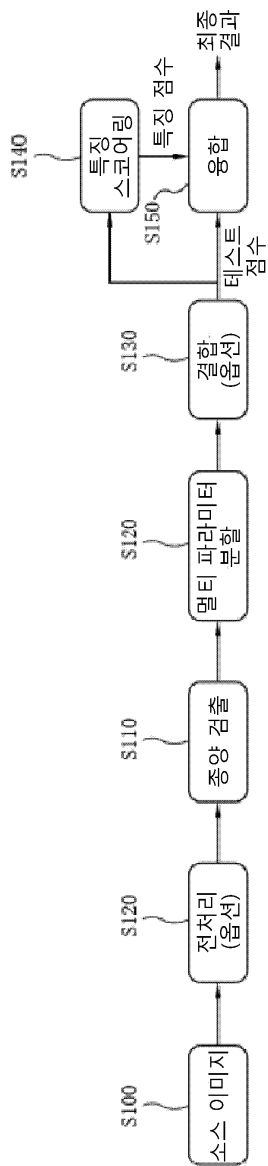
- [0076] 도 4은 예시적 실시예에 따른 이미지 처리 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0077] 도4를 참조하면, 단계(S200)에서, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 2D 유방 초음파 영상(2D breast ultrasonic image) 및 표시된 하나 또는 복수의 영역을 획득한다. 이미지 처리 시스템(image processing system)은 표시된 각 영역을 ROI로 결정한다. 여기서, M개의 ROI가 가정된다.
- [0078] 단계(S220)에서, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 서로 다른 파라미터 및/또는 파라미터 결합에 근거하는 $K(K > 0)$ 개의 종양 분할 알고리즘(tumor segmentation algorithm)을 사용하여 상기 M개의 ROI에서 각각 K개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 분할한다. 상기 도2에 도시된 단계(S120)과 같이 분할 처리를 수행할 수 있지만 표시된 영역을 입력할 경우에 테스트 점수가 존재하지 않는다.
- [0079] 단계(S240)에서, 이미지 처리 시스템(image processing system)은 미리 설정된 적어도 하나의 특징에 따라, 분할된 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대해 각각 평가 및 스코어링 하여 특징 점수를 생성하고, 상기 $M \times K$ 개의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에서 가장 높은 특징 점수를 가진 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종 분할된 종양 윤곽으로 결정한다.
- [0080] 예시적 실시예에 따르면, 이미지 처리 시스템(image processing system) 및 방법은 각각의 검출된 ROI에 대하여 멀티 파라미터 분할을 수행하여 복수의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 획득할 수 있고, 상기 복수의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)의 특징에 대하여 스코어링하고 테스트 점수와 특징 점수를 종합하여 최적의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종의 분할 결과로 선택한다. 이런 처리 방식은 하나의 종양 영역을 검출하여 상기 하나의 종양 영역에 대한 종양 분할 처리를 수행하는 전통적인 방식보다 더욱 정확하게 안전한 결과를 획득할 수 있고 어느 하나의 단계에 발생된 오류에게 영향을 받지 않는다.
- [0081] 또한, ROI가 미리 표시된 유방 영상에 대하여 멀티 파라미터 종양 분할을 수행하고 각각의 분할된 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)에 대한 특징 점수에 따라 최적의 종양 윤곽 후보(tumor contour candidates)를 최종의 분할 결과로 선택할 수 있다. 따라서 종양 분할 결과의 안전성이 향상되고 분할 결과는 하나 또는 일부의 적절하지 않는 파라미터 또는 오류에게 영향을 받지 않는다.
- [0082] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

도면

도면1



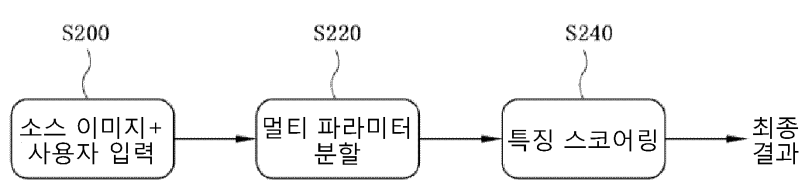
도면2



도면3



도면4



专利名称(译)	影像处理系统		
公开(公告)号	KR102128325B1	公开(公告)日	2020-07-01
申请号	KR1020130021930	申请日	2013-02-28
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	우경구 김지연		
发明人	우경구 해이빙, 렌 지후이, 하오 홍웨이, 장 리단, 장 지후아, 리우 김지연		
IPC分类号	A61B8/00 G06T7/00		
审查员(译)	Yijongeun		
优先权	201210411592.7 2012-10-25 CN		
其他公开文献	KR1020140057130A		

摘要(译)

用于乳房图像的图像处理系统包括:图像采集单元,其获取2D乳房超声图像;以及图像采集单元。肿瘤检测单元,用于在获取的二维乳腺超声图像中检测包括M(M> 0)个乳腺肿瘤的感兴趣区域,并对每个感兴趣区域(ROI)进行评分以生成测试评分;一种多参数除法器,使用K(K> 0)肿瘤分割算法将M个感兴趣区域中的每个区域划分为K个肿瘤轮廓候选者,并记录每个肿瘤轮廓候选者的测试得分;特征评分单元通过根据至少一个预设特征对每个肿瘤轮廓候选进行评估和评分来生成特征评分;以及融合单元,用于通过根据M * K肿瘤轮廓候选者的测试得分和特征得分从M * K肿瘤轮廓候选者中选择一个肿瘤轮廓候选者来确定最终划分的肿瘤轮廓。

