(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0049977
(43) 공개일자 2018년05월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/08 (2006.01) *A61B 5/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 8/5207 (2013.01)
A61B 5/0095 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0146551
(22) 출원일자 2016년11월04일
심사청구일자 2016년11월04일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
장진호
서울특별시 양천구 목동동로 130, 1429동 503호 (신정동, 목동신시가지아파트14단지)
김혜민
인천광역시 부평구 수변로 334, 311동 2002호(삼산동, 신성미소지움아파트)
(74) 대리인
특허법인충현

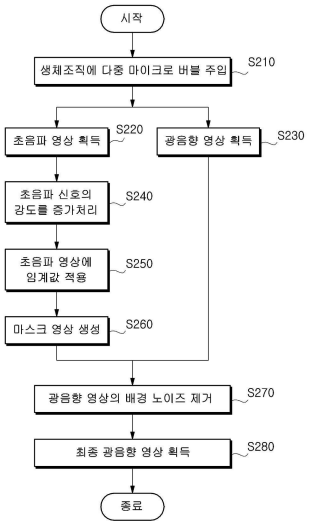
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 시스템 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명의 실시 예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 방법은, 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 초음파 신호를 인가하고 표적 흡수체로부터 반사되어 돌아오는 초음파 신호를 수신하여 초음파 영상을 획득하는 단계와, 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 인가한 레이저 펄스가 흡수되어 광음향 신호가 발생하면, 광음향 신호를 수신하여 광음향 영상을 획득하는 단계와, 초음파 영상에서 마이크로 버블의 픽셀에 대해 임계값을 적용하여 마스크 영상을 생성하는 단계 및 마스크 영상을 이용하여 표적 흡수체를 제외한 비표적 흡수체로부터 발생한 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
G06T 2207/20182 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 NRF-2016R1A6A1A03012845
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 중점연구소지원사업
연구과제명 뇌질환 약물 평가 기능 나노바이오칩 개발
기 여 율 1/1
주관기관 서강대학교 산학협력단
연구기간 2016.05.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 초음파 신호를 인가하고 상기 표적 흡수체로부터 반사되어 돌아오는 초음파 신호를 수신하여 초음파 영상을 획득하는 단계;

상기 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 인가한 레이저 펄스가 흡수되어 광음향 신호가 발생하면, 상기 광음향 신호를 수신하여 광음향 영상을 획득하는 단계;

상기 초음파 영상에서 마이크로 버블의 픽셀에 대해 임계값을 적용하여 마스크 영상을 생성하는 단계; 및

상기 마스크 영상을 이용하여 상기 표적 흡수체를 제외한 비표적 흡수체로부터 발생한 상기 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 단계;를 포함하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 마스크 영상을 생성하는 단계 이전에,

비표적 흡수체 및 상기 표적 흡수체의 배경에서 발생한 광음향 신호에 대비하여, 상기 다중 마이크로 버블 조영제에서 발생한 초음파 신호의 강도를 더 크게 증가시키기 위한 신호처리를 통해 신호 대 잡음비(SNR: signal-to-noise) 및 CNR(Contrast-to-noise ratio)를 향상시키는 단계를 더 포함하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 초음파 신호의 강도를 증가시키는 단계는,

pulse inversion 영상, chirp, Golay code, Barker code 중 적어도 하나를 이용한 coded excitation 기술을 이용한 영상, harmonic 영상 중 적어도 하나를 이용하여 상기 표적 흡수체에 대한 초음파 신호를 추적하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 마스크 영상을 생성하는 단계는,

광음향 신호의 손실을 방지하기 위해, 상기 표적 흡수체에 주입된 다중 마이크로 버블 조영제로부터 생성된 마이크로 버블의 위치보다 더 넓은 영역을 마스크화하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 영상에 임계값을 적용하여 마스크 영상을 생성하는 단계는,

상기 초음파 영상을 미리 설정된 역치(threshold)에 기초하여 1 또는 0으로 이진화하여 상기 마스크 영상을 생성하고, 상기 마스크 영상을 이용하여 상기 광음향 영상을 마스크화하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 단계는,

상기 마스크 영상과 상기 광음향 영상을 곱함으로써 배경 노이즈가 제거된 광음향 영상을 획득하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 마스크 영상을 생성하는 단계는,

상기 초음파 영상을 수신하는 과정을 반복하면서, 시간에 따라 수신된 초음파 신호들로부터 상기 표적 흡수체에 대한 복수개의 프레임 영상을 획득하되, 상기 획득된 복수개의 프레임 영상 중 첫 번째 프레임을 기준으로 이후 N개의 프레임에서 영상 내에 발생한 버블의 위상변위(phase shift)된 신호를 누적하여 초음파 영상을 획득하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독가능 기록매체.

청구항 9

다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 초음파 신호 및 레이저 펄스를 순차적으로 조사하여 발생하는 각 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하는 프로브;

상기 프로브에서 수신한 상기 초음파 신호 및 광음향 신호로부터 각각 초음파 영상 및 광음향 영상을 획득하는 원본 영상 획득부;

상기 초음파 영상에서 마이크로 버블의 픽셀에 대해 임계값을 적용하여 마스크 영상을 생성하는 마스크 영상 생성부;

상기 마스크 영상을 이용하여 상기 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 노이즈 제거부; 및

상기 배경 노이즈가 제거된 광음향 영상을 디스플레이하는 표시부;를 포함하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 마스크 생성부는,

상기 마스크 영상을 생성하기 이전에, 상기 비표적 흡수체 및 상기 표적 흡수체의 배경에서 발생한 광음향 신호에 대비하여 상기 다중 마이크로 버블 조영제에서 발생한 초음파 신호의 강도를 크게 증가시키기 위한 신호처리를 통해 SNR 및 CNR(Contrast-to-noise ratio)를 향상시키는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 시스템.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 마스크 생성부는,

상기 초음파 신호의 강도를 증가시키기 위해 pulse inversion 영상, chirp, Golay code, Barker code 중 적어도 하나를 이용한 coded excitation 기술을 이용한 영상, harmonic 영상 중 적어도 하나를 이용하여 상기 표적 흡수체에 대한 초음파 신호를 추적하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 시스템.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 마스크 생성부는,

상기 광음향 신호의 손실을 방지하기 위해, 상기 표적 흡수체에 주입된 조영제로부터 생성된 마이크로 버블의 위치보다 더 넓게 마스크화하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 시스템.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 마스크 생성부는,

상기 초음파 영상을 미리 설정된 역치(threshold)에 기초하여 1 또는 0으로 이진화하여 상기 마스크 영상을 생성하고, 상기 마스크 영상을 이용하여 상기 광음향 영상을 마스크화하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 시스템.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 노이즈 제거부는,

상기 마스크 영상과 상기 광음향 영상을 곱함으로써 배경 노이즈가 제거된 광음향 영상을 획득하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 시스템.

청구항 15

제 9 항에 있어서,

상기 마스크 생성부는,

상기 초음파 영상을 수신하는 과정을 반복하면서, 시간에 따라 수신된 초음파 신호들로부터 복수개의 프레임 영상을 획득하되, 상기 복수개의 프레임 영상 중 첫 번째 프레임을 기준으로 이후 N개의 프레임에서 영상 내에 발생한 버블의 위상변위(phase shift)된 신호를 누적하여 픽셀 와이즈 디스플레이스먼트(pixel-wise displacement) 초음파 영상을 획득하는, 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하여 광음향 영상을 이용한 질병 진단의 정확도를 향상시키는 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광음향 신호는 생체조직에 레이저를 조사하여 생체조직이 조사된 레이저 에너지를 흡수함으로써 발생하는 열팽창(thermal expansion)과정에서 생성된 음향 신호이다. 이 신호는 수 MHz에서 수십 MHz의 초음파 주파수 대역을 갖게 된다. 그러므로 발생된 광음향 신호는 초음파 프로브를 이용하여 수신할 수 있고, 수신된 신호에 다양한 신호처리 알고리즘을 적용함으로써 영상을 형성하게 된다.

[0003] 광음향 영상의 기본 원리를 좀 더 상세히 설명하자면, 생체조직은 다른 종류의 분자조직으로 구성되어 있으며, 특정 생체 조직은 조사된 레이저의 파장에 따라 레이저의 흡수율이 상이하다.

[0004] 예를 들어, 550nm의 파장을 갖는 레이저를 인체에 조사할 경우 혜모글로빈 성분이 다른 주위 생체조직보다 이 파장의 레이저 에너지를 잘 흡수하게 되며, 920nm의 파장을 갖는 레이저를 조사할 경우, 지방에서 그 흡수 정도가 최대가 된다. 이를 이용하여 영상화를 원하는 특정 생체 조직에서 조사된 레이저 에너지를 주변조직보다 상대적으로 크게 흡수하도록 할 수 있다. 생체조직별로 상이한 레이저 에너지 흡수율은 결국 생체조직별 발생 광음향 신호의 크기를 결정하는 주요 요소가 된다.

[0005] 이러한 이론적 토대 위에서 실제 피측정 부위에 대한 정교한 영상을 취득할 수 있는 광음향 영상 기술의 개발이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1298935호(2012년4월13일, “초음파 영상 및 광음향 영상 생성 방법 및 장치”)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 다중 마이크로 버블 조영제가 조사된 표적 흡수체로부터 획득한 초음파 영상을 이용하여 마스크 영상을 생성하고, 이 마스크 영상을 이용하여 비표적 흡수체로부터 발생된 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 기술적 수단을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일실시 예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 방법은 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 초음파 신호를 인가하고 상기 표적 흡수체로부터 반사되어 돌아오는 초음파 신호를 수신하여 초음파 영상을 획득하는 단계와, 상기 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 인가한 레이저 펄스가 흡수되어 광음향 신호가 발생하면, 상기 광음향 신호를 수신하여 광음향 영상을 획득하는 단계와, 상기 초음파 영상에서 마이크로 버블의 픽셀에 대해 임계값을 적용하여 마스크 영상을 생성하는 단계 및 상기 마스크 영상을 이용하여 상기 표적 흡수체를 제외한 비표적 흡수체로부터 발생한 상기 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 단계를 포함한다.

[0009] 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 마스크 영상을 생성하는 단계 이전에, 비표적 흡수체 및 상기 표적 흡수체의 배경에서 발생한 광음향 신호에 대비하여, 상기 다중 마이크로 버블 조영제에서 발생한 초음파 신호의 강도를 더 크게 증가시키기 위한 신호처리를 통해 신호 대 잡음비(SNR: signal-to-noise) 및 CNR(Contrast-to-noise ratio)를 향상시키는 단계를 더 포함한다.

[0010] 본 발명의 일실시 예에 따른 상기 초음파 신호의 강도를 증가시키는 단계는, pulse inversion 영상, chirp, Golay code, Barker code 중 적어도 하나를 이용한 coded excitation 기술을 이용한 영상, harmonic 영상 중 적어도 하나를 이용하여 상기 표적 흡수체에 대한 초음파 신호를 추적한다.

[0011] 본 발명의 일실시 예에 따른 상기 마스크 영상을 생성하는 단계는 광음향 신호의 손실을 방지하기 위해, 상기 표적 흡수체에 주입된 다중 마이크로 버블 조영제로부터 생성된 마이크로 버블의 위치보다 더 넓은 영역을 마스크화할 수도 있다.

[0012] 본 발명의 일실시 예에 따른 상기 초음파 영상에 임계값을 적용하여 마스크 영상을 생성하는 단계는 상기 초음파 영상을 미리 설정된 역치(threshold)에 기초하여 1 또는 0으로 이진화하여 상기 초음파 영상을 마스크 영상으로 변경한 후 상기 마스크 영상을 이용하여 상기 광음향 영상을 마스크화할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일실시 예에 따른 상기 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 단계는 상기 마스크 영상과 상기 광음향 영상을 곱함으로써 배경 노이즈가 제거된 광음향 영상을 획득한다.

[0014] 본 발명의 일실시 예에 따른 상기 마스크 영상을 생성하는 단계는 상기 초음파 영상을 수신하는 과정을 반복하면서, 시간에 따라 수신된 초음파 신호들로부터 상기 표적 흡수체에 대한 복수개의 프레임 영상을 획득하되, 상기 획득된 복수개의 프레임 영상 중 첫 번째 프레임을 기준으로 이후 N개의 프레임에서 영상 내에 발생한 버블의 위상변위(phase shift)된 신호를 누적하여 초음파 영상을 획득한다.

[0015] 본 발명의 또 다른 일실시 예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 시스템은 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 초음파 신호 및 레이저 펄스를 순차적으로 조사하여 발생하는 각 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하는 프로브와, 상기 프로브에서 수신한 상기 초음파 신호 및 광음향 신호로부터 각각 초음파 영상 및 광음향 영상을 획득하는 원본 영상 획득부와, 상기 초음파 영상에서 마이크로 버블의 픽셀에 대해 임계값을 적용하여 마스크 영상을 생성하는 마스크 영상 생성부와, 상기 마스크 영상을 이용하여 상기 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하는 노이즈 제거부 및 상기 배경 노이즈가 제거된 광음향 영상을 디스플레이하는 표시부

를 포함한다.

[0016] 본 발명의 다른 일실시 예에 따른 상기 마스크 생성부는 상기 마스크 영상을 생성하기 이전에, 상기 비표적 흡수체 및 상기 표적 흡수체의 배경에서 발생한 광음향 신호에 대비하여 상기 다중 마이크로 버블 조영제에서 발생한 초음파 신호의 강도를 크게 증가시키기 위한 신호처리를 통해 SNR 및 CNR(Contrast-to-noise ratio)를 향상시킨다.

[0017] 본 발명의 다른 일실시 예에 따른 상기 마스크 생성부는 상기 초음파 신호의 강도를 증가시키기 위해 pulse inversion 영상, chirp, Golay code, Barker code 중 적어도 하나를 이용한 coded excitation 기술을 이용한 영상, harmonic 영상 중 적어도 하나를 이용하여 상기 표적 흡수체에 대한 초음파 신호를 추적한다.

[0018] 본 발명의 다른 일실시 예에 따른 상기 마스크 생성부는 상기 광음향 신호의 손실을 방지하기 위해, 상기 표적 흡수체에 주입된 조영제로부터 생성된 마이크로 버블의 위치보다 더 넓게 마스크화한다.

[0019] 본 발명의 다른 일실시 예에 따른 상기 마스크 생성부는 상기 초음파 영상을 미리 설정된 역치(threshold)에 기초하여 1 또는 0으로 이진화하여 상기 초음파 영상을 마스크 영상으로 변경한 후 상기 마스크 영상을 이용하여 상기 광음향 영상을 마스크화한다.

[0020] 본 발명의 다른 일실시 예에 따른 상기 노이즈 제거부는 상기 마스크 영상과 상기 광음향 영상을 곱함으로써 배경 노이즈가 제거된 광음향 영상을 획득한다.

[0021] 본 발명의 다른 일실시 예에 따른 상기 마스크 생성부는 상기 초음파 영상을 수신하는 과정을 반복하면서, 시간에 따라 수신된 초음파 신호들로부터 복수개의 프레임 영상을 획득하되, 상기 복수개의 프레임 영상 중 첫 번째 프레임을 기준으로 이후 N개의 프레임에서 영상 내에 발생한 버블의 위상변위(phase shift)된 신호를 누적하여 픽셀 와이즈 디스플레이스먼트(pixel-wise displacement) 초음파 영상을 획득한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 일실시 예에 따르면, 다중 마이크로 버블 조영제가 조사된 표적 흡수체로부터 획득한 초음파 영상을 이용하여 마스크 영상을 생성하고, 이 마스크 영상을 이용하여 비표적 흡수체로부터 발생된 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거함으로써, 광음향 영상을 이용한 질병 진단의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0023] 즉, 본 발명은 초음파 영상을 취득하고, 취득한 초음파 영상에 대해 수신된 신호 크기에 따른 픽셀값을 부여하며, 이를 통해 생성된 마스크를 이용하여 표적 흡수체와 비표적 흡수체 및 배경을 명확히 구별할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명은 일반적인 광음향 조영제를 이용한 영상에 비해 조영제 증강(contrast enhancement)을 통해 표적 물질이 아닌 비 표적 흡수체에 대한 광음향 신호를 제거하는 기술을 특징으로 하는 광음향 영상 생성 방법으로서 진단에 대한 오차 보상 및 정확도를 향상시킬 수 있으며, 이에 따라 사용자는 관찰하고자 하는 대상만을 더 높은 대조 해상도로 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하기 위한 시스템의 개략적인 구성을 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하기 위한 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 영상 및 광음향 영상을 이용한 이상적 진단 방법을 도시화하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 픽셀 와이즈 디스플레이스먼트 테크닉 기법을 도시하는 순서도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈 제거 시스템을 증명하기 위한 실험 환경을 도시화하는 도면이다.

도 6은 광음향 영상의 배경 노이즈 제거 실험에 따른 시뮬레이션 결과를 도시하는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명의 실시 예들을 설명하기에 앞서, 기존의 광음향 영상 기법에서 발생하는 문제점들을 검토한 후, 이들

문제점을 해결하기 위해 본 발명의 실시 예들이 채택하고 있는 기술적 수단을 개괄적으로 소개하도록 한다.

[0027] 광음향 영상 기법은 특정 분자(이하, 표적 흡수체로 혼용할 수 있음)에서만 흡수될 수 있도록 레이저 신호를 송신한 후 송신 레이저 에너지를 흡수한 표적 흡수체에서 발생되는 광음향 신호를 수신하여 영상화를 수행하며, 광음향 신호를 발생시키기 위해서 먼저 특정 파장을 갖는 레이저 신호를 조사하여 표적 흡수체가 송신 레이저 에너지를 흡수하도록 한다.

[0028] 한편, 이상적으로는 표적 흡수체만이 레이저 에너지를 흡수하여 광음향 신호를 발생해야 하지만, 실제적으로 비표적 흡수체나 표적 흡수체의 인근 배경에서도 크기가 상대적으로 작지만 광음향 신호가 발생되는 문제가 있다.

[0029] 이처럼 비표적 흡수체 또는 표적 흡수체의 배경으로부터 발생한 광음향 신호는 전체적인 광음향 영상에서 강한 배경 노이즈로 나타난다. 또한, 외부에서 생체조직에 주입하는 조영제 또는 표적 조영제를 사용할 때도 빈번히 이러한 문제가 발생한다.

[0030] 따라서, 표적 흡수체와 표적 흡수체의 배경을 정확히 분리하고, 표적 흡수체와 비표적 흡수체를 구별하기 위한 해결책이 필요한다.

[0031] 따라서, 본 발명의 실시 예는 표적 흡수체와 표적 흡수체의 배경을 정확히 분리하고, 표적 흡수체와 비표적 흡수체를 구별하기 위한 기술적 수단을 제안한다.

[0033] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 또한, 도면 전체에 걸쳐 동일한 구성 요소들은 가능한 동일한 도면 부호로 나타내고 있음에 유의하여야 한다.

[0035] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하기 위한 시스템의 개략적인 구성을 나타내는 블록도이고, 도 3은 본 발명의 일실시 예에 따른 초음파 영상 및 광음향 영상을 이용한 이상적 진단 방법을 도시화하는 도면이며, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 픽셀 와이즈 디스플레이스먼트 테크닉 기법을 도시하는 순서도이다.

[0037] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시 예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하기 위한 시스템(100)은 프로브(110), 원본 영상 획득부(130), 마스크 영상 생성부(150), 노이즈 제거부(170) 및 표시부(190)를 포함하여 구성된다.

[0039] 프로브(110)는 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 초음파 신호 및 레이저 펄스를 순차적으로 조사하여 발생하는 초음파 신호 및 광음향 신호를 각각 수신한다. 즉, 프로브(110)는 대상체에 초음파를 방사하여 반사되는 초음파 신호를 수신하고, 대상체에 광을 인가하고 상기 인가된 광에 의해 대상체에서 발생되는 광음향 신호를 수신할 수 있다.

[0040] 여기서, 광음향 영상과 더불어 초음파 영상의 조영제 역할을 하는 다중 마이크로 버블 조영제(Multi-Modal Micro bubble)는 도 3에 도시된 바와 같이 진단하고자 하는 생체조직, 즉 표적 흡수체에 주입된다.

[0042] 원본 영상 획득부(130)는 초음파 영상 획득부(132)와 광음향 영상 획득부(134)로 구성된다. 구체적으로, 초음파 영상 획득부(132)는 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 인가된 초음파 신호가 상기 표적 흡수체로부터 반사되어 돌아오는 초음파 신호를 수신하여 초음파 영상(도 3의 US image)을 생성한다. 이를 위해 초음파 신호는 빔 집속, 포락선 검출 및 신호 처리 과정을 거칠 수 있다.

[0043] 추가적으로, 초음파 영상 획득부(132)는 비표적 흡수체 및 표적 흡수체의 배경에서 발생한 광음향 신호에 대비하여, 다중 마이크로 버블 조영제에서 발생한 초음파 신호의 강도를 더 크게 증가시키기 위한 신호처리를 통해 신호 대 잡음비(SNR: signal-to-noise) 및 CNR(Contrast-to-noise ratio)를 향상시킬 수 있다.

[0044] 여기서, 초음파 신호의 강도를 증가시키기 위해 pulse inversion 영상, chirp, Golay code, Barker code 중 적

어도 하나를 이용한 coded excitation 기술을 이용한 영상, harmonic 영상 중 적어도 하나를 이용하여 표적 흡수체에 대한 초음파 신호를 추적하면서 SNR 및 CNR을 향상시킬 수 있다.

[0046] 광음향 영상 획득부(134)는 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 인가된 레이저 펄스가 흡수되어 발생한 초음파 신호를 수신하여 광음향 영상(도 3의 PA image)을 생성한다. 이를 위해 초음파 신호는 빔 집속, 포락선 검출 및 신호 처리 과정을 거칠 수 있다.

[0048] 마스크 영상 생성부(150)는 초음파 영상 획득부(132)에 의해 생성된 초음파 영상에서 다른 조직보다 픽셀 값이 큰 마이크로 버블의 픽셀에 대해 임계값을 적용하여 마스크 영상을 생성한다. 이를 위해, 초음파 영상을 이용해 형성한 마스크 영상은 마이크로 버블의 위치만을 나타내는 현상을 이용한다.

[0049] 여기서, 광음향 신호의 손실을 방지하기 위한 목적으로, 표적 흡수체에 주입된 다중 마이크로 버블 조영제로부터 생성된 마이크로 버블의 위치보다 더 넓은 영역을 마스크화할 수 있다.

[0050] 그리고, 초음파 영상을 미리 설정된 역치(threshold)에 기초하여 1 또는 0으로 이진화하여 상기 초음파 영상을 마스크화한다.

[0051] 특히, 마스크 영상을 생성하기 위해 초음파 영상 획득부(132)는 초음파 영상을 수신하는 과정을 반복하면서, 시간에 따라 수신된 초음파 신호들로부터 표적 흡수체에 대한 복수개의 프레임 영상을 획득하되, 획득된 복수개의 프레임 영상 중 첫 번째 프레임을 기준으로 이후 N개의 프레임에서 영상 내에 발생한 버블의 위상변위(phase shift)된 신호를 누적하여 오차가 보상된 초음파 영상을 획득한다. 도 4는 이와 같은 픽셀 와이즈 디스플레이스먼트 테크닉 기법을 도시한다.

[0052] 즉, 일반적인 조직의 경우 복수개의 프레임 영상에서 같은 신호를 수신할 수 있는 반면에 마이크로 버블의 경우, 시간에 따른 움직임 및 위상 변위(phase shift)가 생겨, 매 프레임마다 시간에 따라 수신되는 신호가 일정하지 않게 된다. 따라서 어느 한 시점에서만 프레임을 획득할 경우 앞서 언급한 이유에 의해 오차가 생기게 되므로 이를 보상하기 위해 누적된 영상을 생성하는 것이다. 그리하여 일정하게 수신되지 않는 마이크로 버블에 대해 시간에 따라 획득된 복수개의 프레임을 누적함으로써, 마이크로 버블의 위치를 넓게 설정하여 신호에 대한 오차를 보상할 수 있다. 이에 따라, 광음향의 신호를 손실없이 영상화하는 것이 가능하다.

[0054] 노이즈 제거부(170)는 마스크 영상을 이용하여 표적 흡수체를 제외한 비표적 흡수체 및 표적 흡수체의 배경으로부터 발생한 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거한다. 이를 위해, 마스크 영상과 광음향 영상을 곱함으로써 배경 노이즈가 제거된 광음향 영상을 획득할 수 있다. 마스크 영상은 초음파 영상을 미리 설정된 역치(threshold)에 기초하여 1 또는 0으로 이진화하였기 때문에 초음파 영상에 대응하는 광음향 영상만을 남기고, 나머지 영상을 제거함으로써 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거할 수 있다.

[0056] 표시부(190)는 노이즈 제거부(170)에서 배경 노이즈가 제거된 광음향 영상을 디스플레이 장치로 출력하는 역할을 수행한다.

[0058] 이하, 도 2를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하기 위한 방법을 설명하기로 한다. 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하기 위한 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0060] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하기 위해서 먼저, 검사하고자 하는 생체조직에 다중 마이크로 버블을 주입한다(S210). 즉, 표적 흡수체에 다중 마이크로 버블을 주입한다. 다중 마이크로 버블이 주입된 표적 흡수체에서 시간에 따라 마이크로 버블이 생성된다.

[0062] 다음, 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 초음파 신호를 인가하고, 상기 표적 흡수체로부터 반사되어 돌아오는 초음파 신호를 수신하여 초음파 영상을 획득한다(S220).

[0064] 다음으로, 다중 마이크로 버블 조영제가 주입된 표적 흡수체에 인가한 레이저 펄스가 흡수되어 초음파 신호가 발생하면, 상기 초음파 신호를 수신하여 광음향 영상을 획득한다(S230). 여기서, 레이저 펄스를 인가한 표적 흡수체는 앞서 S220 단계에서 초음파 신호가 인가된 표적 흡수체와 동일하다.

[0066] 다음으로, 비표적 흡수체 및 상기 표적 흡수체의 배경에서 발생한 초음파 신호에 대비하여, 상기 다중 마이크로 버블 조영제에서 발생한 초음파 신호의 강도를 더 크게 증가시키기 위한 신호처리를 통해 신호 대 잡음비(SNR: signal-to-noise) 및 CNR(Contrast-to-noise ratio)를 향상시킨다(S240).

[0067] 여기서, 초음파 신호의 강도를 증가시키기 위해 pulse inversion 영상, chirp, Golay code, Barker code 중 적어도 하나를 이용한 coded excitation 기술을 이용한 영상, harmonic 영상 중 적어도 하나를 이용하여 상기 표적 흡수체에 대한 초음파 신호를 추적하면서 SNR 및 CNR을 향상시킬 수 있다.

[0069] 다음으로, 앞서 S220 단계에서 생성된 초음파 영상에서 다른 조직보다 픽셀값이 큰 마이크로 버블의 픽셀에 대해 임계값을 적용하여(S250), 마스크 영상을 생성한다(S260). 이를 위해, 초음파 영상을 이용해 형성한 마스크 영상은 마이크로 버블의 위치만을 나타내는 현상을 이용한다.

[0070] 여기서, 광음향 신호의 손실을 방지하기 위한 목적으로, 표적 흡수체에 주입된 다중 마이크로 버블 조영제로부터 생성된 마이크로 버블의 위치보다 더 넓은 영역을 마스크화할 수 있다.

[0071] 그리고, 초음파 영상을 미리 설정된 역치(threshold)에 기초하여 1 또는 0으로 이진화하여 마스크 영상을 생성한다.

[0072] 아울러, 마스크 영상을 생성하는 단계는 도 4에 도시된 바와 같이 초음파 영상을 수신하는 과정을 반복하면서, 시간에 따라 수신된 초음파 신호들로부터 표적 흡수체에 대한 복수개의 프레임 영상을 획득하되, 획득된 복수개의 프레임 영상 중 첫 번째 프레임을 기준으로 이후 N개의 프레임에서 영상 내에 발생한 버블의 위상변위(phase shift)된 신호를 누적하여 오차가 보상된 초음파 영상을 획득하는 것을 특징으로 한다.

[0073] 즉, 일반적인 조직의 경우 복수개의 프레임 영상에서 같은 신호를 수신할 수 있는 반면에 마이크로 버블의 경우, 시간에 따른 움직임 및 위상 변위(phase shift)가 생겨, 매 프레임마다 시간에 따라 수신되는 신호가 일정하지 않게 된다. 따라서 어느 한 시점에서만 프레임을 획득할 경우 앞서 언급한 이유에 의해 오차가 생기게 되므로 이를 보상하기 위해 누적된 영상을 생성하는 것이다. 그리하여 일정하게 수신되지 않는 마이크로 버블에 대해 시간에 따라 획득된 복수개의 프레임을 누적함으로써, 마이크로 버블의 위치를 넓게 설정하여 신호에 대한 오차를 보상할 수 있다. 이에 따라, 광음향의 신호를 손실없이 영상화하는 것이 가능하다.

[0075] 다음으로, 마스크 영상을 이용하여 표적 흡수체를 제외한 비표적 흡수체 및 표적 흡수체의 배경으로부터 발생한 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거한다(S270). 이를 위해, 마스크 영상과 광음향 영상을 곱함으로써 배경 노이즈가 제거된 광음향 영상을 획득할 수 있다. 마스크 영상은 초음파 영상을 미리 설정된 역치(threshold)에 기초하여 1 또는 0으로 이진화하였기 때문에 초음파 영상에 대응하는 광음향 영상만을 남기고, 나머지 영상을 제거함으로써 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거할 수 있다.

[0076] 이로써, 광음향 영상에서 배경 노이즈가 제거된 최종 광음향 영상을 획득할 수 있다(S280).

[0078] 이와 같이 본 발명은 초음파 영상을 취득하고, 취득한 초음파 영상에 대해 수신된 신호 크기에 따른 픽셀값을 부여하며, 이를 통해 생성된 마스크를 이용하여 표적 흡수체와 비표적 흡수체 및 배경을 구별하고자 한다.

[0079] 또한, 일반적인 광음향 조영제를 이용한 영상에 비해 조영제 증강(contrast enhancement)을 통해 표적 물질이 아닌 비 표적 흡수체에 대한 광음향 신호를 제거하는 기술을 특징으로 하는 광음향 영상 생성 방법으로서 진단

에 대한 오차 보상 및 정확도를 향상시킬 수 있으며, 이에 따라 사용자는 관찰하고자 하는 대상만을 더 높은 대조 해상도로 구현할 수 있다.

[0081] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 광음향 영상의 배경 노이즈 제거 시스템을 증명하기 위한 실험 환경을 도시화하는 도면이며, 도 6은 광음향 영상의 배경 노이즈 제거 실험에 따른 실험 결과를 도시하는 사진이다.

[0082] 도 5를 참조하면, 본 발명의 광음향 영상의 배경 노이즈 제거 시스템을 증명하기 위해 Tissue mimicking phantom 안에 표적 조영제인 porphyrin-MBs와 비표적 물질인 hemoglobin을 주입하여 상용 초음파 시스템과 레이저를 이용하여 초음파 영상과 광음향 영상을 획득하였다. 초음파 영상은 신호의 강도를 크게 증가시키는 신호처리를 거쳐 다른 조직보다 픽셀값이 큰 마이크로 버블의 픽셀에 대해 임계값을 적용하여 마스크 영상을 생성하였다. 그리고, 마스크 영상을 이용하여 표적 흡수체를 제외한 비표적 흡수체 및 표적 흡수체의 배경으로부터 발생한 광음향 영상의 배경 노이즈를 제거하였다.

[0083] 도 6의 (a)는 광음향 영상을 도시하고, (b)는 초음파 영상을 도시하며, (c)는 이미지 마스크 영상을 도시하며, (d)는 최종 광음향 영상의 결과 이미지를 도시한다. 도 6을 살펴보면, 광음향 영상에서 원하는 표적 조영제(porphyrin-MBs)만을 영상화하기 위해 초음파 영상을 이용하여 표적의 위치 정보를 획득해 표시하고, 이를 이용하여 광음향 영상의 표적 영상이 가능함을 볼 수 있다.

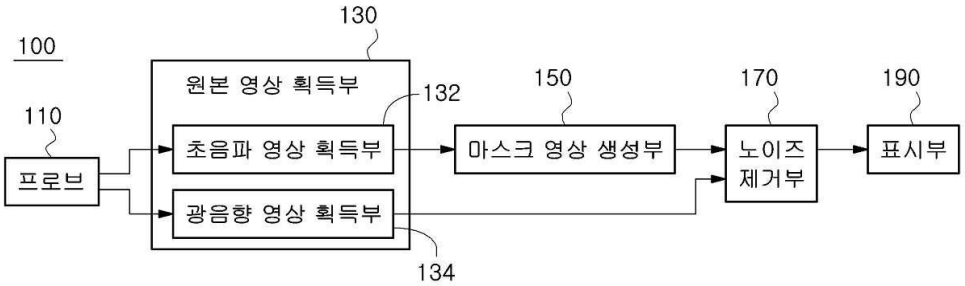
[0085] 한편, 본 발명의 실시 예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[0086] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

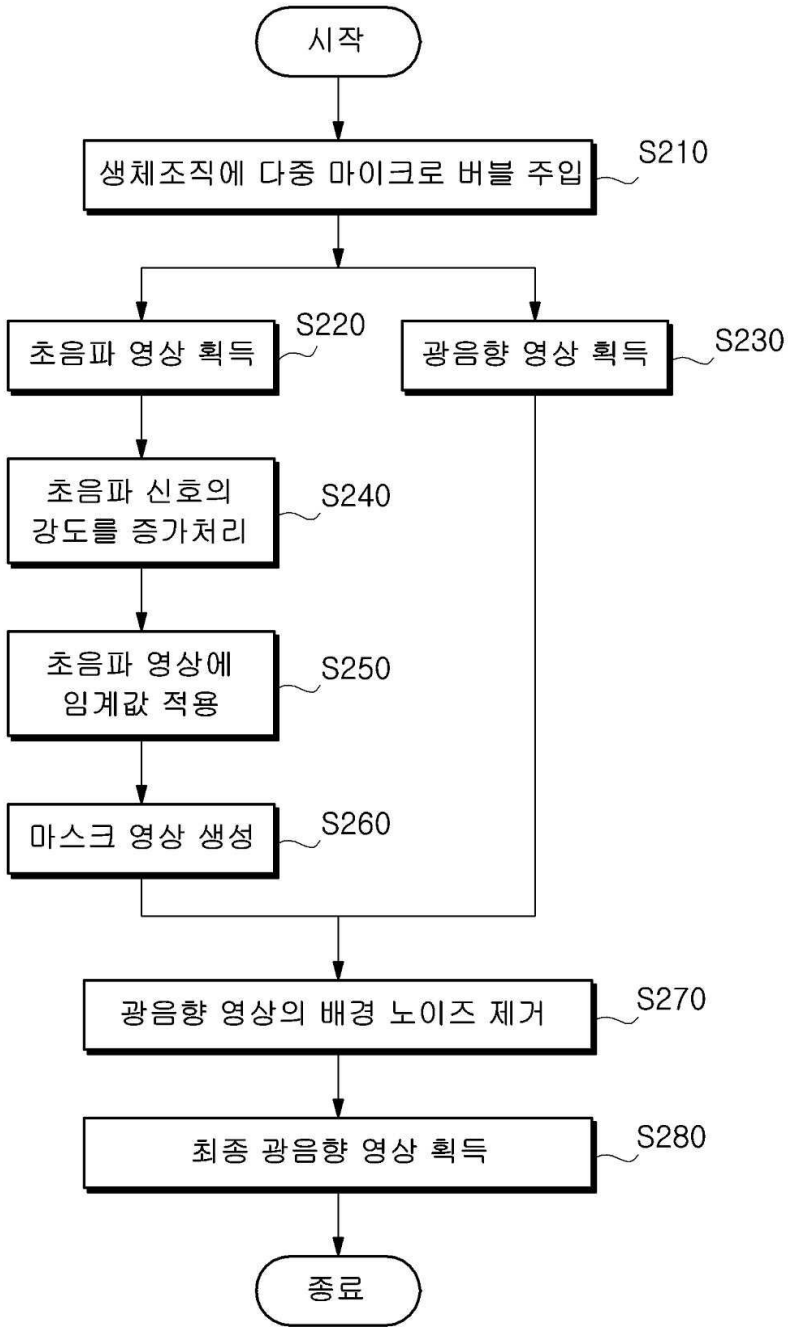
[0087] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

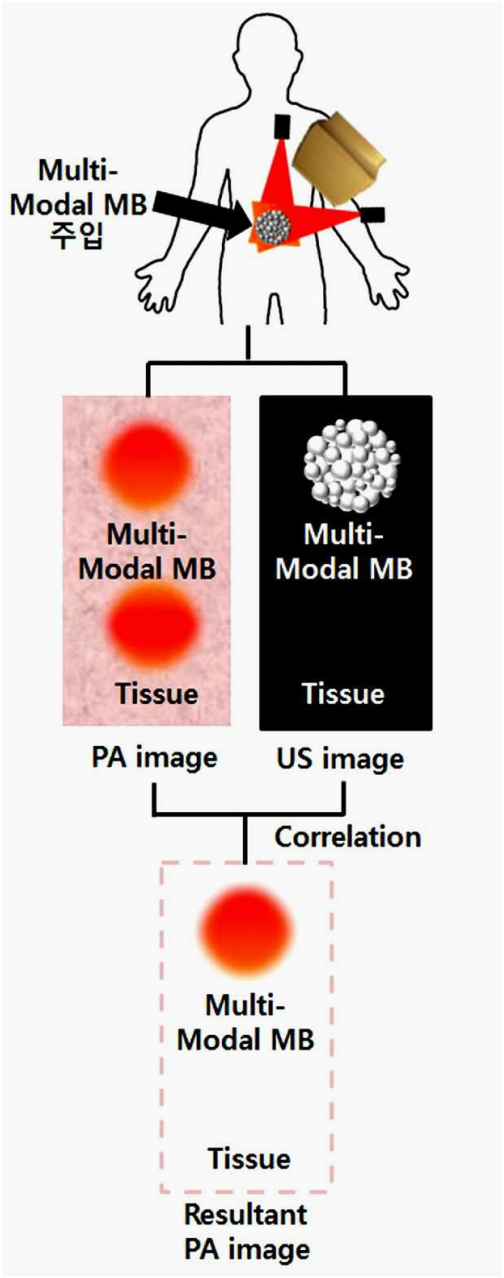
도면1



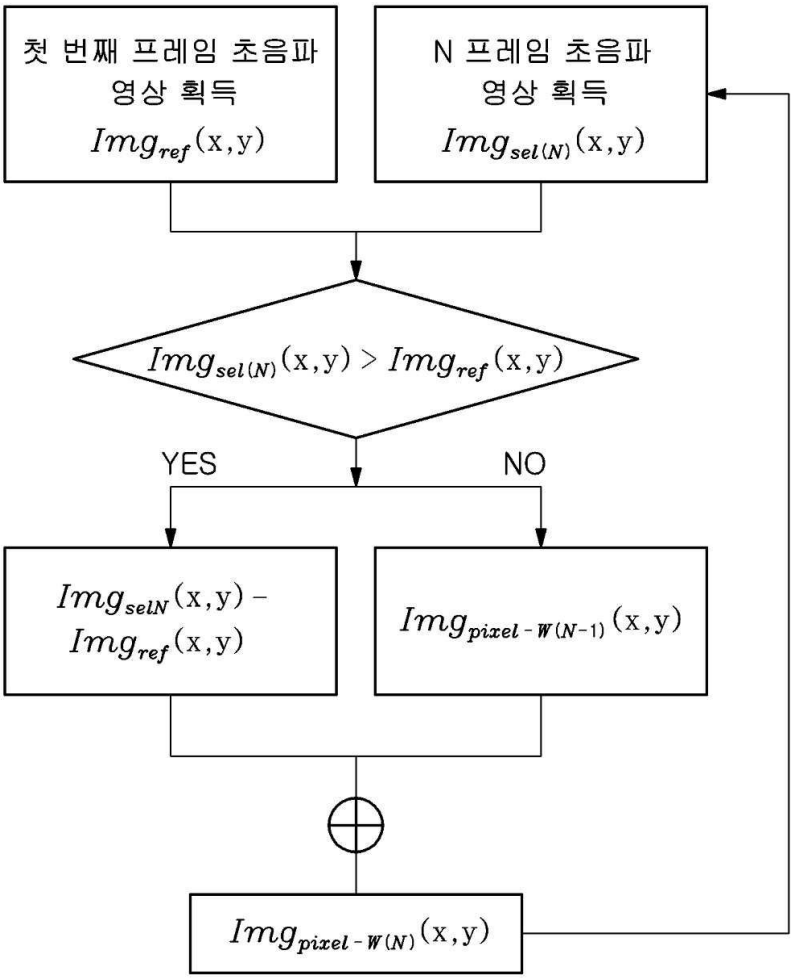
도면2


시작
생체조직에 다중 마이크로 버블 주입
S210
초음파 영상 획득
S220
광음향 영상 획득
S230
초음파 신호의 강도를 증가처리
S240
초음파 영상에 임계값 적용
S250
마스크 영상 생성
S260
광음향 영상의 배경 노이즈 제거
S270
최종 광음향 영상 획득
S280
종료

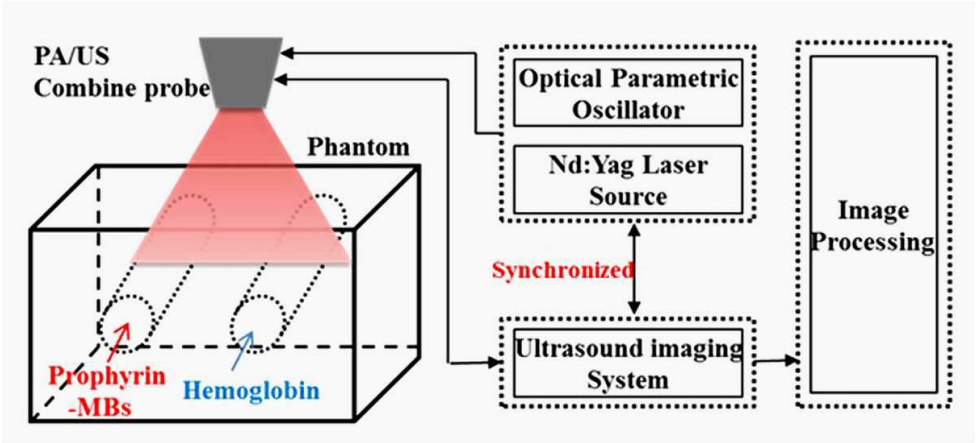
도면3


Multi-
Modal MB
주입
Multi-
Modal MB
Tissue
Multi-
Modal MB
Tissue
PA image
US image
Correlation
Multi-
Modal MB
Tissue
Resultant
PA image

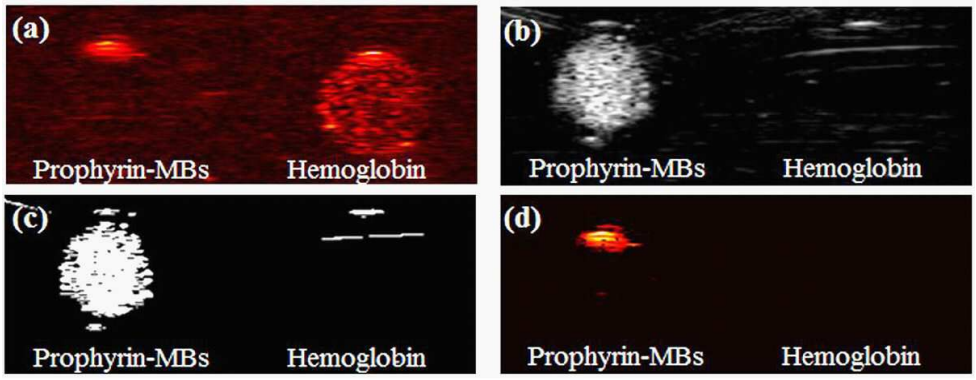
도면4


첫 번째 프레임 초음파 영상 획득
$Img_{ref}(x,y)$
N 프레임 초음파 영상 획득
$Img_{sel(N)}(x,y)$
$Img_{sel(N)}(x,y) > Img_{ref}(x,y)$
YES
NO
$Img_{selN}(x,y) - Img_{ref}(x,y)$
$Img_{pixel-W(N-1)}(x,y)$
$Img_{pixel-W(N)}(x,y)$

도면5


PA/US
Combine probe
Phantom
Prophyrin
-MBs
Hemoglobin
Optical Parametric Oscillator
Nd:Yag Laser Source
Synchronized
Ultrasound imaging System
Image Processing

도면6


(a)
Prophyrin-MBs
Hemoglobin
(b)
Prophyrin-MBs
Hemoglobin
(c)
Prophyrin-MBs
Hemoglobin
(d)
Prophyrin-MBs
Hemoglobin