



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년04월26일
 (11) 등록번호 10-1138613
 (24) 등록일자 2012년04월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0038474
 (22) 출원일자 2009년04월30일
 심사청구일자 2010년04월21일
 (65) 공개번호 10-2010-0119387
 (43) 공개일자 2010년11월09일
 (56) 선행기술조사문헌
 EP00871043 A2*
 US20030181814 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한림대학교 산학협력단
 강원 춘천시 한림대학길 39 한림대학교
삼성메디슨 주식회사
 강원도 홍천군 남면 한서로 3366

(72) 발명자
김백섭
 강원도 춘천시 춘주로 176-22, 쌍용 스위트닷컴
 아파트 105동 504호 (퇴계동)
이형도
 서울특별시 강남구 테헤란로108길 42, 연구소 3층
 (대치동, 메디슨 빌딩)

(74) 대리인
백만기, 장수길, 윤지홍

전체 청구항 수 : 총 15 항

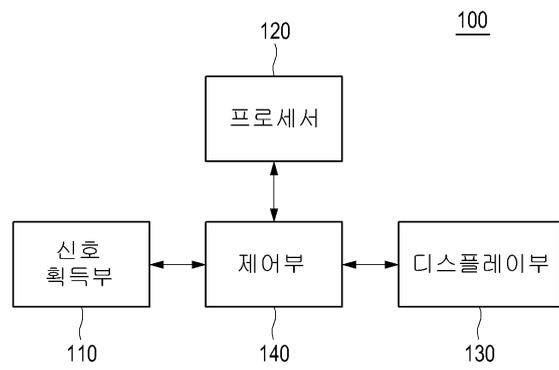
심사관 : 남정길

(54) 발명의 명칭 **컬러 도플러 모드 영상을 처리하는 초음파 시스템 및 방법**

(57) 요약

컬러 도플러 모드 영상을 처리하는 초음파 시스템 및 방법이 개시된다. 이 시스템 및 방법은, 초음파 신호를 대상체에 송신하고 대상체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 도플러 신호를 연속적으로 획득하고, 도플러 신호를 이용하여 컬러 도플러 모드 영상 - 컬러 도플러 모드 영상은 파워 영상 및 속도 영상을 포함함 -을 형성하고, 컬러 도플러 모드 영상을 이용하여 관심영역을 검출하기 위한 마스크를 형성하며, 마스크를 이용하여 파워 영상 및 속도 영상에 마스킹 처리를 수행한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

초음파 시스템으로서,

초음파 신호를 대상체에 송신하고 상기 대상체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 도플러 신호를 연속적으로 획득하도록 동작하는 신호 획득부; 및

상기 도플러 신호를 이용하여 파워 영상 및 속도 영상을 포함하는 컬러 도플러 모드 영상을 형성하고, 상기 파워 영상 또는 상기 속도 영상을 이용하여 관심영역을 검출하기 위한 마스크를 형성하고, 상기 마스크를 이용하여 상기 파워 영상 및 상기 속도 영상에 마스킹 처리를 수행하도록 동작하는 프로세서

를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 파워 영상 및 상기 속도 영상을 형성하도록 동작하는 영상 형성부;

상기 파워 영상을 이용하여 상기 마스크를 형성하도록 동작하는 마스크 형성부;

상기 마스크를 이용하여 상기 속도 영상에 마스킹 처리를 수행하도록 동작하는 제1 영상 처리부; 및

상기 마스크를 이용하여 상기 파워 영상에 마스킹 처리를 수행하도록 동작하는 제2 영상 처리부

를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 마스크 형성부는,

상기 영상 형성부로부터 순차적으로 제공되는 파워 영상을 분석하여, 파워 평균값이 임계값 이상인 파워 영상을 기준 파워 영상으로 설정하고, 상기 파워 평균값이 상기 임계값 미만인 파워 영상을 상기 기준 파워 영상과 합성하여 합성 영상을 형성하도록 동작하는 파워 영상 처리부;

상기 기준 파워 영상 및 상기 합성 영상을 이용하여 상기 관심영역을 검출하기 위한 상기 마스크를 설정하도록 동작하는 마스크 설정부; 및

상기 마스크의 외곽을 검출하고, 상기 검출된 외곽에 평활화 처리를 수행하며, 상기 평활화 처리된 마스크에 채우기(filling) 처리를 수행하도록 동작하는 마스크 처리부

를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 마스크 형성부는,

상기 마스크에서 플래쉬 잡음을 제거하도록 동작하는 플래쉬 잡음 제거부

를 더 포함하는 초음파 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 파워 영상 처리부는, 상기 영상 형성부로부터 제공되는 첫번째 파워 영상의 제1 파워 평균값을 산출하여 기준 파워 평균값으로 설정하고, 상기 첫번째 파워 영상을 기준 파워 영상으로 설정하고, 상기 영상 형성부로부터 제공되는 i (i 는 2 이상의 정수)번째 파워 영상의 제 i 파워 평균값을 산출하고, 상기 제 i 파워 평균값과 상기 기준 파워 평균값을 비교하여 상기 제 i 파워 평균값이 임계값 - 상기 임계값은 상기 기준 파워 평균값에 사전 설정된 값을 곱한 값임 - 이상이면, 상기 제 i 파워 평균값을 기준 파워 평균값으로 설정하고, 상기 i 번째 파워 영상을 기준 파워 영상으로 설정하는 한편, 상기 제 i 파워 평균값이 상기 임계값 미만이면, 상기 제 i 파워 영상과 상기 기준 파워 영상을 합성하여 합성 영상을 형성하도록 동작하는 초음파 시스템.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 제1 영상 처리부는,
 상기 속도 영상에 평활화 처리를 수행하도록 동작하는 제1 평활화부;
 상기 마스크를 이용하여 상기 평활화 처리된 속도 영상에 마스킹 처리를 수행하도록 동작하는 제1 마스킹부;
 상기 마스킹 처리된 속도 영상에 거리 가중치 및 경계 평활화 처리를 수행하도록 동작하는 제1 필터링부; 및
 상기 영상 처리부로부터 제공되는 속도 영상과 상기 거리 가중치 및 경계 평활화 처리된 속도 영상 간의 차 영상을 구하고, 상기 차 영상을 이용하여 피크 영역을 검출하며, 상기 검출된 피크 영역을 이용하여 상기 거리 가중치 및 경계 평활화 처리된 속도 영상에 피크를 복원하도록 동작하는 피크 복원부를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 제2 영상 처리부는,
 상기 파워 영상에 평활화 처리를 수행하도록 동작하는 제2 평활화부;
 상기 마스크를 이용하여 상기 평활화 처리된 파워 영상에 마스킹 처리를 수행하도록 동작하는 제2 마스킹부; 및
 상기 마스킹 처리된 속도 영상에 거리 가중치 및 경계 평활화 처리를 수행하도록 동작하는 제2 필터링부를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 8

제1항 내지 제7항중 어느 한 항에 있어서,
 상기 파워 영상 및 상기 속도 영상을 디스플레이하도록 동작하는 디스플레이부를 더 포함하는 초음파 시스템.

청구항 9

컬러 도플러 모드 영상 처리 방법으로서,
 a) 초음파 신호를 대상체에 송신하고 상기 대상체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 도플러 신호를 연속적으로 획득하는 단계;
 b) 상기 도플러 신호를 이용하여 파워 영상 및 속도 영상을 포함하는 컬러 도플러 모드 영상을 형성하는 단계;
 c) 상기 파워 영상 또는 상기 속도 영상을 이용하여 관심영역을 검출하기 위한 마스크를 형성하는 단계; 및
 d) 상기 마스크를 이용하여 상기 파워 영상 및 상기 속도 영상에 마스킹 처리를 수행하는 단계를 포함하는 컬러 도플러 모드 영상 처리 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 단계 c)는,
 c1) 상기 단계 b)에서 순차적으로 제공되는 파워 영상을 분석하여, 파워 평균값이 임계값 이상인 파워 영상을 기준 파워 영상으로 설정하고, 상기 파워 평균값이 상기 임계값 미만인 파워 영상을 상기 기준 파워 영상과 합성하여 합성 영상을 형성하는 단계;
 c2) 상기 기준 파워 영상 및 상기 합성 영상을 이용하여 상기 관심영역을 검출하기 위한 상기 마스크를 설정하는 단계;
 c3) 상기 마스크의 외곽을 검출하여 상기 검출된 외곽에 평활화 처리를 수행하는 단계; 및
 c4) 상기 평활화 처리된 마스크에 채우기(filling) 처리를 수행하는 단계

를 포함하는 컬러 도플러 모드 영상 처리 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 단계 c)는

c5) 상기 마스크에서 플래쉬 잡음을 제거하는 단계

를 더 포함하는 컬러 도플러 모드 영상 처리 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 단계 c1)은,

상기 단계 b)에서 제공되는 첫번째 파워 영상의 제1 파워 평균값을 산출하여 기준 파워 평균값으로 설정하고, 상기 첫번째 파워 영상을 기준 파워 영상으로 설정하는 단계;

상기 단계 b)에서 제공되는 i (i 는 2 이상의 정수)번째 파워 영상의 제 i 파워 평균값을 산출하는 단계;

상기 제 i 파워 평균값과 상기 기준 파워 평균값을 비교하여 상기 제 i 파워 평균값이 임계값 - 상기 임계값은 상기 기준 파워 평균값에 사전 설정된 값을 곱한 값임 - 이상이면, 상기 제 i 파워 평균값을 기준 파워 평균값으로 설정하고, 상기 i 번째 파워 영상을 기준 파워 영상으로 설정하는 단계; 및

상기 제 i 파워 평균값이 상기 임계값 미만이면, 상기 제 i 파워 영상과 상기 기준 파워 영상을 합성하여 합성 영상을 형성하는 단계

를 포함하는 컬러 도플러 모드 영상 처리 방법.

청구항 13

제9항에 있어서, 상기 단계 d)는

상기 속도 영상에 평활화 처리를 수행하는 단계;

상기 마스크를 이용하여 상기 평활화 처리된 속도 영상에 마스킹 처리를 수행하는 단계;

상기 마스킹 처리된 속도 영상에 거리 가중치 및 경계 평활화 처리를 수행하는 단계; 및

상기 단계 b)로부터 제공되는 속도 영상과 상기 거리 가중치 및 경계 평활화 처리된 속도 영상 간의 차 영상을 구하는 단계;

상기 차 영상을 이용하여 피크 영역을 검출하는 단계; 및

상기 검출된 피크 영역을 이용하여 상기 거리 가중치 및 경계 평활화 처리된 속도 영상에 피크를 복원하는 단계

를 포함하는 컬러 도플러 모드 영상 처리 방법.

청구항 14

제9항에 있어서, 상기 단계 d)는,

상기 파워 영상에 평활화 처리를 수행하는 단계;

상기 마스크를 이용하여 상기 평활화 처리된 파워 영상에 마스킹 처리를 수행하는 단계; 및

상기 마스킹 처리된 속도 영상에 거리 가중치 및 경계 평활화 처리를 수행하는 단계

를 포함하는 컬러 도플러 모드 영상 처리 방법.

청구항 15

제9항 내지 제14항중 어느 한 항에 있어서,

e) 상기 파워 영상 및 상기 속도 영상을 디스플레이하는 단계

를 더 포함하는 컬러 도플러 모드 영상 처리 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 초음파 시스템에 관한 것으로, 특히 컬러 도플러 모드 영상을 처리하는 초음파 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 초음파 시스템은 무침습 및 비파괴 특성을 가지고 있어, 대상체 내부의 정보를 얻기 위한 의료 분야에서 널리 이용되고 있다. 초음파 시스템은 대상체를 직접 절개하여 관찰하는 외과 수술의 필요 없이, 대상체 내부의 고해상도 영상을 실시간으로 의사에게 제공할 수 있으므로 의료 분야에서 매우 중요하게 사용되고 있다.

[0003] 일반적으로, 초음파 시스템은 도플러 효과(Doppler effect)를 이용하여 움직이고 있는 대상체와 산란체의 속도를 표시하는 컬러 도플러 모드(color doppler mode) 영상을 제공한다. 컬러 도플러 모드 영상은 도플러 신호의 파워를 2차원 분포로 나타내는 파워 영상 및 도플러 신호의 속도를 2차원 분포로 나타내는 속도 영상을 포함한다. 컬러 도플러 모드 영상은 실시간으로 혈류를 시각화할 수 있을 뿐만 아니라, 큰 혈관에서의 높은 속도의 혈류에서부터 작은 혈관에서의 낮은 속도의 혈류까지 광범위한 혈류의 상태를 표현할 수 있다.

[0004] 종래에는 속도 영상에 대해 평활화 처리만을 수행하였다. 이로 인해 혈류가 흐르는 혈관 영역이 확대되어, 속도 영상에서 실제 혈관 영역이 넘치게 보이는 현상(블러딩(bleeding))이 발생하고, 가는 혈관이 주변과 블러딩되어 보이지 않게 되는 현상(가는 혈관 소실)이 발생하고, 속도 영상에서 혈관의 일부가 끊어지는 현상(연결성 손실)이 발생하며, 속도 영상에서 임상적 의미가 있는 혈류의 피크가 없어지는 현상(피크 소실)이 발생하는 문제점이 있다.

[0005] 한편, 파워 영상은 고정 임계(fixed thresholding) 방법을 사용하여 파워 영상의 화소에 대해 유효성을 판단하고 있다. 그러나, 혈류는 심장 박동에 따라 파워가 변하게 되며, 경우에 따라 파워가 작은 경우 파워 영상에서 표시되는 혈관 영역이 매우 작아지는 현상(혈관 영역 축소)이 발생하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

[0006] 본 발명은 파워 영상 및 속도 영상 중 어느 하나를 이용하여 관심영역(예를 들어, 혈관 영역)을 검출하기 위한 마스크를 형성하고, 형성된 마스크를 이용하여 파워 영상 및 속도 영상을 보다 정확하게 처리하는 초음파 시스템 및 방법을 제공한다.

과제 해결수단

[0007] 본 발명에 따른 초음파 시스템은, 초음파 신호를 대상체에 송신하고 대상체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 도플러 신호를 연속적으로 획득하도록 동작하는 신호 획득부; 및 상기 도플러 신호를 이용하여 컬러 도플러 모드 영상 - 상기 컬러 도플러 모드 영상은 파워 영상 및 속도 영상을 포함함 -을 형성하고, 상기 컬러 도플러 모드 영상을 이용하여 관심영역을 검출하기 위한 마스크를 형성하고, 상기 마스크를 이용하여 상기 파워 영상 및 상기 속도 영상에 마스킹 처리를 수행하도록 동작하는 프로세서를 포함한다.

[0008] 또한, 본 발명에 따른, 신호 획득부 및 프로세서를 포함하는 초음파 시스템의 컬러 도플러 모드 영상 처리 방법은, a) 상기 신호 획득부에서, 초음파 신호를 대상체에 송신하고 대상체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 도플러 신호를 연속적으로 획득하는 단계; b) 상기 프로세서에서, 상기 도플러 신호를 이용하여 컬러 도플러 모드 영상 - 상기 컬러 도플러 모드 영상은 파워 영상 및 속도 영상을 포함함 -을 형성하는 단계; c) 상기 프로세서에서, 상기 컬러 도플러 모드 영상을 이용하여 관심영역을 검출하기 위한 마스크를 형성하는 단계; 및 d) 상기 프로세서에서, 상기 마스크를 이용하여 상기 파워 영상 및 상기 속도 영상에 마스킹 처리를 수행하는 단계를 포함한다.

효과

[0009] 본 발명에 의하면, 마스크를 이용하여 블러딩, 가는 혈관 소실, 연결성 손실, 피크 손실 및 혈관 축소 없이 파워 영상 및 속도 영상을 정확하게 처리할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다.
- [0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 시스템(100)의 구성을 보이는 블록도이다. 초음파 시스템(100)은 신호 획득부(110), 프로세서(120), 디스플레이부(130) 및 제어부(140)를 포함한다.
- [0012] 신호 획득부(110)는 초음파 신호를 대상체에 송신하고 대상체로부터 반사되는 초음파 신호(즉, 초음파 에코신호)를 수신하여, 프레임에 해당하는 도플러 신호를 연속적으로 획득한다. 여기서, 프레임은 컬러 도플러 모드(color doppler mode) 영상의 프레임을 포함한다.
- [0013] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 신호 획득부(110)의 구성을 보이는 블록도이다. 신호 획득부(110)는 송신신호 형성부(111), 복수의 변환소자(transducer element)(도시하지 않음)를 포함하는 초음파 프로브(112), 빔 포머(113) 및 도플러 신호 형성부(114)를 포함한다.
- [0014] 송신신호 형성부(111)는 변환소자의 위치 및 집속점을 고려하여, 복수의 변환소자 각각에 인가될 송신신호를 연속적으로 형성한다. 본 실시예에서 송신신호는 프레임을 얻기 위한 송신신호를 포함한다.
- [0015] 초음파 프로브(112)는 송신신호 형성부(111)로부터 송신신호가 제공되면, 송신신호를 초음파 신호로 변환한다. 초음파 프로브(112)는 초음파 신호를 대상체에 송신하고 대상체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 수신신호를 형성한다.
- [0016] 빔 포머(113)는 초음파 프로브(112)로부터 수신신호가 제공되면, 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 디지털 신호를 형성한다. 빔 포머(113)는 변환소자의 위치 및 집속점을 고려하여 디지털 신호를 수신집속시켜 수신집속 신호를 형성한다.
- [0017] 도플러 신호 형성부(114)는 빔 포머(113)로부터 수신집속신호가 제공되면, 수신집속신호를 이용하여 도플러 신호를 형성한다. 도플러 신호는 파워 정보 및 속도 정보를 포함한다. 아울러, 도플러 신호 형성부(114)는 도플러 신호를 형성하는데 필요한 다양한 신호 처리(예를 들어, 게인(gain) 조절, 필터링 처리 등)를 수신집속신호에 수행할 수도 있다.
- [0018] 다시 도 1을 참조하면, 프로세서(120)는 신호 획득부(110)로부터 제공되는 도플러 신호를 이용하여 컬러 도플러 모드 영상을 형성하고, 컬러 도플러 모드 영상을 이용하여 혈관 영역을 검출하기 위한 마스크를 형성하며, 마스크를 이용하여 컬러 도플러 모드 영상에 마스크 처리를 수행한다. 컬러 도플러 모드 영상은 도플러 신호의 파워를 2차원 분포로 나타내는 파워 영상 및 도플러 신호의 속도를 2차원 분포로 나타내는 속도 영상을 포함한다.
- [0019] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 프로세서(120)의 구성을 보이는 블록도이다. 프로세서(120)는 영상 형성부(121), 마스크 형성부(122), 제1 영상 처리부(123) 및 제2 영상 처리부(124)를 포함한다.
- [0020] 영상 형성부(121)는 신호 획득부(110)로부터 도플러 신호가 제공되면, 도플러 신호를 이용하여 파워 영상 및 속도 영상을 형성한다.
- [0021] 마스크 형성부(122)는 영상 형성부(121)로부터 제공되는 파워 영상을 이용하여 관심영역인 혈관 영역을 검출하기 위한 마스크를 형성한다. 본 실시예에서 마스크 형성부(122)는 파워 영상 처리부(122a), 마스크 설정부(122b), 마스크 처리부(122c) 및 플래쉬 잡음 제거부(122d)를 포함한다.
- [0022] 파워 영상 처리부(122a)는 영상 형성부(121)로부터 순차적으로 제공되는 파워 영상을 분석하여, 파워 평균값이 임계값 이상인 파워 영상을 기준 파워 영상으로 설정한다. 아울러, 파워 영상 처리부(122a)는 파워 평균값이 임계값 미만인 파워 영상을 기준 파워 영상과 합성하여 합성 영상을 형성한다.
- [0023] 도 4를 참조하여, 파워 영상 처리부(122a)가 영상 형성부(121)로부터 순차적으로 제공되는 파워 영상을 이용하여 기준 파워 영상을 설정하고 합성 영상을 형성하는 예를 설명한다.
- [0024] 파워 영상 처리부(122a)는 영상 형성부(121)로부터 첫번째 파워 영상(이하, 제1 파워 영상이라 함)(PI₁)이 제공되면, 제1 파워 영상(PI₁)의 파워 평균값(이하, 제1 파워 평균값이라 함)을 산출하고, 제1 파워 평균값을 기준 파워 평균값으로 설정한다. 파워 영상 처리부(122a)는 제1 파워 영상(PI₁)을 기준 파워 영상으로 설정하여 출력

한다.

- [0025] 파워 영상 처리부(122a)는 영상 형성부(121)로부터 두번째 파워 영상(이하, 제2 파워 영상이라 함)(PI₂)이 제공되면, 제2 파워 영상(PI₂)의 파워 평균값(이하, 제2 파워 평균값이라 함)을 산출한다. 파워 영상 처리부(122a)는 제2 파워 평균값과 임계값(예를 들어, 기준 파워 평균값×0.8)을 비교하여 제2 파워 평균값이 임계값 이상인 것으로 판단되면, 제2 파워 평균값을 기준 파워 평균값으로 설정한다. 파워 영상 처리부(122a)는 제2 파워 영상(PI₂)을 기준 파워 영상으로 설정한다.
- [0026] 파워 영상 처리부(122a)는 영상 형성부(121)로부터 세번째 파워 영상(이하, 제3 파워 영상이라 함)(PI₃)이 제공되면, 제3 파워 영상(PI₃)의 파워 평균값(이하, 제3 파워 평균값이라 함)을 산출한다. 파워 영상 처리부(122a)는 제3 파워 평균값과 임계값(기준 파워 평균값×0.8)을 비교하여 제3 파워 평균값이 임계값 이상인 것으로 판단되면, 제3 파워 평균값을 기준 파워 평균값으로 설정한다. 파워 영상 처리부(122a)는 제3 파워 영상(PI₃)을 기준 파워 영상으로 설정한다.
- [0027] 파워 영상 처리부(122a)는 영상 형성부(121)로부터 네번째 파워 영상(이하, 제4 파워 영상이라 함)(PI₄)이 제공되면, 제4 파워 영상(PI₄)의 파워 평균값(이하, 제4 파워 평균값이라 함)을 산출한다. 파워 영상 처리부(122a)는 제4 파워 평균값과 임계값(기준 파워 평균값×0.8)을 비교하여 제2 파워 평균값이 임계값 미만인 것으로 판단되면, 제4 파워 영상(PI₄)과 기준 파워 영상(PI₃)을 합성하여 합성영상(CI₄)을 형성한다. 여기서, 기준 파워 영상과 파워 영상을 합성하는 것은 파워 영상의 파워가 작아 파워 영상에서 표시되는 혈관 영역이 매우 작아지는 것을 방지하기 위함이다.
- [0028] 파워 영상 처리부(122a)는 영상 형성부(121)로부터 다섯번째 파워 영상(이하, 제5 파워 영상이라 함)(PI₅) 내지 여덟번째 파워 영상(이하, 제8 파워 영상이라 함)(PI₈)이 제공되면, 제5 내지 제8 파워 영상(PI₅ 내지 PI₈) 각각의 파워 평균값(이하, 제5 내지 제8 파워 평균값이라 함)을 산출한다. 파워 영상 처리부(122a)는 제5 내지 제8 파워 평균값과 임계값(기준 파워 평균값×0.8)을 비교하여 제5 내지 제8 파워 평균값이 임계값 미만인 것으로 판단되면, 제5 내지 제8 파워 영상(PI₅ 내지 PI₈) 각각과 기준 파워 영상(PI₃)을 합성하여 합성영상(CI₅ 내지 CI₈)을 형성한다.
- [0029] 파워 영상 처리부(122a)는 영상 형성부(121)로부터 아홉번째 파워 영상(이하, 제9 파워 영상이라 함)(PI₉)이 제공되면, 제9 파워 영상(PI₉)의 파워 평균값(이하, 제9 파워 평균값이라 함)을 산출한다. 파워 영상 처리부(122a)는 제9 파워 평균값과 임계값(기준 파워 평균값×0.8)을 비교하여 제9 파워 평균값이 임계값 이상인 것으로 판단되면, 제9 파워 평균값을 기준 파워 평균값으로 설정한다. 파워 영상 처리부(122a)는 제9 파워 영상(PI₉)을 기준 파워 영상으로 설정하여 출력한다.
- [0030] 파워 영상 처리부(122a)는 영상 형성부(121)로부터 열번째 파워 영상(이하, 제10 파워 영상이라 함)(PI₁₀) 내지 열두번째 파워 영상(이하, 제12 파워 영상이라 함)(PI₁₂)이 제공되면, 제10 내지 제12 파워 영상(PI₁₀ 내지 PI₁₂) 각각의 파워 평균값(이하, 제10 내지 제12 파워 평균값이라 함)을 산출한다. 파워 영상 처리부(122a)는 제10 내지 제12 파워 평균값과 임계값(기준 파워 평균값×0.8)을 비교하여 제10 내지 제12 파워 평균값이 임계값 미만인 것으로 판단되면, 제10 내지 제12 파워 영상(PI₁₀ 내지 PI₁₂) 각각과 기준 파워 영상(PI₉)을 합성하여 합성영상(CI₁₀ 내지 CI₁₂)을 형성한다.
- [0031] 다시 도 3을 참조하면, 마스크 설정부(122b)는 파워 영상 처리부(122a)로부터 제공되는 기준 파워 영상(PI₁ 내지 PI₃, PI₉) 및 합성영상(CI₄ 내지 CI₈, CI₁₀ 내지 CI₁₂) 각각을 이용하여 도 5a에 도시된 바와 같이 관심영역, 즉 혈관 영역을 검출하기 위한 마스크(210)를 설정한다. 마스크는 공지된 다양한 방법을 통해 설정될 수 있다. 일례로서, 마스크는 임계값에 의한 방법, 영역 확장 방법, 영역 분할 방법, 외곽선 추출에 의한 방법, 그래프를 이용한 방법, 워터셰드(watershed) 방법 등을 통해 설정될 수 있다.
- [0032] 마스크 처리부(122c)는 도 5b에 도시된 바와 같이 마스크 설정부(122b)에서 설정된 마스크의 외곽을 검출한다. 외곽은 공지된 다양한 방법을 통해 검출될 수 있다. 일례로서, 외곽은 외곽선 추출(contour following), 형태학

적 처리(mathematical morphological operation) 등을 통해 검출될 수 있다. 마스크 처리부(122c)는 도 5c에 도시된 바와 같이 검출된 마스크 외곽에 평활화 처리를 수행한다. 평활화는 공지된 다양한 방법이 사용될 수 있다. 일례로서, 평활화는 푸리에 기술자(Fourier descriptor)를 이용한 평활화 방법, 체인코드 평활화를 사용하는 방법, 능동 외곽선(active contour) 방법 등이 사용될 수 있다. 아울러, 마스크 처리부(122c)는 도 5d에 도시된 바와 같이 평활화 처리된 마스크에 채우기(filling) 처리를 수행한다.

- [0033] 플래쉬 잡음 제거부(122d)는 마스크 처리부(122c)로부터 제공되는 마스크에서 플래쉬 잡음을 제거한다. 여기서, 플래쉬 잡음은 혈관 주변의 근육, 심장 박동 등과 같이 혈류보다 속도가 느리지만 파위가 큰 움직임에 의해 발생한다. 플래쉬 잡음은 순간적으로 나타났다가 사라진다. 본 실시예에서 플래쉬 잡음 제거부(122d)는 프레임(기준 파워 영상 또는 합성 영상)의 마스크에 영역 레이블링(region labeling)을 수행하여 마스크의 각 영역에 고유한 인덱스를 부여한다. 플래쉬 잡음 제거부(122d)는 현재 프레임의 마스크와 소정 개수(예를 들어, 3개)의 이전 프레임의 마스크를 비교하여 사전 설정된 개수 이상의 마스크에서 각 영역의 인덱스가 동일하지 않으면, 현재 프레임의 마스크에서 해당 영역을 플래쉬 잡음으로서 제거한다. 다른 실시예에서 플래쉬 잡음 제거부(122d)는 마스크의 각 영역이 혈관으로서 유효한 값을 갖는지를 판단하여 유효하지 않는 영역을 제거한다. 여기서, 유효성은 마스크내의 화소들의 최대값이 일정한 값보다 작으면 잡음으로 판단할 수 있고, 마스크 외곽이 일정 부분 이상 평탄하다는 정보를 이용할 수도 있다.
- [0034] 제1 영상 처리부(123)는 마스크 형성부(122)로부터 제공되는 마스크를 이용하여 영상 형성부(121)로부터 순차적으로 제공되는 속도 영상에 마스크 처리를 수행한다. 본 실시예에서 제1 영상 처리부(123)는 제1 평활화부(123a), 제1 마스크부(123b), 제1 필터링부(123c) 및 피크 복원부(123d)를 포함한다.
- [0035] 제1 평활화부(123a)는 영상 형성부(121)로부터 속도 영상이 제공되면, 속도 영상에 평활화 처리를 수행한다. 평활화는 공지된 다양한 방법이 사용될 수 있다. 일례로서, 평활화는 평균 필터링, 가우시안 필터링, 메디안 필터링, 저역통과 필터링, 그래프 정규화(regularization) 등이 사용될 수 있다.
- [0036] 제1 마스크부(123b)는 마스크 형성부(122)로부터 제공되는 마스크를 이용하여 제1 평활화부(123a)에서 평활화 처리된 속도 영상에 마스크 처리를 수행한다. 즉, 제1 마스크부(123b)는 마스크 형성부(122)로부터 제공되는 마스크를 이용하여 속도 영상의 각 화소에 대해 혈관에 해당하는 영역을 1로 설정하고, 혈관 이외의 영역을 0으로 설정하는 마스크 처리를 속도 영상에 수행한다.
- [0037] 제1 필터링부(123c)는 제1 마스크부(123b)에서 마스크 처리된 속도 영상에 거리 가중치 및 경계 평활화 처리를 수행한다. 여기서, 거리 가중치 처리는 혈관 경계 부분의 혈류 속도가 혈관 중앙 부분의 혈류 속도보다 낮게 표현되도록 하는 처리이다. 제1 필터링부(123c)는 제1 마스크부(123b)에서 마스크 처리된 속도 영상을 이용하여 거리변환영상을 형성한다. 거리변환영상은 도 6에 도시된 바와 같이 배경, 즉 혈관 이외의 화소에 0의 값을 설정하고, 나머지 화소에 배경과의 최소거리값을 인가하여 얻은 영상이다. 거리변환영상의 화소값이 i 이면, 이 화소에 해당하는 거리 가중치는 화소값의 함수로 정할 수 있다. 일례로서, 거리 가중치는 $w(i)=\min(i*0.2+0.6, 1)$ 와 같이 정할 수 있다. 따라서, 평활화 처리된 속도 영상의 화소값이 $f(x,y)$ 이면, 이 화소값은 거리 가중치를 통해 $f(x,y)*w(f(x,y))$ 로 변경된다. 아울러, 제1 필터링부(123c)는 거리 가중치 처리된 속도 영상에서 혈관 경계 부분을 검출하고, 검출된 경계 부분에 대해 평활화 처리를 수행한다.
- [0038] 피크 복원부(123d)는 제1 필터링부(123c)로부터 제공되는 속도 영상에 피크 복원을 수행한다. 혈관 내에서 혈류의 최대속도(피크)는 임상적으로 중요한 정보를 제공하므로 피크가 유지되어야 한다. 그러나, 평활화 과정에서 피크가 블러링되어 피크값이 작아지게 된다. 따라서, 피크 복원부(123d)는 영상 처리부(121)로부터 제공되는 속도 영상과 제1 필터링부(123c)에서 평활화 처리된 속도 영상 간의 차 영상을 구한다. 피크 복원부(123d)는 차 영상에서 값이 0 이상인 영역인 피크 후보를 검출하고, 검출된 후보 피크에서 사전 설정된 임계값을 초과하는 영역을 피크 영역으로서 검출한다. 피크 복원부(123d)는 검출된 피크 영역을 이용하여 제1 필터링부(123c)에서 평활화 처리된 속도 영상에 피크 복원을 수행한다.
- [0039] 제2 영상 처리부(124)는 마스크 형성부(122)로부터 제공되는 마스크를 이용하여 영상 형성부(121)로부터 순차적으로 제공되는 파워 영상에 마스크 처리를 수행한다. 본 실시예에서 제2 영상 처리부(124)는 제2 평활화부(124a), 제2 마스크부(124b) 및 제2 필터링부(124c)를 포함한다.
- [0040] 제2 평활화부(124a)는 영상 형성부(121)로부터 파워 영상이 제공되면, 파워 영상에 평활화 처리를 수행한다. 평활화는 공지된 다양한 방법이 사용될 수 있다. 일례로서, 평활화는 평균 필터링, 가우시안 필터링, 메디안 필터링, 저역통과 필터링, 그래프 정규화(regularization) 등이 사용될 수 있다.

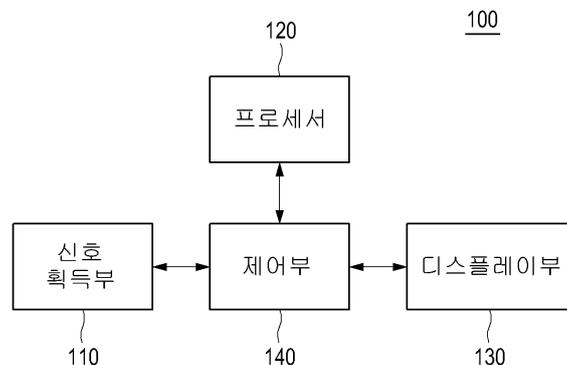
- [0041] 제2 마스크부(124b)는 마스크 형성부(122)로부터 제공되는 마스크를 이용하여 제2 평활화부(124a)에서 평활화 처리된 파워 영상에 마스크 처리를 수행한다. 즉, 제2 마스크부(124b)는 마스크 형성부(122)로부터 제공되는 마스크를 이용하여 파워 영상의 각 화소에 대해 혈관에 해당하는 영역을 1로 설정하고, 혈관 이외의 영역을 0으로 설정하는 마스크 처리를 파워 영상에 수행한다.
- [0042] 제2 필터링부(124c)는 제2 마스크부(124b)에서 마스크 처리된 파워 영상에 거리 가중치 및 경계 평활화 처리를 수행한다. 여기서, 거리 가중치 처리는 혈관 경계 부분의 파워가 혈관 중앙 부분의 파워보다 낮게 표현되도록 하는 처리이다. 제2 필터링부(124c)는 제2 마스크부(124b)에서 마스크 처리된 파워 영상을 이용하여 거리변환영상을 형성한다. 아울러, 제2 필터링부(124c)는 거리 가중치 처리된 파워 영상에서 혈관 경계 부분을 검출하고, 검출된 경계 부분에 대해 평활화 처리를 수행한다.
- [0043] 다시 도 1을 참조하면, 디스플레이부(130)는 프로세서(120)에서 형성된 컬러 도플러 모드 영상, 즉 파워 영상 및 속도 영상을 디스플레이한다. 제어부(140)는 도플러 신호의 획득을 제어한다. 아울러, 제어부(140)는 파워 영상 및 속도 영상의 형성, 영상 처리 및 디스플레이를 제어한다.
- [0044] 본 발명이 바람직한 실시예를 통해 설명되고 예시되었으나, 당업자라면 첨부된 특허청구범위의 사항 및 범주를 벗어나지 않고 여러 가지 변경 및 변형이 이루어질 수 있음을 알 수 있을 것이다.
- [0045] 일례로서, 전술한 실시예에서는 파워 영상을 이용하여 마스크를 형성하는 것으로 설명하였지만, 다른 실시예에서는 속도 영상을 이용하여 마스크를 형성할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

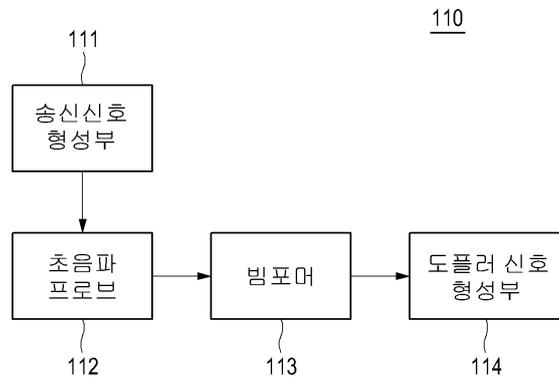
- [0046] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 시스템의 구성을 보이는 블록도.
- [0047] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 신호 획득부의 구성을 보이는 블록도.
- [0048] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 프로세서의 구성을 보이는 블록도.
- [0049] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 복수의 파워 영상, 파워 평균값 및 합성 영상을 보이는 예시도.
- [0050] 도 5a는 본 발명의 실시예에 따라 마스크를 설정하는 예를 보이는 예시도.
- [0051] 도 5b는 본 발명의 실시예에 따라 마스크의 외곽을 검출하는 예를 보이는 예시도.
- [0052] 도 5c는 본 발명의 실시예에 따라 마스크 외곽에 평활화 처리를 수행하는 예를 보이는 예시도.
- [0053] 도 5d는 본 발명에 실시예에 따라 마스크에 채우기(filling) 처리를 수행하는 예를 보이는 예시도.
- [0054] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 거리변환영상의 예를 보이는 예시도.

도면

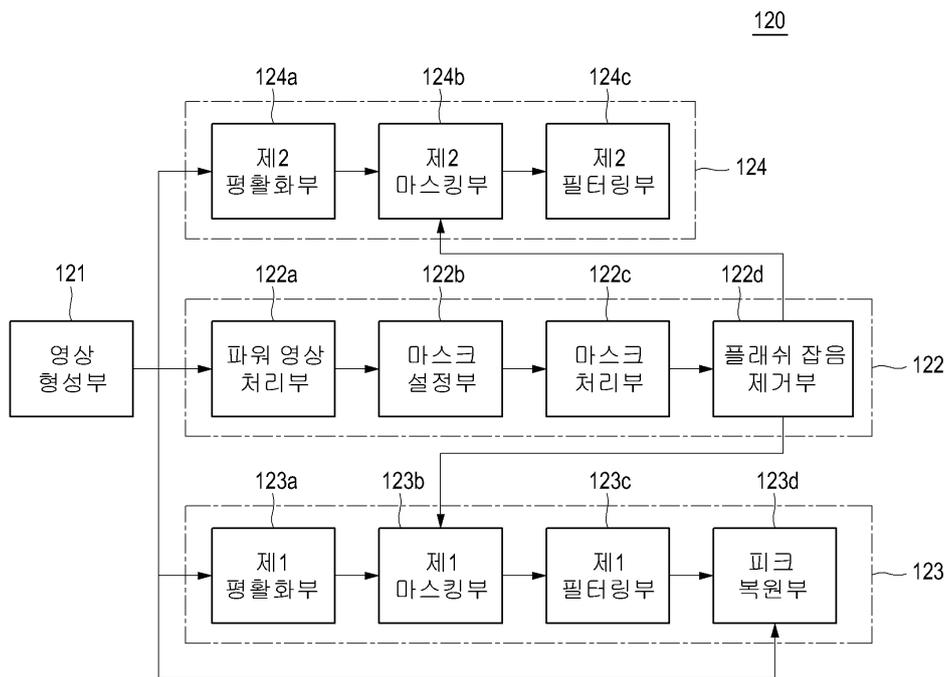
도면1



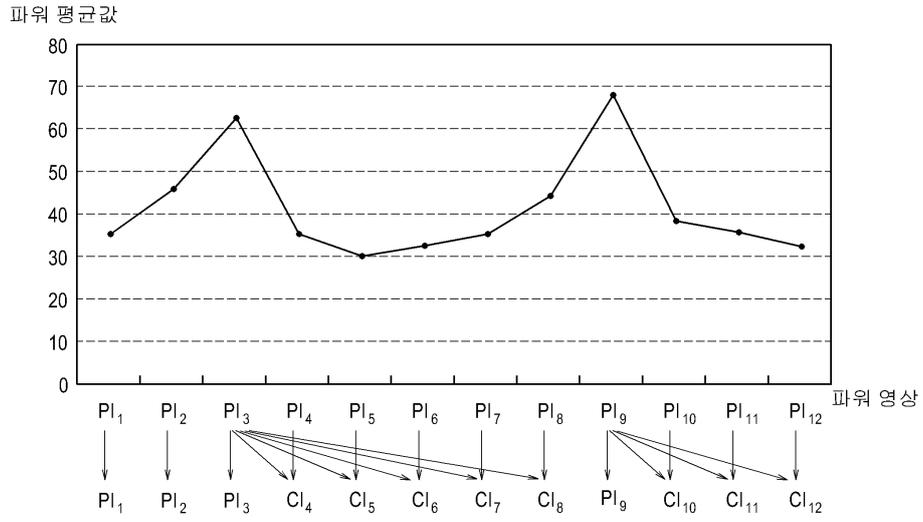
도면2



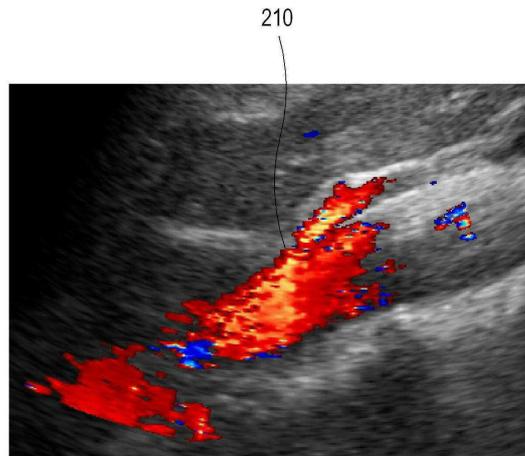
도면3



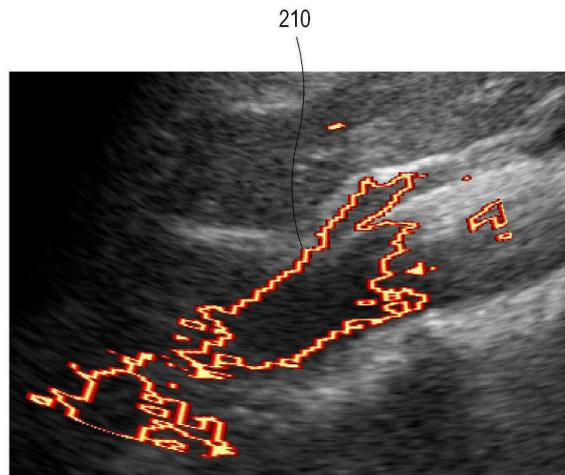
도면4



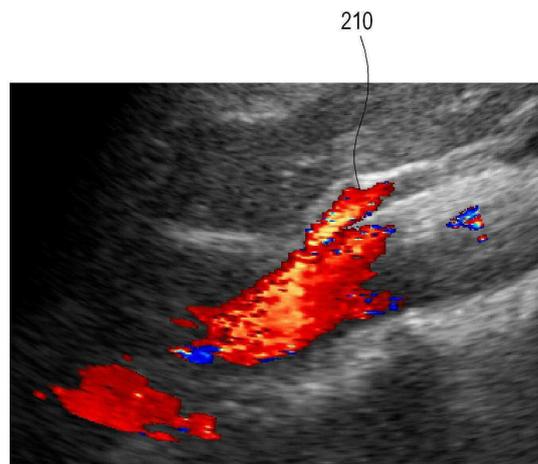
도면5a



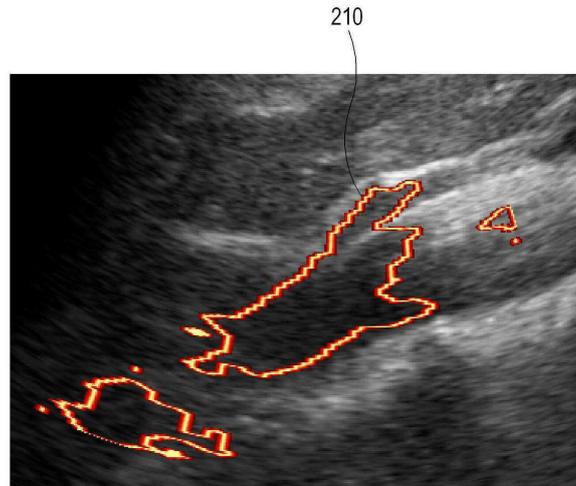
도면5b



도면5c



도면5d



도면6

0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	0
0	1	2	2	2	2	1	0
0	1	2	3	3	2	1	0
0	1	2	2	2	2	1	0
0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0