



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0126227
(43) 공개일자 2014년10월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/14 (2006.01) G06T 5/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0114319
(22) 출원일자 2013년09월26일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
61/814,507 2013년04월22일 미국(US)

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
고현우
경기도 용인시 기흥구 강남동로 128 강남마을한라
비발디아파트 905동 1903호
유양모
서울특별시 마포구 백범로 35 서강대학교 전자공
학과
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정홍식

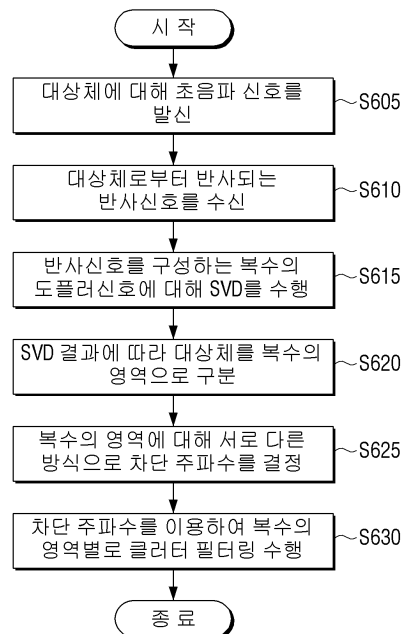
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 초음파 시스템 및 이의 클러스터 필터링 방법

(57) 요약

초음파 시스템 및 이의 클러스터 필터링 방법이 개시된다. 본 클러스터 필터링 방법은, 대상체에 대해 초음파 신호를 발산하는 단계, 대상체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하는 단계, 반사 신호를 구성하는 복수의 도플러 신호에 대해 SVD(Singular Value Decomposition)를 수행하는 단계, SVD결과에 따라 대상체를 복수의 영역으로 구분하는 단계, 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 단계 및 결정된 차단 주파수를 이용하여 복수의 영역 별로 클러스터 필터링을 수행하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

여선미

서울특별시 마포구 백범로 35 서강대학교 전자공학과

이우열

서울특별시 마포구 백범로 35 서강대학교 전자공학과

김영태

경기도 성남시 분당구 판교원로 207 판교원마을5단지아파트 506동 502호

심환

경기도 용인시 기흥구 흥덕3로 20 신동아파밀리에아파트 1206동 202호

임형준

서울특별시 영등포구 당산로4길 12 문래자이아파트 112동 2103호

특허청구의 범위

청구항 1

초음파 시스템의 클러터 필터링 방법에 있어서,

대상체에 대해 초음파 신호를 발산하는 단계;

상기 대상체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하는 단계;

상기 반사 신호를 구성하는 복수의 도플러 신호에 대해 SVD(Singular Value Decomposition)을 수행하는 단계;

상기 SVD결과에 따라 상기 대상체를 복수의 영역으로 구분하는 단계;

상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 차단 주파수를 이용하여 상기 복수의 영역 별로 클러터 필터링을 수행하는 단계;를 포함하는 클러터 필터링 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 대상체를 복수의 영역으로 구분하는 단계는,

상기 대상체를 티슈 영역(tissue region) 및 플로우 영역(flow region)으로 구분하는 것을 특징으로 하는 클러터 필터링 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 단계는,

상기 티슈 영역에 대해서는 TAF 방식을 적용하고, 상기 플로우 영역에 대해서는 상기 SVD의 수행 결과를 이용하여, 상기 차단 주파수를 결정하는 것을 특징으로 하는 클러터 필터링 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 SVD를 수행하는 단계는,

상기 복수의 도플러 신호를 이용하여 상기 대상체의 특성을 정의하는 행렬을 형성하는 단계;

상기 행렬에 SVD를 수행하여 상기 대상체의 초음파 이미지를 표현하기 위한 복수의 인덱스를 형성하는 단계; 및

상기 복수의 인덱스 각각에 대해 평균 주파수 및 파워를 산출하는 단계;를 포함하는 초음파 시스템의 클러터 필터링 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 대상체를 상기 복수의 영역으로 구분하는 단계는,

상기 복수의 인덱스(index) 중에서 평균 주파수가 기 설정된 주파수보다 크고, 파워가 기 설정된 파워 값보다 작은 인덱스는 플로우 영역(flow region)이고, 나머지 영역은 티슈 영역(tissue region)인 것을 특징으로 하는 초음파 시스템의 클러터 필터링 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 단계는,

상기 티슈 영역에 해당하는 도플러 신호에 대해 자기 상관 방식으로 주파수를 추정하고, 추정된 주파수 및 기 설정된 계수를 승산하며, 상기 승산 결과 값과 상기 주파수를 가산하여 상기 티슈 영역에 대한 상기 차단 주파수를 결정하는 단계; 및

상기 플로우 영역에서 상기 SVD 결과에 따라 클러터 신호를 추정하고, 상기 추정된 클러터 신호의 평균 주파수가 기 설정된 주파수 이하이면 상기 평균 주파수를 상기 차단 주파수로 결정하는 단계;를 포함하는 클러터 필터링 방법.

청구항 7

초음파 시스템에 있어서,

대상체에 대해 초음파 신호를 발산하고 상기 대상체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하는 초음파 송수신부;

상기 반사 신호를 구성하는 복수의 도플러 신호에 대해 SVD(Singular Value Decomposition)을 수행하고, 상기 SVD결과에 따라 상기 대상체를 복수의 영역으로 구분하며, 상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하여 상기 결정된 차단 주파수를 이용하여 상기 복수의 영역 별로 클러터 필터링을 수행하는 제어부; 및

상기 클러터 필터링을 수행한 신호를 영상으로 디스플레이하는 디스플레이부; 를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 대상체를 복수의 영역으로 구분하는 경우,

상기 대상체를 티슈 영역(tissue region) 및 플로우 영역(flow region)으로 구분하는 것을 특징으로 하는 초음파 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 차단 주파수를 결정하는 경우,

상기 티슈 영역에 대해서는 TAF 방식을 적용하고, 상기 플로우 영역에 대해서는 상기 SVD의 수행 결과를 이용하여, 상기 차단 주파수를 결정하는 것을 특징으로 하는 초음파 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 SVD를 수행하는 경우,

상기 복수의 도플러 신호를 이용하여 상기 대상체의 특성을 정의하는 행렬을 형성하고, 상기 행렬에 SVD를 수행하여 상기 대상체의 초음파 이미지를 표현하기 위한 복수의 인덱스를 형성하며, 상기 복수의 인덱스 각각에 대해 평균 주파수 및 파워를 산출하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 초음파 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 대상체를 상기 복수의 영역으로 구분하는 경우, 상기 복수의 인덱스(index) 중에서 평균 주파수가 기 설정

된 주파수보다 크고, 파워가 기 설정된 파워 값보다 작은 인덱스는 플로우 영역(flow region)이고, 나머지 영역은 티슈 영역(tissue region)으로 구분하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 초음파 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 경우,

상기 티슈 영역에 해당하는 도플러 신호에 대해 자기 상관 방식으로 주파수를 추정하고, 추정된 주파수 및 기 설정된 계수를 승산하며, 상기 승산 결과 값과 상기 주파수를 가산하여 상기 티슈 영역에 대한 상기 차단 주파수를 결정하고, 상기 플로우 영역에서 상기 SVD 결과에 따라 클러스터 신호를 추정하고, 상기 추정된 클러스터 신호의 평균 주파수가 기 설정된 주파수 이하이면 상기 평균 주파수를 상기 차단 주파수로 결정하도록 제어하는 특징으로 하는 초음파 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 시스템 및 이의 클러스터 필터링 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 최적화된 클러스터 제거 필터를 선택 가능한 초음파 시스템 및 이의 클러스터 필터링 방법에 관한 것이다.

배경 기술

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

[0003] 초음파 시스템은 혈류 또는 조직의 움직임을 컬러 도플러(color doppler) 영상 또는 스펙트럴 도플러(spectral doppler) 영상으로 표현할 수 있고, 의사 등 검사자는 컬러 도플러 영상 또는 스펙트럴 도플러 영상을 확인하여 대상체의 심장의 판막운동, 혈관 내 혈류 속도 또는 혈류량 등을 확인할 수 있다.

[0004] 컬러 도플러 영상 또는 스펙트럴 도플러 영상은 혈류 또는 조직의 속도 크기와 속도 방향에 대한 정보를 포함하는데, 이들 정보를 정확히 측정하기 위한 방안이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상술한 필요성에 따라 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 초음파 영상을 정확히 얻기 위해 최적화된 필터를 선택할 수 있는 초음파 시스템 및 이를 이용한 클러스터 필터링 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 초음파 시스템의 클러스터 필터링 방법에 있어서, 대상체에 대해 초음파 신호를 발산하는 단계, 상기 대상체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하는 단계, 상기 반사 신호를 구성하는 복수의 도플러 신호에 대해 SVD(Singular Value Decomposition)을 수행하는 단계, 상기 SVD 결과에 따라 상기 대상체를 복수의 영역으로 구분하는 단계, 상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 단계 및 상기 결정된 차단 주파수를 이용하여 상기 복수의 영역 별로 클러스터 필터링을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0007] 한편, 상기 대상체를 복수의 영역으로 구분하는 단계는, 상기 대상체를 티슈 영역(tissue region) 및 플로우 영역(flow region)으로 구분하는 것을 특징으로 할 수 있다.

- [0008] 그리고, 상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 단계는, 상기 티슈 영역에 대해서는 TAF 방식을 적용하고, 상기 플로우 영역에 대해서는 상기 SVD의 수행 결과를 이용하여, 상기 차단 주파수를 결정하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0009] 한편, 상기 SVD를 수행하는 단계는, 상기 복수의 도플러 신호를 이용하여 상기 대상체의 특성을 정의하는 행렬을 형성하는 단계, 상기 행렬에 SVD를 수행하여 상기 대상체의 초음파 이미지를 표현하기 위한 복수의 인덱스를 형성하는 단계 및 상기 복수의 인덱스 각각에 대해 평균 주파수 및 파워를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 그리고, 상기 대상체를 상기 복수의 영역으로 구분하는 단계는, 상기 복수의 인덱스(index) 중에서 평균 주파수가 기 설정된 주파수보다 크고, 파워가 기 설정된 파워 값보다 작은 인덱스는 플로우 영역(flow region)이고, 나머지 영역은 티슈 영역(tissue region)인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0011] 한편, 상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 단계는, 상기 티슈 영역에 해당하는 도플러 신호에 대해 자기 상관 방식으로 주파수를 추정하고, 추정된 주파수 및 기 설정된 계수를 승산하며, 상기 승산 결과 값과 상기 주파수를 가산하여 상기 티슈 영역에 대한 상기 차단 주파수를 결정하는 단계 및 상기 플로우 영역에서 상기 SVD 결과에 따라 클러스터 신호를 추정하고, 상기 추정된 클러스터 신호의 평균 주파수가 기 설정된 주파수 이하이면 상기 평균 주파수를 상기 차단 주파수로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 시스템에 있어서, 대상체에 대해 초음파 신호를 발산하고 상기 대상체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하는 초음파 송수신부, 상기 반사 신호를 구성하는 복수의 도플러 신호에 대해 SVD(Singular Value Decomposition)을 수행하고, 상기 SVD결과에 따라 상기 대상체를 복수의 영역으로 구분하며, 상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하여 상기 결정된 차단 주파수를 이용하여 상기 복수의 영역 별로 클러스터 필터링을 수행하는 제어부 및 상기 클러스터 필터링을 수행한 신호를 영상으로 디스플레이하는 디스플레이부를 포함할 수 있다.
- [0013] 그리고, 상기 제어부는 상기 대상체를 복수의 영역으로 구분하는 경우, 상기 대상체를 티슈 영역(tissue region) 및 플로우 영역(flow region)으로 구분하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0014] 한편, 상기 제어부는, 상기 차단 주파수를 결정하는 경우, 상기 티슈 영역에 대해서는 TAF 방식을 적용하고, 상기 플로우 영역에 대해서는 상기 SVD의 수행 결과를 이용하여, 상기 차단 주파수를 결정하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0015] 그리고, 상기 제어부는 상기 SVD를 수행하는 경우, 상기 복수의 도플러 신호를 이용하여 상기 대상체의 특성을 정의하는 행렬을 형성하고, 상기 행렬에 SVD를 수행하여 상기 대상체의 초음파 이미지를 표현하기 위한 복수의 인덱스를 형성하며, 상기 복수의 인덱스 각각에 대해 평균 주파수 및 파워를 산출하도록 제어하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0016] 한편, 상기 제어부는, 상기 대상체를 상기 복수의 영역으로 구분하는 경우, 상기 복수의 인덱스(index) 중에서 평균 주파수가 기 설정된 주파수보다 크고, 파워가 기 설정된 파워 값보다 작은 인덱스는 플로우 영역(flow region)이고, 나머지 영역은 티슈 영역(tissue region)으로 구분하도록 제어하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 그리고, 상기 제어부는, 상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 경우, 상기 티슈 영역에 해당하는 도플러 신호에 대해 자기 상관 방식으로 주파수를 추정하고, 추정된 주파수 및 기 설정된 계수를 승산하며, 상기 승산 결과 값과 상기 주파수를 가산하여 상기 티슈 영역에 대한 상기 차단 주파수를 결정하고, 상기 플로우 영역에서 상기 SVD 결과에 따라 클러스터 신호를 추정하고, 상기 추정된 클러스터 신호의 평균 주파수가 기 설정된 주파수 이하이면 상기 평균 주파수를 상기 차단 주파수로 결정하도록 제어하는 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 플로우 영역과 티슈 영역을 구분하여 최적화된 필터를 선택할 수 있는 초음파 시스템 및 이를 이용한 클러스터 필터링 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 초음파 시스템의 구성을 도시한 블록도,
도 2는 도플러 신호의 스펙트럴 분석을 도시한 도면,

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 클러스터 필터링 방법을 도시한 블록도,
 도 4a는 플로우가 없는 영역의 싱글러 벡터 스펙트럼을 도시한 도면,
 도 4b는 플로우가 있는 영역의 싱글러 벡터 스펙트럼을 도시한 도면,
 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 클러스터 필터를 결정하는 방법을 도시한 흐름도, 그리고
 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 클러스터 필터링 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 다양한 실시 예를 좀더 상세하게 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 그리고 후술 되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 초음파 시스템(100)의 구성을 도시한 블록도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 초음파 시스템(100)은 초음파송수신부(110), 디스플레이부(120) 및 제어부(130)를 포함한다. 도 1은 초음파 시스템(110)이 초음파 송수신 기능, 영상 디스플레이 기능 등과 같은 기능을 구비한 장치인 경우를 예로 들어, 필수적인 구성 요소들을 도시한 것이다. 따라서, 실시 예에 따라서는, 도 1에 도시된 구성 요소 중 일부는 생략 또는 변경될 수도 있고, 다른 구성요소가 더 추가될 수도 있다.
- [0022] 초음파 송수신부(110)는 초음파 신호를 대상체에 발산하고 대상체로부터 반사되는 초음파 신호(즉, 초음파 에코 신호)를 수신하여 초음파 데이터를 획득한다.
- [0023] 초음파 송수신부(110)는 송신신호 형성부(미도시), 복수의 변환소자(미도시)를 포함하는 초음파 프로브(미도시), 빔 포머(미도시) 및 초음파 데이터 형성부(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0024] 송신신호 형성부(미도시)는 변환소자의 위치 및 집속점을 고려하여 초음파 영상을 얻기 위한 송신신호를 형성할 수 있다.
- [0025] 초음파 프로브(미도시)는 송신신호 형성부(미도시)로부터 송신신호가 제공되면, 송신신호를 초음파 신호로 변환하여 대상체에 송신하고 대상체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 수신신호를 형성할 수 있다. 수신신호는 아날로그 신호이다. 초음파 프로브(미도시)는 송신신호 형성부(미도시)로부터 순차적으로 제공되는 송신신호에 따라 초음파 신호의 송수신을 순차적 및 반복적으로 수행하여 복수의 수신신호를 형성한다. 초음파 프로브(미도시)는 3D 메커니컬 프로브(three-dimensional mechanical probe), 2D 어레이 프로브(two-dimensional array probe) 등을 포함할 수 있다.
- [0026] 빔 포머(미도시)는 초음파 프로브(미도시)로부터 수신신호가 제공되면, 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 디지털 신호를 형성할 수 있다. 또한, 빔 포머(미도시)는 변환소자의 위치 및 집속점을 고려하여 디지털 신호를 수신 집속시켜 수신집속신호를 형성한다. 빔 포머(미도시)는 초음파 프로브(미도시)로부터 순차적으로 제공되는 수신신호에 따라 아날로그 디지털 변환 및 수신집속을 순차적 및 반복적으로 수행하여 복수의 수신집속신호를 형성할 수 있다.
- [0027] 초음파 데이터 형성부(미도시)는 빔 포머(미도시)로부터 수신집속신호가 제공되면, 수신집속신호를 이용하여 초음파 데이터를 형성할 수 있다. 초음파 데이터 형성부(미도시)는 빔 포머(미도시)로부터 순차적으로 제공되는 수신집속신호에 따라 초음파 데이터의 형성을 순차적 및 반복적으로 수행하여 복수의 초음파 데이터를 형성할 수 있다.
- [0028] 한편, 디스플레이부(120)는 클러스터 필터링을 수행한 신호를 영상으로 디스플레이한다. 즉, 디스플레이부(120)는 제어부(130)에서 영상 처리된 초음파 영상을 디스플레이할 수 있다.
- [0029] 제어부(130)는 초음파 송수신부(110)로부터 제공되는 복수의 초음파 데이터를 이용하여 복수의 초음파 영상을 형성하고, 초음파 프로브(미도시)의 움직임 정도를 추정하여 복수의 초음파 영상에 대해 움직임 보정에 해당하는 영상 처리를 수행한다.
- [0030] 즉, 제어부(130)는 반사 신호를 구성하는 복수의 도플러 신호에 대해 SVD(Singular Value Decomposition)을 수행하고, SVD결과에 따라 대상체를 복수의 영역으로 구분하며, 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주

파수를 결정하여 결정된 차단 주파수를 이용하여 복수의 영역 별로 클러터 필터링을 수행할 수 있다.

- [0031] 또한, 대상체를 복수의 영역으로 구분하는 경우, 제어부(130)는 대상체를 티슈 영역(tissue region) 및 플로우 영역(flow region)으로 구분하도록 제어할 수 있다. 즉, 제어부(130)는 초음파 송수신부(110)가 수신한 반사 신호를 구성하는 복수의 도플러 신호에 대해 SVD(Singular Value Decomposition)을 수행하고, SVD 결과에 따라 대상체를 티슈 영역과 플로우 영역으로 구분하도록 제어할 수 있다. 제어부(130)가 대상체를 티슈 영역과 플로우 영역으로 구분하는 구체적인 방법은 후술한다.
- [0032] 그리고, 차단 주파수를 결정하는 경우, 제어부(130)는 티슈 영역에 대해서는 TAF((Tissue Acceleration Factor)) 방식을 적용하고, 플로우 영역에 대해서는 SVD의 수행 결과를 이용하여, 차단 주파수를 결정하도록 제어할 수 있다. 즉, 제어부(130)는 플로우가 존재하지 않는 티슈 영역에 대해서는 기존 방식인 TAF 값을 구하여 차단 주파수를 결정하도록 제어하고, 플로우 영역에 대해서는 SVD의 수행 결과를 이용하여 플로우의 존재를 고려하여 차단 주파수를 결정하도록 제어할 수 있다. 영역에 따라 차단 주파수를 결정하는 방법은 후술한다.
- [0033] 한편, SVD를 수행하는 경우, 제어부(130)는 복수의 도플러 신호를 이용하여 대상체의 특성을 정의하는 행렬을 형성하고, 행렬에 SVD를 수행하여 대상체의 초음파 이미지를 표현하기 위한 복수의 인덱스를 형성하며, 복수의 인덱스 각각에 대해 평균 주파수 및 파워를 산출하도록 제어할 수 있다.
- [0034] 또한, 대상체를 복수의 영역으로 구분하는 경우, 제어부(130)는 복수의 인덱스(index) 중에서 평균 주파수가 기 설정된 주파수보다 크고, 파워가 기 설정된 파워 값보다 작은 인덱스는 플로우 영역(flow region)이고, 나머지 영역은 티슈 영역(tissue region)으로 구분하도록 제어할 수 있다.
- [0035] 그리고 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 경우, 제어부(130)는 티슈 영역에 해당하는 도플러 신호에 대해 자기 상관 방식으로 주파수를 추정하고, 추정된 주파수 및 기 설정된 계수를 승산하며, 상기 승산 결과 값과 상기 주파수를 가산하여 상기 티슈 영역에 대한 상기 차단 주파수를 결정하고, 플로우 영역에서 SVD 결과 클러터 신호를 추정하고, 추정된 클러터 신호의 평균 주파수가 기 설정된 주파수 이하이면 평균 주파수를 차단 주파수로 결정하도록 제어할 수 있다.
- [0036] 따라서, 상술한 바와 같은 초음파 시스템(100)을 통해 사용자는 플로우 영역과 티슈 영역을 구분하고 이에 따라 최적화된 필터를 선택하여 효과적으로 클러터 신호를 필터링할 수 있다.
- [0037] 이하에서는, 도 2 내지 5를 참조하여 플로우 영역과 티슈 영역을 구분하여 최적화된 필터를 선택하는 방법에 대해 구체적으로 서술한다.
- [0038] 초음파 송수신부(110)를 통해 대상체에 대해 초음파 신호를 발산하고 대상체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하면, 도 2에 도시된 바와 같은 클러터, 플로우 및 노이즈 신호가 섞인 도플러 신호의 주파수 스펙트럼을 얻을 수 있다.
- [0039] 즉, 혈관벽이나 심장 근육 등에서 반사되는 클러터 신호의 크기와 혈류에서 반사되는 클러터 신호의 크기는 매우 커서 혈류에 의한 도플러 신호만의 주파수를 추정하는 것은 쉽지 않다.
- [0040] 도 2에서 클러터 신호 구간의 진폭이 플로우 및 노이즈 신호 구간의 진폭보다 큰 것을 알 수 있다. 즉, 대상체(예를 들면, 인체)로부터 검진 등의 목적으로 초음파 시스템(100)을 사용하는 경우, 검진에 필요한 혈류에 의한 도플러 신호보다 불필요한 클러터 신호의 크기가 매우 크므로 정확한 검진을 방해할 수 있다. 따라서, 클러터 신호를 효율적으로 제거하기 위한 여러 방안이 모색된다.
- [0041] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 클러터 필터링 방법을 도시한 블록도이다.
- [0042] 도 3에 도시된 바와 같이 각 영상점마다 변하는 클러터의 특징을 찾기 위해 inphase 및 quadrature 신호들에 대해 특이값 분해(SVD, Singular Value Decomposition) 및 TAF(Tissue Acceleration Factor)를 수행하여 클러터 필터를 선택하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0043] 즉, 제어부(130)는 반사 신호를 구성하는 복수의 도플러 신호에 대해 특이값 분해(SVD, Singular Value Decomposition)을 수행하고, SVD결과에 따라 대상체를 복수의 영역으로 구분할 수 있다. 특히, 제어부(130)는 대상체를 플로우가 존재하는 플로우 영역과 플로우가 존재하지 않는 티슈 영역으로 구분할 수 있다.
- [0044] 특이값 분해(SVD, Singular Value Decomposition) 과정은 공지되어 있으므로 상세한 설명은 생략한다.
- [0045] SVD 결과에 따라 백 스캐터링된 도플러 신호(backscattered doppler signal)로부터 구한 엠 바이 엔 상관 계수

행렬($m \times n$ correlation matrix)을 이용하여 혈류로부터 스캐터링된 신호인 클러터와 플로우 신호의 특성을 알 수 있다.

[0046] 즉, 도 4a에 도시된 바와 같이 제어부(130)는 SVD를 수행하여 플로우 존재하지 않는 영역 즉, 티슈 영역에서는 모든 차수에서 존재하는 노이즈 신호를 비롯하여, 파워가 큰, 낮은 차수의 클러터 신호만을 포함하는 스펙트럼을 얻을 수 있게 된다.

[0047] 또한, 도 4b에 도시된 바와 같이 제어부(130)는 SVD를 수행하여 플로우 영역은 파워가 큰 낮은 차수의 클러터 신호뿐만 아니라 클러터 신호보다는 파워가 작지만, 노이즈 신호보다는 파워가 큰 중간 차수의 플로우 신호를 포함하는 스펙트럼을 얻을 수 있다.

[0048] 즉, 클러터 신호는 플로우 및 노이즈 신호와 비교하여 파워가 크므로 낮은 차수들($V_1 \sim V_m$)을 갖고, 플로우 신호는 클러터 신호와 비교하여 높은 차수들($V_{m+1} \sim V_k$)을 갖는다.

[0049] i 번째 차수를 갖는 특이값 벡터의 주파수 및 파워는 수학식1 및 2에 의해 얻어질 수 있다.

수학식 1

$$f_{svd}(i) = \frac{f_{PRF}}{2\pi} \tan^{-1} [R_{V_i V_i}(1)]$$

[0050]

수학식 2

$$P_{SVD}(i) = \Sigma(i, i)$$

[0051]

[0052] 수학식1의 f_{PRF} 는 펄스 반복 주파수(pulse repetition frequency)를 의미하고, $R_{vivi}(1)$ 은 차수가 1인 특이값 벡터의 래그원 자기상관(lag-one autocorrelation)을 의미한다.

[0053] 또한, 수학식1의 주파수를 이용하여 속도를 구할 수 있다. 주파수와 속도의 상관관계는 공지된 수학식이므로 생략한다.

[0054] 상술한 바와 같이 플로우 영역과 플로우가 존재하지 않는 영역, 즉 티슈 영역으로 대상체(예를 들면, 인체)를 구분함으로써, 제어부(130)는 플로우 영역과 티슈 영역에서 각각 상이한 클러터 제거 필터를 선택하도록 제어할 수 있다.

[0055] 구체적으로, 도 4a와 같이 플로우가 존재하지 않는 영역 즉, 티슈 영역에 대해 제어부(130)는 TAF(Tissue Acceleration Factor) 값에 의해서 차단 주파수를 결정하고, 결정된 차단 주파수에 따라 클러터 제거 필터를 선택하도록 제어한다.

[0056] 즉, 플로우가 존재하지 않는 티슈 영역은 실제 필요한 필터의 차단 주파수보다 높은 차단 주파수를 선택하거나, 클러터 신호와 플로우 신호가 중첩되는 영역이 넓어져 필터링에 의해 플로우 신호가 제거될 염려가 적다. 따라서, 제어부(130)는 티슈 영역은 TAF(Tissue Acceleration Factor) 값에 의해서 차단 주파수를 결정하도록 제어할 수 있다.

[0057] TAF 값을 구하는 과정은 공지기술인 바 상세한 설명은 생략한다.

[0058] 한편, 도 4b와 같이 플로우 영역에서는, TAF 값을 이용하여 차단 주파수를 결정하는 경우, 필터링에 의해 플로우 신호가 제거될 염려가 있으므로, 제어부(130)는 대상체의 영역을 구분하기 위해 사용된 SVD 값에 따라 차단 주파수를 결정하도록 제어할 수 있다.

[0059] 구체적으로, 제어부(130)는 수학식 1 및 2에 의한 각 영상점에서의 i 차수에 의한 주파수 및 파워 값과 기설정된 주파수 및 파워 값의 한계값(threshold values)을 비교하고, 기설정 주파수 및 파워 값의 한계 값보다 큰 값을

갖는 차수는 티슈 영역이고, 작은 값을 갖는 영역을 플로우 영역으로 결정하도록 제어할 수 있다.

[0060] 제어부(130)는 플로우 영역에 대해 수학식5에 의해 최종적인 플로우 마스크(flow mask)를 얻도록 제어할 수 있다.

수학식 5

$$FM(x,y)=FM_{m+1}(x,y)//FM_{m+2}(x,y)//...//FM_k(x,y)$$

[0061]

[0062] 플로우 마스크(flow mask)는 플로우 영역 픽셀 및 티슈 영역의 픽셀을 각각 1과 0으로 설정하여 얻을 수 있는 이미지이다. 또한, 수학식5의 x및 y는 수평 및 축 방향의 좌표를 의미하고, //는 논리 연산자 중 또는(or) 연산자를 의미한다.

[0063] 즉, 도 7에 도시된 바와 같이 제어부(130)는 플로우 영역에 대해 각 픽셀의 플로우 마스크(flow mask)를 획득하여, OR 연산자에 의해 합한 최종적인 플로우 마스크를 얻도록 제어할 수 있다.

[0064] 구체적으로, 도 7의 705는 m+1차수의 플로우 마스크이며, 710은 m+2차수의 플로우 마스크이다. 제어부(130)는 k 차수의 플로우 마스크(715)까지 구하고 OR연산자에 의해 최종적인 플로우 마스크(720)를 얻을 수 있다.

[0065] 디스플레이부(120)는 도플러 영상을 2-D CF 영상으로 디스플레이할 수 있다. 2-D CF영상은 어느 단면상의 모든 영상점에서의 혈류의 평균 속도, 혈류의 disturbance 및 파워 정보를 그 방향과 크기에 따라 서로 다른 색상으로 표시하여 디스플레이할 수 있는 영상이다. 즉, 디스플레이된 영상의 밝기는 혈류의 속도를 나타내고, 색깔은 방향을 나타낼 수 있다.

[0066] 이하에서는 도 5를 참조하여, 최적화된 필터를 선택하기 위한 차단 주파수를 결정하기 위한 방법의 흐름을 설명한다.

[0067] 티슈 영역은 TAF 값에 따라 차단 주파수를 결정한다(S505).

[0068] 반면, 플로우 영역은 최소 플로우 주파수(MFV)를 추정한다(S510). 즉, MFV는 SVD 결과에 따른 i차수의 주파수의 최소값일 수 있다.

[0069] SVD 결과에 따른 첫 번째 차수의 주파수 값을 클러스터 주파수(CV)로 추정한다(S515). 즉, 클러스터 신호는 가장 파워가 센 경우가 일반적이므로, 가장 낮은 차수의 특이값 벡터에 대응되어야 하므로 제어부(130)는 첫 번째 차수의 주파수 값을 클러스터 주파수(CV)로 추정한다.

[0070] 최소 플로우 주파수(MFV) 및 클러스터 주파수(CV)를 이용하여 플로우 영역의 차단 주파수를 결정한다(S520). 즉, 플로우 영역의 차단 주파수는 수학식3에 의해 결정된다.

수학식 3

$$f_{c,flow}=(1-\alpha)MFV+\alpha CV$$

[0071]

[0072] 즉, 수학식3의 α는 클러스터 및 플로우의 비율을 나타낸다. 즉, α는 클러스터 신호와 최소 플로우 속도 사이에서 차단 주파수를 결정하는 값으로, 실험적으로 결정될 수 있다.

[0073] 티슈 영역 및 플로우 영역에서 차단 주파수가 결정되는 경우, 최소 차수를 설정한다(S525). 그리고, 현재 차수가 최소 차수보다 작는지 판단한다(S530). 현재 차수가 최소 차수보다 작지 않은 경우(S530-N), 현재 차수가 최적화된 차수로 결정된다.

[0074] 한편, 현재 차수가 최소 차수보다 작은 경우(S530-Y), 현재 차수를 한 차수 높이고, 수학식4에 의해 클러스터 필터를 결정한다(S535).

수학식 4

$$\mathcal{I}_{AGR}(\text{order}, f_c) < \frac{CSL}{P_{clutter}}$$

[0075]

[0076] 수학식4의 f_c 는 티슈 및 플로우 영역의 차단 주파수를 의미하고, CSL은 클러터 억제 레벨(Clutter Suppression Level)을 의미하며, $P_{clutter}$ 는 클러터 파워를 의미한다.

[0077] 즉, 클러스터의 파워를 이용하여 각 프레임마다 최적화된 클러스터 필터를 선택하는 경우, 인체의 심장 주기(cardiac cycles) 등에 의해 클러스터의 파워가 변하는 것을 반영할 수 있게 된다.

[0078] 한편, 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 클러스터 필터링 방법을 도시한 흐름도이다. 대상체(예를 들면, 인체)에 대해 초음파 신호를 발산하면(S605), 대상체로부터 반사되는 반사신호를 수신한다(S610). 반사 신호를 구성하는 복수의 도플러 신호에 대해 SVD를 수행한다(S615). SVD 결과에 따라 대상체를 복수의 영역으로 구분한다(S620). 즉, SVD 결과에 따라 플로우가 존재하는 플로우 영역과 플로우가 존재하지 않는 영역 즉, 티슈 영역으로 구분할 수 있다.

[0079] 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정한다(S625). 즉, 플로우 영역에서는 SVD 결과를 이용하여 차단 주파수를 결정하고, 티슈 영역에서는 TAF 값을 이용하여 차단 주파수를 결정할 수 있다.

[0080] 그리고, 차단 주파수를 이용하여 복수의 영역별로 클러스터 필터링을 수행한다(S630).

[0081] 상술한 바와 같은 실시 예에 의해, 사용자는 플로우 영역과 티슈 영역을 구분하여 차단 주파수를 결정함으로써, 플로우 영역에서 클러터 신호만을 제거할 수 있는 최적화된 필터를 선택할 수 있게 된다.

[0082] 상술한 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 초음파 시스템의 클러스터 필터링 방법은, 각각 소프트웨어로 코딩되어 초음파 시스템에 탑재된 비밀시적 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 초음파 시스템의 제어부(130)는 비밀시적 판독 가능 매체에 기록된 소프트웨어를 실행시켜, 클러스터 필터링을 수행할 수 있다.

[0083] 구체적으로는, 대상체에 대해 초음파 신호를 발산하는 단계, 상기 대상체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하는 단계, 상기 반사 신호를 구성하는 복수의 도플러 신호에 대해 SVD(Singular Value Decomposition)을 수행하는 단계, 상기 SVD결과에 따라 상기 대상체를 복수의 영역으로 구분하는 단계, 상기 복수의 영역에 대해 서로 다른 방식으로 차단 주파수를 결정하는 단계 및 상기 결정된 차단 주파수를 이용하여 상기 복수의 영역 별로 클러터 필터링을 수행하는 단계를 실행시키기 위한 소프트웨어가 비일시적 판독 가능 매체에 저장될 수 있다.

[0084] 비밀시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM 등과 같은 비밀시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.

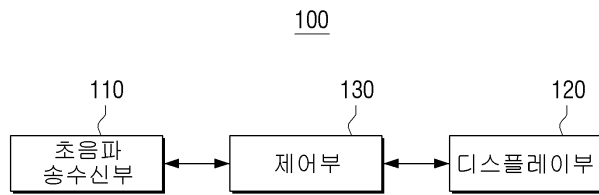
[0085] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안 될 것이다.

부호의 설명

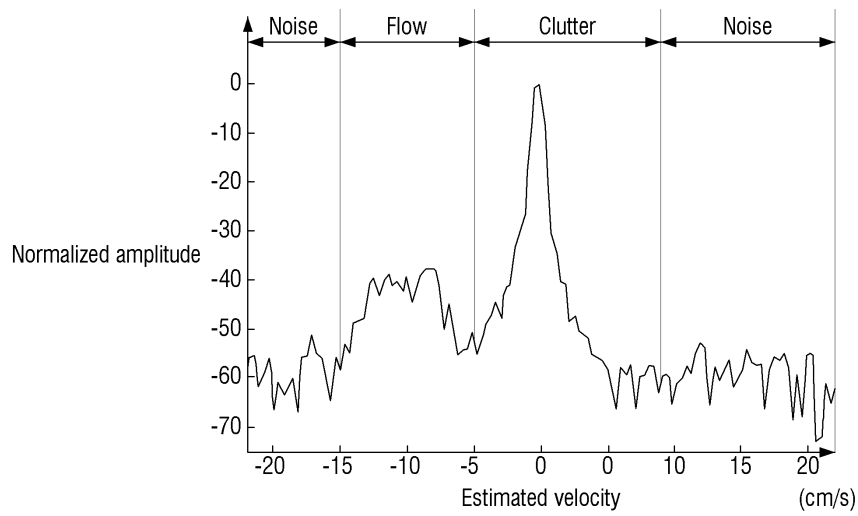
[0086] 100 : 초음파 시스템 110 : 초음파 송수신부
 120 : 디스플레이부 130 : 제어부

도면

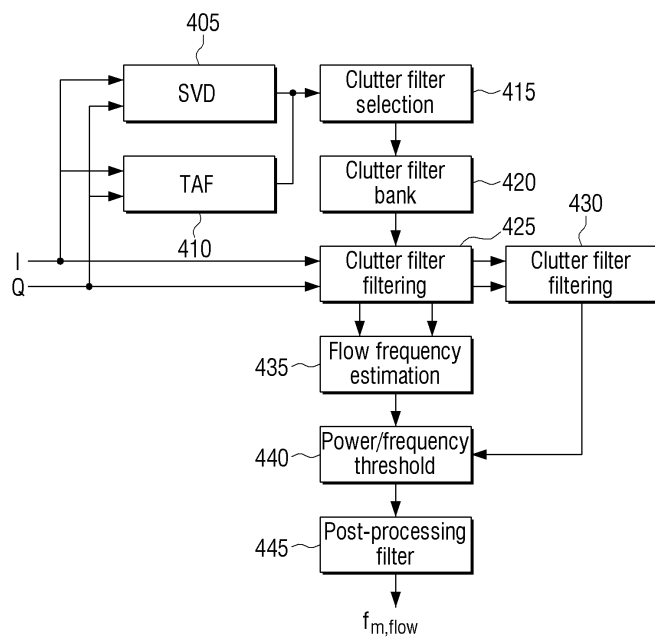
도면1



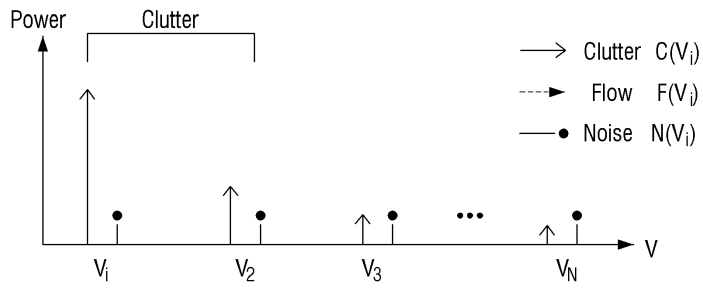
도면2



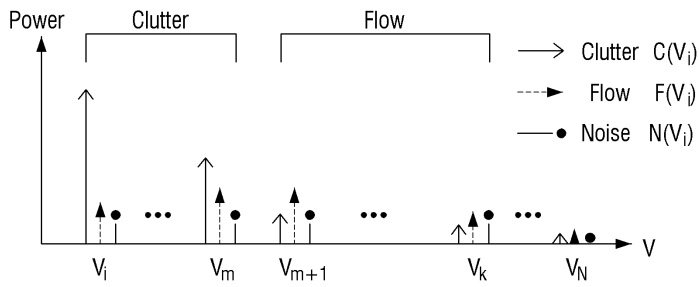
도면3



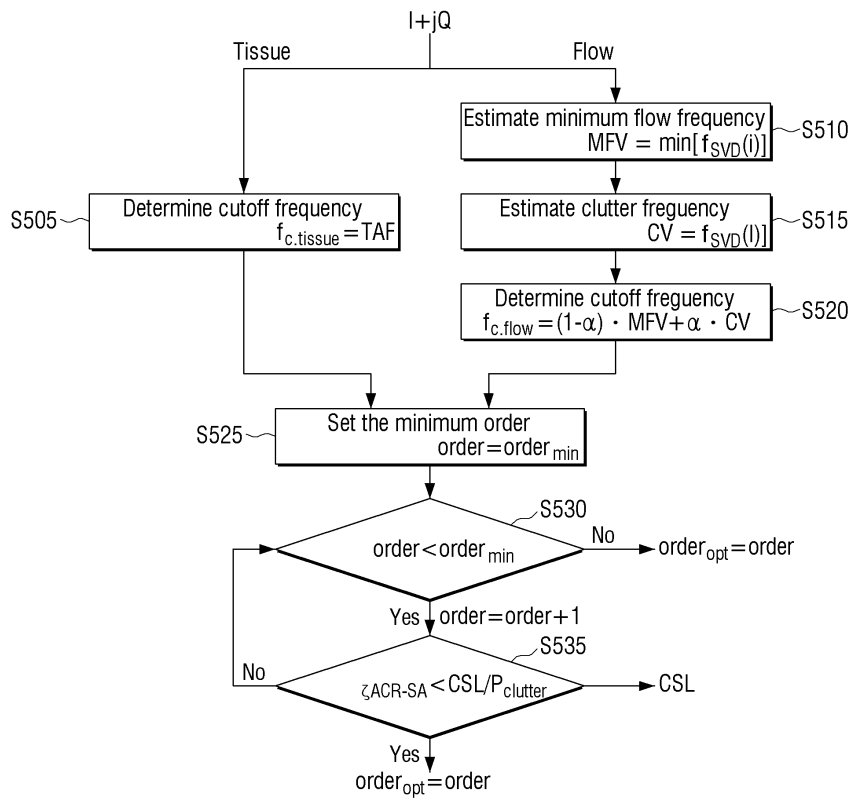
도면4a



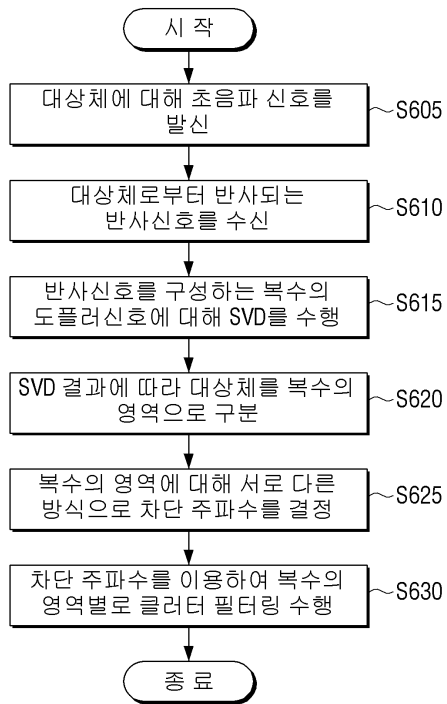
도면4b



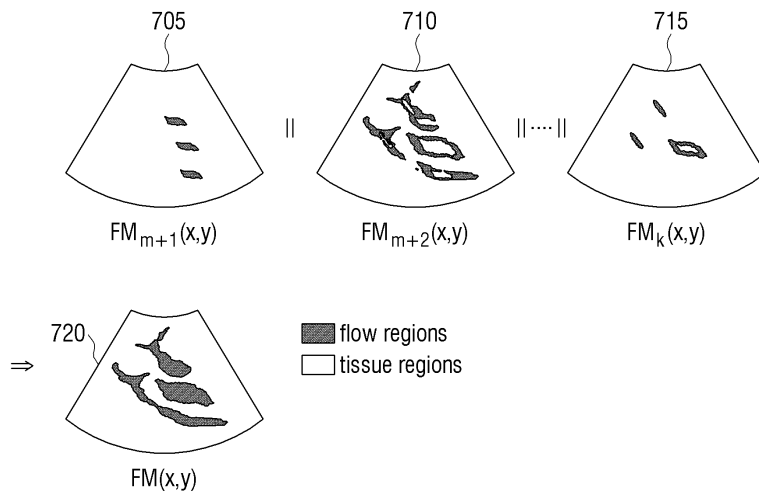
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	标题：超声波系统及其杂波滤波方法		
公开(公告)号	KR1020140126227A	公开(公告)日	2014-10-30
申请号	KR1020130114319	申请日	2013-09-26
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社 서강대학교산학협력단		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司 서강대학교산학협력단		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司 서강대학교산학협력단		
[标]发明人	KOH HYUN WOO 고현우 YOO YANG MO 유양모 YEO SUN MI 여선미 LEE WOO YEOL 이우열 KIM YOUNG TAE 김영태 SHIM HWAN 심환 LIM HYUNG JOON 임형준		
发明人	고현우 유양모 여선미 이우열 김영태 심환 임형준		
IPC分类号	A61B8/14 G06T5/00		
CPC分类号	A61B8/06 A61B8/488 A61B8/5269		
代理人(译)	郑某，洪SIK		
优先权	61/814507 2013-04-22 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种超声系统及其杂波滤波方法。杂波滤波方法包括以下步骤：向目标对象发射超声信号，接收从目标对象反射的反射信号，对构成反射信号的多个多普勒信号执行SVD（奇异值分解），根据SVD结果将对象划分为多个区域，以不同方式为多个区域确定截止频率，并使用确定的截止频率对多个区域执行杂波滤波。

