



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월09일
(11) 등록번호 10-1652727
(24) 등록일자 2016년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/08 (2006.01) A61B 8/06 (2006.01)
A61B 8/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 8/488 (2013.01)
A61B 8/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0054063
(22) 출원일자 2015년04월16일
심사청구일자 2015년04월16일
(56) 선행기술조사문헌
US06390980 B1*
KR1020090052269 A
KR1020130115822 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
유양모
경기도 김포시 유현로 19, 110동 707호 (풍무동, 유현마을 신동아아파트)
여선미
경기도 고양시 일산서구 킨텍스로 456, 107-906(일산동, 후곡마을1단지아파트)
김효희
서울특별시 마포구 백범로17길 20(염리동)202호
(74) 대리인
장완수

전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 박승배

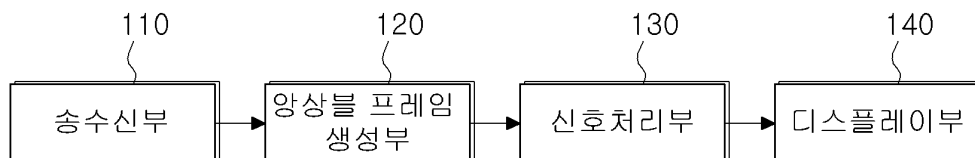
(54) 발명의 명칭 초음파 도플러 영상 장치 및 그 제어 방법

(57) 요약

초음파 도플러 영상 장치의 제어 방법이 개시된다. 본 초음파 도플러 영상 장치의 제어 방법은 한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파를 순차적으로 반복하여 대상체로 송신하고, 평면파가 대상체에서 반사된 에코 신호를 수신하여 입사 프레임을 획득하는 단계, 평면파에 대응되는 순차적인 입사 프레임 중 기설정된 개수의 입사 프레임을 합성하여 앙상블 프레임을 생성하는 단계, 앙상블 프레임을 구성하는 기설정된 개수의 입사 프레임 중 첫 번째 입사 프레임을 제외하고, 마지막 입사 프레임의 다음 순서의 입사 프레임을 추가하여 다음 앙상블 프레임을 생성하는 단계, 다음 앙상블 프레임을 생성하는 단계를 반복하는 단계 및 기설정된 개수의 앙상블 프레임을 이용하여 도플러 영상을 생성하고, 생성된 도플러 영상을 디스플레이하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2

100



(52) CPC특허분류

A61B 8/14 (2013.01)

A61B 8/5207 (2013.01)

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

초음파 도플러 영상 장치의 제어 방법에 있어서,

한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파를 모두 서로 다른 제1내지 제n입사 각도로 순차적으로 반복하여 대상체로 송신하고, 상기 평면파가 상기 대상체에서 반사된 에코 신호를 수신하여 입사 프레임을 획득하는 단계;

상기 평면파에 대응되는 순차적인 입사 프레임 중 상기 기설정된 개수의 입사 프레임이 중복되는 영역의 데이터값만을 합성하여 앙상블 프레임인 제1앙상블 프레임을 생성하는 단계;

상기 앙상블 프레임을 구성하는 상기 기설정된 개수의 입사 프레임 중 첫 번째 입사 프레임을 제외하고, 마지막 입사 프레임의 다음 순서의 입사 프레임을 추가하여 다음 앙상블 프레임인 제2앙상블 프레임을 생성하는 단계 - 상기 제2앙상블 프레임은 상기 제1입사 각도와 상이한 제2입사 각도의 평면파부터 시작하여 모두 서로 다른 입사 각도를 갖는 평면파로부터 생성됨 -;

상기 다음 앙상블 프레임을 생성하는 단계를 반복하여, 제3 앙상블 프레임을 생성하는 단계 - 상기 제3앙상블 프레임은 상기 제1 및 제2입사각도와 상이한 제3입사 각도의 평면파부터 시작하여 모두 서로 다른 입사 각도를 갖는 평면파로부터 생성됨 -; 및

기설정된 개수의 상기 앙상블 프레임을 이용하여 도플러 영상을 생성하고, 상기 생성된 도플러 영상을 디스플레이하는 단계;를 포함하는 제어 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 도플러 영상을 디스플레이하는 단계는,

상기 기설정된 개수의 앙상블 프레임을 복조하는 단계;

상기 복조된 앙상블 프레임에 자기 상관을 적용하는 단계; 및

상기 자기 상관 적용 결과를 이용하여 상기 도플러 영상을 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 제어 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 자기 상관 적용 결과는,

상기 대상체의 속도, 파워, 분산 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 제어 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 도플러 영상의 프레임 레이트는,

상기 평면파의 송신 주파수를 상기 앙상블 프레임의 상기 기설정된 개수로 나눈 값인 것을 특징으로 하는 제어 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 도플러 영상은,

킬러 도플러 영상 및 파워 도플러 영상 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 제어 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파는,

서로 다른 각도로 상기 대상체로 송신되는 것을 특징으로 하는 제어 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 초음파 도플러 영상 장치는,

일정한 주기로 상기 평면파를 발생시키는 펄서;를 포함하며,

상기 서로 다른 각도는,

각도에 따른 지연값을 상기 펄서에 적용하여 형성되는 것을 특징으로 하는 제어 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 입사 프레임을 획득하는 단계는,

상기 수신된 에코 신호를 집속하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 제어 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 10

초음파 도플러 영상 장치에 있어서,

한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파를 모두 서로 다른 제1내지 제n입사 각도로 순차적으로 반복하여 대상체로 송신하고, 상기 평면파가 상기 대상체에서 반사된 에코 신호를 수신하여 입사 프레임을 획득하는 송수신부;

상기 평면파에 대응되는 순차적인 입사 프레임 중 상기 기설정된 개수의 입사 프레임이 중복되는 영역의 데이터 값만을 을 합성하여 앙상블 프레임을 생성하고, 상기 앙상블 프레임을 구성하는 상기 기설정된 개수의 입사 프레임 중 첫 번째 입사 프레임을 제외하고, 마지막 입사 프레임의 다음 순서의 입사 프레임을 추가하여 다음 앙상블 프레임인 제2앙상블 프레임을 생성하고, 상기 다음 앙상블 프레임을 생성하는 것을 반복하여 제3앙상블 프레임을 생성하는 앙상블 프레임 생성부;

기설정된 개수의 상기 앙상블 프레임을 이용하여 도플러 영상을 생성하는 신호 처리부; 및

상기 생성된 도플러 영상을 디스플레이하는 디스플레이부;를 포함하고,

상기 제2앙상블 프레임은 상기 제1입사 각도와 상이한 제2입사 각도의 평면파부터 시작하여 모두 서로 다른 입사 각도를 갖는 평면파로부터 생성되고,

상기 제3앙상블 프레임은 상기 제1및 제2입사 각도와 상이한 제3입사 각도의 평면파부터 시작하여 모두 서로 다른 입사 각도를 갖는 평면파로부터 생성되는 초음파 도플러 영상 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 신호 처리부는,

상기 기설정된 개수의 앙상블 프레임을 복조하는 복조부;

상기 복조된 앙상블 프레임에 자기 상관을 적용하는 자기 상관부; 및

상기 자기 상관 적용 결과를 이용하여 상기 도플러 영상을 생성하는 도플러 영상 생성부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 도플러 영상 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 자기 상관 적용 결과는,

상기 대상체의 속도, 파워, 분산 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 도플러 영상 장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 도플러 영상의 프레임 레이트는,

상기 평면파의 송신 주파수를 상기 앙상블 프레임의 상기 기설정된 개수로 나눈 값인 것을 특징으로 하는 초음파 도플러 영상 장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 도플러 영상은,

컬러 도플러 영상 및 파워 도플러 영상 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 도플러 영상 장치.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파는,

서로 다른 각도로 상기 대상체로 송신되는 것을 특징으로 하는 초음파 도플러 영상 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

일정한 주기로 상기 평면파를 발생시키는 펄서;를 포함하며,

상기 서로 다른 각도는,

각도에 따른 지연값을 상기 펄서에 적용하여 형성되는 것을 특징으로 하는 초음파 도플러 영상 장치.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 수신된 에코 신호를 집속하는 빔 포머;를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 도플러 영상 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 초음파 도플러 영상 장치 및 그 제어 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 평면파를 이용한 초음파 도플러 영상 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

- [0002] 초음파 의료영상 시스템(ultrasound medical imaging system)은 인체 조직으로 초음파 신호를 송신한 후, 반사된 신호에 포함된 정보를 이용함으로써, 비침습적으로 인체 내부의 구조 및 특성을 영상화하는 장비이다. 초음파 의료영상장치는 다양한 형태의 임상정보를 제공하고 있는데, 이 중에서 인체 내의 혈류정보를 조사하기 위하여 사용되는 도플러 영상 기법은 그 중요성이 날로 증대되고 있다.
- [0003] 특히, 혈류의 방향과 속도에 관한 정보를 알 수 있는 칼라 도플러 영상 기법의 경우, 기존의 포커스드 빔(focused beam)을 이용한 방법은 제한된 프레임 레이트(Frame rate)를 가지며 혈류의 속도 추정 및 혈류 표현의 민감도가 저하되는 경향이 있다. 이는 프레임 레이트가 PRF(pulse repetition frequency) 및 양상블 데이터의 개수와 연관이 있기 때문에, 이를 개선하기 위해 프레임 레이트의 증가 및 PRF의 제한적 조건에 관한 연구가 진행되고 있다.
- [0004] 그 중 하나의 방법으로 평면파(plane wave)를 이용한 칼라 도플러 영상 기법은 기존의 포커스드 빔 방식에 비해 높은 프레임 레이트로 많은 혈류 양상블 데이터를 획득할 수 있으며, 비교적 제한적이지 않은 혈류 속도 추정 범위를 제공할 수 있다. 그러나, 이 경우 송신 집속을 하지 않으므로 영상의 해상도 및 민감도가 저하되게 되는 문제점이 있다.
- [0005] 이를 개선하기 위해, 최근에는 수 개의 입사 프레임을 합성하여 하나의 양상블 프레임을 구성하는 소위 앵글 컴파운딩 기법이라 불리우는 기법이 개발 및 이용되고 있다. 하지만, 이 방법은 해상도 및 민감도의 개선이 가능한 반면, 하나 양상블 프레임을 합성하기 위해 필요한 입사 프레임의 개수만큼 프레임 레이트가 감소되고, 측정 가능한 혈류 속도가 제한되게 된다.
- [0006] 이에 따라, 앵글 컴파운딩 기법과 같이 높은 해상도와 민감도를 가진 영상을 얻을 수 있으면서, 프레임 레이트의 저하와 측정 가능한 혈류 속도의 제한이 없는 초음파 도플러 영상 기술에 대한 필요성이 대두된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 측정가능한 혈류 속도의 제한 없이 높은 해상도 및 민감도의 영상을 획득할 수 있는 초음파 도플러 영상 장치 및 그 제어 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 도플러 영상 장치의 제어 방법은 한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파를 순차적으로 반복하여 대상체로 송신하고, 상기 평면파가 상기 대상체에서 반사된 에코 신호를 수신하여 입사 프레임을 획득하는 단계, 상기 평면파에 대응되는 순차적인 입사 프레임 중 상기 기설정된 개수의 입사 프레임을 합성하여 양상블 프레임을 생성하는 단계, 상기 양상블 프레임을 구성하는 상기 기설정된 개수의 입사 프레임 중 첫 번째 입사 프레임을 제외하고, 마지막 입사 프레임의 다음 순서의 입사 프레임을 추가하여 다음 양상블 프레임을 생성하는 단계, 상기 다음 양상블 프레임을 생성하는 단계를 반복하는 단계 및 기설정된 개수의 상기 양상블 프레임을 이용하여 도플러 영상을 생성하고, 상기 생성된 도플러 영상을 디스플레이하는 단계를 포함한다.
- [0009] 또한, 상기 도플러 영상을 디스플레이하는 단계는, 상기 기설정된 개수의 양상블 프레임을 복조하는 단계, 상기 복조된 양상블 프레임에 자기 상관을 적용하는 단계 및 상기 자기 상관 적용 결과를 이용하여 상기 도플러 영상을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 자기 상관 적용 결과는, 상기 대상체의 속도, 파워, 분산 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 도플러 영상의 프레임 레이트는, 상기 평면파의 송신 주파수를 상기 양상블 프레임의 상기 기설정된 개수로 나눈 값일 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 도플러 영상은, 컬러 도플러 영상 및 파워 도플러 영상 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파는, 서로 다른 각도로 상기 대상체로 송신될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 초음파 영상 장치는, 일정한 주기로 상기 평면파를 발생시키는 펄서를 포함하며, 상기 서로 다른 각도는, 각도에 따른 지연값을 상기 펄서에 적용하여 형성될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 입사 프레임을 획득하는 단계는, 상기 수신된 에코 신호를 집속하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0016] 한편, 본 발명의 실시 예에 따른 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 상술한 다양한 초음파 도플러 영상 장치의 제어 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록할 수 있다.
- [0017] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 도플러 영상 장치는 한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파를 순차적으로 반복하여 대상체로 송신하고, 상기 평면파가 상기 대상체에서 반사된 에코 신호를 수신하여 입사 프레임을 획득하는 송수신부, 상기 평면파에 대응되는 순차적인 입사 프레임 중 상기 기설정된 개수의 입사 프레임을 합성하여 앙상블 프레임을 생성하고, 상기 앙상블 프레임을 구성하는 상기 기설정된 개수의 입사 프레임 중 첫 번째 입사 프레임을 제외하고, 마지막 입사 프레임의 다음 순서의 입사 프레임을 추가하여 다음 앙상블 프레임을 생성하는 앙상블 프레임 생성부, 기설정된 개수의 상기 앙상블 프레임을 이용하여 도플러 영상을 생성하는 신호 처리부 및 상기 생성된 도플러 영상을 디스플레이하는 디스플레이부를 포함한다.
- [0018] 또한, 상기 신호 처리부는, 상기 기설정된 개수의 앙상블 프레임을 복조하는 복조부, 상기 복조된 앙상블 프레임에 자기 상관을 적용하는 자기 상관부 및 상기 자기 상관 적용 결과를 이용하여 상기 도플러 영상을 생성하는 도플러 영상 생성부를 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 자기 상관 적용 결과는, 상기 대상체의 속도, 파워, 분산 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 도플러 영상의 프레임 레이트는, 상기 평면파의 송신 주파수를 상기 앙상블 프레임의 상기 기설정된 개수로 나눈 값일 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 도플러 영상은, 컬러 도플러 영상 및 파워 도플러 영상 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파는, 서로 다른 각도로 상기 대상체로 송신될 수 있다.
- [0023] 또한, 일정한 주기로 상기 평면파를 발생시키는 펄서를 포함하며, 상기 서로 다른 각도는, 각도에 따른 지연값을 상기 펄서에 적용하여 형성될 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 수신된 에코 신호를 집속하는 빔 포머를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 이상과 같은 다양한 실시 예들에 따르면, 프레임 레이트의 저하와 측정 가능한 혈류 속도의 제한이 없이 높은 해상도와 민감도를 가진 초음파 도플러 영상을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 평면파를 이용하여 도플러 영상을 생성하는 종래의 방법을 나타내는 모식도,
 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 도플러 영상 장치의 구성을 나타내는 블록도,
 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 도플러 영상 장치의 상세 블록도,
 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 앙상블 프레임을 생성하는 방법을 나타내는 모식도,
 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 도플러 영상 장치의 제어 방법을 나타내는 흐름도, 그리고,
 도 6은 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 초음파 도플러 영상 장치의 효과를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하에서, 첨부된 도면을 이용하여 본 발명에 대하여 구체적으로 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 본 명세서의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제1, 제2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별기호에 불과하다.
- [0028] 도 1a 및 1b는 기존에 평면파를 이용하여 초음파 도플러 영상을 생성하는 방법들을 나타내는 모식도이다.
- [0029] 한 위치에서 연속적인 혈류의 정보를 표시하는 스펙트럴 도플러 영상과 달리 컬러 도플러 영상이나 파워 도플러 영상은 검사하고자 하는 2차원 단면 상의 모든 영상점에서의 혈류 정보를 색상으로 표현한다. 초음파 영상 시스템

템에서 이러한 컬러 도플러 영상 프레임이나 파워 도플러 영상 프레임을 얻기 위해서는 여러 개의 앙상블 프레임이 필요하며 이를 위해 여러 번의 초음파 송수신이 필요하다.

[0030] 이하에서 종래의 초음파 도플러 영상 기법들의 문제점을 살펴본다. 구체적으로, 도 1a의 (a)는 포커스드 빔 방식의 컬러 도플러 영상의 구성을 나타낸다.

[0031] 도 1a의 (a)에 따르면, 영상의 단면은 L개의 주사선으로 구성되며 각 주사선은 M개의 영상점으로 구성되어 있다. 이 경우, 하나의 컬러 도플러 영상 프레임은 L*M개의 영상점으로 구성된다. 이러한 컬러 도플러 영상을 얻기 위해서는 전술한 바와 같이 각 주사선에 대해 여러 번 추가적인 송수신을 해야 하는데 이를 앙상블이라고 하며, 도 1a에서는 N개의 앙상블 프레임이 필요한 것을 예로 들었다. 즉, 하나의 주사선에 대해 N번의 송수신을 하였다.

[0032] 따라서, L*M 크기의 영상의 프레임 레이트 F(focused)는 아래의 수학적 식 1과 같이 계산될 수 있다.

[0033] (수학적 식 1)
$$F(\text{focused}) = \text{PRF}(\text{max}) / \{L(\text{lines}) * N(\text{ensembles})\}$$

[0034] 여기서, PRF(Pulse Repetition Frequency)(max)는 한 주사선에 대해 앙상블 프레임 데이터를 얻기 위해 초음파 신호를 송수신하는 시간 간격인 T(prf)의 역수를 의미하고, L(lines)는 주사선의 개수, N(ensembles)는 앙상블의 개수를 의미한다.

[0035] 이때, 혈류 속도 추정에 중요한 요소인 PRF(flow) 즉, 도플러 PRF는 아래 수학적 식 2와 같이 표현될 수 있다.

[0036] (수학적 식 2)
$$\text{PRF}(\text{flow}) = \text{PRF}(\text{max}) / L(\text{lines})$$

[0037] 따라서, 프레임 레이트 F는 아래 수학적 식 3과 같이 표현될 수 있다.

[0038] (수학적 식 3)
$$F(\text{focused}) = \text{PRF}(\text{flow}) / N(\text{ensembles})$$

[0039] 이는 일반적으로 혈류의 속도를 추정할 때 앙상블 프레임에 자기 상관(auto correlation)을 적용하는 방식을 취하므로, 앙상블 프레임 하나가 획득되는 데 주사선의 개수만큼의 시간이 걸리기 때문이다.

[0040] 이와 같이, 포커스드 빔 방식의 컬러 도플러 영상 기법에서는 PRF(max), 주사선의 개수 및 앙상블 프레임의 개수에 의해 영상의 프레임 레이트가 제한되며, 특히, 도플러 PRF(PR(flow))가 주사선의 개수에 의하여 제한되어 추정 가능한 최대 혈류 속도가 제한됨을 알 수 있다.

[0041] 이에 대해, 도 1a의 (b)는 평면파를 이용한 컬러 도플러 영상의 구성을 나타낸다. 포커스드 빔 방식과 달리 평면파(plane wave)를 이용한 방식은 트랜스듀서의 모든 엘리먼트들을 사용하여 평면파를 방사하게 되므로, 도 1a의 (b)에 도시된 바와 같이, 한 번의 평면파 방사로 한 장의 앙상블 프레임을 얻을 수 있다.

[0042] 구체적으로, 평면파를 이용한 컬러 도플러 영상 기법의 경우, 도 1a의 (a)에서와 같이 N개의 앙상블 프레임이 필요하다고 할 때, 영상의 프레임 레이트 F(plane)은 아래 수학적 식 4와 같이 표현될 수 있다.

[0043] (수학적 식 4)
$$F(\text{plane}) = \text{PRF}(\text{max}) / N(\text{ensembles})$$

[0044] 즉, 프레임 레이트가 오직 필요한 앙상블의 개수에 의해 결정되므로 포커스드 빔 방식에 비해 높은 프레임 레이트를 얻을 수 있다. 또한, 주사선에 의한 PRF(flow)의 감소가 없어져 PRF(max)가 PRF(flow)와 같아지는 효과를 얻을 수 있다.

[0045] 다만, 상술한 평면파를 이용하는 컬러 도플러 영상 기법의 경우, 기존의 컬러 도플러 영상과 같은 조건의 앙상블 프레임 사이즈로 구현 시 프레임 한 장에 표현되는 샘플데이터의 감소로 인하여 영상의 해상도와 민감도가 저하되는 단점이 발생하게 된다.

[0046] 이에 따라, 최근에는 평면파로 획득한 데이터를 합성하여 컬러 도플러 영상의 질을 높이는 소위 앵글 컴파운딩이라는 방법이 제안되었다. 구체적으로, 이 방법은 기설정된 복수개의 각도로 평면파를 방사하고 이에 따라 획득된 입사 프레임을 합성하여 앙상블 프레임을 획득하는 방법이다.

[0047] 예를 들어, 도 1b에 도시된 바와 같이, N개의 각도를 방사한다면, 첫 번째 앙상블 프레임(15)은 첫 번째 입사 프레임 세트(10)의 제1입사 프레임(10-1)부터 제 N입사 프레임(10-n)까지 각 입사 프레임 데이터를 합성하고, 두 번째 앙상블 프레임(25)은 시간적으로 두 번째로 받은 입사 프레임 세트(20)의 제1입사 프레임(20-1)부터 제 N입사 프레임(20-n)까지 각 입사 프레임 데이터를 합성하는 방식으로 앙상블 프레임을 획득하는 기법이다.

[0048] 이 방식을 통하여 얻을 수 있는 각 입사 프레임 세트의 입사 프레임의 개수 N(angle)은 아래 수학적 식 5와 같은

방법으로 정해질 수 있다.

[0049] (수학식 5)
$$N(\text{angles}) = \text{PRF}(\text{max}) / \text{PRF}(\text{flow})$$

[0050] 여기서, PRF(max)는 각 입사 프레임 사이의 PRF 즉, 평면파의 송신 주파수를 의미하며, PRF(flow)는 샘플링 이론에 기반하여 혈류 속도의 측정이 가능한 PRF 를 의미한다.

[0051] 따라서, 입사 프레임 합성을 이용한 칼라 도플러 영상 기법의 프레임 레이트 F(cac, conventional angle compounding)는 아래 수학식 6과 같다.

[0052] (수학식 6)
$$F(\text{cac}) = \text{PRF}(\text{flow}) / N(\text{ensembles})$$

[0053]
$$= \text{PRF}(\text{max}) / \{N(\text{angles}) * N(\text{ensembles})\}$$

[0054] 즉, 앵글 컴파운딩 기법의 경우 앞서 설명한 평면파를 이용한 칼라 도플러 영상 기법에 비하여 영상의 해상도나 민감도는 개선되지만, 방사된 각도의 개수만큼 프레임 레이트가 감소하는 것을 볼 수 있다. 한편, 영상의 질을 높이기 위해 입사 프레임의 개수 N(angles)을 증가시키는 경우, 프레임 레이트의 감소와 PRF(flow)의 감소를 가져온다. 감소된 PRF(flow)는 곧 측정 가능한 혈류 속도가 그 만큼 제한된다는 것을 의미하며, 제한된 속도보다 높은 속도의 혈류에서는 에일리어싱이 발생한 영상을 획득하게 된다.

[0055] 따라서, 평면파를 이용하여 도플러 영상을 생성하는 경우, 프레임 레이트의 저하 없이 영상의 질을 높일 수 있는 기술의 필요성이 대두되는데, 이는 이하에서 설명될 본 발명의 다양한 실시 예들을 통해 달성될 수 있다.

[0056] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 도플러 영상 장치의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 2 에 따르면, 초음파 도플러 영상 장치(100)는 송수신부(110), 영상블 프레임 생성부(120), 신호 처리부(130) 및 디스플레이부(140)를 포함한다.

[0057] 송수신부(110)는 초음파를 대상체로 송신하고, 대상체에서 반사된 초음파를 수신할 수 있다. 여기서, 대상체는 사람 또는 동물, 사람 또는 동물의 일부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 대상체는 간, 심장, 자궁, 뇌, 유방, 복부 등의 장기, 또는 혈관, 적혈구를 포함할 수 있다.

[0058] 초음파는 크게 포커스드 빔형 초음파와 평면파형 초음파로 구분될 수 있는데, 송수신부(110)는 두가지 형태의 초음파를 모두 송신할 수 있다. 이하에서, 평면파는 평면파형 초음파를 의미하며, 펄스 타입일 수도 있고, 처프 타입일 수도 있으며, 어포다이제이션이 적용될 수도 있다.

[0059] 특히, 송수신부(110)는 하나의 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파를 순차적으로 반복하여 대상체로 송신할 수 있다.

[0060] 여기서, 한 세트를 이루는 평면파의 개수는 얻고자 하는 초음파 영상의 해상도나 측정되는 혈류의 속도를 고려하여 설정되는 값으로 초음파 영상 장치(100)에 기저장된 값이거나 사용자에게 의해 조정되어 설정된 값일 수 있으며, 2 이상일 수 있다. 하나의 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파는 순차적으로 대상체로 전송되며, 이러한 평면파 세트가 반복적으로 대상체로 전송될 수 있다.

[0061] 또한, 송수신부(110)는 하나의 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파를 서로 다른 각도로 대상체로 송신할 수 있다. 이때, 평면파가 서로 다른 각도로 송신된다는 것은 평면파가 대상체로 입사되는 각도가 서로 다르게 입사되도록 송신된다는 것을 의미하며, 그 각도 역시 초음파 영상 장치(100)에 기저장된 값이 이용되거나 사용자에게 의해 설정될 수 있다. 한편, 서로 다른 각도를 이루는 평면파들이 임의의 평면파를 기준으로 서로 대칭을 이루어야 하는 것은 아니다.

[0062] 예를 들어, 하나의 세트를 이루는 평면파의 개수가 4개이고, 각 평면파가 송신되는 각도가 -1° , 0° , 1° , 2° 인 경우, 송수신부(110)는 -1° , 0° , 1° , 2° 평면파를 순으로 반복하여 대상체로 송신하게 된다.

[0063] 한편, 송수신부(110)는 송신된 평면파가 대상체에서 반사된 에코 신호를 수신하여 입사 프레임을 획득할 수 있다. 이때, 입사 프레임은 대상체에 관한 정보를 담고 있는 데이터 신호로서, 대상체로 송신된 각 평면파에 대응되어 획득되며, 이후 영상블 프레임 생성부(120)에서 영상블 프레임을 합성하는데 이용된다.

[0064] 영상블 프레임 생성부(120)는 입사 프레임을 이용하여 초음파 도플러 영상을 생성하기 위한 영상블 프레임을 생성한다. 구체적으로, 영상블 프레임 생성부(120)는 각 평면파에 대응되는 순차적인 입사 프레임 중 기설정된 개

수의 입사 프레임을 합성하여 앙상블 프레임을 생성할 수 있다.

- [0065] 또한, 앙상블 프레임 생성부(120)는 생성된 앙상블 프레임을 구성하는 기설정된 개수의 입사 프레임 중 첫 번째 입사 프레임을 제외하고, 마지막 입사 프레임의 다음 순서의 입사 프레임을 추가하여 다음 앙상블 프레임을 생성할 수 있다.
- [0066] 이하에서, 도 4의 예를 통해 앙상블 프레임 생성부(120)의 동작을 보다 구체적으로 설명한다. 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 앙상블 프레임을 생성하는 방법을 나타내는 모식도이다.
- [0067] 송수신부(110)는 하나의 세트를 이루는 n 개의 평면파를 순차적으로 반복적하여 대상체로 송신하고, 대상체에서 반사된 각 에코 신호를 수신하여 각 평면파에 대응되는 입사 프레임을 도 4에 도시된 바와 같이 획득할 수 있다.
- [0068] 이 경우, 입사 프레임들(410, 420, 430)이 획득되면, 앙상블 프레임 생성부(120)는 제1세트의 평면파에 대응되는 제1입사 프레임 세트(410)를 구성하는 n 개의 입사 프레임들(410-1 내지 410- n)을 합성하여 제1앙상블 프레임(400-1)을 생성할 수 있다.
- [0069] 이후, 앙상블 프레임 생성부(120)는 제1앙상블 프레임을 구성하는 n 개의 입사 프레임들(410-1 내지 410- n) 중 첫 번째 입사 프레임(410-1)을 제외하고, 마지막 입사 프레임(410- n)의 다음 입사 프레임 즉, 제2입사 프레임 세트(420)의 첫 번째 입사 프레임(420-1)을 추가하여 n 개의 입사 프레임들을 합성하여 제2앙상블 프레임(400-2)를 생성할 수 있다.
- [0070] 앙상블 프레임 생성부(120)는 위와 같은 방법으로 입사 프레임을 하나씩 교체하면서 앙상블 프레임을 생성할 수 있다. 다시 말하면, 앙상블 프레임 생성부(120)는 입사 프레임 단위로 슬라이딩(sliding)하면서 기설정된 개수의 입사 프레임을 합성하여 앙상블 프레임을 생성할 수 있다.
- [0071] 한편, 도 4의 예에서는 하나의 세트를 이루는 제1입사 프레임 세트(410)부터 앙상블 프레임이 생성되는 것을 예로 들었으나, 첫 번째 앙상블 프레임이 생성되는 방법이 이에 한정되는 것은 아니며, 제1입사 프레임 세트(410)의 임의의 입사 프레임부터 n 개의 입사 프레임들을 합성하여 첫 번째 앙상블 프레임이 생성될 수도 있음은 물론이다.
- [0072] 예를 들어, 앙상블 프레임 생성부(120)는 제1입사 프레임 세트(410)의 n 번째 입사 프레임(410- n)부터 제2입사 프레임 세트(420)의 $n-1$ 번째 입사 프레임까지 n 개의 입사 프레임들을 합성하여 첫 번째 앙상블 프레임을 생성할 수도 있다. 이 경우, 두 번째 앙상블 프레임 세트는 제2입사 프레임 세트(420)의 n 개의 입사 프레임(420-1 내지 420- n)을 합성하여 생성되게 된다.
- [0073] 한편, 여기서 입사 프레임을 합성한다는 것은 예를 들어, 해당 영상 프레임의 데이터 값을 더하는 것일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 또한, 하나의 세트를 이루는 평면파의 각도가 서로 다른 경우, 앙상블 프레임 생성부(120)는 입사 프레임이 중복되는 영역의 데이터 값만을 합성하여 앙상블 프레임을 생성할 수 있으나, 이 역시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0074] 신호 처리부(130)는 송수신부(110)에서 수신된 신호를 처리하여 각종 초음파 영상을 생성할 수 있다. 신호 처리부(130)는 송수신부(110)가 대상체로 초음파를 송신하여 수신한 초음파 에코 신호를 처리하여 초음파 B 모드 영상, 초음파 M 모드 영상, 도플러 영상 중 스펙트럴 도플러 영상을 생성할 수 있다. 이러한 초음파 영상들의 생성 방법은 본 발명의 요지와는 무관하며 공지된 방법이 적용될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략한다.
- [0075] 특히, 신호 처리부(130)는 기설정된 개수의 앙상블 프레임을 이용하여 도플러 영상을 생성할 수 있다. 전술한 바와 같이, 컬러 도플러 영상을 얻기 위해서는 복수 개의 앙상블 프레임이 필요하며, 이때, 필요한 앙상블 프레임의 개수는 혈류 속도의 추정 정확도나 영상의 질을 고려하여 기설정된 값일 수 있다.
- [0076] 예를 들어, 신호 처리부(130)는 기설정된 개수의 앙상블 프레임에 자기 상관을 적용하여 대상체의 평균 속도, 파워, 분산 등을 산출하고, 산출된 값을 도플러 영상의 각 영상점에 컬러 매핑하여 대상체의 컬러 도플러 영상이나 파워 도플러 영상을 생성할 수 있다.
- [0077] 앙상블 프레임에 자기 상관을 적용하여 도플러 영상을 생성하는 방법은 다양한 공지된 방법들이 이용될 수 있으며, 본 발명의 요지와 무관하므로 구체적인 설명은 생략한다. 일 예로, 공개특허공보 10-2013-0115822에 개시된 방법이 이용될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0078] 또한, 신호 처리부(130)는 사용자 조작에 따라 하나 이상의 초음파 영상을 동시에 디스플레이하기 위한 영상을

생성할 수도 있다. 예를 들어, 신호 처리부(130)는 대상체의 초음파 B모드 영상과 컬러 도플러 영상이 함께 표시되는 영상을 생성하여 사용자에게 혈류의 흐름이나 대상체의 움직임과 함께 대상체의 해부학적인 정보를 제공할 수 있다.

[0079] 디스플레이부(140)는 초음파 도플러 영상 장치(100)에서 처리되는 정보를 디스플레이 한다. 특히, 디스플레이부(140)는 신호 처리부(130)에서 생성된 각종 초음파 영상을 디스플레이할 수 있다.

[0080] 또한, 디스플레이부(140)는 실시 예에 따라, 사용자로부터 초음파 도플러 영상 장치(100)에 대한 조작을 입력받기 위한 GUI 등을 디스플레이할 수도 있다. 예를 들어, 한 세트를 이루는 평면파의 개수나 평면파의 각도, 또는 앙상블 프레임의 생성하기 위해 합성될 입사 프레임의 개수 등을 사용자로부터 설정 받기 위한 GUI, 초음파 영상의 디스플레이 방법에 관한 사용자 조작을 입력 받기 위한 GUI 등을 디스플레이 할 수 있다.

[0081] 이를 위해, 디스플레이부(140)는 액정 디스플레이(liquid crystal display), 박막 트랜지스터 액정 디스플레이(thin film transistor-liquid crystal display), 유기 발광 다이오드(organic light-emitting diode), 플렉서블 디스플레이(flexible display), 3차원 디스플레이(3D display), 전기영동 디스플레이(electrophoretic display)중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 초음파 도플러 영상 장치(100)의 실시 예에 따라 2개 이상의 디스플레이부(140)가 포함할 수도 있다.

[0082] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 초음파 영상 장치(100)는 입력부(미도시) 및 저장부(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0083] 저장부(미도시)는 초음파 도플러 영상 장치(100)에서 처리되는 각종 가지 정보를 저장할 수 있다. 예를 들어, 저장부(미도시)는 획득된 입사 프레임, 생성된 앙상블 프레임등에 관한 데이터 등을 저장할 수 있고, 초음파 도플러 영상 장치(100) 내에서 수행되는 각종 알고리즘이나 프로그램을 저장할 수도 있다.

[0084] 여기서, 저장부(미도시)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(SD, XD 메모리 등), 램(RAM, Random Access Memory) SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ROM, Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory) 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.

[0085] 입력부(미도시)는 초음파 도플러 영상 장치(100)를 제어하기 위한 각종 사용자 조작을 입력 받을 수 있다. 이를 위해, 입력부(미도시)는 키 패드, 마우스, 터치 패널, 트랙볼, 조그 휠, 조그 스위치 등 다양한 입력 수단을 포함할 수 있다.

[0086] 이하에서, 도 3을 통해 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 도플러 영상 장치(100)에 관하여 보다 자세히 설명한다.

[0087] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 도플러 영상 장치(100)의 상세 블록도이다. 도 3을 설명함에 있어, 도 2를 통해 전술한 것과 동일한 내용에 관해서는 설명을 생략한다.

[0088] 도 3에 따르면, 초음파 도플러 영상 장치(100)는 송수신부(110), 앙상블 프레임 생성부(120), 신호 처리부(130) 및 디스플레이부(140)를 포함한다.

[0089] 송수신부(110)는 트랜스 듀서(111), 펄서(112) 및 빔 포머(113)를 포함할 수 있다. 펄서(112)는 트랜스 듀서(111)에 구동 신호를 공급한다. 특히, 펄서(112)는 일정한 주기로 평면파를 발생시킬 수 있다. 구체적으로, 펄서(112)는 트랜스 듀서(111)에 포함된 변환 소자에 평면파 구동 신호를 공급하여 대상체로 평면파를 송신하도록 트랜스 듀서(111)를 제어할 수 있다.

[0090] 또한, 서로 다른 각도를 갖는 복수의 평면파를 대상체로 송신하고자 하는 경우, 펄서(112)는 각각의 각도에 따른 지연(delay)값을 적용한 구동 신호를 통해 트랜스 듀서(111)가 서로 다른 각도의 평면파를 대상체로 송신하도록 제어할 수 있다.

[0091] 트랜스 듀서(111)는 초음파를 대상체로 송신하고 대상체로부터 반사되는 초음파의 에코 신호를 수신한다. 트랜스듀서(111)는 전기적 신호를 음향 에너지로(또는, 반대로) 변환하는 복수의 변환 소자를 포함할 수 있다. 복수 개의 변환 소자는 1차원 어레이 형태일 수도 있고, 2차원 어레이 형태일 수도 있다.

[0092] 이를 위해, 트랜스듀서(111)는 진동하면서 압력 변화로 초음파와 전기적 신호를 상호 변환시키는 압전형 트랜스듀서(piezoelectric micromachined ultrasonic transducer, pMUT), 정전 용량의 변화로 초음파와 전기적 신호

를 상호 변환시키는 정전 용량형 트랜스듀서(capacitive micromachined ultrasonic transducer, cMUT), 자기장의 변화로 초음파와 전기적 신호를 상호 변환시키는 자기형 트랜스듀서(magnetic micromachined ultrasonic transducer, mMUT), 광학적 특성의 변화로 초음파와 전기적 신호를 상호 변환시키는 광학형 초음파 검출기(Optical ultrasonic detection) 등으로 구현될 수 있다.

- [0093] 빔 포머(113)는 초음파 신호에 대한 송신 집속 또는 수신 집속을 수행할 수 있다. 구체적으로, 빔 포머(113)는 트랜스 듀서(111)가 초음파 신호를 송신할 때 구동 타이밍을 조절하여 특정 위치로 초음파 신호를 집속시킬 수 있다.
- [0094] 특히, 빔 포머(113)는 대상체에서 반사된 에코 신호가 트랜스 듀서(111)에 도달하는 시간이 상이한 것을 감안하여 시간 지연을 가하고, 이를 통해 에코 신호를 집속하여 입사 프레임을 획득할 수 있다. 예를 들어, 빔 포머(113)는 트랜스듀서(111)로부터 수신되는 에코 신호를 디지털 신호로 변환시키고, 변환된 디지털 신호에 빔포밍(집속)을 수행하여 입사 프레임을 획득할 수 있다. 이와 같이 획득된 입사 프레임 데이터는 저장부(미도시)에 저장될 수도 있다.
- [0095] 한편, 송수신부(110)는 초음파 프로브로 구현될 수 있다. 이때, 트랜스 듀서(111), 펄서(112) 및 빔 포머(113)가 모두 초음파 프로브에 포함될 수도 있고, 트랜스 듀서(111)만 초음파 프로브의 내부에 포함되고 펄서(112) 및 빔 포머(113)는 다른 구성에 포함되어 커넥터 또는 네트워크를 통해 트랜스 듀서(111)와 연결되는 형태의 구현도 가능함은 물론이다.
- [0096] 앙상블 프레임 생성부(120)는 빔 포머(113)에서 획득된 입사 프레임을 합성하여 앙상블 프레임을 생성할 수 있다. 앙상블 프레임 생성부(120)가 입사 프레임을 합성하여 앙상블 프레임을 생성하는 구체적인 내용은 도 2를 통해 설명한 바와 같다.
- [0097] 신호 처리부(130)는 복조부(131), 자기 상관부(132) 및 도플러 영상 생성부(133)을 포함할 수 있다. 신호 처리부(130)는 기설정된 개수의 앙상블 프레임을 이용하여 도플러 영상을 생성할 수 있다. 여기서, 도플러 영상은 예를 들어, 혈류의 방향 및 속도를 나타내는 컬러 도플러 영상이나 혈류의 유무나 적혈구의 수를 나타내는 파워 도플러 영상을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0098] 복조부(131)는 기설정된 개수의 앙상블 프레임을 복조한다. 예를 들어, 복조부(131)는 앙상블 프레임 신호의 신호 대 잡음비를 높이기 위해 대역 통과 필터를 포함할 수 있다. 또한, 복조부(131)는 앙상블 프레임 신호에 대한 기저 대역의 동상 성분 및 이상 성분을 얻기 위해 직각 복조 과정을 수행할 수 있다. 또한, 복조부(131)는 초음파 송수신 동안 혈관벽이나 심장 근육과 같이 움직이는 조직에서 반사되는 신호 성분을 제거하기 위한 클러터 필터를 포함할 수도 있다.
- [0099] 자기 상관부(132)는 복조된 앙상블 프레임에 자기 상관(auto correlation)을 적용하여 대상체의 속도, 파워, 분산 값을 산출할 수 있다. 앙상블 프레임의 기저대역 동상 및 이상 성분에 자기 상관을 적용하여 각 영상점의 속도, 파워, 분산 값을 산출하는 구체적인 내용은 도 2에서 전술한 바와 같이 본 발명의 요지와 무관하므로 설명을 생략한다.
- [0100] 도플러 영상 생성부(133)는 자기 상관 적용 결과 산출된 대상체의 속도, 파워 및 분산 값 중 적어도 하나를 이용하여 도플러 영상을 생성할 수 있다. 구체적으로, 도플러 영상 생성부(133)는 영상에 포함되는 대상체의 각 지점(영상점)의 속도, 파워 값을 색상에 매핑하여 컬러 도플러 영상이나 파워 도플러 영상을 생성할 수 있다. 도 6a의 (b) 및 도 6b의 (b)는 본 발명의 일 실시 예에 따라 생성된 컬러 도플러 영상의 예를 나타내고, 도 6b의 (c) 및 도 6c의 (c)는 본 발명의 일 실시 예에 따라 생성된 파워 도플러 영상의 예를 나타내고 있다.
- [0101] 이상과 같이 본 발명의 일 실시 예에 따라 도플러 영상을 생성하는 경우 각 입사 프레임이 획득되는 주기와 앙상블 프레임이 획득되는 주기가 같아지게 된다. 즉, 아래 수학식 7과 같은 결과를 얻을 수 있다.
- [0102] (수학식 7)
$$PRF(max) = PRF(flow)$$
- [0103] 이에 따라, 본 발명에 따른 도플러 영상의 프레임 레이트 $F(sac, sliding\ angle\ compounding)$ 는 아래 수학식 8과 같이 표현될 수 있다.
- [0104] (수학식 8)
$$F(sac) = PRF(flow) / N(ensembles)$$
- [0105]
$$= PRF(max) / N(ensembles)$$
- [0106] 즉, 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 초음파 도플러 영상 장치(100)를 통해 얻을 수 있는 영상의 프레임 레

이트 F(sac)는 입사 프레임 사이의 PRF즉, 평면파의 송신 주파수(PRF(max))를 기설정된 앙상블 프레임의 개수 (N(ensembles))로 나눈 값이 된다.

[0107] 이 결과를 도1에서 설명한 종래의 도플러 영상 기법과 비교하면, 프레임 레이트는 도1a의 (b)를 통해 설명한 기존의 평면파를 이용한 컬러 도플러 영상 기법의 프레임 레이트 F(plane)과 같으면서도, 도 1b를 통해 설명한 기존의 앵글 컴파운딩 기법과 같은 개수의 입사 프레임 합성을 통해 앙상블 프레임을 생성할 수 있어 높은 해상도와 민감도를 가진 영상을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

[0108] 즉, 영상의 질을 높이기 위해 입사 프레임의 개수 N(angles)을 증가시키더라도 프레임 레이트와 PRF(flow)가 감소되지 않으므로, 높은 해상도와 민감도를 가진 영상의 획득과 높은 속도의 혈류 추정이 동시에 가능해 지게 된다.

[0109] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 도플러 영상 장치의 제어 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 5를 설명함에 있어 도 1 내지 도 4를 통해 기술한 것과 중복되는 것은 설명을 생략한다.

[0110] 도 5에 따르면, 초음파 도플러 영상 장치(100)는 기설정된 개수의 평면파를 순차적으로 반복하여 대상체로 송신하고, 평면파가 반사된 에코 신호를 수신하여 입사 프레임을 획득할 수 있다(S510). 여기서, 기설정된 개수의 평면파는 하나의 세트를 이루며 적어도 2 이상이다.

[0111] 이때, 한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파는 서로 다른 각도로 대상체로 송신될 수도 있다. 이 경우, 초음파 도플러 영상 장치(100)는 일정한 주기로 평면파를 발생시키는 펄서(112)를 포함하며, 각도에 따른 지연값을 펄서(112)에 적용하여 서로 다른 각도의 평면파를 형성할 수 있다. 한편, 초음파 영상 장치(100)는 수신된 에코 신호를 집속하여 입사 프레임을 획득할 수 있으며, 획득된 입사 프레임은 송신된 평면파에 대응되어 획득된다.

[0112] 이후, 초음파 도플러 영상 장치(100)는 초음파 도플러 영상을 생성하는데 필요한 기설정된 개수의 앙상블 프레임이 생성될 때까지 앙상블 프레임을 생성한다(S520 내지 S540).

[0113] 구체적으로, 초음파 도플러 영상 장치(100)는 순차적인 입사 프레임 중 기설정된 개수의 입사 프레임을 합성하여 최초 앙상블 프레임을 생성한다(S520). 이후, 초음파 도플러 영상 장치(100)는 최초 앙상블 프레임을 구성하는 기설정된 개수의 입사 프레임 중 첫 번째 입사 프레임을 제외하고, 마지막 입사 프레임의 다음 순서의 입사 프레임을 추가하여 다음 앙상블 프레임을 생성한다(S530). 초음파 도플러 영상 장치(100)는 기설정된 개수의 앙상블 프레임이 생성될 때까지 상술한 참조부호 S530과 같은 방법으로 앙상블 프레임을 반복하여 생성한다(S540).

[0114] 생성된 앙상블 프레임의 개수가 기설정된 개수에 도달하면, 초음파 도플러 영상 장치(100)는 이를 이용하여 도플러 영상을 생성하고, 생성된 도플러 영상을 디스플레이 한다(S550). 여기서, 도플러 영상은 컬러 도플러 영상 및 파워 도플러 영상 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0115] 구체적으로, 초음파 도플러 영상 장치(100)는 기설정된 개수의 앙상블 프레임을 복조하고, 복조된 앙상블 프레임에 자기 상관을 적용하여 도플러 영상을 생성할 수 있다. 이때, 초음파 도플러 영상 장치(100)는 자기 상관 적용 결과인 대상체의 속도, 파워, 분산 중 적어도 하나를 이용하여 도플러 영상을 생성할 수 있다.

[0116] 위와 같이 동작하는 경우, 초음파 도플러 영상 장치(100)의 도플러 영상의 프레임 레이트는, 상기 평면파의 송신 주파수를 상기 앙상블 프레임의 상기 기설정된 개수로 나눈 값이 될 수 있다.

[0117] 한편, 이상에서 설명한 초음파 도플러 영상 장치(100)의 기본적인 구조는 하나의 예들에 불과하며 이에 한정되는 것이 아님은 물론이다. 즉, 복수 개의 입사 프레임을 합성하여 앙상블 프레임을 생성하는 경우라면 본 발명의 기술적 사상이 제한 없이 적용될 수 있을 것이다.

[0118] 예를 들어, 이상에서는 복조된 앙상블 프레임에 자기 상관을 적용하여 그 결과를 이용해 도플러 영상을 생성하는 것을 예로 들었으나, 실시 예에 따라, 복조 전의 앙상블 프레임에 상호 상관(cross correlation)을 적용하고 그 결과를 이용하여 도플러 영상을 생성하는 실시 예도 가능할 것이다.

[0119] 도 6은 종래 앵글 컴파운딩 기법과 본 발명의 실시 예에 따라 생성된 도플러 영상을 비교한 도면이다.

[0120] 구체적으로, 도 6a 및 6b는 각각 40cm/s와 90cm/s의 고속 혈류 환경에서 기존의 앵글 컴파운딩 기법과 본 발명의 실시 예에 따라 생성된 컬러 도플러 영상 및 파워 도플러 영상을 나타낸다.

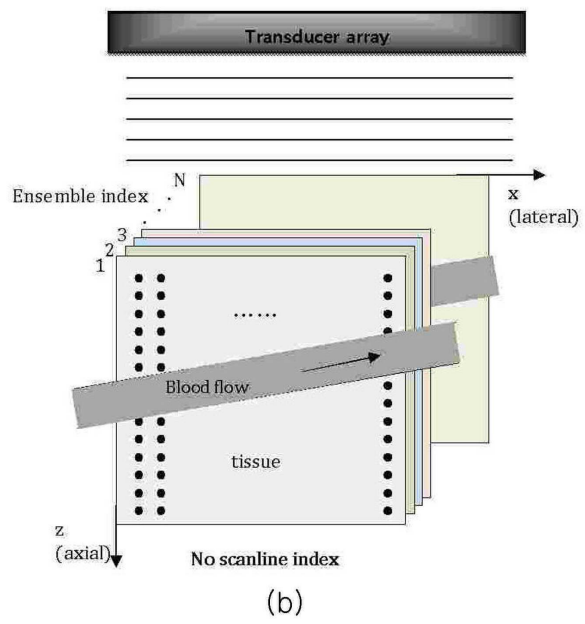
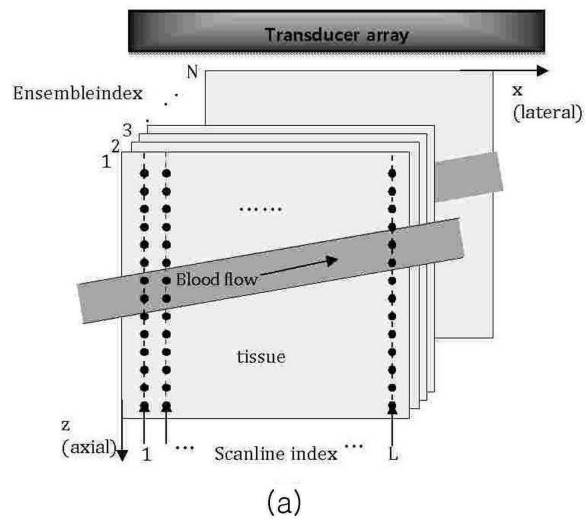
- [0121] 도 6a의 (a) 및 6b의 (a)는 기존의 앵글 컴파운딩 기법을 적용한 결과를 나타내는데, 이 경우 컬러 도플러 영상화를 위해 사용된 입사 프레임 개수의 증가로 인해 PRF(flow)가 감소되어 40cm/s와 90cm/s의 혈류 흐름을 측정할 수 있는 PRF(flow)를 만족하지 못하게 되어 영상에 에일리어싱이 생성되며, 혈류의 흐름에 관한 표현이 불가능한 것을 볼 수 있다.
- [0122] 이에 반해, 6a의 (b) 및 6b의 (b)는 본 발명의 실시 예에 따라 생성된 컬러 도플러 영상을 나타내는데, 40cm/s와 90cm/s의 혈류 흐름을 측정할 수 있는 적절한 범위의 PRF(flow)에 의하여 혈류 역학적 정보의 표현이 분명하게 나타난 것을 확인할 수 있다.
- [0123] 한편, 도 6a의 (c) 및 6b의 (c)는 본 발명의 실시 예에 따라 생성된 혈류 부분의 파워 도플러 영상을 나타낸다. 이를 속도 추정 영상(6a의 (b) 및 6b의 (b))과 비교하여 혈류 정보 표현의 가시적 결과를 확인할 수 있다.
- [0124] 이상과 같은 다양한 실시 예들에 따르면, 프레임 레이트의 저하와 측정 가능한 혈류 속도의 제한이 없이 높은 해상도와 민감도를 가진 초음파 도플러 영상을 얻을 수 있다.
- [0125] 한편, 상술한 다양한 실시 예들에 따른 초음파 도플러 영상 장치 제어 방법들은 소프트웨어로 생성되어 초음파 도플러 영상 장치에 탑재될 수 있다.
- [0126] 예를 들어, 한 세트를 이루는 기설정된 개수의 평면파를 순차적으로 반복하여 대상체로 송신하고, 평면파가 대상체에서 반사된 에코 신호를 수신하여 입사 프레임을 획득하는 단계, 평면파에 대응되는 순차적인 입사 프레임 중 기설정된 개수의 입사 프레임을 합성하여 앙상블 프레임을 생성하는 단계, 앙상블 프레임을 구성하는 기설정된 개수의 입사 프레임 중 첫 번째 입사 프레임을 제외하고, 마지막 입사 프레임의 다음 순서의 입사 프레임을 추가하여 다음 앙상블 프레임을 생성하는 단계, 다음 앙상블 프레임을 생성하는 단계를 반복하는 단계 및 기설정된 개수의 앙상블 프레임을 이용하여 도플러 영상을 생성하고, 생성된 도플러 영상을 디스플레이하는 단계를 포함하는 초음파 도플러 영상 장치의 제어 방법을 수행하는 프로그램이 저장된 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)가 설치될 수 있다.
- [0127] 여기서, 비일시적 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 미들웨어 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0128] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 또한, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 따라서, 본 발명의 호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

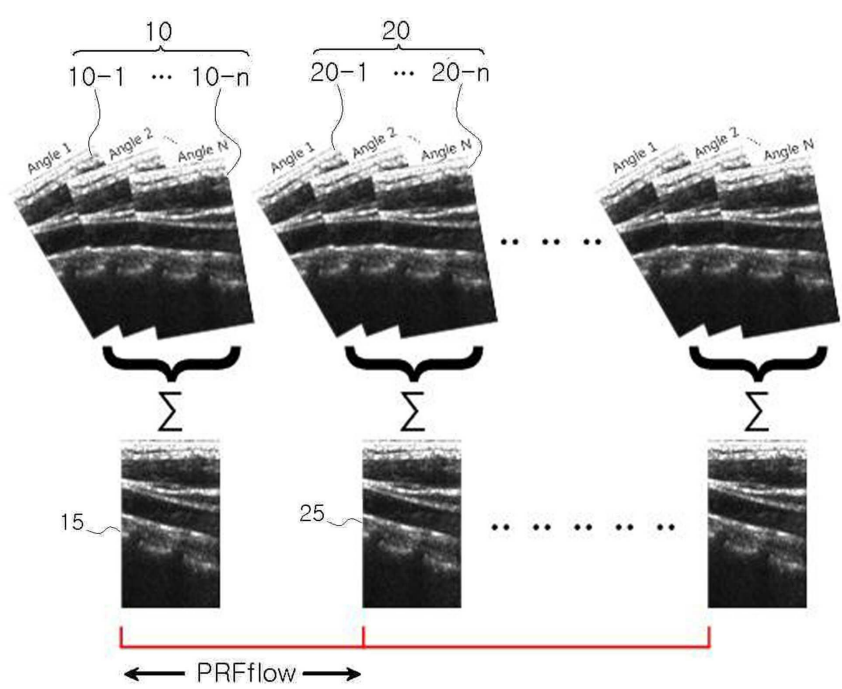
- | | | |
|--------|--------------|-------------------|
| [0129] | 110 : 송수신부 | 120 : 앙상블 프레임 생성부 |
| | 130 : 신호 처리부 | 140 : 디스플레이부 |
| | 111 : 트랜스듀서 | 112 : 펄서 |
| | 113 : 빔포머 | 131 : 복조부 |
| | 132 : 자기 상관부 | 133 : 도플러 영상 생성부 |

도면

도면1a

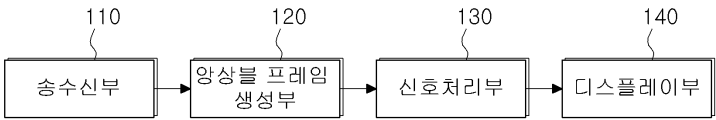


도면1b

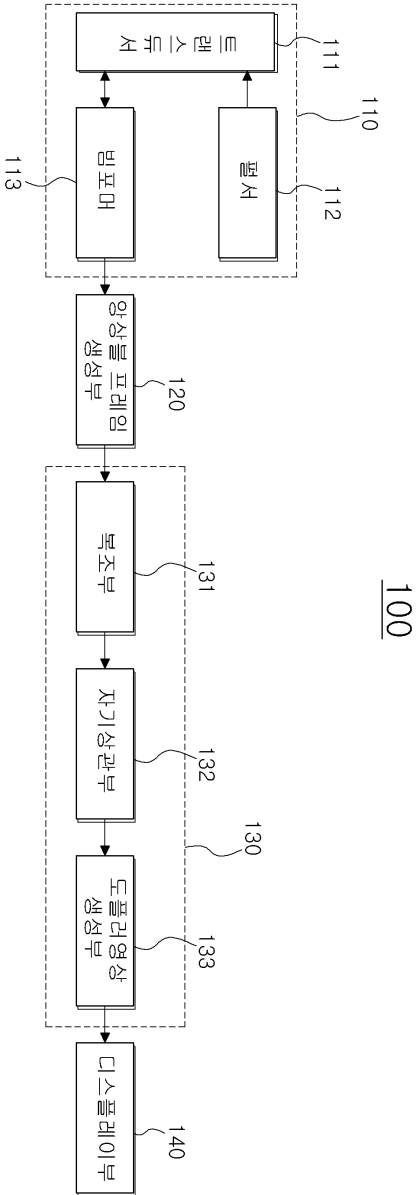


도면2

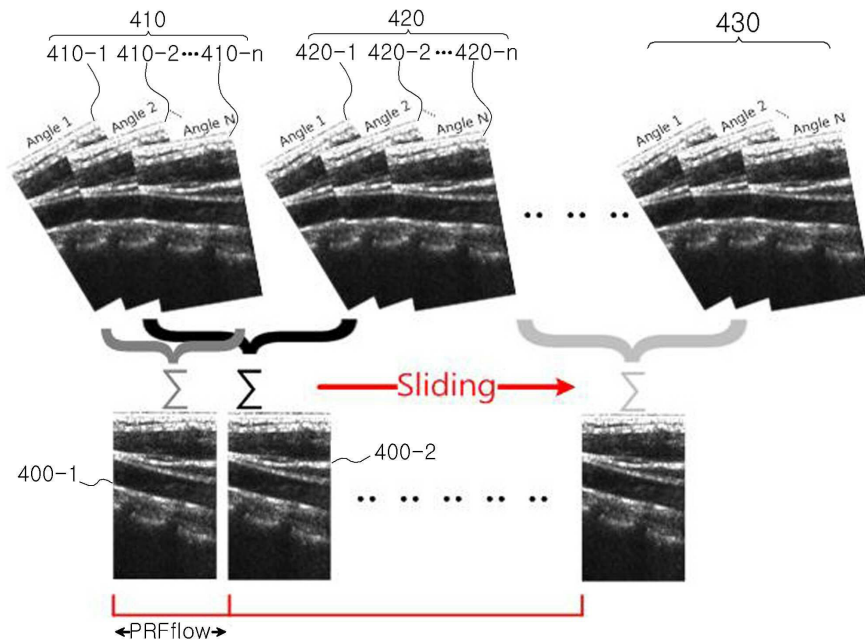
100



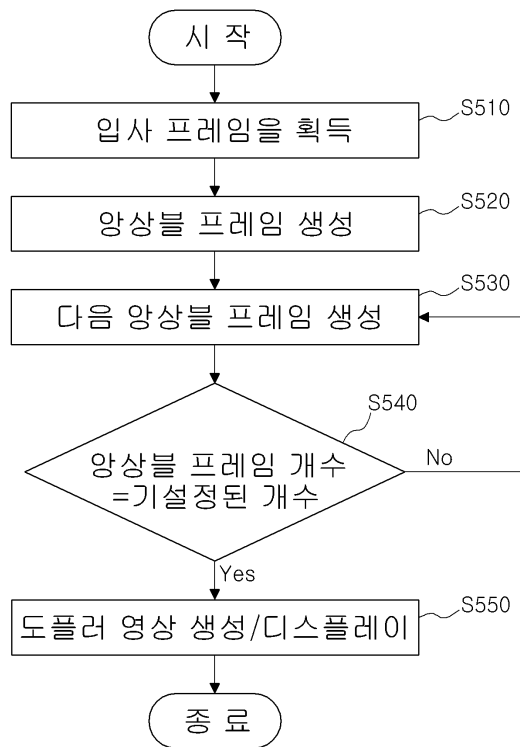
도면3



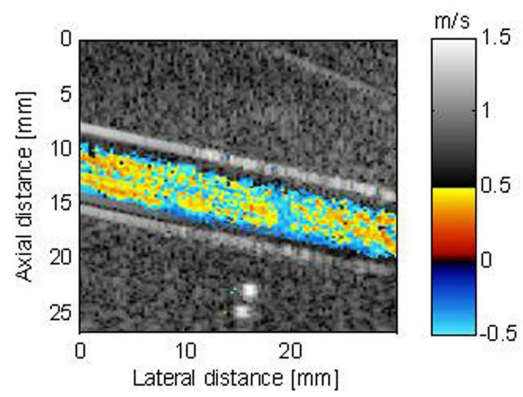
도면4



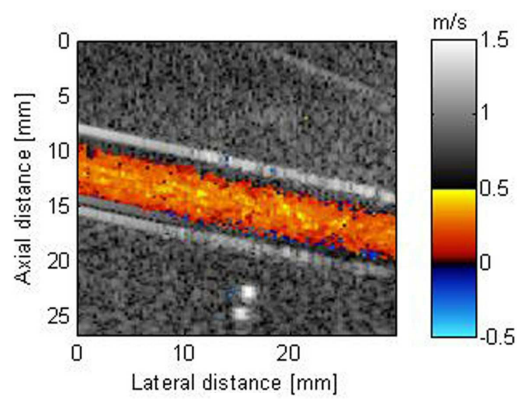
도면5



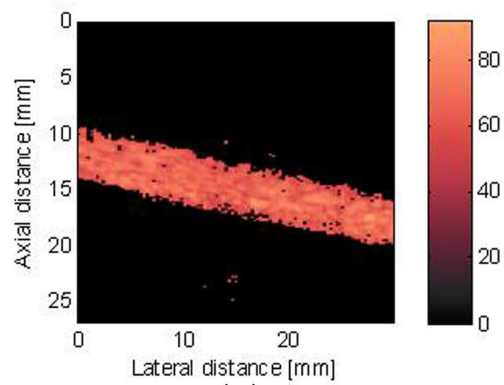
도면6a



(a)

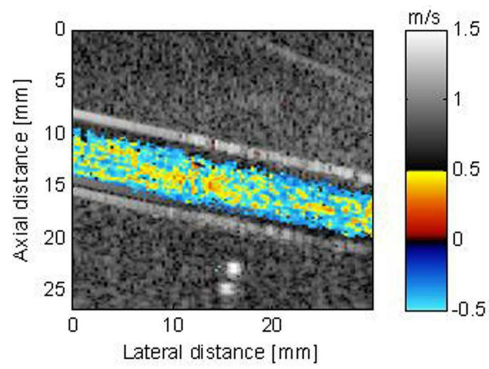


(b)

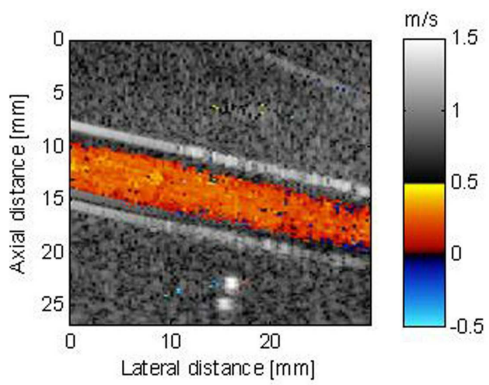


(c)

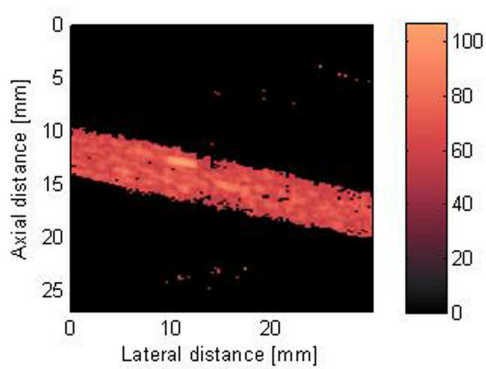
도면6b



(a)



(b)



(c)

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제7항의 두번째 줄

【변경전】

'상기 초음파 영상 장치는'

【변경후】

'상기 초음파 도플러 영상 장치는'

专利名称(译)	标题：超声多普勒成像装置及其控制方法		
公开(公告)号	KR101652727B1	公开(公告)日	2016-09-09
申请号	KR1020150054063	申请日	2015-04-16
[标]申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
当前申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
[标]发明人	YOO YANG MO 유양모 YEO SUN MI 여선미 HYOHEEKIM 김효희		
发明人	유양모 여선미 김효희		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/06 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/488 A61B8/06 A61B8/14 A61B8/5207		
代理人(译)	Jangwansu		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种超声多普勒成像装置的控制方法。超声波多普勒成像设备的控制方法被重复地发送的平面波在构成一组，以所述目标对象的预定数量，并且所述平面波是接收的步骤的回波信号从通过加入一个帧中获得的目标物体反射，对应于平面波除了合成帧生成的合奏帧的帧的输入预定数量的后续的接合工序中，首先进入构成该合奏帧的帧的入射预定数目的帧，进入最后的输入帧的下一个顺序的帧此外，使用以下重复步骤，以产生下面的合奏帧以产生一个集合帧和合奏帧的预定数目的包括生成多普勒图像的步骤，并显示所得到的多普勒成像。

100

