



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0028340
(43) 공개일자 2013년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) G06F 19/00 (2011.01)
G06T 5/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0091823
(22) 출원일자 2011년09월09일
심사청구일자 2011년09월09일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
장진호
서울특별시 양천구 신목로2길 11, 101동 302호 (신정동, 청구아파트)
송태경
서울특별시 종로구 평창동 롯데캐슬 로잔 106-402 (뫼면애 계속)
(74) 대리인
특허법인충현

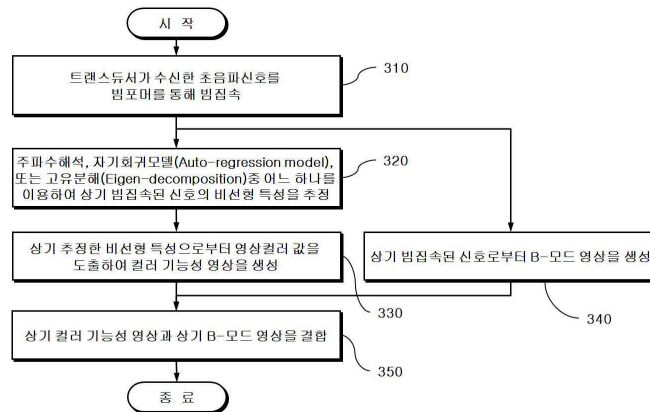
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 비선형 특성을 이용한 초음파영상 처리방법 및 초음파영상 처리장치

(57) 요약

본 발명은 초음파영상 처리방법에 관한 것으로서 트랜스듀서가 수신한 초음파신호를 빔포머를 통해 빔집속하는 단계, 주파수해석, 자기회귀모델(Auto-regression model), 또는 고유분해(Eigen-decomposition)중 어느 하나를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계, 상기 추정된 비선형 특성으로부터 영상컬러 값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성하는 단계, 상기 빔집속된 신호로부터 B-모드 영상을 생성하는 단계, 및 상기 컬러 기능성 영상과 상기 B-모드 영상을 결합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하며, 비선형특성을 이용하여 컬러 기능성 영상을 생성할 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

유양모

경기도 고양시 일산서구 일산3동 후곡3단지 307동
101호

유재석

서울특별시 영등포구 여의도동 은하아파트 D동 20
2호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10033726

부처명 지식경제부

연구사업명 산업원천기술개발사업

연구과제명 초음파 멀티 하모닉 영상 기술

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2009.06.01 ~ 2012.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

트랜스듀서가 수신한 초음파신호를 빔포머를 통해 빔집속하는 단계;

주파수해석, 자기회귀모델(Auto-regression model), 또는 고유분해(Eigen-decomposition)중 어느 하나를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계;

상기 추정한 비선형 특성으로부터 영상컬러 값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성하는 단계;

상기 빔집속된 신호로부터 B-모드 영상을 생성하는 단계; 및

상기 컬러 기능성 영상과 상기 B-모드 영상을 결합하는 단계를 포함하는 초음파영상 처리방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 주파수해석을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계는,

상기 빔집속된 신호에 고속푸리에변환(FFT)을 수행하는 단계; 및

파워 스펙트럼(Power Spectrum)를 이용하거나 또는 파워 스펙트럼(Power Spectrum)과 바이스펙트럼(Bi-Spectrum)을 함께 이용하여 상기 고속푸리에변환(FFT)을 수행한 신호로부터 비선형 특성을 추정하는 단계를 포함하는 초음파영상 처리방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 주파수해석을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 산출하는 단계는,

초음파신호의 진행에 따른 감쇄현상에 의해 중심주파수가 낮아지는 현상을 고려하여 기본(Fundamental) 주파수를 추정하는 단계를 더 포함하는 초음파영상 처리방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 자기회귀모델(Auto-regression model, AR)을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계는,

상기 빔집속된 신호를 AR Burg 모델링을 이용하여 2nd order AR 모델링하는 단계;

상기 2nd order AR의 두 개의 폴(pole)을 산출하는 단계; 및

상기 두 개의 폴(pole)을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계를 포함하는 초음파영상 처리방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 고유분해(Eigen-decomposition)를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계는,

상기 빔집속된 신호로부터 수정된 공분산 알고리즘(Modified covariance Algorithm)을 이용하여 행렬방정식을 산출하는 단계;

상기 행렬방정식으로부터 특이값분해(singular value decomposition)를 이용하여 고유값(Eigenvalue)을 산출하는 단계; 및

상기 고유값을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계를 포함하고,

상기 고유값 중 첫 번째 고유값은 기본 주파수 성분의 크기이고, 두 번째 고유값은 하모닉 주파수 성분의 크기인 것을 특징으로 하는 초음파영상 처리방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 빔집속된 신호의 촬영 깊이에 따른 감쇄에 대해 감쇄보상(attenuation compensation)을 수행하는 단계를 더 포함하는 초음파영상 처리방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 빔집속된 신호에 해밍 윈도우(Hamming window), 헨 윈도우(Hann window), 블랙맨 윈도우(Blackmann window) 중 어느 하나의 윈도우를 수행하는 단계를 더 포함하는 초음파영상 처리방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 윈도우를 수행할 때 영채우기(Zero padding)을 수행하는 단계를 더 포함하는 초음파영상 처리방법.

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

트랜스듀서가 수신한 초음파신호를 영상점에 빔집속하는 빔포머;

주파수해석, 자기회귀모델(Auto-regression model), 또는 고유분해(Eigen-decomposition)중 어느 하나를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하고, 상기 추정한 비선형 특성으로부터 영상컬러 값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성하는 컬러 기능성 영상화부;

상기 빔집속된 신호로부터 B-모드 영상을 생성하는 B-모드 영상화부; 및

상기 컬러 기능성 영상과 상기 B-모드 영상을 결합하는 영상결합부를 포함하는 초음파영상 처리장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 주파수해석을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 컬러 기능성 영상화부는,

상기 빔집속된 신호에 고속푸리에변환(FFT)을 수행하고, 파워 스펙트럼(Power Spectrum)를 이용하거나 또는 파워 스펙트럼(Power Spectrum)과 바이스펙트럼(Bi-Spectrum)을 함께 이용하여 상기 고속푸리에변환(FFT)을 수행한 신호로부터 비선형 특성을 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파영상 처리장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 자기회귀모델(Auto-regression model, AR)을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 컬러 기능성 영상화부는,

상기 빔집속된 신호를 AR Burg 모델링을 이용하여 2nd order AR 모델링하고, 상기 2nd order AR의 두 개의 폴(pole)을 산출하며, 상기 두 개의 폴(pole)을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파영상 처리장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 고유분해(Eigen-decomposition)를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 컬러 기능성 영상화부는,

상기 빔집속된 신호로부터 수정된 공분산 알고리즘(Modified covariance Algorithm)을 이용하여 행렬방정식을 산출하고, 상기 행렬방정식으로부터 특이값분해(singular value decomposition)를 이용하여 고유값(Eigenvalue)을 산출하고, 상기 고유값을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하며,

상기 고유값 중 첫 번째 고유값은 기본 주파수 성분의 크기이고, 두 번째 고유값은 하모닉 주파수 성분의 크기인 것을 특징으로 하는 초음파영상 처리장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

컬러 기능성 영상화부는,

상기 빔집속된 신호의 촬영 깊이에 따른 감쇄에 대해 감쇄보상(attenuation compensation)을 수행하는 감쇄보상부를 더 포함하는 초음파영상 처리장치.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

컬러 기능성 영상화부는,

상기 빔집속된 신호에 해밍 윈도우(Hamming window), 헨 윈도우(Hann window), 블랙맨 윈도우(Blackmann window) 중 어느 하나의 윈도우를 수행하는 윈도우수행부를 더 포함하는 초음파영상 처리장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 초음파영상 처리방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 비선형특성을 이용하여 컬러 기능성 영상을 생성할 수 있는 초음파영상 처리방법, 초음파영상 처리장치, 및 기록매체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 초음파 기술은 다양한 분야에서 이용되고 있다. 그 중 기능성 초음파 영상 기술은 손상 없이 피검체의 내부를 볼 수 있는 기술이다. 환자의 몸 내부 조직의 질병 진단을 위한 검사 등에 이용된다. 기존에는 해부학적 영상의 품질을 향상시키는데 주력했던 초음파기술들과 달리 조직의 특성을 검출하여 영상으로 표현하는 기술이 주목받고 있다. 조직의 특성을 검출하여 영상으로 표현하기 위해서 다양한 방법들이 이용되고 있으며, virtual touch tissue imaging 기술 또는 shearwave elastography 기술 등이 그 예다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 비선형특성을 이용하여 컬러 기능성 영상을 생성할 수 있는 초음파 영상 처리방법을 제공하는 것이다.

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 비선형특성을 이용하여 컬러 기능성 영상을 생성할 수 있는 초음파 영상 처리장치를 제공하는 것이다.

[0005] 또한, 상기된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 트랜스듀서가 수신한 초음파신호를 빔포머를 통해 빔집속하는

단계, 주파수해석, 자기회귀모델(Auto-regression model), 또는 고유분해(Eigen-decomposition)중 어느 하나를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계, 상기 추정된 비선형 특성으로부터 영상컬러 값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성하는 단계, 상기 빔집속된 신호로부터 B-모드 영상을 생성하는 단계, 및 상기 컬러 기능성 영상과 상기 B-모드 영상을 결합하는 단계를 포함하는 초음파영상 처리방법을 제공한다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 주파수해석을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계는, 상기 초음파신호에 FFT(Fast Fourier Transform)변환을 수행하는 단계, Power Spectrum를 이용하거나 또는 Power Spectrum과 Bi-Spectrum을 함께 이용하여 상기 FFT변환을 수행한 신호로부터 비선형 특성을 추정하는 단계를 포함하는 초음파영상 처리방법일 수 있다.

[0008] 또한, 상기 자기회귀모델(Auto-regression model, AR)을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계는, 상기 빔집속된 신호를 AR Burg 모델링을 이용하여 2nd order AR 모델링하는 단계, 상기 2nd order AR의 두 개의 폴(pole)을 산출하는 단계, 상기 두 개의 폴(pole)을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계를 포함하는 초음파영상 처리방법일 수 있다.

[0009] 나아가, 상기 고유분해(Eigen-decomposition)를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계는, 상기 빔집속된 신호로부터 수정된 공분산 알고리즘(Modified covariance Algorithm)을 이용하여 행렬방정식을 산출하는 단계, 상기 행렬방정식으로부터 특이값분해(singular value decomposition)를 이용하여 고유값(Eigenvalue)을 산출하는 단계, 상기 고유값을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계를 포함하고, 상기 고유값 중 첫 번째 고유값은 기본 주파수 성분의 크기이고, 두 번째 고유값은 하모닉 주파수 성분의 크기인 것을 특징으로 하는 초음파영상 처리방법일 수 있다.

[0010] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 트랜스듀서가 수신한 초음파신호를 영상점에 빔집속하는 빔포머, 주파수해석, 자기회귀모델(Auto-regression model), 또는 고유분해(Eigen-decomposition)중 어느 하나를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하고, 상기 추정된 비선형 특성으로부터 영상컬러 값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성하는 컬러 기능성 영상화부, 상기 빔집속된 신호로부터 B 모드 영상을 생성하는 B-mode 영상화부, 상기 컬러 기능성 영상과 상기 B 모드 영상을 결합하는 영상결합부를 포함하는 초음파영상 처리장치를 제공한다.

[0011] 상기 다른 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 상기된 초음파영상 처리방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면, 비선형특성을 이용하여 컬러 기능성 영상을 생성할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 경계면이 불분명한 조직의 병변을 검출할 수 있다. 나아가, 노이즈에 강한 비선형특성 추정방법을 이용함으로써, 정확한 기능성 영상을 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파영상 처리장치를 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 컬러 기능성 영상화부를 도시한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파영상 처리방법의 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 주파수해석을 이용하여 비선형 특성을 추정하는 방법의 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 자기회귀모델을 이용하여 비선형 특성을 추정하는 방법의 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 고유분해를 이용하여 비선형 특성을 추정하는 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파영상 처리방법은 트랜스듀서가 수신한 초음파신호를 빔포머를 통해 빔집속하는 단계, 주파수해석, 자기회귀모델(Auto-regression model), 또는 고유분해(Eigen-decomposition)중 어느 하나를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계, 상기 추정된 비선형 특성으로부터 영상컬러

값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성하는 단계, 상기 빔집속된 신호로부터 B-모드 영상을 생성하는 단계, 및 상기 컬러 기능성 영상과 상기 B-모드 영상을 결합하는 단계를 포함한다.

[0016] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[0017] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파영상 처리장치를 도시한 블록도이다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파영상 처리장치는 빔포머(110), 컬러 기능성 영상화부(120), B-모드 영상화부(130), 및 영상결합부(140)으로 구성된다. 컬러 기능성 영상화부(120)는 감쇄보상부(122)와 윈도우수행부(124)를 더 포함할 수 있다.

[0020] 초음파신호를 이용하여 촬영한 매질의 컬러 기능성 영상을 생성하기 위하여 매질의 비선형특성에 의해 발생하는 수신된 신호의 비선형특성을 이용한다. 매질로 송신된 초음파가 매질을 진행함에 따라, 상기 매질의 비선형특성에 의해 초음파에 왜곡이 발생하고, 송신 초음파 주파수의 정수배를 갖는 하모닉(Harmonic)성분들이 발생하게 된다. 상기 하모닉(Harmonic)성분을 검출하여 생성하는 영상을 하모닉영상이라고 한다. 발생하는 하모닉 성분과 수신 신호의 기본 주파수 성분의 크기의 비율은 매질의 비선형특성을 나타내는 요소인 B/A Ratio에 비례한다. 큰 B/A Ratio를 갖는 매질을 초음파가 진행하게 되면 더 큰 에너지의 하모닉 성분들이 발생한다. 상기 B/A Ratio는 인체 장기마다 다른 값을 가지고 있으며, 같은 장기라도 질병 유무에 따라 다르다. 따라서, 단위 거리당 수신 신호의 기본 주파수 성분 대비 하모닉 성분이 발생한 정도를 이용하여 B/A Ratio가 다른 매질을 구분할 수 있다. 수신한 신호로부터 비선형특성을 추정하고, 상기 추정된 비선형특성을 이용하여 컬러 기능성 영상을 생성한다. 상기 생성된 컬러 기능성 영상을 흑백 해부학적 영상인 B-모드 영상과 결합하여 하나의 영상을 생성한다.

[0021] 빔포머(110)는 트랜스듀서가 수신한 초음파신호를 영상점에 빔집속한다.

[0022] 보다 구체적으로, 비선형특성을 추정하기 위한 충분한 신호를 얻기 위하여 트랜스듀서가 수신한 초음파신호를 빔포머(110)를 거쳐 얻어진 빔집속된 라디오 주파수 대역의 신호를 이용하여 비선형 특성을 추정하게 된다.

[0023] 컬러 기능성 영상화부(120)는 주파수해석, 자기회귀모델(Auto-regression model), 또는 고유분해(Eigen-decomposition)중 어느 하나를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하고, 상기 추정된 비선형 특성으로부터 영상컬러 값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성한다.

[0024] 보다 구체적으로, 컬러 기능성 영상은 경계면이 불분명한 조직의 병변을 검출하기 위하여 서로 다른 조직을 다른 컬러로 나타내는 영상이다. 상기 컬러 기능성 영상을 생성하기 위하여 신호의 비선형특성을 이용한다. 빔포머(110)가 변환한 신호의 비선형 특성인 B/A Ratio를 추정하기 위하여 생체 조직의 B/A Ratio에 따라 하모닉 주파수(Harmonic Frequency) 성분의 발생 비율이 달라지는 것을 이용한다. 즉, 수신된 초음파 신호의 기본 주파수(Fundamental Frequency) 성분과 하모닉 주파수 성분의 비율을 이용하여 B/A Ratio를 추정한다. B/A Ratio를 구하는 식은 파동방정식으로부터 구할 수 있다.

[0025] 빔의 진행을 나타내는 파동방정식은 다음 수학적 1과 같다.

수학적 1

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma}{\partial x} \quad \rho: \text{density of medium}, x: \text{propagation distance}, \sigma: \text{stress}, u: \text{displacement}$$

[0026]

[0027] 한편, 비선형특성을 나타내는 정의인 Hooke(후크)의 법칙(수학식 2)와 Strain의 정의(수학식 3)은 다음과 같다.

수학식 2

[0028] $\sigma = E\varepsilon(1 + \beta\varepsilon + \dots)$ E : Young's Modulus, ε : strain, β : nonlinear parameter

수학식 3

[0029]
$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = E \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2E\beta \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial x}$$

 ρ : density of medium, x : propagation distance, σ : stress, u : displacement, E : Young's Modulus, β : Nonlinear Parameter

[0030] 상기 수학식 2와 수학식 3을 수학식 1에 대입하면 다음 수학식 4와 같다.

수학식 4

[0031]
$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = E \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2E\beta \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial x}$$

 ρ : density of medium, x : propagation distance, σ : stress, u : displacement, E : Young's Modulus, β : Nonlinear Parameter

[0032] 상기 수학식 4의 섭동이론(Perturbation theory)를 이용하여 풀어내면 다음 수학식 5를 구할 수 있다.

수학식 5

[0033]
$$\beta' = \frac{k^2}{8} \beta = \frac{A}{A_1^2 x}$$

[0034] 상기 k는 wave number로 상수로 볼 수 있으므로, B/A Ratio는 하모닉 주파수의 성분에 대한 기본 주파수 성분의 제곱과 진행거리와의 곱의 비율로 나타낼 수 있다.

[0035] 상기 수학식 5를 이용하여 B/A Ratio에 대한 다음 수학식 6을 산출할 수 있다.

수학식 6

[0036]
$$B / A = \frac{A_2}{A_1^2 x}$$

[0037] 상기 A_1 은 기본 주파수 성분이고, A_2 는 하모닉 주파수 성분이다. 실제 해석에 있어서는 경우에 따라, 상기 수학식 6에 나타난 A_2/A_1^2 대신 A_2/A_1 를 이용할 수도 있다.

[0038] 상기 수학식 6의 해인 비선형특성을 추정하기 위하여 주파수해석, 자기회귀모델(Auto-regression model), 또는 고유분해(Eigen-decomposition) 중 하나의 방법을 이용할 수 있다. 상기 세 가지 방법에 대해서는 도 3 내지 도 6에 대한 상세한 설명에서 자세히 다루도록 한다.

[0039] 컬러 기능성 영상화부(120)는 상기 추정된 비선형 특성으로부터 영상컬러 값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성한다.

[0040] 보다 구체적으로, 앞서 언급한 바와 같이 컬러 기능성 영상화부는 컬러 기능성 영상을 생성한다. 비선형 특성인

B/A Ratio값에 따라 영상 컬러값을 다르게 설정하여 상기 비선형 특성에 따라 다른 컬러로 표현되는 컬러 기능성 영상을 생성한다. B/A Ratio 값을 0부터 100에 대응되도록 정량화하여 0일때 지정된 빨간색으로 100일때 지정된 파란색으로하여 영상 컬러값을 설정할 수 있다. 정량화의 방법은 다양하게 할 수 있으며, 컬러값 또한 다르게 설정할 수 있다. 영상 매질에 따라 비선형특성이 다른 특성을 이용하여, 컬러를 다르게 표시함으로써 쉽게 매질을 파악할 수 있는 영상을 생성한다.

- [0041] 또한, 컬러 기능성 영상화부(120)는 감쇄보상부(122)를 더 포함할 수 있다. 감쇄보상부(122)는 빔포머(110)에서 빔집속된 신호의 촬영 깊이에 따른 감쇄에 대해 감쇄보상(Attenuation compensation)을 수행한다.
- [0042] 보다 구체적으로, 수학식 6은 촬영 깊이에 따른 감쇄를 무시한 것으로, 실제로는 깊이에 따른 감쇄에 의해서 초음파가 진행할수록 추정 오차가 커지게 된다. 감쇄는 매질의 종류, 사용되는 초음파의 주파수, 또는 초음파의 진행 길이에 따라 달라진다. 정확한 신호의 비선형특성을 파악하기 위해서는 상기 감쇄에 대한 보상을 수행하여야 한다. 상기 감쇄보상은 초음파의 진행길이와 주파수에 따라 임의의 감쇄계수를 부여하여 보상하는 방법 또는 수신한 RF신호의 감쇄에 의해 발생하는 중심주파수의 변화를 측정하여 추정된 감쇄를 보상하는 방법으로 수행될 수 있다. 상기 방법들 이외에도 다양한 감쇄보상방법들이 이용될 수 있다.
- [0043] 나아가, 컬러 기능성 영상화부(120)는 윈도우수행부(124)를 더 포함할 수 있다. 윈도우수행부(124)는 빔포머(110)에서 빔집속된 신호에 해밍 윈도우(Hamming window), 헨 윈도우(Hann window), 블랙맨 윈도우(Blackmann window)등 여러 윈도우 함수들 중 어느 하나를 선택하여 윈도우를 수행한다.
- [0044] 보다 구체적으로, 초음파신호는 에코 시그널을 이용하기 때문에 신호가 연속적으로 수신된다. 하지만, 각 위치의 특성을 구분하기 위해서, 짧은 일정 길이의 신호를 선택하여 비선형 특성을 추정하여 값을 대응시킨다. 이때, 신호를 취득한 길이의 좌, 우측에 비연속성이 발생하여 주파수 특성이 나빠지기 때문에 상기 누설오차를 줄이고 주파수 특성을 좋게 할 필요가 있다. 상기 주파수 특성을 좋게 하기 위하여 윈도우를 수행한다. 상기 윈도우는 해밍 윈도우(Hamming window), 헨 윈도우(Hann window), 블랙맨 윈도우(Blackmann window) 중 어느 하나를 수행할 수 있다. 또는 다른 윈도우를 이용하여 윈도우를 수행할 수 있다.
- [0045] 윈도우를 수행할 때, 영채우기(Zero padding)을 수행할 수 있다. 영 채우기는 자료의 개수가 N인 시계열 함수를 고속푸리에변환을 할 때, $N+M$ 이 $2N$ 이 되도록 M개의 0을 시계열에 추가하는 것으로써 해상도를 올리기 위해 수행한다.
- [0046] B-모드 영상화부(130)는 빔포머(110)에서 변환한 신호로부터 B-모드 영상을 생성한다.
- [0047] 보다 구체적으로, B-모드 영상은 초음파를 이용하여 피검체의 횡단면을 찍어내는 영상이다. 반사 에코가 강한 부분과 약한 부분을 밝기의 차이로 나타낸다. 즉, B-모드 영상은 흑백의 해부학적 영상이고, B-모드 영상화부(130)는 B-모드 영상을 생성한다.
- [0048] 영상결합부(140)는 상기 컬러 기능성 영상과 상기 B-모드 영상을 결합한다.
- [0049] 보다 구체적으로, 컬러 기능성 영상화부(120)가 생성한 컬러 기능성 영상과 B-모드 영상화부(130)가 생성한 B-모드 영상을 결합한다. 상기 언급한 바와 같이 B-모드 영상은 흑백의 해부학적 영상으로 컬러가 아니기 때문에 영상으로부터 매질의 경계를 쉽게 파악하기 어렵다. 상기 영상을 결합하기 위하여 상기 흑백 해부학적 영상에 컬러 기능성 영상을 오버레이시킬 수 있다. 상기 흑백 해부학적 영상에 컬러 기능성 영상을 오버레이시켜 영상을 파악하기 쉬운 영상을 생성할 수 있다. 상기 흑백 해부학적 영상과 컬러 기능성 영상을 디지털 스캔컨버전과 오버레이시킬 수 있다.
- [0050] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 컬러 기능성 영상화부를 도시한 블록도이다.
- [0051] 본 발명의 다른 실시예에 따른 컬러 기능성 영상화부(120)는 밴드패스필터(121), 감쇄보상부(122), 샘플선택부(123), 윈도우수행부(124), 비선형특성추정부(125)로 구성될 수 있다. 상기 감쇄보상부(122), 윈도우수행부(124)는 도 1의 상세한 설명에 대응하는바 도 1의 설명으로 대신한다.
- [0052] 밴드패스필터(121)는 비선형특성을 추정하는데 필요한 주파수 영역대의 신호만을 출력한다. 비선형특성을 추정하기 위해선 기본주파수와 하모닉 주파수가 필요한바, 상기 기본주파수를 중심으로 일정 대역폭의 신호를 출력할 수 있다. 상기 출력된 신호에 감쇄보상부(122)가 깊이에 따른 감쇄에 대해 감쇄보상을 수행한다. 샘플선택부(123)는 감쇄보상이 이루어진 신호에서 비선형특성을 추정할 샘플을 선택한다. 윈도우수행부(124)는 선택된 샘플에 대해 윈도우를 수행한다. 비선형특성추정부는 상기 윈도우 수행된 신호의 비선형특성을 추정한다.

- [0053] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파영상 처리방법의 흐름도이다.
- [0054] 310단계는 트랜스듀서가 수신한 초음파신호를 빔포머를 통해 빔집속하는 단계이다.
- [0055] 보다 구체적으로, 비선형특성을 추정하기 위해 충분한 신호를 얻기 위하여 트랜스듀서가 수신한 초음파신호를 빔집속하고, 상기 빔집속한 초음파신호로부터 비선형특성을 추정하기 적합하도록 라디오 주파수 대역의 신호로 변환한다.
- [0056] 320단계는 주파수해석, 자기회귀모델(Auto-regression model), 또는 고유분해(Eigen-decomposition)중 어느 하나를 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계이다.
- [0057] 보다 구체적으로, 상기 310단계에서 변환한 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계이다. 주파수해석, 자기회귀모델(Auto-regression model), 또는 고유분해(Eigen-decomposition)중 어느 하나를 이용하여 수학적 6의 해를 구하여 비선형 특성인 B/A Ratio를 산출하는 단계이다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 4 내지 도 6에 대한 상세한 설명에서 자세히 하도록 한다.
- [0058] 330단계는 상기 추정한 비선형 특성으로부터 영상컬러 값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성하는 단계이다.
- [0059] 보다 구체적으로, 320단계에서 추정한 비선형 특성으로부터 영상컬러 값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성한다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 1의 컬러 기능성 영상화부(120)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1의 컬러 기능성 영상화부(120)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0060] 340단계는 상기 빔집속된 신호로부터 B-모드 영상을 생성하는 단계이다.
- [0061] 보다 구체적으로, 310단계에서 빔집속된 신호로부터 흑백 해부학적 영상인 B-모드 영상을 생성하는 단계이다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 1의 B-모드 영상화부(130)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1의 B-모드 영상화부(130)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0062] 350단계는 상기 컬러 기능성 영상과 상기 B-모드 영상을 결합하는 단계이다.
- [0063] 보다 구체적으로, 330단계에서 생성한 컬러 기능성 영상과 340단계에서 생성한 B-모드 영상을 결합하는 단계이다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 1의 영상결합부(140)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1의 영상결합부(140)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0064] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 주파수해석을 이용하여 비선형 특성을 추정하는 방법의 흐름도이다.
- [0065] 410단계는 상기 빔집속된 신호에 고속푸리에변환(FFT)을 수행하는 단계이다.
- [0066] 보다 구체적으로, 310단계에서 빔집속된 신호에 고속푸리에변환을 수행하는 단계이다. 트랜스듀서가 수신하는 신호를 이용하여 각 위치의 비선형 특성을 추정해야 하기 때문에 짧은 일정 구간 신호만을 선택하여 푸리에변환을 수행해야 하므로 상기 310단계에서 빔집속된 신호에 윈도우를 수행한 후 고속푸리에변환을 수행한다.
- [0067] 420단계는 파워 스펙트럼(Power Spectrum)를 이용하거나 또는 파워 스펙트럼(Power Spectrum)과 바이스펙트럼(Bi-Spectrum)을 함께 이용하여 상기 고속푸리에변환(FFT)을 수행한 신호로부터 비선형 특성을 추정한다. 고속푸리에변환을 $X(f)$ 라고 하면 파워 스펙트럼(Power Spectrum) $P(f)$ 는 다음 수학적 7과 같고 바이스펙트럼(Bi-Spectrum) $B(F_1, F_2)$ 다음 수학적 8과 같다.

수학적 7

$$P(f) = \frac{|X(f)|^2}{N^2}$$

[0068]

수학식 8

$$B(f, f) = \frac{X(f)X(f)X(f+f)}{N}$$

[0069]

[0070] 상기 파워스펙트럼(수학식 7)으로부터 비선형특성인 B/A Ratio를 다음 수학식 9와 같이 구할 수 있다.

수학식 9

$$B/A = \frac{A_2}{A_1^2 x} = \frac{|P(2f_0)|}{|P(f_0)|^2 x} \quad (\text{where, } A_1 \cos(2\pi f_0 t) + A_2 \cos(2\pi(2f_0)t))$$

[0071]

[0072] 상기 파워스펙트럼(수학식 7)과 바이스펙트럼(수학식 8)으로부터 비선형특성인 B/A Ratio를 다음 수학식 10과 같이 구할 수 있다.

수학식 10

$$B/A = \frac{A_2}{A_1^2 x} = \frac{|B(f_0, f_0)|}{|P(f_0)|^2 x} \quad (\text{where, } A_1 \cos(2\pi f_0 t) + A_2 \cos(2\pi(2f_0)t))$$

[0073]

[0074] 수학식 10과 같이 파워스펙트럼과 바이스펙트럼을 함께 이용하는 것이 수학식 9와 같이 파워스펙트럼만을 이용하는 것보다 노이즈에 강하다. 보다 정확한 추정을 위해선 윈도우를 수행하여 주파수 평활화(Frequency Smoothing)를 수행하기도 한다. 고속푸리에변환을 수행한 신호로부터 상기 파워스펙트럼과 바이스펙트럼을 이용하여 상기 B/A Ratio를 추정한다. 간략화하여 A_2/A_1^2 대신 A_2/A_1 를 이용할 수도 있다.

[0075] 수학식 9와 10으로부터 f_0 를 추정할 때, 초음파신호의 진행에 따른 감쇄현상에 의해 중심주파수가 낮아지는 현상을 고려하여 기본 주파수를 추정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 초음파 신호는 진행에 따라 매질에 의한 감쇄 현상이 일어나 영상을 획득하는 깊이가 깊어질수록 중심주파수가 점점 낮아지는 다운시프팅(Down Shifting)현상이 나타나는데 상기 다운시프팅현상을 무시할 수도 있고, 다운시프팅현상을 고려하여 비선형특성을 추정할 수도 있다.

[0076] 먼저 다운시프팅현상을 무시하는 경우에는 기본주파수를 송신 중심 주파수 값으로 설정하고, 하모닉 주파수는 송신주파수의 2배의 값으로 할 수 설정할 수 있다. 이 경우, 다운시프팅현상을 고려하지 않기 때문에 계산이 단순하나 정확도가 떨어진다.

[0077] 다음으로 다운시프팅현상을 고려하면 초음파신호의 진행에 따라 주파수가 계속 변하기 때문에 주파수변화를 추정하여야 한다. 주파수변화를 추정하는 방법에는 세 가지 방법이 있다. 첫 번째 방법으로 감쇄계수를 사용하여 미리 설정된 중심 주파수의 변화 커브를 이용하여 추정하는 방법, 두 번째 방법으로 파워스펙트럼의 피크값을 찾는 방법, 세 번째 방법으로 바이스펙트럼의 피크값을 찾는 방법이 있다. 주파수해석을 이용하여 비선형특성을 추정하는 방법에서는 이미 파워스펙트럼 또는 바이스펙트럼의 피크값을 알 수 있기 때문에 두 번째 방법과 세 번째 방법을 사용하는 것이 유리하고 정확한 추정이 된다.

[0078] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 자기회귀모델을 이용하여 비선형 특성을 추정하는 방법의 흐름도이다.

[0079] 자기회귀모델 중 2nd order AR 모델을 이용하면 두 개의 폴을 가진 시스템함수를 추정할 수 있고, 상기 두 폴을 이용하여 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분을 알 수 있는바, 자기회귀모델을 이용하여 비선형특성을 추정할 수 있다.

[0080] 510단계는 상기 빔집속된 신호를 AR Burg 모델링을 이용하여 2nd order AR 모델링하는 단계이다.

[0081] 보다 구체적으로, 310단계에서 빔집속된 신호를 AR Burg 모델링을 이용하여 2nd order AR 모델링한다. 자기회귀 모델을 이용하여 2nd order AR 모델링한 함수를 나타내면 다음 수학식 11과 같다.

수학식 11

$$y(e) = \sum_{n=1}^2 a_n y(e-n)$$

[0082]

[0083] a_n 은 n 번째 이전의 AR계수이고 본 단계에서는 AR Burg 모델링을 이용하여 상기 a_n 을 구한다.

[0084] 520단계는 상기 2nd order AR의 두 개의 폴(pole)을 산출하는 단계이다.

[0085] 보다 구체적으로, 상기 510단계에서 수학식 11을 이용하여 구한 2nd order AR의 두 개의 폴을 구하는 단계이다. 상기 2nd order AR의 폴을 산출하면 다음 수학식 12와 같다.

수학식 12

$$P_{1,2} = \frac{a_1 \pm \sqrt{a_1^2 + 4a_2}}{2}$$

[0086]

[0087] 530단계는 상기 두 개의 폴을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계이다.

[0088] 보다 구체적으로, 520단계에서 산출한 두 개의 폴(pole)을 이용하여 310단계에서 빔집속된 신호의 비선형 특성인 B/A Ratio를 구하는 단계이다. 상기 두 개의 폴 중 하나는 기본 주파수 성분에 해당하고 나머지 하나는 하모닉 주파수 성분에 해당한다. 상기 두 개의 폴의 절대값의 비율을 이용하여 비선형특성인 B/A Ratio를 다음 수학식 13과 같이 구할 수 있다.

수학식 13

$$B/A = \frac{A_2}{A_1^2 x} = \frac{|P_2|}{|P_1|^2 x}$$

[0089]

[0090] 간략화하여 A_2/A_1^2 대신 A_2/A_1 를 이용할 수도 있다.

[0091] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 고유분해를 이용하여 비선형 특성을 추정하는 방법의 흐름도이다.

[0092] 고유분해의 경우 두 개 파워의 절대적인 정량적인 결과가 아닌 상대적인 값을 알 수 있다. 비선형특성을 추정하기 위해선 기본주파수 성분과 하모닉주파수 성분의 비율을 이용하는바, 고유분해를 이용하여 비선형특성을 추정할 수 있다.

[0093] 610단계는 상기 빔집속된 신호로부터 수정된 공분산 알고리즘(Modified covariance Algorithm)을 이용하여 행렬 방정식을 산출하는 단계이다.

[0094] 보다 구체적으로, 310단계에서 빔집속된 신호로부터 수정된 공분산 알고리즘(Modified covariance Algorithm)을 이용하여 행렬방정식을 산출한다. 상기 신호를 수정된 공분산 알고리즘을 수행하여 상기 빔집속된 신호를 연관된 행렬과 함께 행렬방정식으로 나타내면 다음 수학식 14와 같다.

수학식 14

$$R_Y = R_c + R_f + \sigma_n^2 I$$

[0095]

[0096] 620단계는 상기 행렬방정식으로부터 특이값분해(singular value decomposition)를 이용하여 고유값(Eigenvalue)을 산출하는 단계이다.

[0097] 보다 구체적으로, 상기 수학식 14의 행렬방정식으로부터 특이값분해(singular value decomposition)를 이용하여 고유값(Eigenvalue)을 산출한다. 행렬방정식을 특이값분해를 하면 직교행렬, 대각행렬, 및 유니터리행렬의 곱으로 나타낼 수 있다. 상기 R_Y 를 특이값분해하면 다음 수학식 15와 같다.

수학식 15

$$R_Y = USV^*$$

[0098]

[0099] 상기 고유값은 수학식 15의 대각행렬인 행렬S로부터 구할 수 있다. 고유값(λ)은 다음 수학식 16의 해가 되는 값이다.

수학식 16

$$|S - \lambda E| = 0$$

[0100]

[0101] 630단계는 상기 고유값을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정하는 단계이다.

[0102] 보다 구체적으로 620단계에서 산출한 고유값을 이용하여 상기 빔집속된 신호의 비선형 특성을 추정한다. 상기 고유값(λ) 중 첫 번째 고유값(λ_1)은 기본주파수의 크기를 나타내고, 두 번째 고유값(λ_2)은 하모닉 주파수의 크기를 나타내므로 상기 두 고유값의 비율을 이용하여 비선형특성인 B/A Ratio를 다음 수학식 17과 같이 구할 수 있다.

수학식 17

$$B/A = \frac{A_2}{A_1^2 x} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1^2 x}$$

[0103]

[0104] 간략화하여 A_2/A_1^2 대신 A_2/A_1 를 이용할 수도 있다.

[0105] 도 4 내지 도 6의 방법에 이외에도 비선형특성인 B/A Ratio를 추정할 수 있는 다른 방법들이 이용될 수 있다. 상기 추정된 비선형 특성으로부터 영상컬러 값을 도출하여 컬러 기능성 영상을 생성한다. 상기 컬러 기능성 영상을 B-모드 영상과 오버레이시켜 결합함으로써 조직의 특성을 쉽게 알 수 있도록 하는 영상을 생성한다.

[0106] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체

(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0107] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

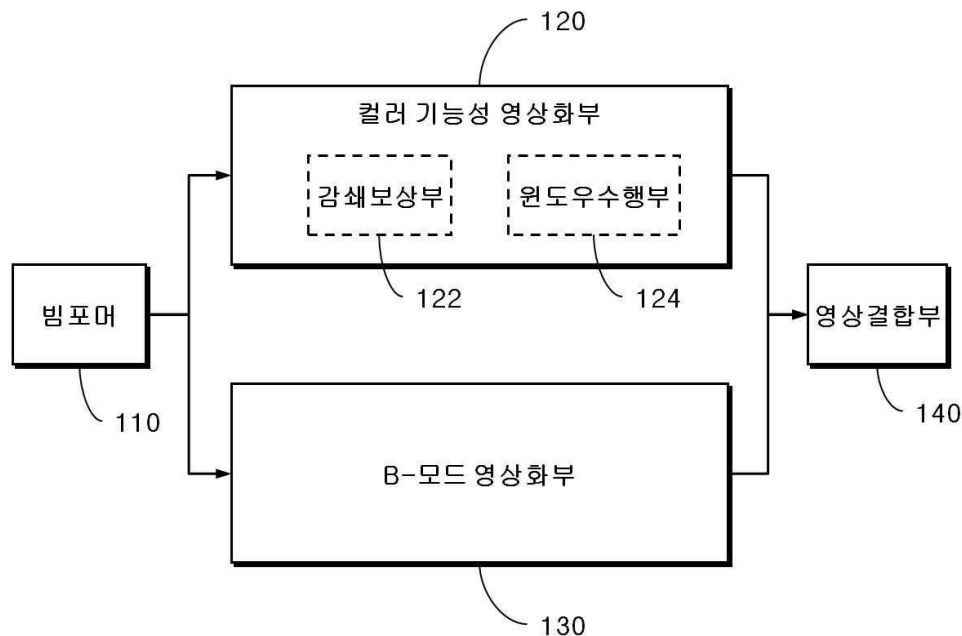
[0108] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

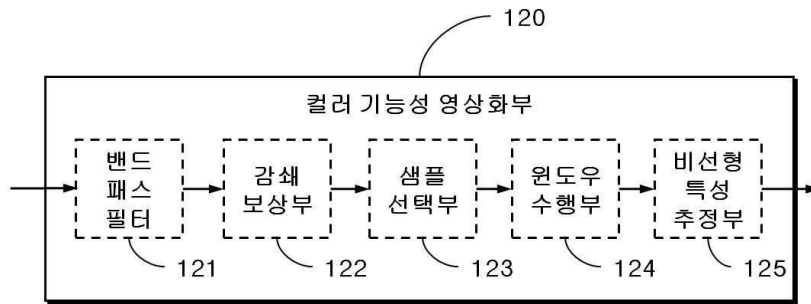
[0109] 110: 빔포머
120: 컬러 기능성 영상화부
121: 밴드패스필터
122: 감쇄보상부
123: 샘플선택부
124: 윈도우수행부
125: 비선형특성추정부
130: B-모드 영상화부
140: 영상결합부

도면

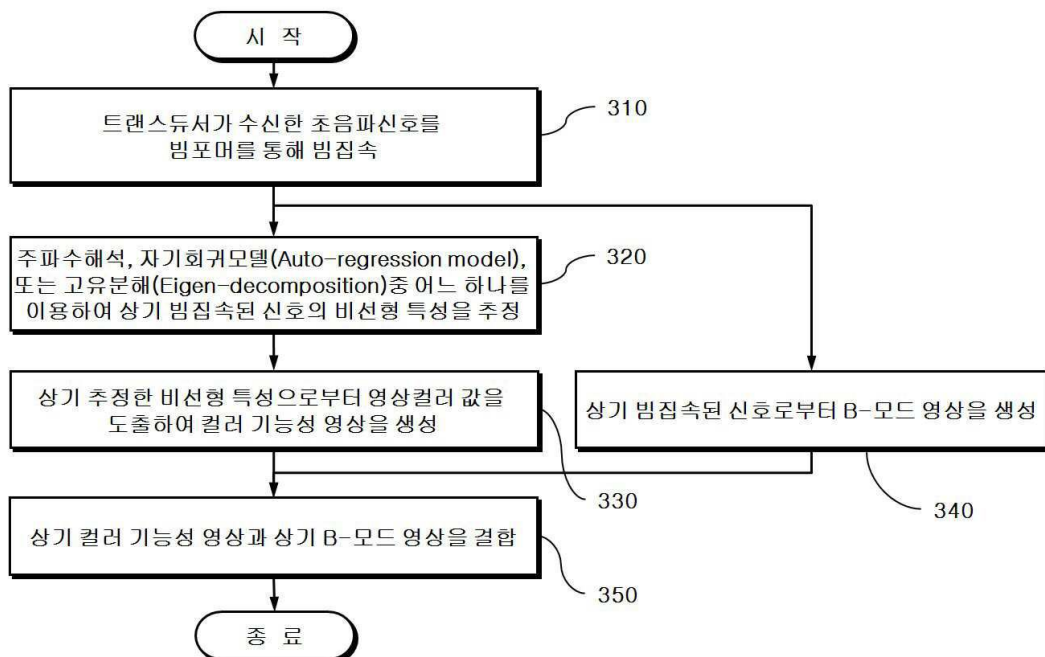
도면1



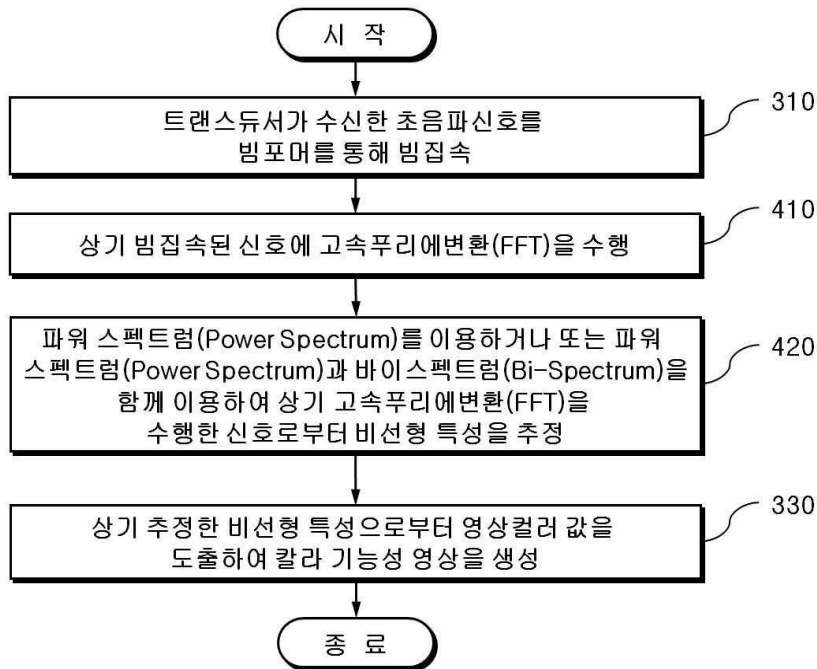
도면2



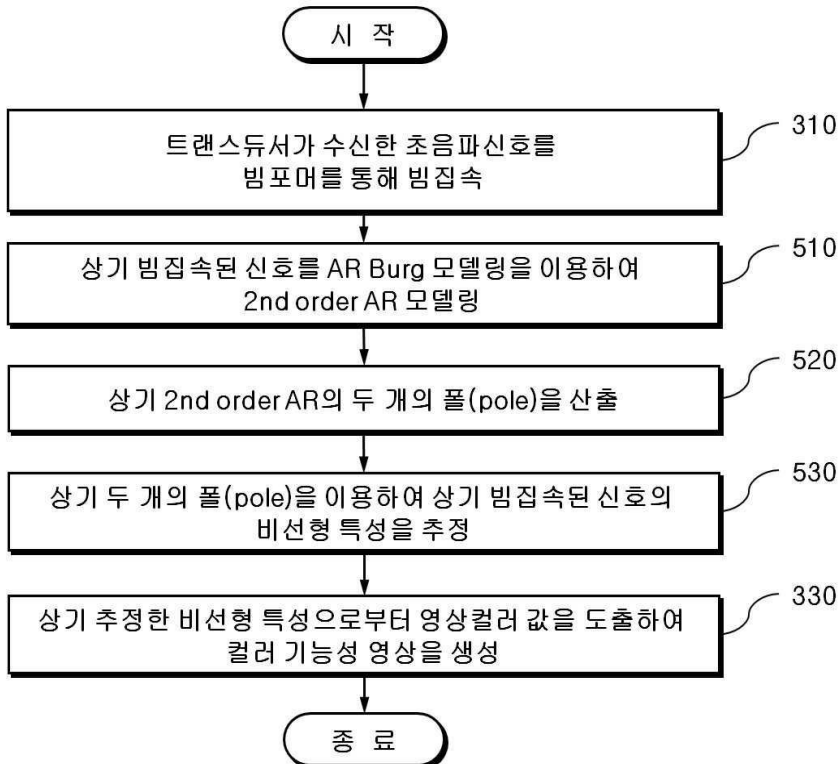
도면3



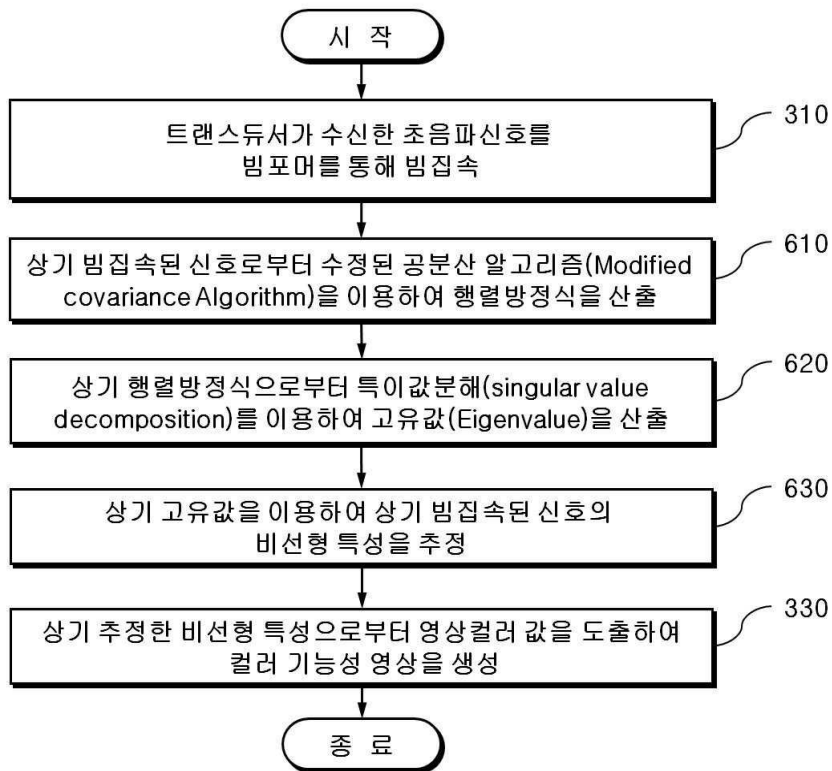
도면4



도면5



도면6



专利名称(译)	超声图像处理方法和使用非线性特征的超声图像处理装置		
公开(公告)号	KR1020130028340A	公开(公告)日	2013-03-19
申请号	KR1020110091823	申请日	2011-09-09
[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	CHANG JIN HO 장진호 SONG TAI KYONG 송태경 YOO YANG MO 유양모 YOU JAE SEOK 유재석		
发明人	장진호 송태경 유양모 유재석		
IPC分类号	A61B8/00 G06F19/00 G06T5/00		
CPC分类号	A61B8/5246 G01S7/52085 G06F19/00		
其他公开文献	KR101312312B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声图像处理方法和超声图像处理方法技术领域本发明涉及一种超声图像处理方法，更具体地，涉及一种超声图像处理方法和超声图像处理方法，该方法包括通过波束形成器对换能器接收的超声信号进行波束组合的步骤，频率分析，自回归模型，使用计算的非线性特性估计光束会聚信号的非线性特性，通过从估计的非线性特性导出图像颜色值产生颜色功能图像，从光束会聚信号产生B模式图像，并且组合颜色功能图像和B模式图像。非线性特性可以用于生成颜色功能图像。

