



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0066629

(43) 공개일자 2015년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 8/00 (2006.01) G06T 5/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0151336

(22) 출원일자 2013년12월06일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

박성찬

경기도 수원시 영통구 영통2동 벽적골9단지아파트

강주영

경기 용인시 기흥구 용구대로2469번길 20, 617호

(보정동, 자이아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인세림

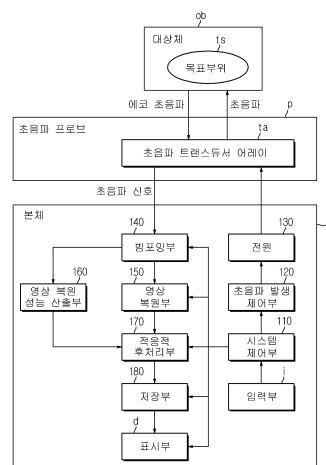
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 초음파 영상 장치 및 그 제어방법

(57) 요약

하나 또는 그 이상의 빔포밍된 초음파 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원부; 빔포밍된 초음파 영상 및 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보에 기초하여 영상 복원 성능을 추정하는 영상 복원 성능 추정부; 및 추정된 영상 복원 성능에 기초하여 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리를 수행하는 적응적 후처리부를 포함함으로써, 복원 영상의 해상도 뿐만 아니라 신호대잡음비(SNR) 역시 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김규홍

서울 강남구 남부순환로363길 30, 103동 1202호 (도곡동, 쌍용예가아파트)

김정호

경기 용인시 수지구 심곡로 16, 503동 903호 (상현동, 금호베스트빌5차아파트)

박수현

경기 화성시 동탄지성로 42, 222동 604호 (반송동, 시범한빛마을동탄아이파크아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

하나 또는 그 이상의 빔포밍된 초음파 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원부;

상기 빔포밍된 초음파 영상 및 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보에 기초하여 영상 복원 성능을 추정하는 영상 복원 성능 추정부; 및

상기 추정된 영상 복원 성능에 기초하여 상기 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리를 수행하는 적응적 후처리부를 포함하는 초음파 영상 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보는 영상 복원 파라미터 및 시간 이득 보상값(TGC) 중 적어도 하나인 초음파 영상 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 영상 복원 성능 추정부는 대상체 내 목표 부위의 깊이에 따라 상기 영상 복원 성능을 추정하는 초음파 영상 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 영상 복원 성능 추정부는 대상체 내 목표 부위의 영역에 따라 상기 영상 복원 성능을 추정하는 초음파 영상 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 영상 복원부는:

상기 빔포밍된 초음파 신호에 대한 정확산 함수를 추정하는 정확산 함수 추정부; 및

상기 추정된 정확한 함수에 기초하여 상기 빔포밍된 초음파 신호에 대한 영상 복원을 수행하는 디컨벌루션부를 포함하는 초음파 영상 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리는 상기 디컨벌루션부에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠 과정인 초음파 영상 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 적응적 후처리부는 안티 에일리어싱 필터(anti-aliasing filter) 또는 스펙클 감소 필터(speckle reduction filter) 중 어느 하나인 초음파 영상 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 적응적 후처리가 수행된 결과 영상을 표시하는 표시부를 더 포함하는 초음파 영상 장치.

청구항 9

하나 또는 그 이상의 빔포밍된 초음파 영상에 대한 영상 복원을 수행하고;

상기 빔포밍된 초음파 영상 및 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보에 기초하여 영상 복원 성능을 추정하고;

상기 추정된 영상 복원 성능에 기초하여 상기 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리를 수행하는 초음파 영상 장치의 제어방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보는 영상 복원 파라미터 및 시간 이득 보상값(TGC) 중 적어도 하나인 초음파 영상 장치의 제어방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 영상 복원 성능을 추정하는 것은 대상체 내 목표 부위의 깊이에 따라 상기 영상 복원 성능을 추정하는 것인 초음파 영상 장치의 제어방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 영상 복원 성능을 추정하는 것은 대상체 내 목표 부위의 영역에 따라 상기 영상 복원 성능을 추정하는 것인 초음파 영상 장치의 제어방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서, 상기 빔포밍된 초음파 신호에 대한 영상 복원을 수행하는 것은:

상기 빔포밍된 초음파 신호에 대한 점확산 함수를 추정하고;

상기 추정된 점확산 함수에 기초하여 상기 빔포밍된 초음파 신호에 대한 디컨볼루션(deconvolution)을 수행하는 것인 초음파 영상 장치의 제어방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리는 상기 디컨볼루션 과정에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠 과정인 초음파 영상 장치의 제어방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 적응적 후처리는 안티 에일리어싱 필터(anti-aliasing filter) 또는 스펙클 감소 필터(speckle reduction filter)를 통해 수행되는 초음파 영상 장치의 제어방법.

청구항 16

제 9 항에 있어서,

상기 적응적 후처리가 수행된 결과 영상을 표시하는 것을 더 포함하는 초음파 영상 장치의 제어방법.

청구항 17

서로 다른 스펙클 패턴(speckle pattern)을 가지는 영상을 이용하여 하나 또는 그 이상의 빔포밍된 초음파 영상

에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원부;

상기 빔포밍된 초음파 영상 및 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보에 기초하여 영상 복원 성능을 추정하는 영상 복원 성능 추정부; 및

상기 추정된 영상 복원 성능에 기초하여 상기 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리를 수행하는 적응적 후처리부를 포함하는 초음파 영상 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 초음파를 이용하여 대상체 내부의 영상을 생성하는 초음파 영상 장치 및 그 제어방법을 개시한다.

배경 기술

[0002] 초음파 영상 장치는 초음파를 이용하여 대상체(예를 들어, 인체) 내부에 대한 정보를 수집하고, 수집한 정보를 이용하여 대상체 내부의 영상을 획득하는 영상 장치이다.

[0003] 보다 구체적으로, 초음파 영상 장치는 대상체 내부의 목표 부위에서 반사되거나 생성된 초음파를 수집하고, 수집한 초음파를 이용하여 대상체 내부의 각종 조직이나 구조 등에 대한 단층 영상, 예를 들어 각종 장기나 연부 조직 등의 단층 영상을 획득하도록 할 수 있다. 이를 위해 초음파 영상 장치는 대상체 의 외부에서 대상체 내부의 목표 부위를 초점으로 하여 초음파를 조사하여 피사체 내부의 목표 지점에서 반사되는 초음파를 수집하도록 할 수도 있다.

[0004] 초음파 영상 장치는 초음파 트랜스듀서(ultrasonic transducer) 등을 이용하여 소정 주파수의 초음파를 생성한 후, 소정 주파수의 초음파를 목표 지점으로 조사하고, 소정의 목표 지점에서 반사된 초음파를 수신함으로써 수신된 초음파에 상응하는 복수의 채널의 초음파 신호를 획득할 수 있다. 초음파 영상 장치는 복수 채널의 초음파 신호의 시간차를 보정하고 집속하여 빔포밍된 초음파 신호를 획득하고, 빔포밍된 초음파 신호를 이용하여 초음파 영상을 생성 및 획득하여 사용자가 대상체 내부의 단면 영상을 확인할 수 있도록 한다.

[0005] 이와 같은 초음파 영상 장치는 다른 장비에 비해 소형이고 저렴한데다 실시간으로 대상체 내부에 대한 영상 재생이 가능할 뿐만 아니라 엑스선과 같은 방사선 피폭의 위험성도 없어 의료계 등 여러 분야에서 널리 이용되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 복원 영상에 대해 추정된 영상 복원 성능(예: 해상도, 잡음 분산)에 기초한 적응적 후처리 기술에 기반하여 영상을 합성함으로써, 복원 영상의 해상도 뿐만 아니라 신호대잡음비(SNR) 역시 향상시킬 수 있는 초음파 영상 장치 및 그 제어방법을 제안하고자 한다.

[0007] 복수의 복원 영상에 대해 추정된 영상 복원 성능(예: 해상도, 잡음 분산)에 기초한 적응적 후처리 기술에 기반하여 합성함으로써, 복원 영상의 대조도를 향상시킬 수 있는 초음파 영상 장치 및 그 제어방법을 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 초음파 영상 장치는 하나 또는 그 이상의 빔포밍된 초음파 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원부; 빔포밍된 초음파 영상 및 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보에 기초하여 영상 복원 성능을 추정하는 영상 복원 성능 추정부; 및 추정된 영상 복원 성능에 기초하여 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리를 수행하는 적응적 후처리부를 포함한다.

[0009] 또한 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보는 영상 복원 파라미터 및 시간 이득 보상값(TGC) 중 적어도 하나이다.

[0010] 또한 영상 복원 성능 추정부는 대상체 내 목표 부위의 깊이에 따라 영상 복원 성능을 추정한다.

[0011] 또한 영상 복원 성능 추정부는 대상체 내 목표 부위의 영역에 따라 영상 복원 성능을 추정한다.

- [0012] 또한 영상 복원부는: 빔포밍된 초음파 신호에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정부; 및 추정된 점확산 함수에 기초하여 빔포밍된 초음파 신호에 대한 영상 복원을 수행하는 디컨벌루션부를 포함한다.
- [0013] 또한 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리는 디컨벌루션부에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠 과정이다.
- [0014] 또한 적응적 후처리는 안티 에일리어싱 필터(anti-aliasing filter) 또는 스펙클 감소 필터(speckle reduction filter) 중 어느 하나이다.
- [0015] 또한 적응적 후처리가 수행된 결과 영상을 표시하는 표시부를 더 포함한다.
- [0016] 초음파 영상 장치의 제어방법은 하나 또는 그 이상의 빔포밍된 초음파 영상에 대한 영상 복원을 수행하고; 빔포밍된 초음파 영상 및 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보에 기초하여 영상 복원 성능을 추정하고; 추정된 영상 복원 성능에 기초하여 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리를 수행한다.
- [0017] 또한 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보는 영상 복원 파라미터 및 시간 이득 보상값(TGC) 중 적어도 하나이다.
- [0018] 또한 영상 복원 성능을 추정하는 것은 대상체 내 목표 부위의 깊이에 따라 영상 복원 성능을 추정하는 것이다.
- [0019] 또한 영상 복원 성능을 추정하는 것은 대상체 내 목표 부위의 영역에 따라 영상 복원 성능을 추정하는 것이다.
- [0020] 또한 빔포밍된 초음파 신호에 대한 영상 복원을 수행하는 것은: 빔포밍된 초음파 신호에 대한 점확산 함수를 추정하고; 추정된 점확산 함수에 기초하여 빔포밍된 초음파 신호에 대한 디컨벌루션(deconvolution)을 수행하는 것이다.
- [0021] 또한 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리는 디컨벌루션 과정에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠 과정이다.
- [0022] 또한 적응적 후처리는 안티 에일리어싱 필터(anti-aliasing filter) 또는 스펙클 감소 필터(speckle reduction filter)를 통해 수행된다.
- [0023] 또한 적응적 후처리가 수행된 결과 영상을 표시하는 것을 더 포함한다.
- [0024] 초음파 영상 장치는 서로 다른 스펙클 패턴(speckle pattern)을 가지는 영상을 이용하여 하나 또는 그 이상의 빔포밍된 초음파 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원부; 빔포밍된 초음파 영상 및 초음파 영상 획득에 관한 설정 정보에 기초하여 영상 복원 성능을 추정하는 영상 복원 성능 추정부; 및 추정된 영상 복원 성능에 기초하여 영상 복원의 결과 영상에 대한 적응적 후처리를 수행하는 적응적 후처리부를 포함한다.

발명의 효과

- [0025] 제안된 초음파 영상 장치 및 그 제어방법에 의하면, 복원 영상에 대해 추정된 영상 복원 성능(예: 해상도, 잡음 분산)에 기초한 적응적 후처리 기술을 적용함으로써, 복원 영상의 해상도 뿐만 아니라 신호대잡음비(SNR) 역시 향상시킬 수 있다.
- [0026] 또한 제안된 초음파 영상 장치 및 그 제어방법에 의하면, 복수의 복원 영상에 대해 추정된 영상 복원 성능(예: 해상도, 잡음 분산)에 기초한 적응적 후처리 기술에 기반하여 영상을 합성함으로써, 복원 영상의 대조도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 초음파 영상 장치의 외관 사시도이다.
- 도 2는 초음파 영상 장치의 제어 블록도이다.
- 도 3은 도 2에 도시한 초음파 프로브의 평면도이다.
- 도 4는 도 2에 도시한 빔포밍부의 상세 구성도이다.
- 도 5는 영상 복원부를 설명하기 위한 구성도이다.
- 도 6은 점확산 함수의 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 원 영상과 RF 영상 사이의 관계 및 디컨벌루션을 설명하기 위한 도면이다.

도 8a는 원 영상과 RF 영상 사이의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

도 8b는 깊이에 따른 목표 부위에 대한 RF 신호 기반의 초음파 영상의 일례를 도시한 도면이다.

도 8c는 목표 부위의 깊이를 설명하기 위한 초음파 영상을 도시한 도면이다.

도 9는 도 2에 도시한 영상 복원부의 상세 구성도이다.

도 10 및 도 11은 복수의 복원 영상에 대해 적응적 후처리 기술을 적용하는 방식을 예시한 도면이다.

도 12는 초음파 영상 장치의 제어방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028]

이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 개시된 발명의 실시예들을 상세하게 설명하도록 한다.

[0029]

도 1은 초음파 영상 장치의 외관 사시도이다.

[0030]

초음파 영상 장치는 대상체, 예를 들어 인체의 표면에서 대상체 내부의 목표 부위를 향하여 초음파를 송신하고, 목표 부위로부터 반사된 초음파(에코 초음파)를 수신한 후, 수신된 초음파 정보를 이용하여 대상체 내부의 각종 조직이나 구조에 대한 단층 영상을 생성하는 영상 장치이다. 도 1에 도시한 바와 같이, 초음파 영상 장치(100)는 대상체에 초음파를 송신하고 대상체로부터 에코 초음파를 수신하여 전기적 신호, 즉 초음파 신호로 변환하는 초음파 프로브(p)와, 초음파 프로브(p)와 연결되며 입력부(i) 및 표시부(d)를 갖춘 본체(m)를 포함할 수 있다. 초음파 프로브(p)의 단부에는 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)가 마련된다. 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 배열(array)상으로 배치한 것을 의미한다. 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)는 도 1에 도시한 바와 같이 직선으로 배열되거나(linear array), 곡선으로 배열될 수도 있다(convex array).

[0031]

도 2는 초음파 영상 장치의 제어 블록도이고, 도 3은 도 1에 도시한 초음파 프로브의 평면도이다.

[0032]

도 2 및 도 3에 도시한 바와 같이, 초음파 프로브(p)는 인가되는 전압(또는 전류)에 따라 초음파를 생성하고 생성된 초음파를 대상체(ob) 내부의 적어도 하나의 목표 부위(target site, ts)로 송신하고, 대상체(ob)의 적어도 하나의 목표 부위(target site, ts)에서 반사된 에코 초음파를 수신하여 전기적 신호로 변환하는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 포함할 수 있다. 도 3에 도시한 바와 같이, 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)가 배열(array)상으로 배치된 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 초음파 프로브(p)의 일 말단에 설치될 수 있다. 이 경우 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)는 적어도 하나의 열(column)로 초음파 프로브(p)의 일 말단에 배치될 수 있다.

[0033]

트랜스듀서(transducer)란 소정 형태의 에너지를 다른 형태의 에너지로 변환시키는 장치를 의미한다. 여기서, 초음파 트랜스듀서(t)는 전기 에너지와 파동 에너지로 상호 변환시킬 수 있다. 이에 따라, 초음파 트랜스듀서(t)는 초음파 발생 소자 및 초음파 수신 소자의 기능을 모두 수행할 수 있게 된다.

[0034]

초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 본체(m)에 마련된 시스템 제어부(110)의 제어신호에 따라 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 인가되는 펄스 신호 또는 교류 전류에 의해 진동하면서 초음파를 생성한다. 생성된 초음파는 대상체(ob) 내부의 목표 부위(ts)로 송신된다. 이 경우 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에서 생성된 초음파는 대상체(ob) 내부의 복수의 목표 부위(ts)를 초점으로 하여 송신될 수도 있다. 즉, 생성된 초음파는 복수의 목표 부위(ts)로 멀티 포커싱(multi-focusing)되어 송신될 수도 있다.

[0035]

초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에서 발생된 초음파는 대상체(ob) 내부의 적어도 하나의 목표 부위(ts)에서 반사되어 다시 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로 돌아온다. 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 적어도 하나의 목표 부위(ts)에서 반사되어 돌아오는 에코 초음파를 수신한다. 에코 초음파가 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 도달하면 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 에코 초음파의 주파수에 상응하는 소정의 주파수로 진동하면서, 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)의 진동 주파수에 상응하는 주파수의 교류 전류를 출력한다. 이에 따라 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 수신한 에코 초음파를 소정의 전기적 신호로 변환할 수 있게 된다.

[0036]

각각의 초음파 트랜스듀서 소자(t)는 외부의 초음파를 수신하여 전기적 신호를 출력하게 되므로, 초음파 프로브(p)는 도 4에 도시한 바와 같이, 복수 채널의 전기적 신호(c1 내지 c10)를 출력하도록 할 수 있다. 이 경우 채널의 개수는 예를 들어 64개 또는 128개일 수 있다.

[0037]

초음파 트랜스듀서 소자(t)는 압전 진동자나 박막을 포함할 수 있다. 만약 외부의 전원 공급 장치나 또는 내부의 축전 장치, 예를 들어 배터리 등과 같은 전원(미도시)으로부터 교류 전류가 초음파 트랜스듀서 소자(t)의 압

전 진동자나 박막에 인가되면, 인가되는 교류 전류에 따라서 압전 진동자나 박막 등이 소정의 주파수로 진동하고, 진동하는 주파수에 따라 소정 주파수의 초음파가 생성된다. 반대로 소정 주파수의 에코 초음파가 압전 물질이나 박막에 도달하면, 압전 물질이나 박막은 에코 초음파에 따라 진동하게 된다. 이때, 압전 물질이나 박막은 진동 주파수에 대응하는 주파수의 교류 전류를 출력한다.

[0038] 여기서, 초음파 트랜스듀서는 예를 들어, 자성체의 자왜효과를 이용하는 자왜 초음파 트랜스듀서(Magnetostrictive Ultrasonic Transducer), 압전 물질의 압전 효과를 이용한 압전 초음파 트랜스듀서(Piezoelectric Ultrasonic Transducer) 및 미세 가공된 수백 또는 수천 개의 박막의 진동을 이용하여 초음파를 송수신하는 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer ; cMUT) 중 어느 하나일 수 있다. 또한 이외에 전기적 신호에 따라 초음파를 생성하거나 또는 초음파에 따라 전기적 신호를 생성할 수 있는 다른 종류의 트랜스듀서들 역시 초음파 트랜스듀서의 일례가 될 수 있다.

[0039] 또한 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 복수의 초음파 트랜스듀서(도 5의 t1 내지 t10 참조)가 1차원적으로 즉, 일렬로 배열되는 1차원 초음파 트랜스듀서 어레이의 형태로 구성할 수도 있고, 복수의 초음파 트랜스듀서가 2차원적으로 즉, 평면적으로 배열되는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이의 형태로 구성하는 것도 가능하다.

[0040] 한편, 본체(m)는 도 2에 도시한 바와 같이, 시스템 제어부(110), 초음파 발생 제어부(120), 전원(130), 빔포밍부(140), 영상 복원부(150), 영상 복원 성능 추정부(160), 적응적 후처리부(170), 저장부(180), 입력부(i) 및 표시부(d)를 포함할 수 있다.

[0041] 시스템 제어부(110)는 본체(m)의 전반적인 동작을 제어한다. 구체적으로, 시스템 제어부(110)는 본체(m)의 각 구성 요소, 일례로 도 2에 도시한 초음파 프로브(p), 초음파 발생 제어부(120), 빔포밍부(140), 영상 복원부(150), 적응적 후처리부(170), 저장부(180) 및 표시부(d) 등에 대한 소정의 제어신호를 생성하여 본체(m)의 각 구성 요소의 동작을 제어하도록 할 수 있다. 특히, 시스템 제어부(110)는 초음파 프로브(p) 내에 포함된 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)와 대상체(ob)의 접촉점의 거리차에 따른 시간 지연값을 산출하고, 산출된 시간 지연값에 따라 송수신빔이 형성되고, 이에 따른 송수신 신호가 생성되도록 제어한다.

[0042] 또한 시스템 제어부(110)는 기정해진 설정에 따라 또는 별도의 입력부(i)를 통해 입력되는 사용자의 지시 또는 명령에 따라 본체(m)의 각 구성 요소에 대한 소정의 제어명령을 생성하여 초음파 영상 장치(100)를 제어할 수 있다.

[0043] 초음파 발생 제어부(120)는 시스템 제어부(110) 등으로부터 소정의 제어명령을 수신하고, 수신된 제어명령에 따라 소정의 제어신호를 생성하여 초음파 프로브(p)의 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로 전달하도록 할 수 있다. 이 경우 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 전달받은 소정의 제어신호에 따라 동작하여 초음파를 생성할 수 있다. 한편, 초음파 발생 제어부(120)는 수신된 제어명령에 따라 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)와 전기적으로 연결된 전원(130)에 대한 제어신호를 생성하고, 생성된 제어신호를 전원(130)에 전달하도록 할 수 있다. 이 경우 제어신호를 전달받은 전원(130)은 제어신호에 따라 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 소정의 주파수의 교류 전류를 인가하여, 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)가 교류 전류의 주파수에 상응하는 주파수의 초음파를 생성하도록 할 수 있다.

[0044] 빔포밍부(140)는 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로부터 전달되는 복수 채널의 초음파 신호(c1 내지 c10)를 기초로 빔포밍(beam forming)을 수행한다. 여기서, 빔포밍이란 복수 개의 트랜스듀서(변환자)를 이용하여 신호를 송신, 수신할 때 중첩(superposition)시키는 방식을 통해 신호의 세기를 강하게 하는 것을 말한다. 즉, 빔포밍은 복수의 채널로 입력되는 복수의 수신 신호를 집속하여 대상체(ob) 내부에 대한 적절한 초음파 영상을 획득할 수 있도록 하는 것이다. 빔포밍부(140)의 상세 구성 및 작용에 대해서는 이하 도 4에 관한 설명 부분에서 상세하게 설명하기로 한다.

[0045] 영상 복원부(150)는 빔포밍부(140)에 의해 집속된 신호를 기초로 생성된 대상체(ob)에 대한 초음파 영상(빔포밍 결과 영상)을 기초로 영상 복원(image restoration)을 수행한다. 영상 복원부(150)의 상세 구성 및 작용에 대해서는 이하 도 9에 관한 설명 부분에서 상세하게 설명하기로 한다.

[0046] 영상 복원 성능 추정부(160)는 입력부(i)를 통해 입력된 초음파 영상 획득에 관한 다양한 설정 정보 예를 들어, 신호 분리 파라미터, 시간 이득 보상값(Time Gain Compensation; TGC) 및 빔포밍부(140)에 의해 빔포밍된(집속된) 초음파 신호에 기초하여 영상 복원 성능을 추정(산출)한다. 여기서, 영상 복원 성능의 예로는, 국부 영역(local region)에 대해 자기 상관(autocorrelation)을 이용하여 초음파 영상의 해상도를 측정하거나 시스템 잡음(system noise) 대비 자기 상관의 크기 비율을 이용한 잡음 분산(noise variance) 등을 들 수 있다. 또한 영

상 복원 성능 추정부(160)는 목표 부위(ts)의 깊이 또는 영역(region)별로 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산을 산출할 수 있다. 영상 복원 성능 추정부(160)는 산출된 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산을 적응적 후처리부(170)로 전송한다.

[0047] 본 실시예에서는 사용자에게 의해 입력된 설정 정보 및 빔포밍부(140)에 의해 빔포밍된 초음파 신호에 기초하여 영상 복원 성능을 추정하는 영상 복원 성능 추정부(160)가 별도로 마련되는 구성을 예로 들어 설명하였으나, 영상 복원 성능 추정부(160)의 구성을 별도로 마련하지 않고 적응적 후처리부(170) 내에 포함시켜 구성하는 것도 가능하다.

[0048] 적응적 후처리부(170)는 영상 복원 성능 추정부(160)로부터 전송된 영상 복원 성능(예: 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산)에 기초하여 영상 복원부(150)를 통해 복원된 영상($\hat{x}$)에 대해 적응적 후처리(adaptive postprocessing)를 수행한다. 여기서, 후처리로는 예를 들면 영상 복원부(150) 내 디컨벌루션부(도 9의 154 참조)에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠(noise reduction; NR) 과정 등을 수행할 수 있다. 적응적 후처리부(170)는 안티 에일리어싱 필터(anti-aliasing filter) 또는 스펙클 감소 필터(speckle reduction filter) 등으로 구현될 수 있다.

[0049] 그 외에 로그 압축(log compression), DSC(digital scan converter) 등을 수행함으로써 최종적인 결과 영상을 획득한다.

[0050] 저장부(180)는 초음파 영상을 일시적 또는 비일시적으로 저장할 수 있다. 저장부(180)에 저장되는 초음파 영상은 영상 복원부(150)에서 생성된 초음파 영상일 수도 있고 또는 적응적 후처리부(170)에서 보정된(후처리된) 초음파 영상일 수도 있다.

[0051] 입력부(i)는 사용자가 초음파 영상 장치(100)의 동작에 관한 명령을 입력하기 위한 구성부로, 사용자는 입력부(i)를 통해 초음파 진단 시작 명령, A-모드(Amplitude mode), B-모드(Brightness mode), M-모드(Motion mode) 등의 모드 선택 명령 및 초음파 영상 획득에 관한 다양한 설정 정보 예를 들어, 영상 복원(디컨벌루션) 파라미터, 잡음 부스트업(noise boost up) 제어 파라미터, 시간 이득 보상값(Time Gain Compensation; TGC) 등을 입력할 수 있다. 시간 이득 보상값(TGC)은 초음파 에코가 깊이에 따라 감쇠하는 것을 보상해 주기 위한 파라미터이다. 여기서, 입력부(i)는 예를 들어, 키보드, 마우스, 트랙볼(trackball), 태블릿(tablet) 또는 터치스크린 모듈 등과 같이 사용자가 데이터, 지시나 명령을 입력할 수 있는 다양한 수단이 적용될 수 있다.

[0052] 표시부(d)는 초음파 진단 과정에서 획득한 초음파 영상 및 초음파 진단에 필요한 메뉴나 안내 사항 등을 표시한다. 표시부(d)는 영상 복원부(150)에서 생성된 초음파 영상을 직접 사용자에게 표시할 수도 있고, 적응적 후처리부(180)가 소정의 영상 처리를 수행한 초음파 영상을 사용자에게 표시할 수도 있다. 또한 저장부(190)에 저장된 초음파 영상을 사용자에게 표시할 수도 있다. 표시부(d)에 표시되는 초음파 영상은 A-모드의 초음파 영상이나 B-모드의 초음파 영상일 수도 있고, 3차원 입체 초음파 영상일 수도 있다. 여기서, 표시부(d)는 예를 들어, 브라운관(Cathod Ray Tube; CRT), 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display; LCD) 등으로 구현될 수 있다.

[0053] 도 4는 도 2에 도시한 빔포밍부의 상세 구성도이다.

[0054] 본체(m) 내에 마련되는 빔포밍부(140)는 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로부터 전달되는 복수 채널의 초음파 신호(c1 내지 c10)를 전달받고, 전달받은 복수 채널의 초음파 신호(c1 내지 c10)를 집속하여 빔포밍된 초음파 신호를 출력한다. 빔포밍된 초음파 신호는 초음파 영상을 이룰 수 있다. 구체적으로, 빔포밍부(140)는 복수 채널의 초음파 신호(c1 내지 c10)에 대해서 특정 공간의 반사파 크기를 추정하기 위한 빔포밍을 수행한다.

[0055] 도 4에 도시한 바와 같이, 빔포밍부(140)는 시차 보정부(142) 및 집속부(144)를 포함할 수 있다.

[0056] 시차 보정부(142)는 각각의 초음파 트랜스듀서 소자(t1 내지 t10)에서 출력되는 초음파 신호 사이의 시간차를 보정할 수 있다.

[0057] 전술한 바와 같이, 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 목표 부위(ts)에서 반사되어 돌아오는 에코 초음파를 수신한다. 초음파 프로브(p)에 설치된 각각의 초음파 트랜스듀서 소자(t1 내지 t10)와 목표 부위(ts) 사이의 거리는 서로 상이한데 반해, 초음파의 음속은 매질에 따라 차이가 있지만 거의 일정하다. 따라서, 각각의 초음파 트랜스듀서 소자(t1 내지 t10)는 상이한 시간에 동일 목표 부위(ts)에서 발생하거나 반사된 에코 초음파를 수신한다. 그러므로, 각각의 초음파 트랜스듀서 소자(t1 내지 t10)에서 출력하는 초음파 신호 사이에는 동일한 에코 초음파를 수신한 경우라고 하더라도 소정의 시간차가 존재하게 된다. 시차 보정부(142)는 이와 같은 각각

의 초음파 트랜스듀서 소자(t1 내지 t10)에서 출력하는 초음파 신호 사이의 시차를 보정한다.

- [0058] 시차 보정부(142)는 초음파 신호 사이의 시차를 보정하기 위해, 예를 들어 도 4에 도시한 바와 같이, 특정 채널로 입력되는 초음파 신호(c1 내지 c10)의 전송을 미리 정해진 바에 따라 일정 정도로 지연시켜 복수 채널의 초음파 신호(c1 내지 c10)가 동일한 시간에 집속부(144)로 전달되도록 할 수 있다.
- [0059] 집속부(144)는 초음파 신호를 집속할 수 있다. 집속부(144)는 도 4에 도시한 바와 같이, 시차 보정부(142)에서 시차가 보정된 복수 채널의 초음파 신호(c1 내지 c10)를 집속하도록 할 수도 있다.
- [0060] 집속부(144)는 입력되는 각각의 초음파 신호마다 소정의 가중치, 일례로 빔포밍 계수를 부가하여 소정 위치의 신호를 강조하거나 또는 상대적으로 감쇠시켜 초음파 신호를 집속하도록 할 수 있다. 이에 따라 사용자의 필요에 따른 초음파 영상을 생성할 수 있게 된다.
- [0061] 또한 집속부(144)는 초음파 신호와 무관하게 미리 정의된 빔포밍 계수를 이용하여 초음파 신호를 집속하도록 할 수 있다. 또한 집속부(144)는 입력되는 초음파 신호를 기초로 적절한 빔포밍 계수를 획득한 후 획득된 빔포밍 계수를 이용하여 초음파 신호를 집속하도록 할 수도 있다.
- [0062] 빔포밍부(140)에서 빔포밍된 초음파 신호(y)는 도 4에 도시한 바와 같이 영상 복원부(150)로 전달된다.
- [0063] 도 5는 영상 복원부를 설명하기 위한 구성도이다.
- [0064] 도 5에 도시한 바와 같이, 영상 복원부(150)는 입력 신호(y)를 기초로 영상 신호($\hat{x}$)를 생성하여 출력한다. 즉, 영상 복원부(150)는 대상체(ob)에 대해 획득한 영상 데이터(y)를 기초로 영상 복원을 수행한다.
- [0065] 영상 복원이란 저해상도 영상을 추정된 점확산 함수(Point Spread Function; PSF)를 이용하여 고해상도 영상으로 개선하는 것을 말한다. 즉, 영상 복원은 영상의 해상도를 높이기 위한 작업을 의미한다.
- [0066] 여기서, 입력 신호(y)는 가청 주파수 20kHz보다 큰 음파인 초음파로부터 획득한 신호일 수 있다. 영상 복원부(150)는 입력 신호(y)로부터 영상 신호($\hat{x}$)를 생성하기 위하여 적어도 하나의 점확산 함수를 추정하고, 추정된 결과를 이용하여 디컨볼루션(deconvolution)을 수행함으로써 입력 영상 데이터(입력 신호, y)보다 높은 해상도의 영상을 생성 및 획득하도록 한다. 영상 복원부(150)는 생성 및 획득된 영상을 영상 신호($\hat{x}$)의 형태로 출력한다.
- [0067] 점확산 함수는 영상 촬영 장치의 촬영을 통해 획득한 영상 데이터와 조합되어 최종적인 영상 데이터를 생성하기 위한 함수로, 이상적인 영상 데이터를 복원하는데 주로 이용된다.
- [0068] 도 6은 점확산 함수의 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- [0069] 도 6에 도시한 바와 같이, 영상 촬영 장치가 대상체(ob)에 대한 영상을 획득하는 과정에 있어서 영상 촬영 장치의 기술적 성질이나 물리적 특성 또는 잡음(noise, η)으로 인해 원래의 영상인 원 영상(ideal image, x)과는 상이한 신호, 예를 들어, 초음파 영상 장치에서의 초음파 신호 등과 같은 RF 신호(radio frequency signal, y)를 출력하게 된다.
- [0070] 다시 말하면, 영상 촬영 장치에 의해 획득되는 RF 신호(y)는 원 영상(x)에 영상 촬영 장치의 기술적 성질이나 물리적 특성에 따라 변형되고 여기에 잡음(η)이 부가되어 출력되는 신호이다.
- [0071] 도 7은 원 영상과 RF 영상 사이의 관계 및 디컨볼루션을 설명하기 위한 도면이다.
- [0072] 도 7의 가장 좌측에는 인체 내부의 조직에 대한 이상적인 형상이 도시되어 있다. 도 7에 도시한 바와 같이, 원 영상(ideal image)이 x와 같이 주어진다. 초음파 영상 장치(100)에서 초음파 프로브(p)에 의해 수집되고 빔포밍된 초음파 영상은 중단의 y와 같이 표현된다. 즉, 원 영상(x)과 RF 신호에 의한 영상(y)은 서로 상이해진다. 이를 도 8a 내지 도 8c를 참조하여 더욱 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0073] 도 8a는 원 영상과 RF 영상 사이의 관계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0074] 도 8a에 도시된 입력 신호 기반 영상은 초음파 영상 장치를 이용하여 획득한 초음파 영상의 일례를 도식적으로 표현한 것이다. 도 8a에 도시한 바와 같이, 만약 이상적인 상황에서의 목표 부위(ts)에 대한 원 영상(x)이 도 8a의 좌측에 있는 도면과 같이 표시된다고 하면, 목표 부위(ts)에 대한 입력 신호(y), 예를 들어 RF 신호 기반

의 영상은 우측에 도시된 것처럼 표시된다. 구체적으로, 입력 신호 기반 영상에서의 목표 부위(ts)는 원 영상에서의 목표 부위(ts)가 상하 및 좌우로 퍼진 것처럼 표시된다. 즉, 입력 신호 기반 영상은 원 영상(x)과 상당히 상이하게 되기 때문에 만약 입력 신호(y), 즉 RF 신호를 기반으로 영상을 그대로 복원하는 경우에는 목표 부위가 본래의 모습과 상이하게 된다.

[0075] 이와 같은 원 영상과 입력 신호 기반 영상은 깊이 등에 따라 더욱 상이해질 수 있다. 도 8b는 깊이에 따른 목표 부위(ts)에 대한 RF 신호 기반의 초음파 영상의 일례를 도시한 도면이며, 도 8c는 목표 부위의 깊이를 설명하기 위한 초음파 영상을 도시한 도면이다.

[0076] 도 8b에 도시한 바와 같이, 목표 부위(ts)와 영상 데이터 수집 수단, 예를 들어 초음파 프로브(p) 사이의 거리가 짧으면, 예를 들어 도 8c에 도시한 바와 같이, 인체 내부의 병변이 제 1 깊이(Depth #1)에 위치하면 목표 부위(ts)에 대한 입력 신호 기반 영상은 동 부위에 대한 원 영상과 동일하거나 상당히 유사하게 된다. 그러나, 만약 영상 데이터 수집 수단과 목표 부위(ts) 사이의 거리가 멀어지면, 예를 들어 인체 내부의 병변이 도 8c의 제 4 깊이(Depth #4)나 제 5 깊이(Depth #5) 등에 위치한다면 목표 부위(ts)의 입력 신호 기반 영상은 측면 방향으로 연장되어 표시되어 동 부위(ts)에 대한 원 영상과 상당히 차이가 있게 된다. 즉 원 영상(x)에서의 목표 부위(ts)와 입력 신호 기반 영상의 목표 부위(ts)의 형태는 데이터 수집 수단과 목표 부위(ts) 사이의 거리에 따라 더욱 상이하게 된다.

[0077] 따라서, RF 신호(y)를 이용하여 원 영상(x)을 복원하는 경우에는, 이와 같은 원 영상(x)과 RF 신호(y)에 의한 영상 간의 상이함을 보정해 주어야 목표 부위(ts)에 대한 정확한 영상을 얻을 수 있다. 이 경우 원 영상(o)과 획득한 RF 신호(y) 사이에는 소정의 관계가 성립한다는 것을 전제로 소정의 관계에 상응하는 소정의 함수를 이용하여 RF 신호(y)를 보정하여 영상을 복원하게 되는데, 이때 이용되는 소정의 함수가 점확산 함수(h)이다. 여기서, 점확산 함수(h)는 점 입력이 이미징 시스템을 통과하였을 때 실제로 상이 맺히는 면에서 얻어지는 밝기 분포를 함수로 나타낸 것을 의미한다.

[0078] 도 6에 도시한 원 영상(x), 점확산 함수(h), 잡음(n) 및 입력 신호(y), 즉 RF 신호 사이의 관계를 수학식으로 표현하면 아래의 [수학식 1]과 같이 나타낼 수 있다.

[0079] [수학식 1]

$$y = x * h + n$$

[0081] 여기서, y는 출력되는 RF 신호, h는 점확산 함수, x는 원 영상에 대한 신호이고, n은 잡음(noise)을 의미한다.

[0082] 만약 잡음이 없다고 가정한다면, RF 신호(y)는 고해상도 영상(x)과 점확산 함수(h) 사이의 컨벌루션(convolution)으로 표현될 수 있다. 그러므로, 측정된 RF 신호(y)에 대해 적절한 점확산 함수(h)를 알 수 있으면, 측정된 RF 신호(y)에 대응되는 고해상도 영상(x)을 얻을 수 있게 된다. 다시 말해서, 점확산 함수(h) 및 RF 신호(y)를 알면 대상체와 동일하거나 가장 유사한 고해상도 영상을 복원할 수 있게 된다.

[0083] 전술한 바와 같이, 점확산 함수(h)를 이용하여 복원된 영상($\hat{x}$)을 구하는 과정을 디컨벌루션이라고 하는데, 이러한 디컨벌루션 과정 이후에는 에일리어싱(aliasing) 및 잡음 부스터 업(boost up) 현상이 발생하는 문제점이 있다.

[0084] 측정된 RF 신호(y)의 영상 복원을 위한 디컨벌루션 모델은 아래의 [수학식 2]와 같이 나타낼 수 있다.

[0085] [수학식 2]

$$\hat{x} = \min \lambda(y - x * h)^2 + |x|^\alpha, \alpha = 0.5 \sim 2$$

[0087] 여기서, λ 는 복원 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값을 의미한다.

[0088] 이때, 복원 파라미터값(λ)을 작게 설정하면, 해상력 이득(gain)은 저하되지만 신호대잡음비를 향상시킬 수 있고, 복원 파라미터값(λ)을 크게 설정하면, 해상력 이득(gain)은 향상시킬 수 있지만 신호대잡음비가 저하된다. 즉, 복원 파라미터값에 따라 해상력 향상에 차이가 발생할 수 있다.

[0089] 또한 목표 부위(ts)의 깊이에 따라 또는 목표 부위(ts)를 이루는 복수의 영역별로 영상 복원의 성능 차이가 발생할 수 있다. 예를 들어, 음속도 변화가 될 심한 영역에서 에일리어싱 현상이 발생하고, 신호의 감쇠

(attenuation)가 심한 영역에서 잡음 부스트 업 현상이 발생한다.

[0090] 따라서, 개시된 발명에서는 디컨벌루션 모델의 복원 파라미터값(λ)을 크기 설정하고, 적응적 후처리부(170)를 통해 신호대잡음비의 저하 현상을 방지함으로써, 복원 영상의 해상도 뿐만 아니라 신호대잡음비(SNR) 역시 향상시킬 수 있게 된다.

[0091] 또한 개시된 발명에서는, 목표 부위(ts)의 깊이에 따라 또는 목표 부위(ts)를 이루는 복수의 영역별로 영상 복원 성능(예: 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산)을 산출하고, 깊이 또는 영역에 따라 산출된 영상 복원 성능에 기초하여 복원 영상에 대한 적응적 후처리를 수행함으로써, 복원 영상의 해상도 뿐만 아니라 신호대잡음비(SNR) 역시 향상시킬 수 있게 된다.

[0092] 도 9는 도 2에 도시한 영상 복원부의 상세 구성도이다.

[0093] 영상 복원부(150)는 도 6에 도시한 화살표의 반대 방향으로 RF 신호, 즉 입력 신호(y)와 입력 신호(y)에 적절한 점확산 함수(h)를 이용하여 고해상도 영상 신호($\hat{x}$)를 출력한다. 다시 말해서, 영상 복원부(150)는 도 7의 중단에 도시한 바와 같이, RF 신호 y에 적절한 점확산 함수 h를 부가 및 합성하여 디컨벌루션(deconvolution)을 수행함으로써 고해상도 영상(restored image, $\hat{x}$)를 생성 및 복원한다.

[0094] 도 9에 도시한 바와 같이, 영상 복원부(150)는 점확산 함수 추정부(152) 및 디컨벌루션부(154)를 포함할 수 있다.

[0095] 일반적으로, 영상 데이터 획득부(예: 빔포밍부)를 통해 획득된 영상은 대상체(ob)와 영상 획득 장치(예: 초음파 영상 장치)의 초점이 맞지 않는 문제 등으로 인해 영상이 흐려지는 블러(blur) 현상이 발생한다. 블러 현상은 원 영상의 한 픽셀의 밝기가 블러의 정도를 나타내는 점확산 함수(h)에 의해 주변 픽셀의 밝기를 왜곡시키는 현상이다. 블러된(blurred) 영상은 원본 영상과 점확산 함수의 컨벌루션(convolution)으로 모델링될 수 있고, 점확산 함수를 알고 있을 경우 블러된 영상으로부터 원본 영상을 복원하는 것을 디컨벌루션(deconvolution)이라 한다. 그러나, 일반적으로 블러된 영상의 점확산 함수를 아는 것은 어려운 일이므로, 점확산 함수를 추정하는 과정을 필요로 하게 된다.

[0096] 점확산 함수 추정부(152)는 빔포밍부(140)를 통해 빔포밍된 초음파 신호(y)를 입력받고, 빔포밍된 초음파 신호(y)로부터 점확산 함수(h)를 추정할 수 있다. 점확산 함수 추정부(152)에서, 입력받은 영상으로부터 점확산 함수를 추정하는 방법은 통상의 기술자에게 널리 알려져 있으며 여기에서는 자세한 설명을 생략한다. 일례로서, 미국공개특허공보 US 2002/0049379A1호에 입력 영상으로부터 점확산 함수를 추정하는 방법이 개시되어 있다. 또 다른 예로서, 점확산 함수 추정부(152)는 입력 신호(y)를 기초로 대상체(ob)와 동일하거나 가장 유사한 영상을 복원하기 위해, 1차원 또는 2차원 점확산 함수로 구축된 점확산 함수 데이터베이스(미도시)를 이용하거나 또는 1차원 점확산 함수를 기초로 2차원 점확산 함수를 추정하는 등의 방법을 이용하여 여러 방향에서의 해상도 저하 등의 문제점 없이 점확산 함수를 추정할 수도 있다.

[0097] 디컨벌루션부(154)는 점확산 함수 추정부(152)를 통해 추정된 점확산 함수(h)를 이용하여 열화된 영상(빔포밍된 초음파 신호, y)에 대한 영상 복원을 수행한다. 즉, 디컨벌루션부(154)는 추정된 점확산 함수(h)를 이용하여 대상체(ob)를 촬영하여 획득한 입력 신호(y), 예를 들어 RF 신호를 원래의 대상체(ob)의 형태나 형상과 동일하거나 유사한 형태나 형상으로 보이도록 변환한다. 도 9에 도시한 바와 같이, 디컨벌루션부(154)는 추정된 점확산 함수(h)를 이용하여 획득한 입력 신호 즉, 빔포밍된 초음파 신호(y)에 대한 영상을 복원하여 복원된 영상에 대한 영상 신호($\hat{x}$)를 출력한다.

[0098] 도 10은 복수의 복원 영상에 대해 적응적 후처리 기술을 적용하는 방식을 예시한 도면이다.

[0099] 본 실시예에서는 복수의 영상을 기반으로 후처리를 수행하는 과정을 설명하기로 한다.

[0100] 초음파 영상 합성(compounding) 기술은 복수의 영상을 더하여 영상의 스펙클(speckle) 성분은 억제(suppression)하고 대상체 내부의 목표 부위(예: 조직 등)만을 강화(enhancement)시킨다. 영상 복원부(150)를 통과한 영상은 스펙클 성분이 과도하게 증가되거나 잡음 성분이 증가되는 특성이 있으므로 초음파 영상 합성 기술을 이용하여 이러한 문제를 해결할 수 있다.

[0101] 합성 기술은 크게 각도 합성(angular compounding)과 주파수 합성(frequency compounding)으로 나뉘어 질 수

있다. 각도 합성은 평면파(plane wave) 기반 초음파 합성 구경 영상 기술(synthetic aperture imaging)에서 평면파의 각도나 line by line focusing에서 line의 방향을 서로 다르게 하여 각각의 서로 다른 영상을 생성할 수 있고, 주파수 합성(frequency compounding)은 수신 시 기본 주파수(fundamental frequency)와 고조파(harmonic) 성분을 분리하여 각각의 영상을 생성할 수 있다. 이렇게 생성된 영상들은 적응적 후처리부(170)에서 처리될 수 있다.

[0102] 도 10의 상단에 도시한 도면은 제 1 영상에 대한 영상 처리가 수행되는 과정을 나타내고 있고, 도 10의 하단에 도시한 도면은 제 2 영상에 대한 영상 처리가 수행되는 과정을 나타내고 있다.

[0103] 도 10에 도시한 바와 같이, 전술한 합성 방법으로 복수의 영상 중 제 1 영상을 이루게 되는 채널별 초음파 신호들이 빔포밍부(140)를 통해 빔포밍된 초음파 신호(y_1)는 영상 복원부(150)로 전송된다. 영상 복원부(150)는 빔포밍된 초음파 신호(y_1)를 기초로 영상 복원(디컨벌루션)을 수행하여 복원 영상($\hat{x}_1$)을 생성한다.

[0104] 한편, 전술한 합성 방법으로 복수의 영상 중 제 2 영상을 이루게 되는 채널별 초음파 신호들이 빔포밍부(140)를 통해 빔포밍된 초음파 신호(y_2)는 영상 복원부(150)로 전송된다. 영상 복원부(150)는 빔포밍된 초음파 신호(y_2)를 기초로 영상 복원(디컨벌루션)을 수행하여 복원 영상($\hat{x}_2$)을 생성한다.

[0105] 제 1 영상에 대한 복원 영상($\hat{x}_1$) 및 제 2 영상에 대한 복원 영상($\hat{x}_2$)은 합산되고, 합산된 복원 영상($\hat{x}_1 + \hat{x}_2$)은 적응적 후처리부(170)로 전송된다. 적응적 후처리부(170)는 영상 복원 성능 추정부(160)를 통해 추정된 영상 복원 성능(예: 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산)에 기초하여 합산된 복원 영상($\hat{x}_1 + \hat{x}_2$)에 대해 적응적 후처리를 수행한 후, 후처리된 복원 영상을 표시부(d)로 전달한다.

[0106] 도 11은 복수의 복원 영상에 대해 적응적 후처리 기술을 적용하는 또 다른 방식을 예시한 도면이다.

[0107] 도 11의 상단에 도시한 도면은 제 1 영상에 대한 영상 처리가 수행되는 과정을 나타내고 있고, 도 11의 하단에 도시한 도면은 제 2 영상에 대한 영상 처리가 수행되는 과정을 나타내고 있다.

[0108] 도 11에 도시한 바와 같이, 제 1 영상을 이루게 되는 채널별 초음파 신호들이 빔포밍부(140)를 통해 빔포밍된 초음파 신호(y_1)는 영상 복원부(150)로 전송된다. 영상 복원부(150)는 빔포밍된 초음파 신호(y_1)를 기초로 영상 복원(디컨벌루션)을 수행하여 복원 영상($\hat{x}_1$)을 생성한다. 영상 복원부(150)는 생성된 복원 영상($\hat{x}_1$)을 적응적 후처리부(170)로 전송한다. 적응적 후처리부(170)는 영상 복원 성능 추정부(160)를 통해 추정된 영상 복원 성능(예: 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산)에 기초하여 복원 영상($\hat{x}_1$)에 대해 적응적 후처리를 수행한다.

[0109] 한편, 제 2 영상을 이루게 되는 채널별 초음파 신호들이 빔포밍부(140)를 통해 빔포밍된 초음파 신호(y_2)는 영상 복원부(150)로 전송된다. 영상 복원부(150)는 빔포밍된 초음파 신호(y_2)를 기초로 영상 복원(디컨벌루션)을 수행하여 복원 영상($\hat{x}_2$)을 생성한다. 영상 복원부(150)는 생성된 복원 영상($\hat{x}_2$)을 적응적 후처리부(170)로 전송한다. 적응적 후처리부(170)는 영상 복원 성능 추정부(160)를 통해 추정된 영상 복원 성능(예: 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산)에 기초하여 복원 영상($\hat{x}_1$)에 대해 적응적 후처리를 수행한다. 적응적 후처리가 수행된 신호들은 합산되어 표시부(d)로 전달된다.

[0110] 도 12는 초음파 영상 장치의 제어방법을 도시한 흐름도이다.

[0111] 먼저 시스템 제어부(110)는 입력부(i)로부터 수신된 초음파 진단 시작 명령에 따라 초음파 신호의 송수신 및 빔포밍을 수행하도록 초음파 발생 제어부(120) 및 빔포밍부(140) 등을 제어한다. 보다 상세하게 설명하면, 시스템 제어부(110)는 초음파 발생 제어부(120)에 제어신호를 보내어 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로 하여금 대상체(ob)를 향해 초음파를 송신하도록 한다. 이후 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 송신된 초음파가 대상체(ob)의 표면에서 반사되어 되돌아오는 에코 초음파를 수신한다. 이때, 수신된 에코 초음파는 전기적 신호, 즉 초음파 신호로 변환되어 출력된다. 에코 초음파가 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t1 내지 t10)에 의해 수신되는 경우,

복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t1 내지 t10)로부터 복수 채널의 초음파 신호(c1 내지 c10)가 출력될 수 있다. 출력된 복수 채널의 초음파 신호 각각은 빔포밍부(140) 내 시차 보정부(142)에 의해 시간차가 보정되고, 시간차가 보정된 초음파 신호는 빔포밍부(140) 내 집속부(144)에 의해 집속된다. 그 결과 빔포밍된 초음파 신호가 출력된다.

[0112] 다음으로, 영상 복원 성능 추정부(160)는 입력부(i)를 통해 입력된 초음파 영상 획득에 관한 다양한 설정 정보 예를 들어, 영상 복원 파라미터, 시간 이득 보상값(TGC) 및 빔포밍부(140)에 의해 빔포밍된(집속된) 초음파 신호에 기초하여 영상 복원 성능을 추정(산출)한다(220). 여기서, 영상 복원 성능의 예로는, 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산(noise variance) 등을 들 수 있다. 또한 영상 복원 성능 추정부(160)는 목표 부위(ts)의 깊이 또는 영역(region)별로 복원된 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산을 산출할 수도 있다. 영상 복원 성능 추정부(160)는 산출된 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산을 적응적 후처리부(170)로 전송한다.

[0113] 즉, 복원된 초음파 영상 결과를 분석하여 해상도 및 잡음 분산을 산출할 수도 있다. 해상도 및 잡음 분산을 산출하는 방식으로는 자기 상관(auto correlation)을 이용할 수 있다.

[0114] 이후 영상 복원부(150) 내 정확산 함수 추정부(152)는 빔포밍부(140)를 통해 빔포밍된 초음파 신호(y)를 입력받고, 빔포밍된 초음파 신호(y)로부터 정확산 함수(h)를 추정한다(230).

[0115] 다음으로, 영상 복원부(150) 내 디컨벌루션부(154)는 정확산 함수 추정부(152)를 통해 추정된 정확산 함수(h)를 이용하여 열화된 영상(빔포밍된 초음파 신호, y)에 대한 영상 복원(디컨벌루션)을 수행한다(240). 즉, 디컨벌루션부(154)는 추정된 정확산 함수(h)를 이용하여 대상체(ob)를 촬영하여 획득한 입력 신호(y), 예를 들어 RF 신호를 원래의 대상체(ob)의 형태나 형상과 동일하거나 유사한 형태나 형상으로 보이도록 고해상도 영상으로 변환하여 복원된 영상에 대한 영상 신호($\hat{x}$)를 출력한다.

[0116] 이후 적응적 후처리부(170)는 영상 복원 성능 추정부(160)로부터 전송된 영상 복원 성능(예: 초음파 영상의 해상도 및 잡음 분산)에 기초하여 영상 복원부(150)를 통해 복원된 영상($\hat{x}$)에 대해 적응적 후처리를 수행한다(250). 여기서, 후처리로는 예를 들면 디컨벌루션부(154)에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠(noise reduction; NR) 과정 등을 수행할 수 있다. 그 외에 로그 압축(log compression), DSC(digital scan converter) 등을 수행함으로써 최종적인 결과 영상을 획득한다.

[0117] 적응적 후처리부(170)에서 처리된 목표 부위(ts)에 대한 초음파 영상은 시스템 제어부(110)의 제어를 통해 표시부(d)에 표시된다(260). 이로써, 초음파 영상을 이용한 대상체에 대한 진단 과정이 완료된다.

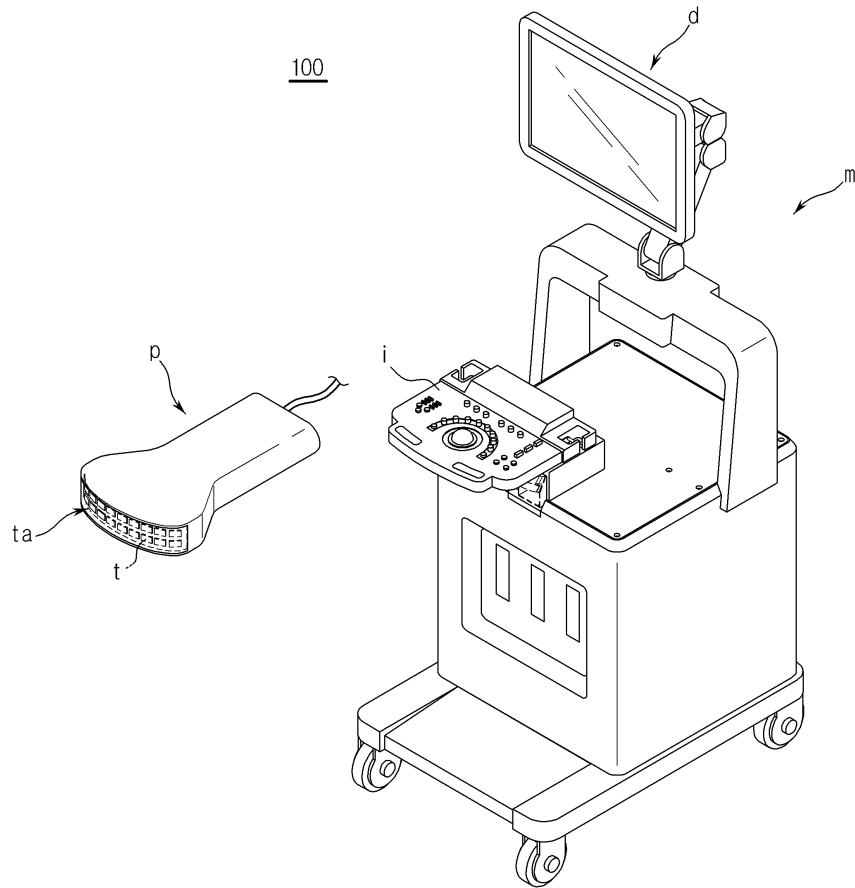
부호의 설명

[0118]

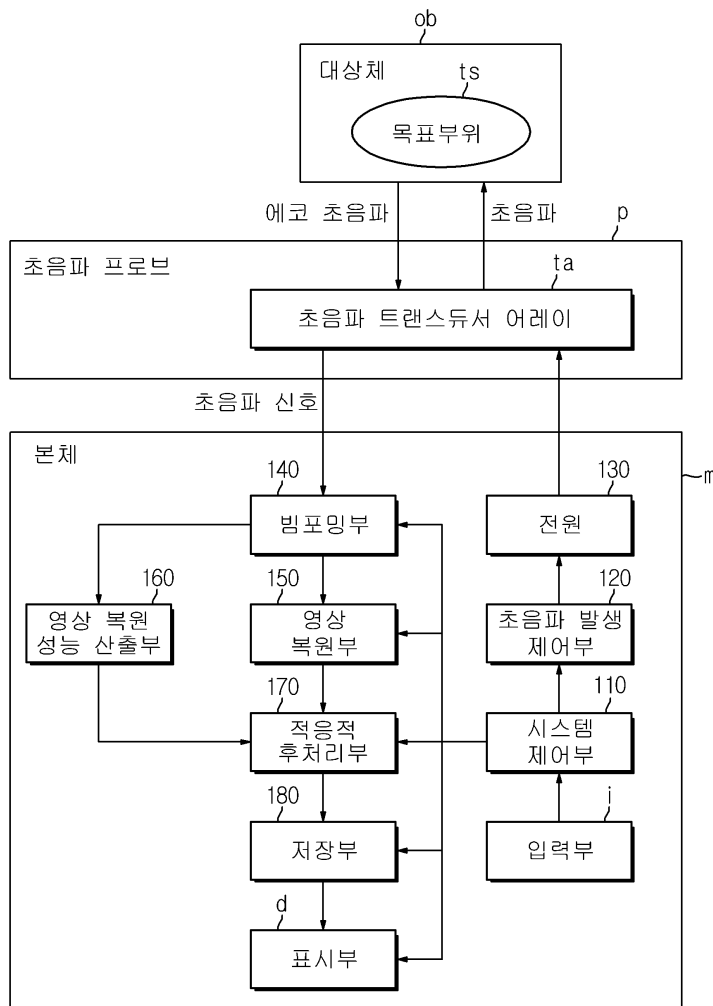
100 : 초음파 영상 장치	p : 초음파 프로브
ta : 초음파 트랜스듀서 어레이	t : 초음파 트랜스듀서 소자
m : 본체	i : 입력부
d : 표시부	110 : 시스템 제어부
120 : 초음파 발생 제어부	130 : 전원
140 : 빔포밍부	150 : 영상 복원부
160 : 영상 복원 성능 산출부	170 : 적응적 후처리부
180 : 저장부	

도면

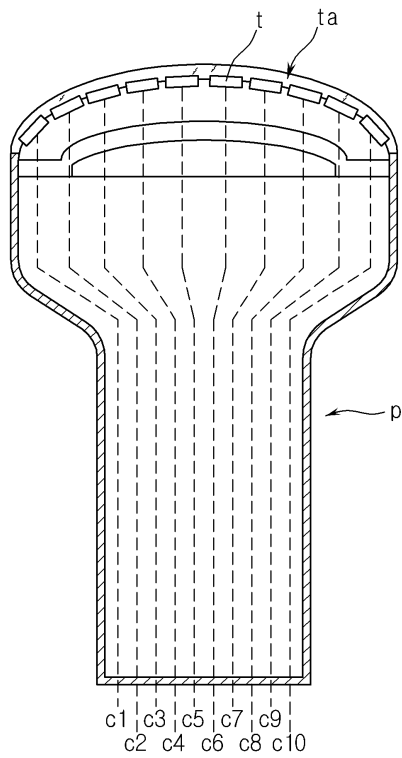
도면1



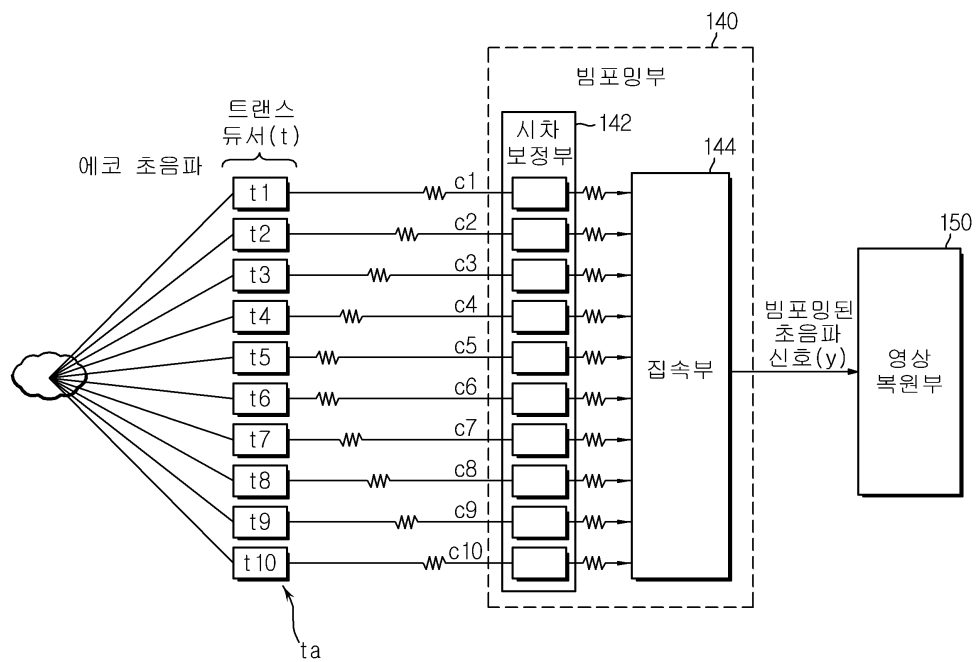
도면2



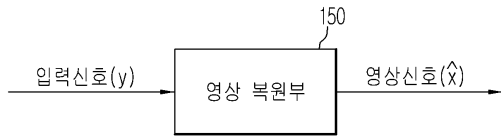
도면3



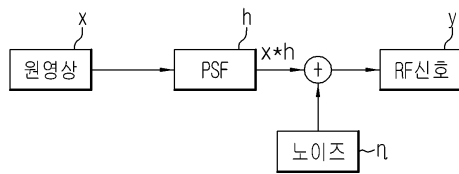
도면4



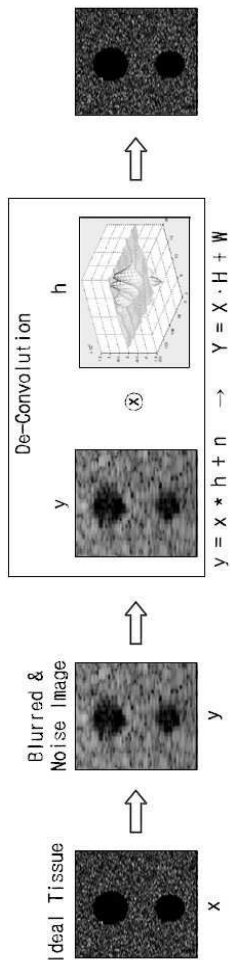
도면5



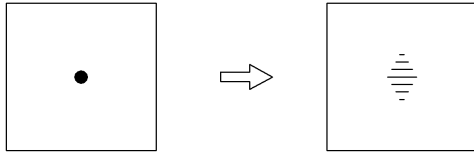
도면6



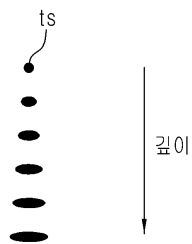
도면7



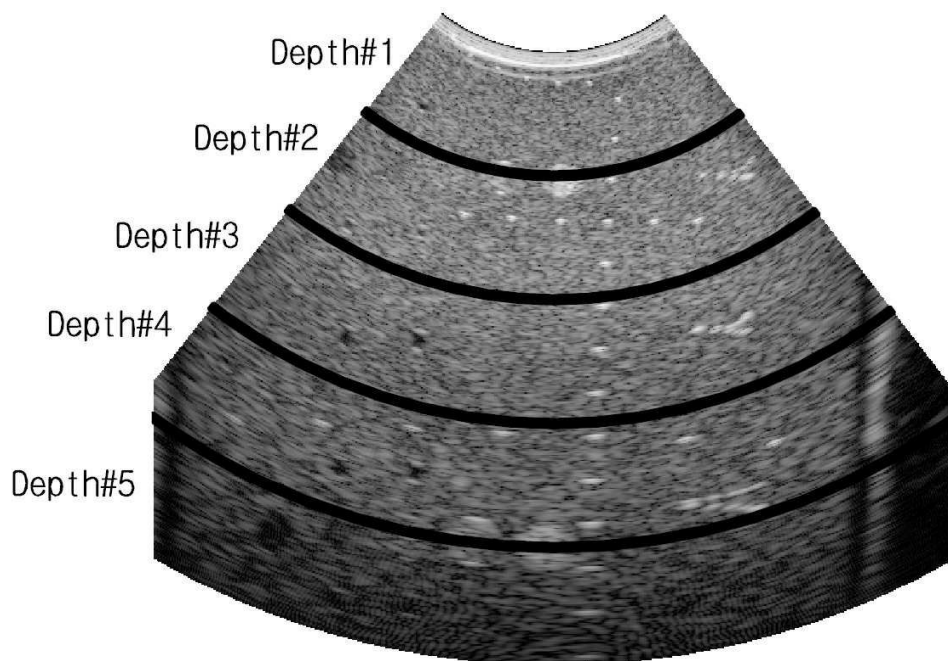
도면8a



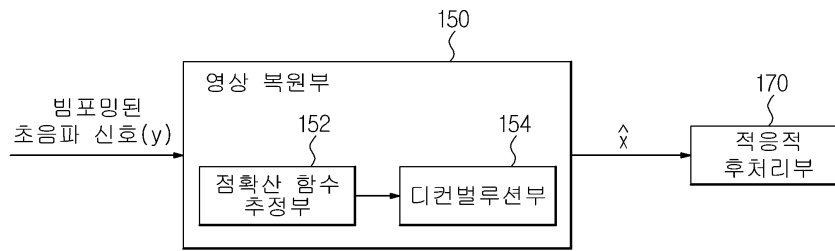
도면8b



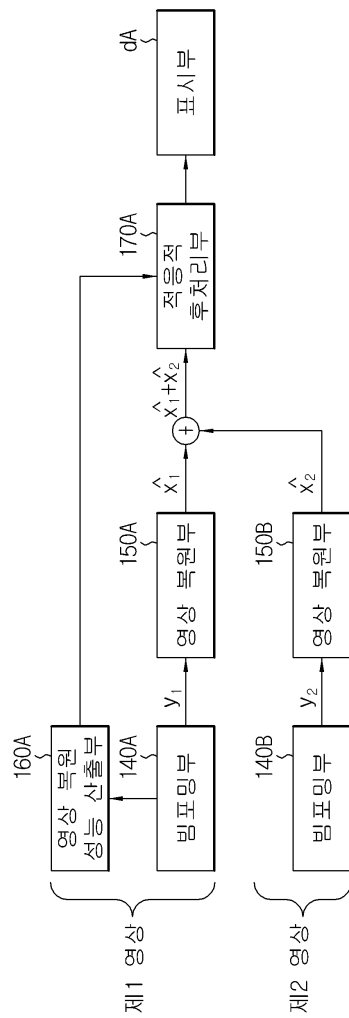
도면8c



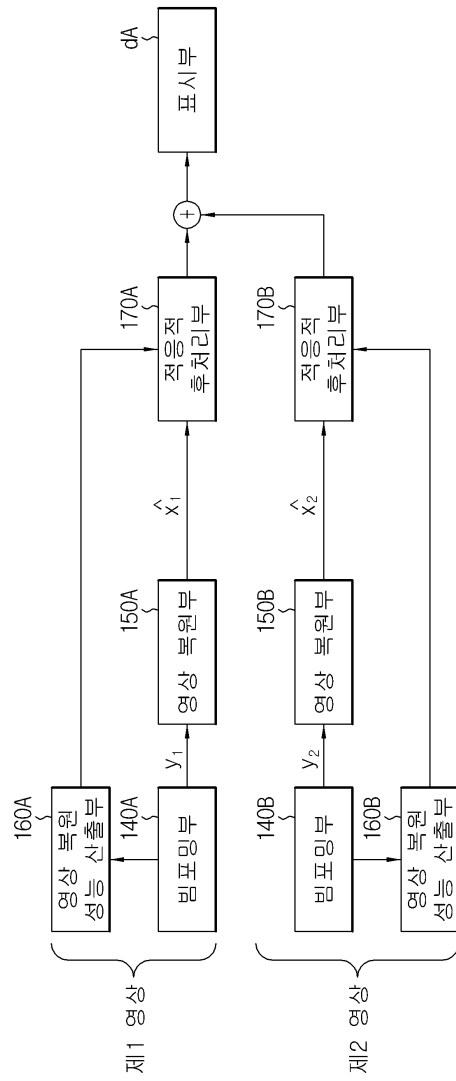
도면9



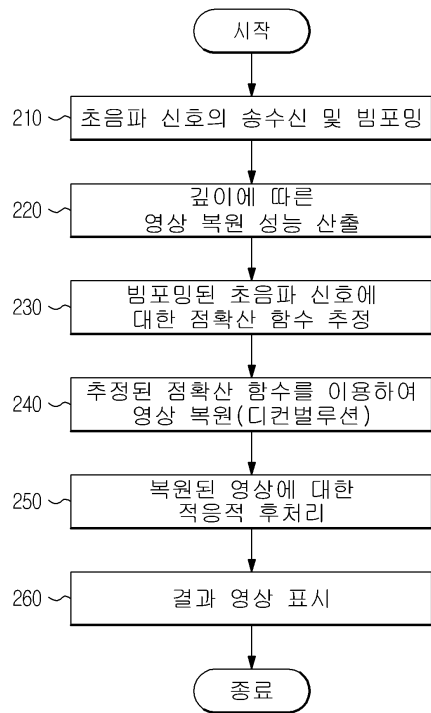
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	标题：超声波成像设备及其控制方法		
公开(公告)号	KR102015006629A	公开(公告)日	2015-06-17
申请号	KR1020130151336	申请日	2013-12-06
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	PARKSUNGCHAN 박성찬 KANGJOORYOUNG 강주영 KIMKYUHONG 김규홍 KIMJUNGHO 김정호 PARKSUHYUN 박수현		
发明人	박성찬 강주영 김규홍 김정호 박수현		
IPC分类号	A61B8/00 G06T5/00		
CPC分类号	A61B8/5269 A61B8/461 A61B8/5207 A61B8/5253 A61B8/54 G01S7/52085 G01S15/8915 G01S15/8977 G01S15/8995 G06T5/003 G06T2207/10132 G06T2207/30004		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种图像重建单元，用于重建一个或多个波束形成的超声图像的图像；一种图像恢复性能估计单元，其基于与波束形成的超声图像和超声图像获取有关的设置信息来估计图像恢复性能；以及自适应后处理单元，用于基于估计的图像恢复性能对图像恢复的结果图像执行自适应后处理，从而不仅提高恢复图像的分辨率而且提高SNR。

