



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월23일  
(11) 등록번호 10-2091536  
(24) 등록일자 2020년03월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06T 5/00 (2019.01) A61B 8/00 (2006.01)  
G01N 29/24 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0063737  
(22) 출원일자 2013년06월03일  
심사청구일자 2018년05월09일  
(65) 공개번호 10-2014-0016153  
(43) 공개일자 2014년02월07일  
(30) 우선권주장  
61/676,548 2012년07월27일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP20111035514 A\*  
KR1020070092357 A\*

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
강주영  
경기도 용인시 기흥구 용구대로2469번길 20 617호 (보정동, 죽전자이2차)  
박성찬  
경기도 수원시 영통구 영통2동 벽적골9단지아파트 (뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인세립

Ho-Chul Shin ET AL “Estimation of Average Speed of Sound Using Deconvolution of Medical Ultrasound Data”, Ultrasound in Medicine & Biology, Volume 36, Issue 4, April 2010, Pages 623-636(2010.04.30.) 1부\*

Zikuan Chen ET AL: “Three-dimensional point spread function measurement of cone-beam computed tomography system by iterative edge-blurring algorithm”, Physics in Medicine & Biology(2004.04.29.) 1부.\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 41 항

심사관 : 김광식

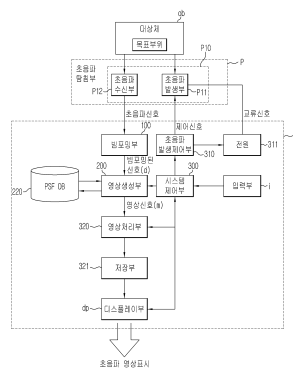
(54) 발명의 명칭 영상 처리 모듈, 상기 영상 처리 모듈을 이용한 초음파 영상 장치 및 상기 초음파 영상 장치를 이용한 초음파 영상 생성 방법

(57) 요약

초음파 영상 장치는 대상체의 목표 부위로 초음파를 조사한 후 상기 대상체의 목표 부위에서 반사되는 에코 초음파를 수신하고 상기 수신된 에코 초음파를 초음파 신호로 변환하는 초음파 탐침부, 상기 초음파 신호를 빔 포밍하여 빔 포밍된 초음파 신호를 출력하는 빔 포밍부 및 상기 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 적어도 하나의 점

(뒷면에 계속)

대표도 - 도12



확산 함수를 추정하여 영상을 생성하는 영상 생성부를 포함한다. 여기서 영상 생성부는 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하여 적어도 하나의 점 확산 함수를 결정하여 영상을 생성할 수 있고, 또한 제1 점 확산 함수를 결정하고, 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 결정한 후 제2 점 확산 함수를 이용하여 영상을 생성하도록 할 수도 있다.

(72) 발명자

**김규홍**

경기 성남시 분당구 내정로 55, 311동 1505호 (정자동, 상록마을우성아파트)

**김정호**

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

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

입력 신호를 빔 포밍하여 빔 포밍된 신호를 출력하는 빔 포밍부;

상기 빔 포밍된 신호에 대해 적어도 하나의 상황 변수를 기초로 미리 획득된 적어도 하나의 1차원 점 확산 함수 (psf, point spread function)로 구축된 점 확산 함수 데이터베이스; 및

상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 1차원 점 확산 함수를 선택하고 상기 1차원 점 확산 함수를 기초로 2 차원 점 확산 함수를 추정하고, 상기 빔 포밍된 신호 및 상기 추정된 2차원 점 확산 함수를 이용하여 디콘볼루션(deconvolution)을 수행하여 영상을 생성하는 영상 생성부;를 더 포함하는 영상 처리 모듈.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 상황 변수는 초음파의 음속 또는 대상체 내부의 목표 부위와의 거리인 영상 처리 모듈.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 상기 빔 포밍된 신호를 상기 적어도 하나의 상황 변수에 따라 분류하고 상기 분류 결과를 기초로, 상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하는 영상 처리 모듈.

#### 청구항 4

입력 신호를 빔 포밍하여 빔 포밍된 신호를 출력하는 빔 포밍부; 및

상기 빔 포밍된 신호를 기초로 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하고 상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정한 후, 상기 빔 포밍된 신호 및 상기 추정된 제2 점 확산 함수를 이용하여 디콘볼루션을 수행하여 영상을 생성하는 영상 생성부;

를 포함하는 영상 처리 모듈.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 빔 포밍된 신호에 대한 적어도 하나의 점 확산 함수로 구축된 점 확산 함수 데이터베이스;

를 더 포함하되,

상기 적어도 하나의 점 확산 함수는 적어도 하나의 상황 변수를 기초로 미리 획득된 적어도 하나의 점 확산 함수인 영상 처리 모듈.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 적어도 하나의 상황 변수는 초음파의 음속 또는 대상체 내부의 목표 부위와의 거리인 영상 처리 모듈.

**청구항 7**

제5항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하여 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하는 영상 처리 모듈.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 상기 빔 포밍된 신호를 상기 적어도 하나의 상황 변수에 따라 분류하고 상기 분류 결과를 기초로, 상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하여 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하는 영상 처리 모듈.

**청구항 9**

제4항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 상기 빔 포밍된 신호 및 상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 영상 처리 모듈.

**청구항 10**

제4항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 적어도 하나의 필터를 이용하여 제1 점 확산 함수를 추정하는 영상 처리 모듈.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필터는 최소 제곱 필터(LSF, least square filter) 또는 캡스트럼 필터(cepstrum filter)인 영상 처리 모듈.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 상기 제1 점 확산 함수와 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 영상 처리 모듈.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수는, 빔 포밍 계수인 영상 처리 모듈.

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수는, 초음파의 음속, 음속의 변화량, 대상체 내부의 목표 부위와의 거리, 입력 신호 생성 모듈의 배치 형태 및 입력 신호의 채널 별 감쇠율 중 적어도 하나인 영상 처리 모듈.

**청구항 15**

제4항에 있어서,

상기 제1 점 확산 함수는 1차원 점 확산 함수이고, 상기 제2 점 확산 함수는 2차원 점 확산 함수인 영상 처리 모듈.

**청구항 16**

대상체의 목표 부위로 초음파를 조사한 후 상기 대상체의 목표 부위에서 반사되는 에코 초음파를 수신하고 상기 수신된 에코 초음파를 초음파 신호로 변환하는 초음파 탐침부;

상기 초음파 신호를 빔 포밍하여 빔 포밍된 초음파 신호를 출력하는 빔 포밍부; 및

상기 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하고 디콘볼루션을 수행하여 영상을 생성하는 영상 생성부;

를 포함하고,

상기 영상 생성부는, 상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정한 후, 상기 빔 포밍된 초음파 신호 및 상기 추정된 제2 점 확산 함수를 이용하여 영상을 생성하는 초음파 영상 장치.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 빔 포밍된 초음파 신호에 대한 적어도 하나의 점 확산 함수로 구축된 점 확산 함수 데이터베이스;

를 더 포함하되,

상기 적어도 하나의 점 확산 함수는 적어도 하나의 상황 변수를 기초로 미리 획득된 것인 초음파 영상 장치.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 적어도 하나의 상황 변수는 초음파의 음속 또는 상기 대상체 내부의 목표 부위와의 거리인 초음파 영상 장치.

**청구항 19**

제17항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하여 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하는 초음파 영상 장치.

**청구항 20**

제19항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 상기 빔 포밍된 초음파 신호를 상기 적어도 하나의 상황 변수에 따라 분류하고 상기 분류 결과를 기초로 상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출함으로써 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하는 초음파 영상 장치.

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

제16항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 상기 빔 포밍된 초음파 신호 및 상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 초음파 영상 장치.

**청구항 23**

제16항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 적어도 하나의 필터를 이용하여 제1 점 확산 함수를 추정하는 초음파 영상 장치.

**청구항 24**

제23항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필터는 최소 제곱 필터 또는 캡스트림 필터인 초음파 영상 장치.

**청구항 25**

제24항에 있어서,

상기 영상 생성부는, 상기 제1 점 확산 함수와 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 초음파 영상 장치.

**청구항 26**

제25항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수는, 초음파 신호의 변환을 위한 빔 포밍 계수인 초음파 영상 장치.

**청구항 27**

제25항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수는, 초음파의 음속, 초음파 음속의 변화량, 상기 대상체 내부의 목표 부위와의 거리, 상기 초음파 탐침부에 설치된 초음파 트랜스듀서의 배치 형태 및 초음파 신호의 채널 별 감쇠율 중 적어도 하나인 초음파 영상 장치.

**청구항 28**

제16항에 있어서,

상기 제1 점 확산 함수는 1차원 점 확산 함수이고, 상기 제2 점 확산 함수는 2차원 점 확산 함수인 초음파 영상 장치.

**청구항 29**

대상체의 목표 부위로 초음파를 조사한 후 상기 대상체의 목표 부위에서 반사되는 에코 초음파를 수신하고 상기 수신된 에코 초음파를 초음파 신호로 변환하는 단계;

상기 초음파 신호를 기초로 빔 포밍된 초음파 신호를 출력하는 단계;

상기 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 1차원 점 확산 함수를 추출하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 1차원 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 추정하고,

상기 빔포밍 신호 및 추정된 2차원 점 확산 함수를 이용하여 디콘볼루션을 수행하여 상기 빔 포밍된 초음파 신호로부터 영상을 생성하는 단계;

를 포함하되,

상기 점 확산 함수 데이터베이스는 상기 출력 신호에 대해 파동 속도를 포함하는 적어도 하나의 상황 변수를 기초로 미리 획득된 적어도 하나의 점 확산 함수로 구축되는 영상 생성 방법.

**청구항 30**

제29항에 있어서,

상기 적어도 하나의 상황 변수는 초음파의 음속 또는 대상체 내부의 목표 부위와의 거리인 영상 생성 방법.

**청구항 31**

제29항에 있어서,

상기 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하는 단계는, 상기 빔 포밍된 초음파 신호를 상기 적어도 하나의 상황 변수에 따라 분류하고 상기 분류 결과를 기초로 상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하는 단계인 영상 생성 방법.

**청구항 32**

대상체의 목표 부위로 초음파를 조사한 후 상기 대상체의 목표 부위에서 반사되는 에코 초음파를 수신하고 상기 수신된 에코 초음파를 초음파 신호로 변환하는 단계;

상기 초음파 신호를 기초로 빔 포밍된 초음파 신호를 출력하는 단계;

상기 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하는 단계;

상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 단계; 및

상기 추정된 제2 점 확산 함수를 이용하여 디콘볼루션을 수행하여 상기 빔 포밍된 신호로부터 영상을 생성하는 단계;

를 포함하는 영상 생성 방법.

**청구항 33**

제32항에 있어서,

상기 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하는 단계는, 적어도 하나의 상황 변수를 기초로 미리 획득된 적어도 하나의 점 확산 함수로 구축된 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하여 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하는 단계인 영상 생성 방법.

**청구항 34**

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 상황 변수는 초음파의 음속 또는 대상체 내부의 목표 부위와의 거리인 영상 생성 방법.

**청구항 35**

제32항에 있어서,

상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하는 것은, 상기 빔 포밍된 초음파 신호를 상기 적어도 하나의 상황 변수에 따라 분류하고 상기 분류 결과를 기초로 상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하는 것인 영상 생성 방법.

**청구항 36**

제32항에 있어서,

상기 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하는 단계는 적어도 하나의 필터를 이용하여 제1 점 확산 함수를 추정하는 단계인 영상 생성 방법.

**청구항 37**

제36항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필터는 최소 제곱 필터 또는 켈스트림 필터인 영상 생성 방법.

**청구항 38**

제32항에 있어서,

상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 단계는, 상기 빔 포밍된 신호 및 상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 것인 영상 생성 방법.

**청구항 39**

제32항에 있어서

상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 단계는 상기 제1 점 확산 함수와 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 영상 생성

방법.

**청구항 40**

제39항에 있어서

상기 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수는, 빔 포밍 계수인 영상 생성 방법.

**청구항 41**

제39항에 있어서

상기 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수는, 초음파의 음속, 음속의 변화량, 대상체 내부의 목표 부위와의 거리, 입력 신호 생성 모듈의 배치 형태 및 입력 신호의 채널 별 감쇠율 중 적어도 하나인 영상 생성 방법.

**청구항 42**

제32항에 있어서

상기 제1 점 확산 함수는 1차원 점 확산 함수이고, 상기 제2 점 확산 함수는 2차원 점 확산 함수인 영상 생성 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 영상 처리 모듈과 영상 생성 방법 및 이를 이용하는 초음파 영상 장치가 개시된다.

**배경 기술**

[0002] 초음파 영상 장치는, 대상체의 외면, 예를 들어 인체의 표피에서 내부의 소정의 목표 지점을 향하여 초음파를 조사하고, 내부의 목표 지점에서 반사된 초음파를 수집한 후, 수집된 초음파 정보를 이용하여 대상체 내부의 각종 조직이나 구조 등에 대한 단층 영상, 예를 들어 각종 장기(臟器), 연부 조직 등의 단층 영상을 획득하는 장치이다. 이와 같은 초음파 영상 장치는, 저렴하고 다른 장비에 비해 소형이며 엑스선과 같은 방사선 피폭의 위험성이 없는데다, 실시간으로 대상체 내부에 대한 영상 재생이 가능하여 의료계에서 널리 이용되고 있다.

[0003] 초음파 영상 장치가 초음파 영상을 얻는 방법에 의하면, 초음파 영상 장치의 초음파 프로브의 초음파 발생 수단, 예를 들어 트랜스듀서(transducer)를 이용하여 전기적 신호를 초음파로 변환한 후 변환된 초음파를 목표 지점을 향하여 조사한다. 그리고 목표 지점에서 반사된 초음파를 초음파 센서, 예를 들어 트랜스듀서가 수신하고 이를 전기적 신호로 변환하여 복수의 채널의 초음파 신호를 획득한다.

[0004] 이어서 초음파 신호를 기초로 빔 포밍(beam forming)이 수행된다. 빔 포밍은, 초음파 센서가 수집한 초음파 신호의 시간차를 보정하고 각 초음파 신호마다 소정의 가중치를 부가하여 특정 위치의 신호를 강조하고, 다른 위치의 신호는 상대적으로 감쇄시켜 초음파 신호를 집중하도록 한다. 그 후 초음파 영상 장치는, 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 초음파 영상을 획득한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 빔 포밍 후 초음파 영상을 생성하는 과정에 있어서 복잡한 점 확산 함수의 연산을 간단하게 하여, 점 확산 함수를 적은 리소스의 사용으로도 신속하게 결정할 수 있도록 하는 영상 처리 모듈과 영상 생성 방법 및 이를 이용

하는 초음파 영상 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 초음파 영상 장치에 의한 초음파 영상 생성에 있어서 점 확산 함수의 신속한 결정에 따라서 영상 생성 과정을 더욱 신속하게 수행할 수 있도록 하고, 아울러 신속하게 영상을 생성하면서도 점 확산 함수를 적절하게 결정하도록 함으로써 높은 해상도의 초음파 영상을 생성할 수 있도록 하는 것을 다른 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여 영상 처리 모듈, 초음파 영상 장치 및 영상 생성 방법이 제공된다.

[0008] 영상 처리 모듈은 입력 신호를 빔 포밍하여 빔 포밍된 신호를 출력하는 빔 포밍부, 상기 빔 포밍된 신호에 대해 적어도 하나의 상황 변수를 기초로 미리 획득된 적어도 하나의 2차원 점 확산 함수로 구축된 점 확산 함수 데이터베이스 및 상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 2차원 점 확산 함수를 추출하고 상기 빔 포밍된 신호 및 상기 결정된 점 확산 함수를 이용하여 디콘볼루션(deconvolution)을 수행하여 영상을 생성 및 복원하도록 하는 영상 생성부를 더 포함할 수 있다. 여기서 상기 적어도 하나의 상황 변수는 초음파의 음속 또는 대상체 내부의 목표 부위와의 거리 또는 깊이일 수 있다. 또한 상기 영상 생성부는, 상기 빔 포밍된 신호를 상기 적어도 하나의 상황 변수에 따라 분류하고 상기 분류 결과를 기초로, 상기 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하도록 할 수 있다.

[0009] 영상 처리 모듈은 입력 신호를 빔 포밍하여 빔 포밍된 신호를 출력하는 빔 포밍부 및 상기 빔 포밍된 신호를 기초로 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하고 상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정 후, 상기 빔 포밍된 신호 및 상기 추정된 제2 점 확산 함수를 이용하여 영상을 생성하는 영상 생성부를 포함할 수도 있다.

[0010] 이 경우 상기 영상 생성부는, 상기 빔 포밍된 신호 및 상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하도록 할 수 있다. 또한 상기 영상 생성부는, 상기 제1 점 확산 함수와 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하도록 할 수도 있다. 이때 제2 점 확산 함수 추정 변수는 상기 적어도 하나의 제2 점 확산 함수 추정 변수는, 초음파의 음속, 음속의 변화량, 대상체 내부의 목표 부위와의 거리, 입력 신호 생성 모듈의 배치 형태 및 입력 신호의 채널 별 감쇠율 중 적어도 하나일 수 있다.

[0011] 초음파 영상 장치는 대상체의 목표 부위로 초음파를 조사한 후 상기 대상체의 목표 부위에서 반사되는 에코 초음파를 수신하고 상기 수신된 에코 초음파를 초음파 신호로 변환하는 초음파 탐침부, 상기 초음파 신호를 빔 포밍하여 빔 포밍된 초음파 신호를 출력하는 빔 포밍부 및 상기 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하여 영상을 생성하는 영상 생성부를 포함할 수 있다. 초음파 영상 장치는 빔 포밍된 초음파 신호에 대한 적어도 하나의 점 확산 함수로 구축된 점 확산 함수 데이터베이스를 더 포함할 수도 있으며, 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 호출하여 제1 점 확산 함수를 추정할 수 있다. 초음파 영상 장치는, 상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정 후, 상기 빔 포밍된 초음파 신호 및 상기 추정된 제2 점 확산 함수를 이용하여 영상을 생성하도록 하는 것도 가능하다.

[0012] 영상 생성 방법은, 대상체의 목표 부위로 초음파를 조사한 후 상기 대상체의 목표 부위에서 반사되는 에코 초음파를 수신하고 상기 수신된 에코 초음파를 초음파 신호로 변환하는 단계, 상기 초음파 신호를 기초로 빔 포밍된 초음파 신호를 출력하는 단계, 상기 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 점 확산 함수 데이터베이스로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 추출하는 단계 및 상기 적어도 하나의 점 확산 함수를 이용하여 상기 빔 포밍된 초음파 신호로부터 영상을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 또한 영상 생성 방법은, 대상체의 목표 부위로 초음파를 조사한 후 상기 대상체의 목표 부위에서 반사되는 에코 초음파를 수신하고 상기 수신된 에코 초음파를 초음파 신호로 변환하는 단계, 상기 초음파 신호를 기초로 빔 포밍된 초음파 신호를 출력하는 단계, 상기 빔 포밍된 초음파 신호를 기초로 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 추정하는 단계, 상기 추정된 적어도 하나의 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 단계 및 상기 추정된 제2 점 확산 함수를 이용하여 상기 빔 포밍된 신호로부터 영상을 생성하는 단계를 포함할 수도 있다.

**발명의 효과**

- [0014] 상술한 바와 같은 영상 처리 모듈, 상기 영상 처리 모듈을 이용한 초음파 영상 장치 및 상기 초음파 영상 장치를 이용한 초음파 영상 생성 방법에 의하여, 영상의 복원, 예를 들어 초음파 신호를 기초로 한 영상 생성에 있어서 적절한 점 확산 함수를 결정할 수 있게 된다.
- [0015] 초음파 영상 장치에 의한 초음파 영상 생성 과정에 있어서 신속하게 점 확산 함수를 결정할 수 있게 됨으로써 초음파 영상 복원 속도가 개선되어 신속하게 초음파 영상을 생성할 수 있게 된다.
- [0016] 아울러 초음파 영상의 신속한 생성과 더불어, 적절한 점 확산 함수를 결정할 수 있게 됨으로써 고해상도의 초음파 영상을 생성할 수 있게 되는 효과도 있다.
- [0017] 또한 1차원 점 확산 함수를 기반으로 하여 고속으로 2차원 점 확산 함수를 획득할 수 있어 높은 해상도와 양질의 초음파 영상을 용이하게 얻을 수 있게 된다.
- [0018] 따라서 사용자, 예를 들어 의사나 검사자가 초음파 이미징 를 이용하여 신속하고 정확한 고해상도의 초음파 영상을 이용하여 환자를 더욱 정확하게 진단할 수 있게 되는 효과도 얻을 수 있다.
- [0019] 또한 더 나아가 점 확산 함수의 결정 방법은 레이더나 음향 신호 처리에도 적용될 수 있어, 그 실시예에 따라 레이더나 음향 신호 처리 장치의 동작을 개선할 수 있도록 하는 효과도 얻을 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 영상 생성부를 설명하기 위한 구성도이다.
- 도 2는 점 확산 함수를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 원 영상과 RF 영상 사이의 관계 및 디콘볼루션을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4a는 원 영상과 RF 영상 사이의 관계를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4b는 깊이에 따른 목표 부위(ob1)에 대한 RF 신호 기반의 초음파 영상의 일례를 도시한 도면이다.
- 도 4c는 목표 부위의 깊이를 설명하기 위한 초음파 영상을 도시한 도면이다.
- 도 5는 영상 생성부의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 6은 점 확산 함수 데이터베이스의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 영상 생성부의 다른 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 8 및 도 9는 음속에 따른 점 확산함수를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 영상 생성부의 또 다른 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 11은 초음파 영상 장치의 일 실시예에 대한 사시도이다.
- 도 12는 초음파 영상 장치의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 13은 초음파 탐침부의 일 실시예에 대한 평면도이다.
- 도 14는 빔 포밍부의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 15는 초음파 영상 장치의 영상 생성부의 일 실시예에 대한 구성도이다.

도 16은 제2 점 확산 함수를 설명하기 위한 도면이다.

도 17 내지 도 19는 입력 영상을 기초로 원 영상을 영상 복원 방법의 여러 실시예에 대한 흐름도이다.

도 20 내지 도 22는 초음파 영상 장치를 제어하는 방법의 여러 실시예에 대한 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하 도 1 내지 도 10을 참조하여 영상 생성부의 일 실시예에 대해서 설명한다.
- [0022] 도 1은 영상 생성부를 설명하기 위한 구성도이다.
- [0023] 도 1에 도시된 바와 같이 영상 생성부(10)는 입력 신호(d)를 기초로 영상 신호(m)를 생성하여 출력하도록 한다. 여기서 입력 신호(d)는 음파나 전자기파와 같은 파동에 기인하여 발생된 신호일 수 있다. 예를 들어 음파에 의한 신호인 경우에는 인간이 들을 수 있는 주파수, 즉 가청 주파수의 음파로부터 획득한 신호일 수도 있고, 가청 주파수 20kHz보다 큰 음파인 초음파로부터 획득한 신호일 수도 있다. 또한 전자기파에 의한 신호인 경우 입력 신호(d)는 레이더 등에서 이용되는 극초단파(마이크로파, 파장 10cm 내지 100cm) 등으로부터 획득한 신호일 수도 있다.
- [0024] 영상 생성부(10)는, 입력 신호(d)로부터 영상 신호(m)를 생성하기 위하여 적어도 하나의 점 확산 함수(PSF, point spread function, 이하 도면 상에서는 PSF로 표기)를 추정하고 추정된 결과를 이용하여 디콘볼루션(deconvolution)을 수행함으로써 원래의 촬영하고자 하는 대상체와 동일하거나 거의 유사한 영상을 생성 및 획득하도록 한다. 영상 생성부(10)는 생성 및 획득된 영상을 영상 신호(m)의 형태로 출력한다.
- [0025] 점 확산 함수는 영상 촬영 장치의 촬영을 통해 획득한 영상 데이터와 조합되어 최종적인 영상 데이터를 생성하기 위한 함수로, 이상적인 영상 데이터를 복원하는데 주로 이용된다.
- [0026] 도 2는 점 확산 함수를 설명하기 위한 도면이다. 도 2에 도시된 바에서 영상 촬영 장치가 대상체에 대한 영상을 획득하는 과정에 있어서 영상 촬영 장치의 기술적 성질이나 물리적 특성, 또는 잡음(noise,  $n$ )으로 인하여 원래의 영상인 원 영상(o, ideal image)과는 상이한 신호, 예를 들어 초음파 영상 장치에서의 초음파 신호 등과 같은 RF 신호(radio frequency signal, d)를 출력하게 된다.
- [0027] 다시 말하면 영상 촬영 장치에 의해 획득되는 RF 신호(d)는 원 영상(o)에 영상 촬영 장치의 기술적 성질이나 물리적 특성에 따라 변형되고 여기에 잡음( $n$ )이 부가되어 출력되는 신호이다.
- [0028] 도 3은 일례로 초음파 영상 장치에서의 원 영상과 RF 영상 사이의 관계 및 디콘볼루션을 설명하기 위한 도면이다. 도 3의 가장 좌측에는 인체 내부의 조직에 대한 이상적인 형상이 도시되어 있다. 도 3에 도시된 바와 같이 원 영상(ideal)이  $f_r$ 과 같이 주어진다면 초음파 영상 장치에서 초음파 프로브에 의해 수집되고 빔 포밍된 초음파 영상은 중단의  $g_r$ 과 같이 표현되게 된다. 즉, 원 영상과 RF 신호에 의한 영상은 서로 상이해진다. 이를 도 4a 내지 도 4c를 참조하여 더욱 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0029] 도 4a는 원 영상과 RF 영상 사이의 관계를 설명하기 위한 것이다. 도 4a에 도시된 입력 신호 기반 영상은 초음파 영상 장치를 이용하여 획득한 초음파 영상의 일례를 도식적으로 표현한 것이다. 도 4a에 도시된 바와 같이 만약 이상적인 상황에서의 목표 부위(ob1)에 대한 원 영상(o)이 도 4a의 좌측에 있는 도면과 같이 표시된다고 하면, 목표 부위(ob1)에 대한 입력 신호(d), 예를 들어 RF 신호 기반의 영상은 우측에 도시된 것처럼 표시되게 된다. 구체적으로 입력 신호 기반 영상에서의 목표 부위(ob1)는 원 영상에서의 목표 부위(ob1)가 상하 및 좌우로 퍼진 것처럼 표시된다. 즉, 입력 신호 기반 영상은 원 영상과 상당히 상이하게 되기 때문에 만약 입력 신호(d), 즉 RF 신호를 기반으로 영상을 그대로 복원하는 경우에는 목표 부위가 본래의 모습과 상이하게 된다.
- [0030] 이와 같은 원 영상과 입력 신호 기반 영상은 깊이 등에 따라서 더욱 상이해질 수 있다. 도 4b는 깊이에 따른 목표 부위(ob1)에 대한 RF 신호 기반의 초음파 영상의 일례를 도시한 것이고, 도 4c는 목표 부위의 깊이를 설명하기 위한 초음파 영상을 도시한 도면이다.
- [0031] 도 4b에 도시된 바와 같이 목표 부위(ob1)와 영상 데이터 수집 수단, 예를 들어 초음파 탐침부 사이의 거리가 짧으면, 예를 들어 도 4c에 도시된 바와 같이 인체 내부의 병변이 제1 깊이에 위치하면 목표 부위(ob1)에 대한 입력 신호 기반 영상은 동 부위에 대한 원 영상과 동일하거나 상당히 유사하게 된다. 그러나 만약 영상 데이터

수집 수단과 목표 부위(ob1) 사이의 거리가 멀어지면, 예를 들어 인체 내부의 병변이 도 4c의 제4 깊이나 제5 깊이 등에 위치한다면 목표 부위(ob1)의 입력 신호 기반 영상은 측면 방향으로 연장되어 표시되어 동 부위(ob1)에 대한 원 영상과 상당히 차이가 있게 된다. 즉 원 영상(o)에서의 목표 부위(ob1)와 입력 신호 기반 영상의 목표 부위(ob1)의 형태는 데이터 수집 수단과 목표 부위(ob1) 사이의 거리에 따라서 더욱 상이하게 된다.

[0032] 따라서 RF 신호(d)를 이용하여 원 영상(o)을 복원하는 경우에는, 이와 같은 원 영상(o)과 RF 신호(d)에 의한 영상 간의 상이함을 보정해주어야 목표 부위(ob1)에 대한 정확한 영상을 얻을 수 있다. 이 경우 원 영상(o)과 획득한 RF 신호(d) 사이에는 소정의 관계가 성립한다는 것을 전제로 소정의 관계에 상응하는 소정의 함수를 이용하여 RF 신호(d)를 보정하여 영상을 복원하게 되는데, 이때 이용되는 소정의 함수가 점 확산 함수(H)이다.

[0033] 도 2에 도시된 원 영상(o), 점 확산 함수(H), 잡음( $\eta$ ) 및 입력 신호(d), 즉 RF 신호 사이의 관계를 수학적 식으로 표현하면 하기의 수학적 식 1과 같이 쓰여질 수 있다.

[0034] [수학적 식 1]

[0035] 
$$d = Hf + \eta$$

[0036] 여기서 d는 출력되는 RF 신호, H는 점 확산 함수, f는 원 영상에 대한 신호이고  $\eta$ 는 잡음을 의미한다.

[0037] 만약 잡음이 없다고 가정한다면 RF 신호(d)는 원 영상(o)과 점 확산 함수(H) 사이의 곱으로 표현될 수 있다. 그러므로 측정된 RF 신호(d)에 대해 적절한 점 확산 함수(H)를 알 수 있으면, 측정된 RF 신호(d)에 대응되는 원 영상(o)을 얻을 수 있게 된다. 다시 말해서, 점 확산 함수(H) 및 RF 신호(d)를 알면 대상체와 동일하거나 가장 유사한 영상을 복원할 수 있게 된다.

[0038] 영상 생성부(10)는 도 2와 반대 방향으로 RF 신호, 즉 입력 신호(d)와 입력 신호(d)에 적절한 점 확산 함수(H)를 이용하여 원 영상(o)과 동일하거나 또는 상당히 유사한 영상을 생성하고, 생성된 영상에 상응하는 영상 신호(m)를 출력하도록 한다. 다시 말해서 영상 생성부(10)는, 도 3의 중단에 도시된 바와 같이 RF 신호  $g_R$ 에 적절한 점 확산 함수  $h_R$ 을 부가 및 합성하여 디콘볼루션을 수행함으로써 원 영상(o,  $f_R$ )과 동일하거나 거의 유사한 복원 영상(restored image)를 생성 및 복원한다.

[0039] 영상 생성부(10)는 입력 신호(d)를 기초로 대상체와 동일하거나 가장 유사한 영상을 복원하도록 하기 위하여, 1차원 또는 2차원 점 확산 함수로 구축된 점 확산 함수 데이터베이스(PSF database, 12)를 이용하거나 또는 1차원 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 추정하는 등의 방법을 이용하여 여러 방향에서의 해상도 저하 등의 문제점 없이 점 확산 함수를 추정하도록 한다.

[0040] 그리고 추정된 점 확산 함수(H)를 이용하여 대상체를 촬영하여 획득한 입력 신호(d), 예를 들어 RF 신호를 변환하여 원래의 대상체의 형태나 형상과 동일하거나 유사한 형태나 형상으로 보이도록 입력 신호(d)를 변환하도록 한다. 즉 영상 생성부(10)는 점 확산 함수를 이용하여 획득한 입력 신호(d)에 대한 영상을 복원하여 적절하게 복원된 영상에 대한 영상 신호(m)를 출력하도록 한다.

[0041] 도 5는 영상 생성부의 일 실시예에 대한 구성도이다.

[0042] 도 5에 도시된 바와 같이 영상 생성부(10)의 일 실시예에 의하면, 영상 생성부(10)는 점 확산 함수 선택부(11) 및 디콘볼루션부(14)를 포함하고 있을 수 있다.

[0043] 점 확산 함수 선택부(11)는 별도의 점 확산 함수 데이터베이스(12)를 열람하고, 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 선택하여 호출하도록 한다. 도 6은 점 확산 함수 데이터베이스(12)의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다. 점 확산 함수 데이터베이스(12)는 도 6에 도시된 바와 같이 적어도 하나의 점 확산 함수들의 집합으로 구축된다.

[0044] 점 확산 함수 데이터베이스(12)의 일 실시예에 의하면 점 확산 함수 데이터베이스(12)는 1차원 점 확산 함수만을 포함할 수도 있고, 2차원 점 확산 함수만을 포함할 수도 있다. 또한 1차원 점 확산 함수 및 2차원 점 확산 함수를 모두 포함하고 있는 것도 가능하다. 실시예에 따라서는 3차원이나 사 차원 등의 더 높은 차원의 점 확산

함수들을 포함하고 있을 수도 있다.

- [0045] 점 확산 함수 데이터베이스(12)에 저장된 점 확산 함수들은, 적어도 하나의 상황 변수에 따라 미리 연산된 점 확산 함수들일 수 있다. 여기서 일 실시예에 의하면 상황 변수는 파동의 속도(도 6의 수평 방향)일 수 있다. 파동의 속도는 예를 들어 초음파와 같은 음파의 속도(음속)일 수 있다. 또한 다른 실시예에 의하면 상황 변수는 데이터 수집 수단, 일례로 초음파 탐침부와 목표 부위 사이의 거리(도 6의 수직 방향)일 수 있다. 예를 들어 데이터 수집 수단과 목표 부위 사이의 거리는 인체 내부의 특정 목표 부위, 일례로 병변의 깊이(depth)일 수 있다.
- [0046] 물론 점 확산 함수 데이터베이스(12)에 저장된 점 확산 함수는 두 가지의 상황 변수에 따라서 미리 연산된 점 확산 함수일 수도 있다. 이 경우 두 가지 상황 변수는 도 6에 도시된 것처럼 음속과 목표 부위의 깊이일 수 있다. 다시 말해서 도 6에 도시된 바와 같이 점 확산 함수 데이터베이스(12)는 음속 및 깊이라는 상황 변수에 따라 각각 별도로 획득된 점 확산 함수들의 집합일 수 있다.
- [0047] 점 확산 함수 데이터베이스(12)는 2차원 점 확산 함수를 신속하게 추정할 수 있도록 축 방향의 1차원 점 확산 함수는 유사하다고 가정하고, 여러 상황 변수, 예를 들어 상술한 초음파 음속이나 목표 부위(ob1)의 깊이에 따라 실측하여 획득한 적어도 하나의 2차원 점 확산 함수들을 포함하고 있을 수도 있다. 이에 대해서는 후술한다.
- [0048] 점 확산 함수 선택부(11)는 상술한 바와 같이 구축될 수 있는 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 선택한다. 특히 점 확산 함수 선택부(11)는 일 실시예에 있어서 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 2차원의 점 확산 함수(2D point spread function)를 선택하도록 할 수 있다.
- [0049] 이 경우 점 확산 함수 선택부(11)는 입력 신호(d)에 따라서 적어도 하나의 점 확산 함수를 선택할 수 있다. 만약 목표 부위(ob1)가 인체 등의 내부에서 깊이 않은 곳, 예를 들어 도 4c의 제1 깊이에 위치하고 있다면 점 확산 함수 선택부(11)는 도 5에 도시된 점 확산 함수 데이터베이스(12) 중에서 제1 깊이에 해당하는 점 확산 함수를 선택하도록 한다. 만약 도 4c의 제4 깊이나 제5 깊이의 목표 부위(ob1)를 촬영하는 경우에는 점 확산 함수 데이터베이스(12) 중에서 제4 깊이나 제5 깊이에 해당하는 점 확산 함수를 선택하도록 한다.
- [0050] 점 확산 함수 선택부(11)는 선택된 점 확산 함수 또는 이에 대한 정보를 디콘볼루션부(14)로 전달한다.
- [0051] 디콘볼루션부(14)는 점 확산 함수 선택부(11)에서 선택된 점 확산 함수를 이용하여 입력 신호(d)를 디콘볼루션한다. 그에 따라 입력 신호(d), 즉 도 2에 묘사된 RF 신호(d)로부터 원 영상(o)과 동일하거나 또는 거의 유사한 영상 신호(m)를 획득하도록 한다.
- [0052] 만약 점 확산 함수 선택부(11)가 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 2차원의 점 확산 함수를 선택하는 경우라면, 디콘볼루션부(14)는 선택된 2차원 점 확산 함수를 기초로 입력 신호(d)에 대해서 2차원 디콘볼루션을 수행할 수 있게 된다. 물론 만약 점 확산 함수 선택부(11)가 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 1차원 점 확산 함수를 선택한 경우라면 디콘볼루션부(14)는 입력 신호(d)에 대해 1차원 디콘볼루션을 수행하도록 하는 것도 가능할 것이다.
- [0053] 이를 통해 영상 생성부(10)는 입력 신호(d)로부터 원 영상(o)과 동일하거나 유사한 영상을 생성할 수 있게 된다. 생성된 영상은 영상 신호(m)로 출력된다.
- [0054] 상술한 바와 같이 영상 생성부(10)는 입력 신호(d)에 따라서 적어도 하나의 2차원 점 확산 함수를 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 선택하고 선택한 2차원 점 확산 함수를 이용하여 디콘볼루션을 수행함으로써, 입력 신호(d)를 기초로 원 영상(o)과 동일하거나 유사한 영상을 생성하도록 할 수 있게 된다.
- [0055] 도 2 및 수학적 식 1에 묘사된 바와 같이 RF 신호(d)으로부터 원 영상(o)을 획득하는 과정은 점 확산 함수에 대한 역함수를 구하는 것이다. 따라서 점 확산 함수가 2차원인 경우에 2차원 점 확산 함수에 대한 역함수를 직접적으로 연산한다면 계산의 복잡함이 증가할 수밖에 없다.
- [0056] 또한 1차원 점 확산 함수를 이용하는 경우에는 연산량은 감소되나, 1차원이라는 한계가 있어서 일정 영역에서의 해상도 저하 문제가 발생한다. 예를 들어 일 방향, 예를 들어 수직 방향의 경우에는 해상도가 저하되지 않으나

다른 방향, 예를 들어 측면 방향의 경우에는 해상도가 저하될 가능성이 있다.

- [0057] 그러나 영상 생성부(10)는 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 입력 신호(d)에 적절한 2차원 점 확산 함수를 선택한 후 선택한 점 확산 함수를 이용하여 2차원 디콘볼루션을 수행하기 때문에, 역함수를 획득하는 복잡한 연산 과정을 회피할 수 있게 되어 영상의 복원에 있어서 연산의 단순화와 해상도의 개선의 효과를 함께 얻을 수 있게 된다.
- [0058] 도 7은 영상 생성부의 다른 실시예에 대한 구성도이다.
- [0059] 도 7에 도시된 바와 같이 영상 생성부(10)는 다른 실시예에 있어서 제1 점 확산 함수 선택부(11a), 제2 점 확산 함수 추정부(13) 및 디콘볼루션부(14)를 포함하고 있을 수 있다.
- [0060] 제1 점 확산 함수 선택부(11a)는 상술한 점 확산 함수 선택부(11)와 유사하게 별도의 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 선택하고 선택한 적어도 하나의 점 확산 함수를 제2 점 확산 함수 추정부(13)로 전달하도록 할 수 있다.
- [0061] 여기서 점 확산 함수 데이터베이스(12)는 일 실시예에 의하면 적어도 하나의 상황 변수에 따라 미리 연산된 1차원 점 확산 함수들로 구축될 수 있다. 예를 들어 도 4c에 도시된 바와 같이 음속 및 깊이라는 상황 변수에 따라 각각 별도로 획득된 점 확산 함수들에 의해 점 확산 함수 데이터베이스(12)가 구축될 수 있다.
- [0062] 제1 점 확산 함수 선택부(11a)의 일 실시예에 의하면 제1 점 확산 함수 선택부(11a)는 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 적어도 하나의 1차원 점 확산 함수를 선택하도록 할 수 있다. 이 경우 제1 점 확산 함수 선택부(11a)는, 2차원 점 확산 함수를 신속하게 추정할 수 있도록 축 방향의 1차원 점 확산 함수는 유사하다고 가정하고, 여러 상황 변수, 예를 들어 상술한 초음파 음속이나 목표 부위(ob1)의 깊이에 따른 측면 방향의 1차원 점 확산 함수를 선택하도록 할 수도 있다.
- [0063] 제1 점 확산 함수 선택부(11a)에서 선택된 1차원 점 확산 함수는 제2 점 확산 함수 추정부(13)로 전달된다.
- [0064] 제2 점 확산 함수 추정부(13)는 전달받은 1차원 점 확산 함수를 이용하여 2차원 점 확산 함수를 추정하도록 한다. 이 때 제2 점 확산 함수 추정부(13)로 전달되는 점 확산 함수는 측면 방향의 1차원 점 확산 함수일 수 있다.
- [0065] 1차원 점 확산 함수는 축(axial) 방향 또는 측면(lateral) 방향으로 구분될 수 있다. 여기서 축 방향의 1차원 점 확산 함수의 경우에는 깊이 또는 음속에 따라서 거의 유사한 형태를 보인다.
- [0066] 도 8 및 도 9는 음속 및 깊이에 따른 점 확산함수를 설명하기 위한 도면이다. 도 8과 도 9의 좌측 도면은 초음파 영상 장치에서 이용되는 1차원 점 확산 함수(1D PSF)의 일례를 그래프의 형태로 도시한 것이다. 도 8은 초음파의 음속이 1540m/s인 경우에, 도 9는 초음파의 음속이 1450m/s인 경우에 서로 다른 깊이의 세 개의 목표 부위에 초음파를 조사하여 획득한 초음파 신호에 대한 1차원 점 확산 함수를 도시한 그래프이다.
- [0067] 도 9과 도 9의 좌측에 도시된 바와 같이 초음파의 음속은 서로 상이함에도 불구하고, 전체적인 1차원 점 확산 함수의 형태는 서로 상당히 유사함을 알 수 있다. 또한 목표 부위의 깊이가 서로 상이한 경우(depth 1 내지 depth 3)에도 1차원 점 확산 함수는 거의 유사한 패턴으로 형성되고 있다.
- [0068] 따라서 축 방향의 1차원 점 확산 함수의 형태는 음속과 목표 부위의 깊이가 상이함에도 불구하고 거의 유사하다는 것을 알 수 있다.
- [0069] 도 8 및 도 9의 우측에는 깊이에 따른 2차원 점 확산 함수가 도시되어 있다. 도 8과 도 9의 좌측의 1차원 점 확산 함수와는 다르게 2차원 점 확산 함수는 깊이에 따라서 매우 상이함을 알 수 있다. 즉, 축 방향의 점 확산 함수와는 다르게 측면 방향의 점 확산 함수의 경우에는 깊이나 음속에 따라서 그 모양이 상당히 상이해진다.
- [0070] 축 방향의 1차원 점 확산 함수는 초음파의 음속이나 깊이 등에 의하여 크게 변화하지 않으므로, 제2 점 확산 함수 추정부(13)는 축 방향의 1차원 점 확산 함수는 일정하다고 가정하고, 제1 점 확산 함수 선택부(11a)가 선택한 측면 방향의 1차원 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 연산 등의 방법을 통해 추정하도록 할 수 있다.

- [0071] 일 실시예에 의하면 제2 점 확산 함수 추정부(13)는 제1 점 확산 함수 선택부(11a)가 선택한 측면 방향의 1차원 점 확산 함수뿐만 아니라, 입력 신호(d)의 특징이나 또는 미리 입력된 설정이나 각종 변수, 즉 제2 점 확산 함수 추정 변수 등을 더 고려하여 제2 점 확산 함수를 추정하도록 할 수도 있다.
- [0072] 예를 들어 제2 점 확산 함수 추정부(13)에서 이용하는 제2 점 확산 함수 추정 변수는 입력 신호(d)의 빔 포밍에 이용되었던 빔 포밍 계수일 수 있다.
- [0073] 만약 초음파 영상 장치에 적용된 경우라면, 제2 점 확산 함수 추정 변수는 초음파의 음속, 음속의 변화량, 대상체 내부의 목표 부위와의 거리, 입력 신호 생성 모듈의 배치 형태 및 입력 신호의 채널 별 감쇠율 등과 같은 변수일 수 있다. 제2 점 확산 함수 추정부(13)는 이와 같은 변수를 이용하여 보다 정확한 2차원 점 확산 함수를 추정하도록 할 수 있다.
- [0074] 디콘볼루션부(14)는 전달받은 추정된 2차원 점 확산 함수를 이용하여 디콘볼루션을 수행하여 영상 신호(m)를 생성 및 출력한다.
- [0075] 따라서 영상 생성부(10)는 입력 신호(d)에 따라서 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 적어도 하나의 1차원 점 확산 함수를 선택하고, 선택한 1차원 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 추정한 후, 추정된 2차원 점 확산 함수에 따라서 디콘볼루션을 수행함으로써 입력 신호(d)를 기초로 원 영상(o)과 동일하거나 유사한 영상을 생성하도록 할 수 있다.
- [0076] 도 10은 영상 생성부의 또 다른 실시예에 대한 구성도이다.
- [0077] 도 10에 도시된 바와 같이 영상 생성부(10)는 제1 점 확산 함수 추정부(11b), 제2 점 확산 함수 추정부(13) 및 디콘볼루션부(14)를 포함할 수 있다.
- [0078] 제1 점 확산 함수 추정부(11b)는 입력 신호(d)를 기초로 적절한 1차원 점 확산 함수를 추정하도록 한다. 1차원 점 확산 함수를 추정하는 경우에는, 2차원 점 확산 함수를 추정하는 경우보다 입력 영상(d)의 변수들을 상대적으로 적게 고려한다. 따라서 2차원 점 확산 함수를 직접 추정하는 것보다 점 확산 함수 결정에 필요한 연산량이 감소한다.
- [0079] 제1 점 확산 함수 추정부(11b)는 일 실시예에 의하면 일 방향의 점 확산 함수를 추정할 수도 있고, 또한 복수 방향의 점 확산 함수를 추정할 수도 있으며, 일 방향에 적용하는 복수의 점 확산 함수를 추정하거나 또는 복수의 방향 각각에 적용되는 복수의 점 확산 함수를 추정하도록 할 수도 있다.
- [0080] 제1 점 확산 함수 추정부(11b)의 일 실시예에 의하면 제1 점 확산 함수 추정부(11b)는 적어도 하나의 필터를 이용하여 제1 점 확산 함수를 추정하도록 할 수 있다. 이 경우 적어도 하나의 필터는 미너멈 최소 제곱 필터(minimum least square filter)와 같은 최소 제곱 필터(LSF)나 캡스트림 필터일 수 있다.
- [0081] 일 실시예에 의하면 제1 점 확산 함수 추정부(11b)는 측면 방향의 점 확산 함수를 추정하도록 할 수도 있다.
- [0082] 제2 점 확산 함수 추정부(13)는 제1 점 확산 함수 추정부(11b)에서 추정된 제1 점 확산 함수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정하도록 한다.
- [0083] 제2 점 확산 함수 추정부(13)는 일 실시예에 따르면 도 8 및 도 9를 통해 상술한 바와 같이 축 방향의 점 확산 함수는 음속 및 깊이에 따라 거의 일정하다고 가정하고 제1 점 확산 함수 추정부(11b)에서 추정된 측면 방향의 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 연산 등의 방법을 통해 추정하도록 할 수 있다.
- [0084] 제2 점 확산 함수 추정부(13)는 도 10에 도시된 것처럼 제1 점 확산 함수 선택부(11a)가 선택한 측면 방향의 1차원 점 확산 함수뿐만 아니라, 입력 신호(d)의 특징이나 또는 미리 입력된 설정이나 각종 변수 등을 더 고려하여 제2 점 확산 함수를 추정하는 것도 가능하다.
- [0085] 상술한 바와 동일하게 제2 점 확산 함수 추정부(13)는 빔 포밍 계수를 이용하여 제2 점 확산 함수를 추정할 수 있으며, 또한 만약 초음파 영상 장치에 이용되는 경우라면 초음파의 음속, 대상체 내부의 목표 부위와의 거리 등과 같은 다른 변수를 이용하도록 하여 제2 점 확산 함수를 추정하도록 할 수 있다.
- [0086] 디콘볼루션부(14)는 전달받은 추정된 2차원 점 확산 함수를 이용하여 디콘볼루션을 수행하여 영상 신호(m)를 생

성 및 출력한다.

- [0087] 상술한 바에 따라서 영상 생성부(10)는 먼저 별도의 데이터베이스를 열람하지 않고 적어도 하나의 1차원 점 확산 함수를 입력 신호(d)에 따라 추정하고 이어서 추정된 1차원 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 추정 한 후에 추정된 2차원 점 확산 함수를 이용하여 입력 신호(d)에 대한 디콘볼루션을 수행함으로써, 입력 신호 (d)를 기초로 원 영상(o)과 동일하거나 유사한 영상을 복원하도록 할 수 있다.
- [0088] 이하 도 11 내지 도 18을 참조하여 초음파 영상 장치의 일 실시예에 대해 설명하도록 한다.
- [0089] 도 11은 초음파 영상 장치의 일 실시예에 대한 사시도이고, 도 12는 초음파 영상 장치의 일 실시예에 대한 구성 도이다. 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이 초음파 영상 장치의 일 실시예에 의하면 초음파 영상 장치는 초음 파를 이용하여 대상체(ob) 내부에 대한 초음파 신호를 수집하는 초음파 탐침부(p)와, 초음파 탐침부(p)가 수집 한 초음파 신호를 수집하여 초음파 영상을 생성하는 본체(m)를 포함한다.
- [0090] 초음파 탐침부(p)는 인가되는 전원에 따라서 초음파를 생성하고 생성된 초음파를 대상체(ob) 내부의 목표 부위 (ob1)로 조사하는 초음파 발생부(p11) 및 대상체(ob)의 목표 부위(ob1)에서 반사된 에코 초음파를 수신하여 전 기적 신호로 변환하는 초음파 수신부(p12)를 포함할 수 있다.
- [0091] 초음파 발생부(p11)는 본체(m) 등에 설치된 초음파 발생 제어부(210)의 제어에 따라서 초음파 발생부(p11)에 인 가되는 펄스 신호 또는 교류 전류에 따라서 진동하여 초음파를 생성한다.
- [0092] 초음파 발생부(p11)에서 발생된 초음파는 대상체 내부의 목표 부위(ob1)에서 반사된다. 초음파 수신부(p12)는 에코 초음파를 수신하고 에코 초음파의 주파수에 따라 진동하여 수신한 에코 초음파를 소정의 전기적 신호로 변 환시킨다. 그 결과 초음파 수신부(p12)는 초음파 신호(x)를 출력할 수 있게 된다. 만약 초음파 영상 장치의 일 실시예에 따라서 초음파 영상 장치가 광음향 영상 장치(photoacoustic imaging apparatus)와 결합되어 있는 이 종 영상 장치인 경우, 초음파 수신부(p12)는 레이저 등의 조사에 기인하여 목표 부위(ob1)에서 발생한 음파, 예 를 들어 초음파를 수신하도록 할 수도 있다.
- [0093] 이와 같은 초음파 발생부(p11) 및 초음파 수신부(p12)의 기능은 초음파 탐침부(p) 말단에 배치된 초음파 트랜스 듀서(p10)에 의해 수행될 수 있다. 도 13은 초음파 탐침부의 일 실시예에 대한 평면도이다. 초음파 트랜스듀서 (p10)는 도 13에 도시된 바와 같이 초음파 탐침부(p)의 일 말단에 설치된다.
- [0094] 트랜스듀서란 어떤 형태의 에너지, 일례로 전기 에너지를 다른 형태의 에너지, 일례로 파동 에너지나 빛 에너지 등으로 변환하는 장치를 말한다. 초음파 트랜스듀서(p10)는 파동 에너지와 전기적 에너지를 상호 변환시킨다. 구체적으로 초음파 트랜스듀서(p10)는 입력되는 소정의 펄스 전류에 따라 진동하여 초음파를 생성하도록 하고, 또한 외부에서 수신되는 초음파, 예를 들어 에코 초음파에 따라 진동하여 소정 펄스의 전기적 신호(이하 초음파 신호)를 생성하도록 한다. 이에 따라서 초음파 트랜스듀서(p10)는 상술한 초음파 발생부(p11) 및 초음파 수신부 (p12)의 기능을 모두 수행할 수 있게 된다.
- [0095] 보다 상세하게는 초음파 트랜스듀서(p10)는, 외부의 전원 공급 장치나 또는 내부의 축전 장치, 예를 들어 배터 리 등과 같은 전원(311)으로부터 교류 전류를 공급받고, 인가되는 교류 전류에 따라서 초음파 트랜스듀서(p10) 의 압전 진동자나 박막 등이 진동함으로써 초음파를 생성한다. 역으로 초음파 트랜스듀서(p10)는 초음파의 수신 에 따라 상술한 압전 물질이나 박막이 진동하면서 진동 주파수에 대응하는 주파수의 교류 전류를 생성하여 초음 파를 초음파 신호로 변환한다. 변환된 초음파 신호는 도 12 및 도 13에 도시된 것과 같이 복수의 채널(c1 내지 c10)을 통하여 본체부(m)의 빔 포밍부(100)로 전달한다.
- [0096] 도 13에 도시된 바와 같이 복수 개의 초음파 트랜스듀서(p10)가 초음파 탐침부(p)의 말단에 설치되어 있을 수 있다. 예를 들어 초음파 탐침부(p)의 말단에 64개 또는 128개의 초음파 트랜스듀서(p10)가 설치되어 있을 수 있 다. 이와 같이 복수의 초음파 트랜스듀서(p10)가 초음파 탐침부(p)의 일 말단에 설치된 경우에는 전달되는 초음 파 신호 역시 초음파 트랜스듀서(p10)의 개수에 상응하는 복수의 채널, 예를 들어 64개 또는 128개(c1 내지 c10)의 채널로 빔포밍부(100)로 전달된다.
- [0097] 이상 설명한 초음파 트랜스듀서(p10)는, 자성체의 자왜효과를 이용하는 자왜 초음파 트랜스듀서 (Magnetostrictive Ultrasonic Transducer)나, 압전 물질의 압전 효과를 이용한 압전 초음파 트랜스듀서 (Piezoelectric Ultrasonic Transducer), 미세 가공된 수백 또는 수천 개의 박막의 진동을 이용하여 초음파를 송수신하는 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(cMUT, Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer)

등이 이용될 수 있다. 또한 이외에 전기적 신호에 따라 초음파를 생성하거나 또는 초음파에 따라 전기적 신호를 생성할 수 있는 다른 종류의 트랜스듀서들 역시 이상 설명한 초음파 트랜스듀서(p10)의 일례에 해당할 것이다.

[0098] 본체부(m)는 일 실시예에 의하면 빔 포밍부(100), 영상 생성부(200), 점 확산 함수 데이터베이스(220), 시스템 제어부(300) 및 영상 처리부(320)를 더 포함할 수 있다.

[0099] 본체부(m)의 빔 포밍부(100)는 초음파 수신부(p12)로부터 전달되는 초음파 신호를 수신하고 수신된 초음파 신호를 빔 포밍하도록 한다. 구체적으로 빔 포밍부(100)는 복수의 채널 데이터에 대해서 특정 공간의 반사파 크기를 추정하기 위한 빔 포밍을 수행하도록 한다.

[0100] 도 14는 빔 포밍부의 일 실시예에 대한 구성도이다. 도 14에 도시된 바와 같이 빔 포밍부(100)는 시차 보정부(110) 및 집속부(120)를 포함할 수 있다.

[0101] 도 14에 도시된 바를 참조하면 목표 부위(ob1)에서 반사되어 돌아오는 에코 초음파는 초음파 수신부(p11), 일례로 초음파 트랜스듀서(p10)에 의해 수신된다. 그런데 초음파 탐침부(p)에 설치된 각각의 초음파 트랜스듀서(T1 내지 T6)와 목표 부위(ob1) 사이의 거리는 서로 상이하고 음속은 거의 일정하기 때문에 에코 초음파가 동일한 목표 부위(ob1)에서 반사되어 돌아오는 경우라고 해도 각각의 초음파 트랜스듀서(T1 내지 T6)는 상이한 시간에 동일 목표 부위(ob1)의 에코 초음파를 수신하게 된다. 다시 말해서 동일한 목표 부위(ob1)의 에코 초음파에 따라 각각의 초음파 트랜스듀서(T1 내지 T6)에서 출력하는 초음파 신호 사이에는 소정의 시간차가 존재한다. 이에 따라 각 초음파 트랜스듀서(T1 내지 T6)에 의해 발생된 초음파 신호 사이의 시간 차를 먼저 보정해줄 필요가 생긴다.

[0102] 빔 포밍부(100)의 시차보정부(110)는 이와 같은 초음파 신호 간의 시간 차를 보정한다. 예를 들어 시차보정부(110)는 도 13 및 도 14에 도시된 바와 같이 특정 채널로 입력되는 초음파 신호의 전송을 미리 정해진 바에 따라 일정 정도로 지연시켜 각 채널로 입력되는 초음파 신호가 동일한 시간에 집속부(120)로 전달되도록 한다.

[0103] 빔 포밍부(100)의 집속부(120)는 시간차가 보정된 초음파 신호를 집속하도록 한다.

[0104] 집속부(120)는 입력된 각 초음파 신호마다 소정의 가중치, 즉 빔 포밍 계수를 부가하여 특정 위치의 신호를 강조하거나 다른 위치의 신호는 상대적으로 감쇠시켜 초음파 신호를 집속하도록 한다. 이에 따라 사용자의 요구 사항이나 사용자의 편의에 따른 초음파 영상을 생성할 수 있게 된다.

[0105] 이 경우 집속부(120)는 초음파 수신부(p12)에 의해 출력되는 초음파 신호와 무관하게 정해진 빔 포밍 계수를 이용하여 초음파 신호를 집속하도록 할 수 있다.(데이터 독립형 빔 포밍 방식) 또한 입력되는 초음파 신호를 기초로 최적의 빔 포밍 계수를 연산한 후 연산된 빔 포밍 계수를 이용하여 초음파 신호를 집속하도록 할 수도 있다.(적응형 빔 포밍 방식)

[0106] 이와 같은 빔 포밍 프로세스는 다음의 수학적 식 2와 같이 표현될 수 있다.

[0107] [수학적 식 2]

$$z[n] = \sum_{m=0}^{M-1} w_m[n] x_m[n - \Delta_m[n]]$$

[0108]

[0109] 여기서 n은 목표 부위(ob1)의 위치, 예를 들어 목표 부위(ob1)의 특정 깊이를 의미하는 값이고, m은 목표 부위(ob1)의 위치(n)에서 m번째 채널을 의미하며, w<sub>m</sub>은 m번째 채널의 초음파 신호에 부가되는 빔 포밍 계수(w)를 의미한다. 한편 Δ<sub>m</sub>은 상술한 시간 지연부(110)에서 수행되는 초음파 신호의 전송 시간의 지연에 이용되는 시간 지연값이다. 상술한 수학적 식 1에 따라서 집속부(120)는 시차가 보정된 각 채널의 초음파 신호를 집속하여 빔 포밍된 초음파 신호(d)를 출력하도록 한다.

[0110] 빔 포밍부(100)에서 빔 포밍된 초음파 신호(d)는 도 12 및 도 14에 도시된 바와 같이 영상 생성부(200)로 전달된다.

[0111] 도 15는 초음파 영상 장치의 영상 생성부의 일 실시예에 대한 구성도이다.

- [0112] 도 15에 도시된 바와 같이 영상 생성부(200)는 일 실시예에 의하면 점 확산 함수 선택부(210) 및 디콘볼루션부(240)를 포함할 수 있다.
- [0113] 점 확산 함수 선택부(210)는 도 6에 도시된 것과 같은 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 적어도 하나의 점 확산 함수를 선택한다. 이 경우 점 확산 함수 데이터베이스(220)는 1차원 점 확산 함수 및/또는 2차원 점 확산 함수를 포함하고 있을 수 있다.
- [0114] 상술한 바와 같이 초음파 영상 장치에 있어서 초음파 영상의 복원에 점 확산 함수에 가장 영향을 미치는 요소는, 초음파의 속도, 즉 음속과 초음파가 발생 또는 반사되는 목표 부위와 수집 수단 사이의 거리, 예를 들어 인체 내부 병변의 깊이이다. 따라서 점 확산 함수 데이터베이스(220)는 초음파 영상 복원의 점 확산 함수에 중요한 영향을 미치는 초음파의 속도와 목표 부위의 깊이를 상황 변수로 하여 미리 산출, 측정된 1차원 또는 2차원 점 확산 함수를 포함하고 있을 수 있다.
- [0115] 영상 생성부(200)의 일 실시예에 있어서, 만약 점 확산 함수 선택부(210)가 1차원 점 확산 함수를 선택하는 경우라면, 영상 생성부(200)는 1차원 점 확산 함수 선택부(210)가 선택한 1차원 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 추정하는 제2 점 확산 함수 추정부(230)를 더 포함할 수 있다.
- [0116] 이 경우 점 확산 함수 선택부(210)는 빔 포밍된 신호(d)를 기초로 대상체(ob) 내의 목표 부위(ob1)의 깊이나 초음파의 음속에 따라서 점 확산 함수 데이터베이스(220)로부터 적절한 1차원의 점 확산 함수를 선택한다. 이 경우 1차원의 점 확산 함수는 목표 부위(ob1)의 측면 방향에 대한 점 확산 함수일 수 있다.
- [0117] 제2 점 확산 함수 추정부(230)는 점 확산 함수 선택부(210)에 의해 선택된 1차원 점 확산 함수를 기초로 2차원의 점 확산 함수를 추정한다. 상술한 바와 같이 축 방향의 점 확산 함수는 음속이나 목표 부위(ob1)의 깊이가 변화해도 크게 상이하지 않으므로, 제2 점 확산 함수 추정부(230)는 축 방향의 1차원 점 확산 함수는 일정하다고 가정하고, 점 확산 함수 선택부(210)가 선택한 1차원 점 확산 함수, 일례로 측면 방향 점 확산 함수를 이용하여 2차원 점 확산 함수를 추정하여 획득하도록 한다.
- [0118] 도 16은 제2 점 확산 함수를 설명하기 위한 도면이다. 제2 점 확산 함수 추정부(230)는 도 16의 좌측에 도시된 바와 같이 선택된 1차원의 점 확산 함수와 별도의 계수, 예를 들어 제2 점 확산 함수 추정 계수를 조합하여 도 16의 우측에 도시된 제2 점 확산 함수를 추정하도록 할 수 있다.
- [0119] 제2 점 확산 함수 추정 계수는 도 16에 도시된 바와 같이 빔 포밍 계수일 수 있으며, 더욱 구체적으로 이와 같은 빔 포밍 계수는 초음파 트랜스듀서(p10)의 배치 구조, 음속, 깊이, 신호의 감쇠율 등 중 적어도 하나를 이용하여 연산된 것일 수 있다. 또한 제2 점 확산 함수 추정 계수는 빔 포밍 계수 대신에 상술한 초음파 트랜스듀서(p10)의 배치 구조, 음속, 깊이, 신호의 감쇠율 중 적어도 하나일 수도 있다. 이를 위해 제2 점 확산 함수 추정부(230)는 빔 포밍된 초음파 신호(d)를 전달받거나 또는 빔 포밍된 초음파 신호(d)와 관련된 정보를 빔 포밍부(100)로부터 전달받을 수도 있다.
- [0120] 제2 점 확산 함수 추정부(230)는 상술한 바와 같이 추정된 2차원 점 확산 함수를 디콘볼루션부(240)로 전달하여 빔 포밍된 신호(d)에 대한 2차원 디콘볼루션이 수행될 수 있도록 한다.
- [0121] 영상 생성부(200)의 다른 실시예에 의하면, 점 확산 함수 선택부(210)는 점 확산 함수 데이터베이스(220)로부터 입력되는 빔 포밍된 초음파 신호(d)에 상응하는 적절한 2차원의 점 확산 함수를 선택할 수도 있다.
- [0122] 이 경우 상술한 점 확산 함수 데이터베이스(220)의 적어도 하나의 2차원 점 확산 함수들은 축 방향의 1차원 점 확산 함수는 유사하다고 가정한 상태에서 여러 상황 변수에 따라 실측하여 획득한 점 확산 함수일 수 있다.
- [0123] 점 확산 함수 선택부(210)는 2차원의 점 확산 함수를 선택하여 결정된 후 결정된 점 확산 함수를 디콘볼루션부(240)로 직접 전달하여 빔 포밍된 신호(d)에 대한 2차원 디콘볼루션이 수행될 수 있도록 한다.
- [0124] 영상 생성부(200)의 또 다른 실시예에 의하면 영상 생성부(200)는 제1 점 확산 함수 추정부(211) 및 제2 점 확산 함수 추정부(230)를 포함할 수도 있다. 제1 점 확산 함수 추정부(211)는 점 확산 함수 데이터베이스(220)의 열람 없이 빔 포밍된 초음파 신호(d)를 기초로 1차원 점 확산 함수를 추정하도록 한다.
- [0125] 이 경우 제1 점 확산 함수 추정부(11b)는 미너멈 최소 제곱 필터나 켈스트럼 필터와 같은 적어도 하나의 필터를 이용하여 1차원 점 확산 함수를 추정하도록 할 수 있다.
- [0126] 추정된 1차원 점 확산 함수는 제2 점 확산 함수 추정부(230)로 전달되고 제2 점 확산 함수 추정부(230)는 추정된 1차원 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 추정하도록 한다. 상술한 바와 동일하게 제2 점 확산 함수

수 추정부(230)는 축 방향의 1차원 점 확산 함수는 일정하다고 가정하고, 제1 점 확산 함수 추정부(11b)에 의해 추정된 1차원 점 확산 함수를 이용하여 2차원 점 확산 함수를 추정할 수도 있다.

- [0127] 제2 점 확산 함수 추정부(230)는 디콘볼루션부(240)로 추정된 2차원 점 확산 함수를 전달한다.
- [0128] 디콘볼루션부(240)는 점 확산 함수 선택부(210) 또는 제2 점 확산 함수 추정부(230)로부터 전달받은 이차원 점 확산 함수를 이용하여 빔 포밍된 신호(d)에 대한 2차원 디콘볼루션을 수행한다. 그리고 원 영상(o)과 동일하거나 유사한 영상을 복원하도록 한다.
- [0129] 복원된 영상에 대한 영상 신호(m)는 영상 처리부(320), 저장부(321) 또는 디스플레이부(dp)로 전달될 수 있다.
- [0130] 영상 처리부(320)는 영상 생성부(200)에서 생성된 영상을 기초로 사용자가 식별할 수 있는 모드의 초음파 영상을 생성하도록 하거나 또는 영상 생성부(220)에서 생성된 영상에 소정의 영상 처리를 수행하도록 할 수 있다.
- [0131] 영상 처리부(320)의 일 실시예에 따르면 영상 처리부(320)는 영상 생성부(200)에서 출력되는 영상 신호(m)을 기초로 여러 모드의 초음파 영상을 생성하도록 할 수도 있다. 이 때 사용될 수 있는 초음파 영상 모드로는 A 모드 및 B 모드 등이 있을 수 있다. A 모드는 진폭(amplitude)으로 초음파 영상을 표시하는 방법으로 목표 부위(t)를 초음파 탐침부(10)로부터의 거리 또는 시간으로 표시하되 반사의 강도를 진폭으로 표시하도록 하는 모드이다. B 모드는 에코 초음파의 크기를 밝기(brightness)로 화면에 표시하도록 하는 모드이다. 초음파 영상이 B 모드로 생성된 경우에는 사용자가 초음파 영상만으로도 직관적으로 대상체(ob) 내부의 조직이나 구조를 용이하게 파악할 수 있기 때문에 흔히 사용된다. 도 4c에 도시된 영상이 B 모드 하에서의 초음파 영상이다.
- [0132] 아울러 영상 처리부(320)는 사용자의 의도에 따라서 또는 사용자의 편의를 위해서 영상 생성부(200)에서 생성된 초음파 영상을 보정하도록 할 수 있다. 예를 들어 영상 처리부(320)는 사용자가 초음파 영상 내의 조직을 명확하게 볼 수 있도록 명도나 휘도, 대조도, 색상을 보정할 수도 있다. 만약 영상 생성부(200)에서 복수의 초음파 영상이 출력되는 경우에는 출력되는 복수의 초음파 영상을 이용하여 삼차원 입체 초음파 영상을 생성하도록 하는 것도 가능하다.
- [0133] 저장부(321)는 영상 생성부(200)에서 생성된 영상 신호(m), 영상 처리부(320)에서 보정된 영상에 대한 영상 신호 등을 일시적 또는 비일시적으로 저장한다.
- [0134] 디스플레이부(dp)는 초음파 영상을 사용자에게 표시하도록 한다. 실시예에 따라서 디스플레이부(dp)는 영상 생성부(200)에서 디콘볼루션 처리된 초음파 영상을 직접 사용자에게 표시할 수도 있고, 영상 생성부(200)에서 생성된 영상에 대해 영상 처리부(320)가 소정의 영상 처리를 수행한 초음파 영상을 사용자에게 표시하도록 할 수도 있다. 이 경우 디스플레이부(dp)에 표시되는 초음파 영상은 B 모드의 초음파 영상일 수도 있고, 또한 삼차원 입체 초음파 영상일 수도 있다.
- [0135] 한편 초음파 영상 장치의 본체부(m)는 초음파 발생 제어부(310)를 더 포함할 수 있다. 초음파 발생 제어부(310)는 시스템 제어부(300) 등의 제어 명령을 수신하고 수신된 제어 명령에 따라 소정의 펄스 신호를 생성하여 초음파 발생부(p11)로 전달한다. 초음파 발생부(p11)는 전달받은 펄스 신호에 따라 진동하여 초음파를 생성한다. 또한 초음파 발생 제어부(310)는 초음파 발생부(p11)와 전기적으로 연결된 전원(311)에 대한 별도의 제어 신호를 생성하고 제어 신호를 전원(311)에 전달하도록 할 수 있다. 전원(211)은 전달된 제어 신호에 따라서 초음파 발생부(p11)에 소정의 교류 전류를 인가한다.
- [0136] 시스템 제어부(300)는 초음파 탐침부(p), 빔 포밍부(100), 영상 생성부(200), 영상 처리부(320), 저장부(321), 디스플레이부(dp) 등의 전반적인 동작을 제어하도록 한다.
- [0137] 실시예에 따라서 시스템 제어부(300)는 기정해진 설정에 따라서 또는 별도의 입력부(i)를 통해 입력되는 사용자의 지시 또는 명령에 따라서 상술한 초음파 탐침부(p) 등에 대한 소정의 제어 명령을 생성하여 초음파 영상 장치를 제어할 수 있다.
- [0138] 입력부(i)는 초음파 영상 장치의 제어를 위해 사용자로부터 소정의 지시나 명령을 입력 받는다. 입력부(i)는 예를 들어 키보드(keyboard), 마우스(mouse), 트랙볼(trackball), 터치스크린(touch screen) 또는 패들(paddle) 등의 다양한 사용자 인터페이스를 포함할 수 있다. 또한 입력부(i)는 본체(m)와 별도로 연결된 워크스테이션(work station)일 수도 있다.
- [0139] 이상 초음파 영상 장치의 실시예를 설명함에 있어서 초음파 트랜스듀서(p10) 등은 초음파 탐침부(p)에 설치되고, 빔 포밍부(100), 영상 생성부(200), 초음파 발생부 제어부(310)나 영상 처리부(320) 등의 구성요소는

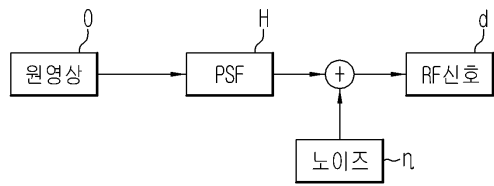
본체(m)에 설치된 일레를 들어 설명하였으나, 실시예에 따라서 빔 포밍부(100), 영상 생성부(200 초음파 발생부 제어부(310)나 영상 처리부(320) 등 본체(m)에 설치된 일부 구성요소가 초음파 탐침부(p)에 마련되는 것도 가능하다.

- [0140] 이하 도 17 내지 도 19를 참조하여 입력 영상을 기초로 원 영상을 영상 복원 방법의 여러 실시예에 대해 설명한다.
- [0141] 도 17은 점 확산 함수를 이용한 영상 생성 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다. 도 17에 도시된 바와 같이 먼저 입력 신호(d)가 입력된다. 여기서 입력 신호(d)는 일 실시예에 의하면 초음파 영상 장치 등의 빔 포밍된 신호, 일레로 빔 포밍된 초음파 신호일 수 있다. (s410)
- [0142] 이어서 입력된 입력 신호(d)를 분석한다.(s411) 이 경우 입력 신호(d)의 분석을 위해서 입력 신호(d)에 별도로 추가되는 메타 정보를 이용하는 것도 가능할 것이다. 입력 신호(d)를 분석함에 있어서, 입력 신호(d)를 획득하기 위해 이용된 초음파의 음속이나 또는 데이터 수집 수단과 목표 부위(ob1)과의 거리, 일레로 목표 부위(ob1)의 깊이 등의 상황 변수가 분석의 기준이 될 수 있다.
- [0143] 입력 신호(d)의 분석 결과에 따라서 적절한 2차원 점 확산 함수를 선택하도록 한다. 이 때 선택되는 2차원 점 확산 함수는, 별도의 점 확산 함수 데이터베이스(12)에 저장된 복수의 점 확산 함수 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0144] 선택된 2차원 점 확산 함수는 점 확산 함수 데이터베이스(12)에서 호출된다.(s412) 점 확산 함수 데이터베이스(12)에 저장된 점 확산 함수는 도 6에 도시된 바와 같이 초음파의 음속이나 또는 데이터 수집 수단과 목표 부위(ob1)과의 거리 등의 상황 변수에 따라 미리 측정된 점 확산 함수일 수 있다.
- [0145] 선택된 2차원 점 확산 함수를 이용하여 입력 신호(d)에 대해 2차원 디콘볼루션을 수행하고,(s413) 그 결과 원 영상과 동일하거나 상당히 유사한 영상 신호(m)을 획득하여 출력한다.(s414)
- [0146] 도 18은 점 확산 함수를 기초로 영상을 생성하는 방법의 다른 실시예에 대한 흐름도이다. 도 18에 도시된 바를 참조하면 먼저 입력 신호(d)가 입력되고,(s420) 상술한 바와 동일하게 입력 신호(d)가 분석된다.(s421) 마찬가지로 입력 신호(d)는 빔 포밍된 신호일 수 있다. 또한 입력 신호(d)의 분석은 상술한 바와 같은 상황 변수를 기준으로 수행될 수도 있다. 상황 변수의 일레로 음속 또는 깊이 등이 있을 수 있다.
- [0147] 입력 신호(d)의 분석 결과에 따라서 적절한 1차원 점 확산 함수를 선택하도록 한다. 이 때 선택되는 1차원 점 확산 함수는 점 확산 함수 데이터베이스(12)에 저장된 적어도 하나의 점 확산 함수일 수 있다. 점 확산 함수 데이터베이스(12)에 저장된 점 확산 함수는 일 실시예에 의하면 초음파의 음속이나 또는 데이터 수집 수단과 목표 부위(ob1)과의 거리 등의 상황 변수에 따라 미리 측정된 1차원 점 확산 함수일 수도 있다. 예를 들어 1차원 점 확산 함수는 측면 방향에 대한 점 확산 함수일 수 있다. 선택된 1차원 점 확산 함수는 점 확산 함수 데이터베이스(12)로부터 호출된다.(s422)
- [0148] 선택, 호출된 점 확산 함수를 이용하여 2차원 점 확산 함수를 추정하도록 한다. 상술한 바와 같이 측 방향의 점 확산 함수는 음속이나 거리 등에 따라 크게 변화하지 않기 때문에, 측면 방향의 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 추정할 수 있게 된다.(s423)
- [0149] 한편 실시예에 따라서 2차원 점 확산 함수의 추정을 위해서 미리 정의되거나 또는 사용자에게 의해 선택되는 2차원 점 확산 함수 추정 변수를 이용할 수 있다. 이와 같은 2차원 점 확산 함수 추정 변수는 일레로 빔 포밍 계수일 수 있다. 더욱 구체적으로 제2 점 확산 함수 추정 변수는, 초음파의 음속, 음속의 변화량, 대상체 내부의 목표 부위와의 거리, 입력 신호 생성 모듈의 배치 형태 및 입력 신호의 채널 별 감쇠율 등일 수 있다.
- [0150] 추정된 2차원 점 확산 함수를 이용하여 입력 신호(d)에 대한 디콘볼루션을 수행하고, (s424) 영상을 복원한다. 즉 복원된 영상에 대한 영상 신호를 획득한다.(s425)
- [0151] 도 19는 점 확산 함수를 기초로 영상을 생성하는 방법의 또 다른 실시예에 대한 흐름도이다. 도 19에 도시된 바와 같이 먼저 입력 신호(d)가 된다.(s430) 상술한 바와 같이 입력 신호(d)는 빔 포밍된 신호일 수 있다.
- [0152] 입력 신호(d)의 분석 결과에 따라서 1차원 점 확산 함수를 추정하도록 한다.(s432) 이때 입력 신호(d)에 대해 적어도 하나의 필터를 이용해서 1차원 점 확산 함수를 추정하도록 하는 것도 가능하다. 이용될 수 있는 필터로는 최소 계급 필터나 켈스트럼 필터 등이 있을 수 있다.

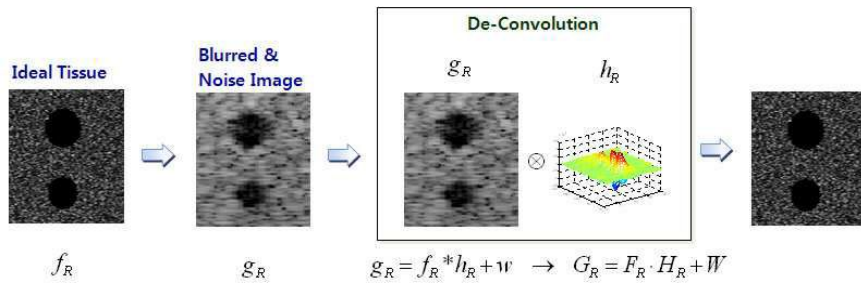
- [0153] 상술한 바와 같이 1차원 점 확산 함수가 추정되면 추정된 1차원 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 추정하도록 한다.(s433) 이 경우 도 18을 통해 설명한 일 실시예와 유사하게 2차원 점 확산 함수를 추정하도록 할 수 있다.
- [0154] 2차원 점 확산 함수가 획득되면, 획득한 2차원 점 확산 함수를 이용하여 입력 신호(d)에 대해 2차원 디콘볼루션을 수행한다.(s434) 그 결과 영상은 복원되고 복원된 영상에 대한 영상 신호(m)를 획득할 수 있게 된다.(s435)
- [0155] 이하 도 20 내지 도 22를 참조하여 초음파 영상 장치 제어 방법의 여러 실시예에 대해 설명한다.
- [0156] 도 20은 초음파 영상 장치를 제어하는 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다. 도 20에 도시된 바와 같이 먼저 초음파 영상 장치의 초음파 탐침부(p)가 대상체(ob)의 목표 부위(ob1)으로 초음파를 조사한다.(s440) 목표 부위(ob1)는 조사된 초음파의 전부 또는 일부를 반사시킨다. 반사되어 돌아오는 초음파, 즉 에코 초음파를 초음파 탐침부(p)가 수신하고 전기적 신호로 변환하여 초음파 신호를 출력한다.(s441)
- [0157] 출력된 초음파 신호의 시차를 보정한 후 집속하여 초음파 신호에 대한 빔 포밍을 수행한다.(s442) 빔 포밍된 초음파 신호를 분석한 후(s443) 빔 포밍된 초음파 신호(d)에 적절한 점 확산 함수를 선택하도록 한다.
- [0158] 이 경우 빔 포밍된 초음파 신호(d)의 분석을 위해서 일례로 초음파의 음속이나 목표 부위(ob1)의 깊이 등과 같은 상황 변수를 이용할 수 있다. 빔 포밍된 초음파 신호(d)의 분석을 위해 빔 포밍된 초음파 신호(d)뿐만 아니라 초음파 신호(d)에 부가된 각종 정보를 이용하도록 할 수 있다. 분석 결과, 예를 들어, 초음파 신호 획득을 위해 이용된 초음파의 음속 및 목표 부위(ob1)의 깊이 등이 결정될 수 있다.
- [0159] 분석 결과에 따라서 적절한 점 확산 함수를 선택한다. 선택되는 점 확산 함수는 점 확산 함수 데이터베이스(220)에 저장되어 있을 수 있다. 예를 들어 분석에 따라서 초음파 신호 획득을 위해 이용된 초음파의 음속 및 목표 부위(ob1)의 깊이가 결정된다면, 도 6에 도시된 것과 같은 점 확산 함수 데이터베이스(220)로부터 결정된 음속 및 깊이에 상응하는 점 확산 함수를 선택하도록 한다. 점 확산 함수 데이터베이스(220)로부터 점 확산 함수를 호출한다. (s444)
- [0160] 호출된 점 확산 함수를 이용하여 빔 포밍된 초음파 데이터(d)에 대한 2차원 디콘볼루션을 수행한다.(s445) 그 결과 초음파 영상이 복원 및 획득된다.(s446) 필요에 따라서 복원 및 획득된 초음파 영상에 대해 영상의 명도나 대조도 등을 조절하는 영상 후처리를 더 수행한 후,(s447) 영상 처리된 초음파 영상을 모니터 등과 같은 디스플레이부(dp)로 출력한다.(s448)
- [0161] 도 21은 초음파 영상 장치를 제어하는 방법의 다른 실시예에 대한 흐름도이다. 도 21에 도시된 바와 같이 초음파 탐침부(p)가 초음파를 대상체(ob)의 목표 부위(ob1)로 조사하고,(s450) 목표 부위(ob1)에서 반사되는 에코 초음파를 수신한 후 이를 초음파 신호로 변환한다.(s451) 이어서 초음파 신호에 대해 시차 보정 및 집속 등의 빔 포밍을 수행한다.(s452)
- [0162] 빔 포밍된 초음파 신호를 분석하고,(s453) 분석 결과에 따라서 적절한 1차원 점 확산 함수를 선택하도록 한다. 1차원 점 확산 함수는 점 확산 함수 데이터베이스(220)에 저장되어 있는 점 확산 함수일 수 있다. 또한 적절한 1차원 점 확산 함수를 선택하기 위하여 목표 부위(ob1)의 위치, 예를 들어 대상체(ob) 내부에 목표 부위(ob1)가 위치하는 깊이, 일례로 인체 내부의 병변의 깊이에 대한 정보를 이용할 수 있다. 또한 초음파 탐침부(p)가 생성한 초음파 또는 수신한 에코 초음파의 음속에 대한 정보 역시 이용될 수 있다. 한편 선택되는 1차원 점 확산 함수는 측면 방향의 점 확산 함수일 수 있다.(s454)
- [0163] 1차원 점 확산 함수를 기초로 2차원 점 확산 함수를 추정하도록 한다.(s455) 상술한 바와 같이 측면 방향의 점 확산 함수는 음속 별로 거의 유사하기 때문에 실제 영상 복원을 위한 측면 방향의 점 확산 함수는 미리 정의된 측면 방향의 점 확산 함수와 동일하다 가정하고, 선택된 측면 방향의 점 확산 함수를 이용하여 2차원 점 확산 함수를 연산하여 추정하도록 한다.
- [0164] 2차원 점 확산 함수를 추정하는 일 실시예에 의하면 미리 정의되거나 또는 사용자에게 의해 선택되는 2차원 점 확산 함수 추정 변수, 일례로 빔 포밍 계수를 이용하여 2차원 점 확산 함수의 추정할 수 있다. 초음파의 음속, 음속의 변화량, 대상체 내부의 목표 부위와의 거리, 입력 신호 생성 모듈의 배치 형태 및 입력 신호의 채널 별 감쇠율 등 역시 제2 점 확산 함수 추정 변수로 이용될 수 있다.
- [0165] 그리고 2차원 점 확산 함수를 이용하여 빔 포밍된 초음파 신호(d)에 대한 2차원 디콘볼루션을 수행하여(s456)



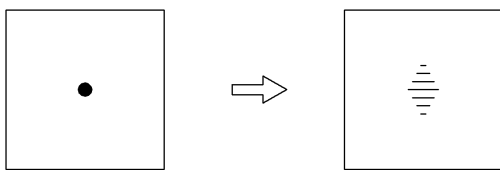
도면2



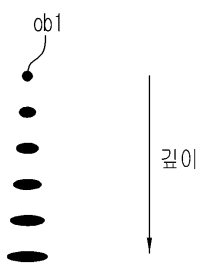
도면3



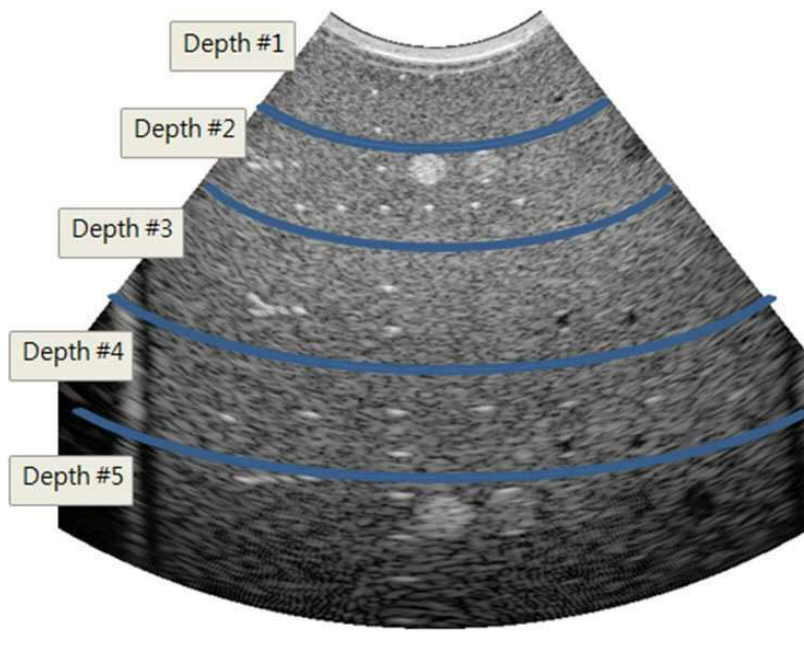
도면4a



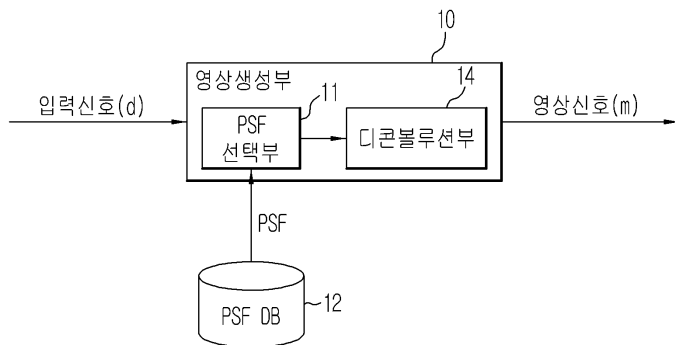
도면4b



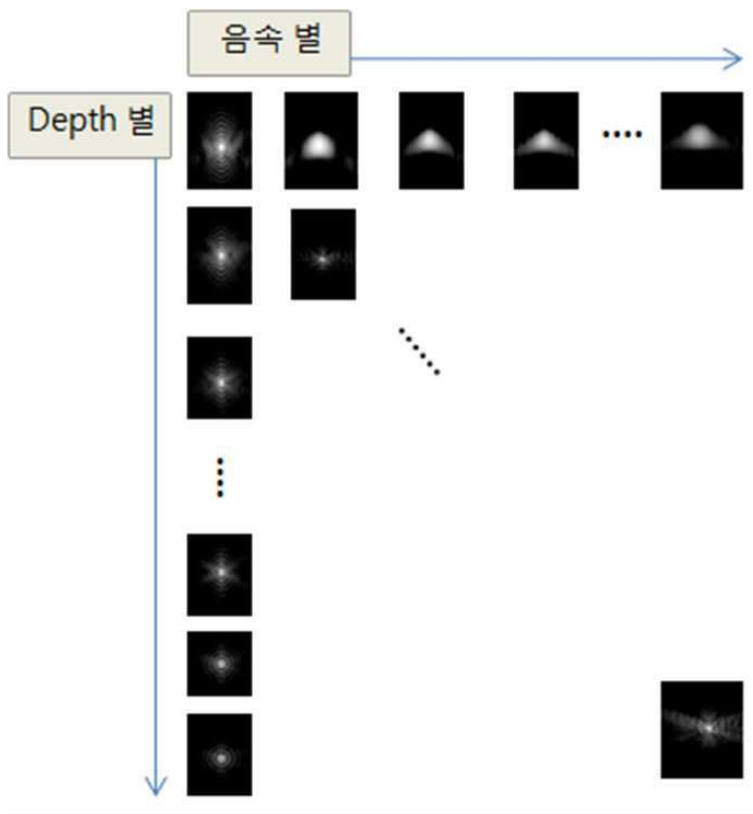
도면4c



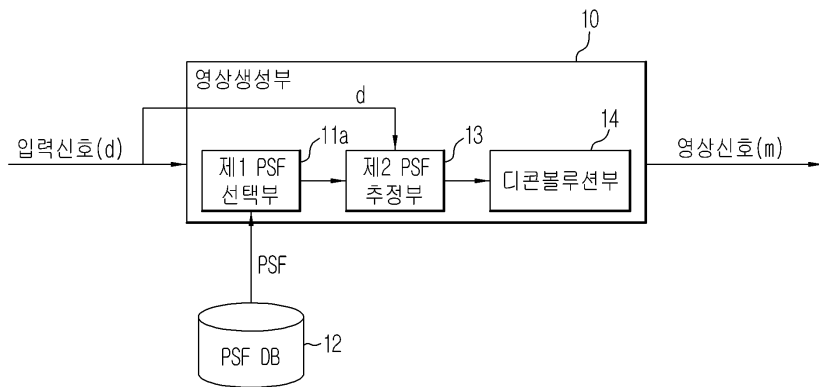
도면5



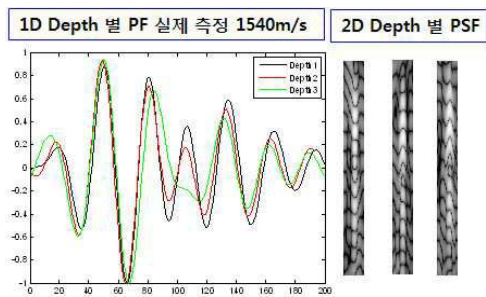
도면6



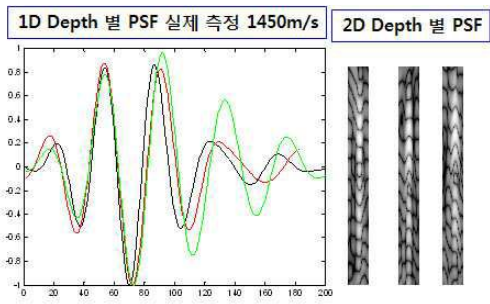
도면7



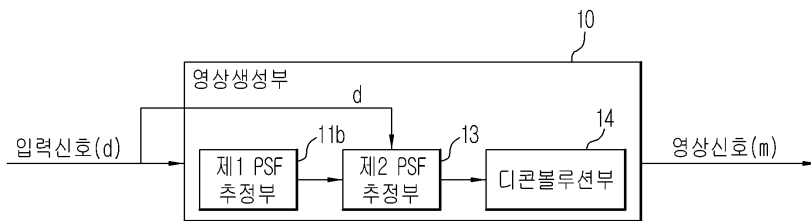
도면8



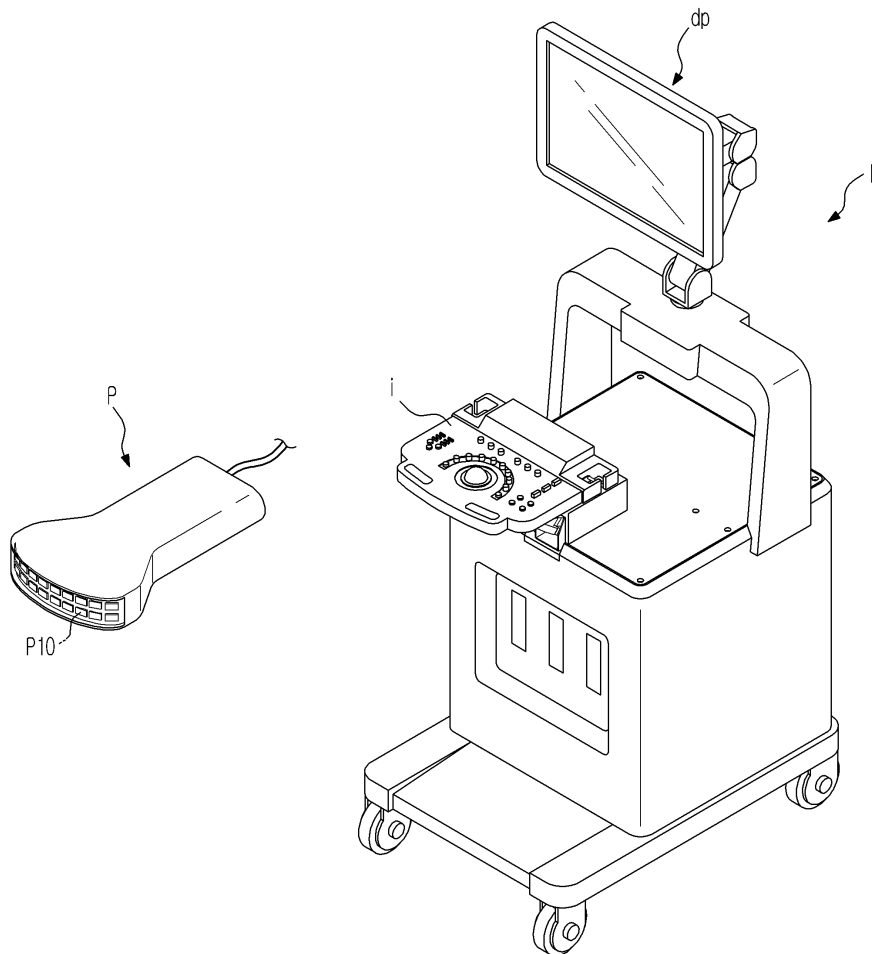
도면9



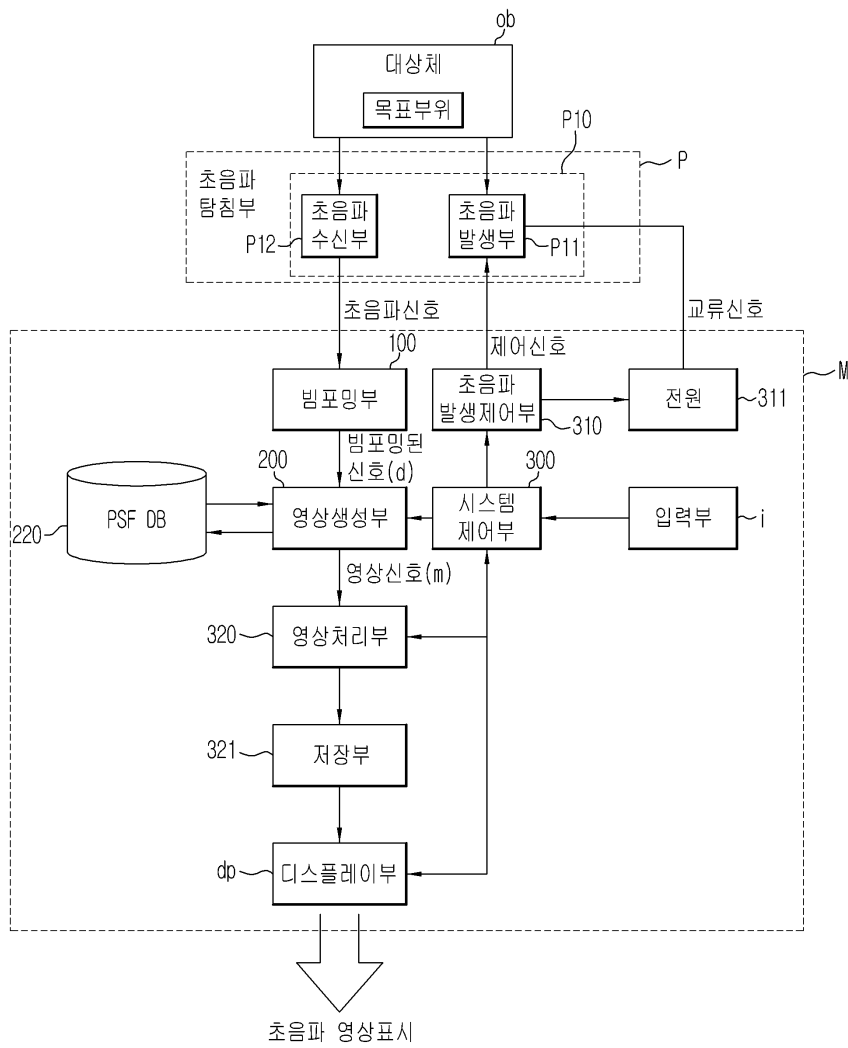
도면10



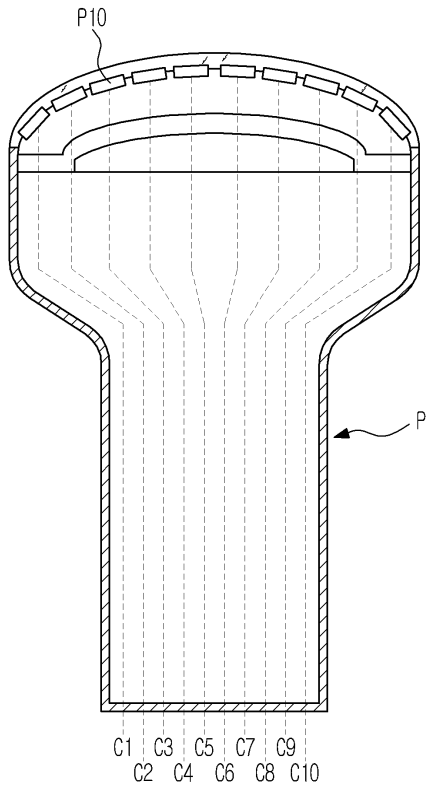
도면11



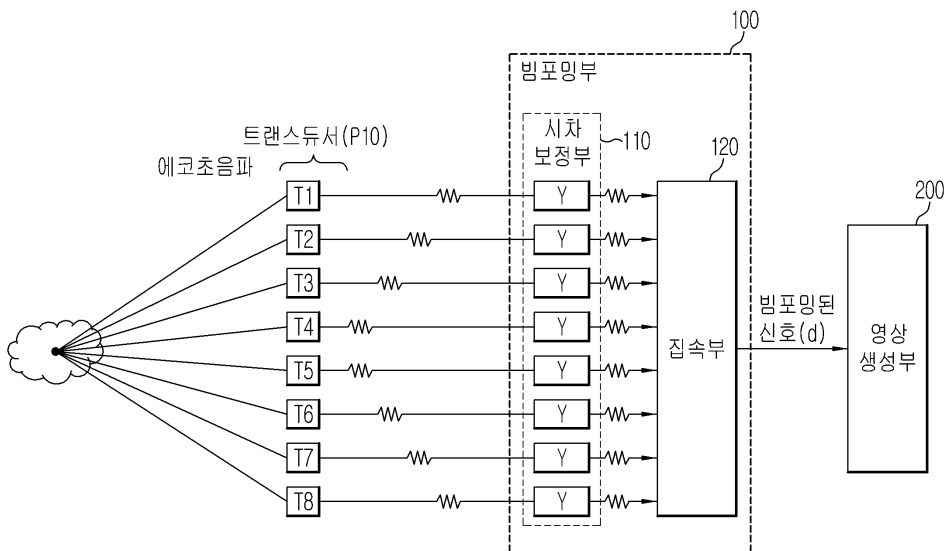
도면12



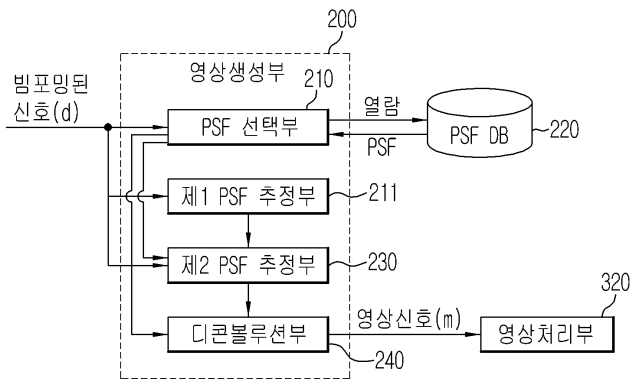
도면13



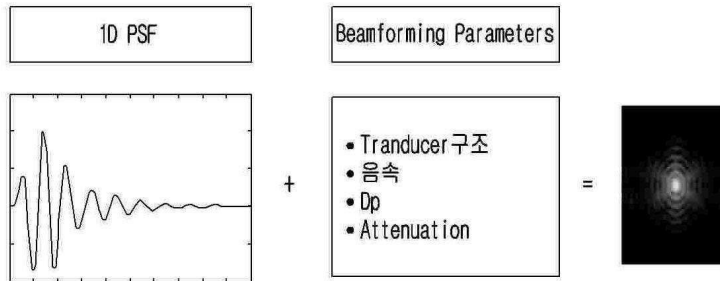
도면14



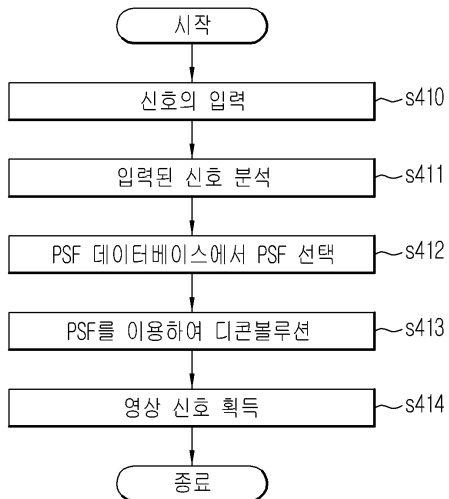
도면15



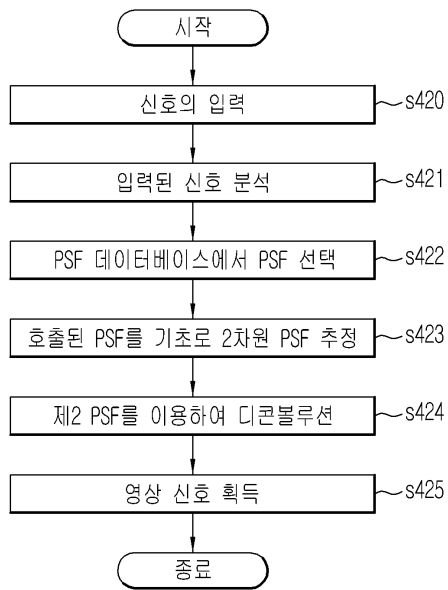
도면16



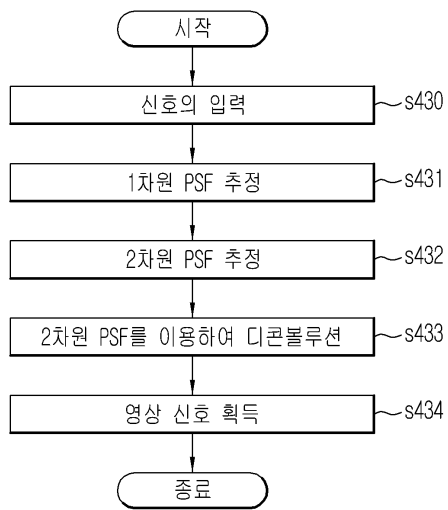
도면17



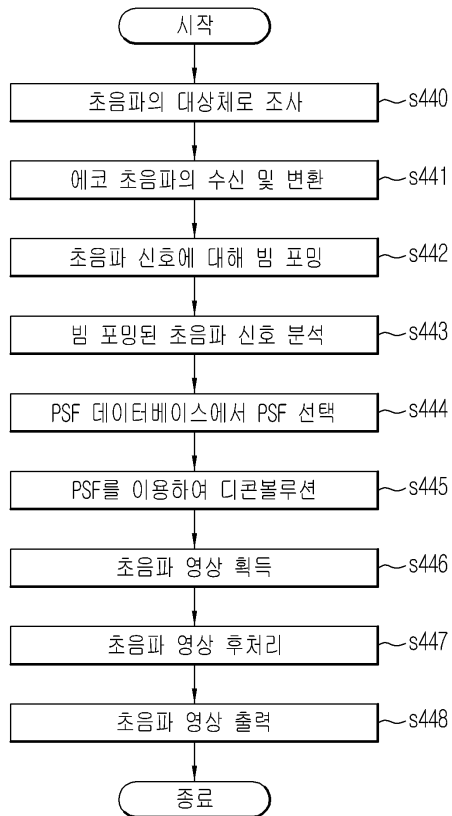
도면18



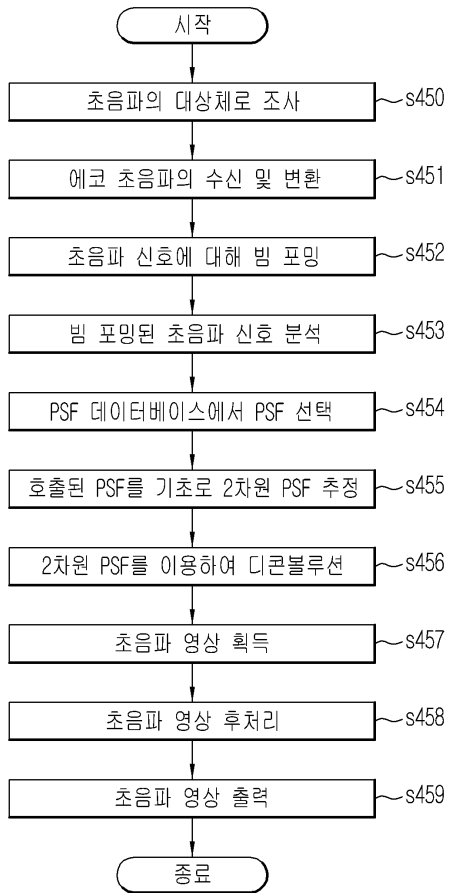
도면19



도면20



도면21



도면22



专利名称(译)	超声成像处理模块，包括该超声成像处理模块的超声成像设备以及使用该超声成像设备重建超声图像的方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR102091536B1</a>	公开(公告)日	2020-03-23
申请号	KR1020130063737	申请日	2013-06-03
[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	강주영 박성찬 김규홍 김정호		
发明人	강주영 박성찬 김규홍 김정호		
IPC分类号	G06T5/00 A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	A61B8/14 G01S7/52049 G01S15/8977 G06T5/003 G06T2207/10132		
审查员(译)	Gimgwangsik		
优先权	61/676548 2012-07-27 US		
其他公开文献	KR1020140016153A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

本发明提供的超声图像设备包括：超声探头单元，其接收在将超声波辐射到对象的目标部分并将接收到的回声超声波转换为超声后反射在对象的目标部分上的回波超声波。超声波信号波束形成单元，其通过围绕超声波信号形成波束来输出波束形成的超声信号；图像生成单元，其通过基于波束形成的超声波信号估计至少一个点扩展函数来生成图像。其中，图像生成单元能够通过从点扩展函数数据库中提取并确定至少一个扩展函数来生成图像，并且还能够确定第一点扩展函数并确定后，通过使用第二点扩展函数来生成图像。通过使用第一个点扩展函数获得第二个点扩展函数。[附图标记] (100) 波束形成单元；(200) 图像生成单元；(300) 系统控制单元；(310) 超声波产生控制单元；(320) 图像处理单元；(321) 储存单元；(AA) 目标区域；(BB) 超声波信号；(CC) AC信号；(d) 波束形成的信号；(DD) 控制信号；(dp) 显示单元；(i) 输入单位；(m) 图像信号；(ob) 对象；(P) 超声波探测单元；(P11) 超声波发生单元；(P12) 超声波接收单元

