



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월31일  
(11) 등록번호 10-1893383  
(24) 등록일자 2018년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 8/14 (2006.01) G06F 19/00 (2018.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0021976  
(22) 출원일자 2012년03월02일  
심사청구일자 2017년03월02일  
(65) 공개번호 10-2013-0100607  
(43) 공개일자 2013년09월11일  
(56) 선행기술조사문헌  
US06689063 B1\*  
JP2009056125 A  
US20020049379 A1  
US20040054281 A1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
박성찬  
경기도 수원시 영통구 영통2동 벽적골9단지아파트  
김정호  
경기 용인시 수지구 심곡로 16, 1-5단지 503동  
903호 (상현동, 금호베스트빌5차아파트)  
김규홍  
경기 수원시 영통구 봉영로1744번길 16, (영통  
동, 쌍용아파트)  
(74) 대리인  
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 한재균

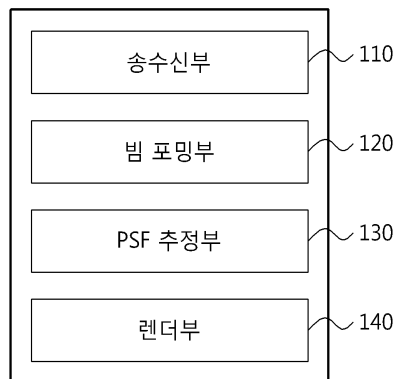
(54) 발명의 명칭 초음파 영상 생성 장치 및 방법

(57) 요약

초음파 영상 생성 장치가 제공된다. 상기 장치의 송수신부는, 트랜스듀서를 통해 송수신된 신호를 지연 및 합(delay and sum) 연산하여 빔포밍을 수행한 다음, 멀티 스케일 레벨 별로 포인트 스프레드 함수(PSF)를 점진적 추정 및 갱신한다. 또한, 축 방향과 측 방향에 대해 서로 다른 기저를 선택 적용할 수 있다.

대표도 - 도1

100



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

오브젝트에 초음파 신호를 송신하고 에코 신호를 수신하는 송수신부;

상기 수신된 신호를 지연 및 합 연산하는 빔포밍부; 및

멀티 스케일 레벨 - 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 하위 스케일 레벨에 비해 축 방향에 대한 축 방향의 폭의 비율이 큼 - 별로 포인트 스프레드 함수(PSF)를 점진적 추정 및 갱신하는 PSF 추정부

를 포함하는 초음파 영상 생성 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 포인트 스프레드 함수를 이용하여 초음파 영상의 해상도를 높여서 생성하는 렌더부

를 더 포함하는 초음파 영상 생성 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 PSF 추정부는, 축 방향과 축 방향에 대해서 서로 다른 기저를 적용하여 상기 멀티 스케일 레벨 별로 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신하는 초음파 영상 생성 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 PSF 추정부는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 상기 멀티 스케일 레벨 중 하위 스케일 레벨보다 폭이 좁은 축 방향 기저를 선택하여 상기 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신하는 초음파 영상 생성 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 PSF 추정부는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 축 방향을 고려한 1차원(1-dimensional)에서 상기 포인트 스프레드 함수를 추정하고, 하위 스케일 레벨에서는 상기 축 방향 외의 다른 축 방향을 포함하는 다차원(multi-dimensional)에서 상기 포인트 스프레드 함수를 추정하는 초음파 영상 생성 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 PSF 추정부는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서의 상기 포인트 스프레드 함수 추정에 있어서는 시뮬레이션을 통해 계산된 값을 상기 포인트 스프레드 함수의 초기치로 사용하는 초음파 영상 생성 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 PSF 추정부는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서의 상기 포인트 스프레드 함수 추정에 있어서는 실제 환경에서 측정된 값을 상기 포인트 스프레드 함수의 초기치로 사용하는 초음파 영상 생성 장치.

## 청구항 8

오브젝트에 초음파 신호를 송신하고 에코 신호를 수신하는 송수신부;

상기 수신된 신호를 지연 및 합 연산하는 빔포밍부; 및

축 방향 및 측 방향에 서로 다른 기저를 선택 적용하여 포인트 스프레드 함수(PSF)를 추정하는 PSF 추정부를 포함하는 초음파 영상 생성 장치.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 포인트 스프레드 함수를 이용하여 초음파 영상의 해상도를 요구되는 디스플레이 환경에 대응하여 생성하는 렌더부

를 더 포함하는 초음파 영상 생성 장치.

## 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 PSF 추정부는, 멀티 스케일 레벨 - 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 하위 스케일 레벨에 비해 측 방향에 대한 축 방향의 폭의 비율이 큼 - 별로 포인트 스프레드 함수(PSF)를 점진적 추정 및 갱신하는 초음파 영상 생성 장치.

## 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 PSF 추정부는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 상기 멀티 스케일 레벨 중 하위 스케일 레벨보다 폭이 좁은 측 방향 기저를 선택하여 상기 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신하는 초음파 영상 생성 장치.

## 청구항 12

초음파 영상 생성 방법에 있어서,

송수신부가 오브젝트에 초음파 신호를 송신하고 에코 신호를 수신하는 단계;

빔포밍부가 상기 수신된 신호를 지연 및 합 연산하는 빔포밍 단계; 및

PSF 추정부가 멀티 스케일 레벨 - 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 하위 스케일 레벨에 비해 측 방향에 대한 축 방향의 폭의 비율이 큼 - 별로 포인트 스프레드 함수(PSF)를 점진적 추정 및 갱신하는 PSF 추정 단계

를 포함하는 초음파 영상 생성 방법.

## 청구항 13

제12항에 있어서,

렌더부가 상기 포인트 스프레드 함수를 이용하여 초음파 영상의 해상도를 높여서 생성하는 단계

를 더 포함하는 초음파 영상 생성 방법.

## 청구항 14

제12항에 있어서,

상기 PSF 추정 단계는, 축 방향과 측 방향에 대해서 서로 다른 기저를 적용하여 상기 멀티 스케일 레벨 별로 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신하는 초음파 영상 생성 방법.

## 청구항 15

제12항에 있어서,

상기 PSF 추정 단계는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 상기 멀티 스케일 레벨 중 하위 스케일 레벨보다 폭이 좁은 축 방향 기저를 선택하여 상기 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신하는 초음파 영상 생성 방법.

## 청구항 16

초음파 영상 생성 방법에 있어서,

송수신부가 오브젝트에 초음파 신호를 송신하고 에코 신호를 수신하는 단계;

빔포밍부가 상기 수신된 신호를 지연 및 합 연산하는 빔포밍 단계; 및

PSF 추정부가 축 방향 및 축 방향에 서로 다른 기저를 선택 적용하여 포인트 스프레드 함수(PSF)를 추정하는 단계

를 포함하는 초음파 영상 생성 방법.

## 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 PSF 추정 단계는, 멀티 스케일 레벨 - 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 하위 스케일 레벨에 비해 축 방향에 대한 축 방향의 폭의 비율이 큼 - 별로 포인트 스프레드 함수(PSF)를 점진적 추정 및 갱신하는 초음파 영상 생성 방법.

## 청구항 18

제17항에 있어서,

상기 PSF 추정 단계는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 상기 멀티 스케일 레벨 중 하위 스케일 레벨보다 폭이 좁은 축 방향 기저를 선택하여 상기 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신하는 초음파 영상 생성 방법.

## 청구항 19

제12항 내지 제18항 중 어느 한 항의 초음파 영상 생성 방법을 수행하는 프로그램을 수록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

## 발명의 설명

### 기술 분야

초음파 영상 생성 장치 및 방법에 연관되며, 보다 특정하게는 초음파 영상 생성에 있어서 해상도를 높이기 위해 포인트 스프레드 함수(Point spread function, 이하 PSF)를 추정하고, 추정된 PSF를 이용하여 영상 해상도를 높이는 장치 및 방법에 연관된다.

### 배경 기술

의료용 초음파 영상기기는 비침습적인 방법이면서 인체에 무해하게 실시간으로 인체 내부의 해부학적/기능적 정보를 제공해 주어 관련 시장이 꾸준히 성장하고 있다. 또한 의료 분야뿐만 아니라 다양한 산업 환경에서 초음파 영상 생성 장치의 역할이 증가하고 있다.

초음파 영상 생성 장치는 초음파의 송수신부인 트랜스듀서(transducer)를 사용하여 오브젝트(object)에 초음파를 송신한 후 그 반사 정보를 수신하여 빔포밍 (beam-forming, 또는 포커싱(focusing)이라고 함)을 통해 오브젝트에 연관된 영상을 생성해 낸다.

그러나, 초음파의 기술적 특성에 의해 노이즈 영향이 크고, 오브젝트 내의 조직 반사 특성에 따라 이미지 퀄리

티의 영향을 많이 받는 등, 기술적으로 극복해야 할 부분이 존재한다.

따라서, 초음파 영상 생성 장치의 초음파 빔 패턴(beam pattern)과 조직 반사 특성인 스캐터(scatter) 반사값 사이의 상관 관계를 모델링하고, 이러한 모델링 결과를 영상 렌더링에 이용하여 영상 해상도를 높이하고자 하는 시도가 요구된다.

이러한 시도에 있어서, 포인트 스프레드 함수(Point spread function, 이하 PSF)를 추정하는 부분이 핵심이 되는데, 기존에 PSF를 추정하기 위한 연구로는 주파수 도메인(frequency domain)에서의 추정과 공간 도메인(spatial domain)에서의 추정 등이 있었다.

그러나, 이러한 기존의 방법들은 위상(phase) 추정 오류 등의 원인에 의해 영상 해상도 향상에 한계를 보였다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

깊이(depth) 방향, 즉 축(axial) 방향 이외에 측 방향(lateral) 및 높이방향(elevation)으로도 해상도가 높고 신호대잡음비(Signal to Noise Ratio: 이하 SNR)가 우수한 초음파 영상 생성 장치 및 방법이 제공된다.

의료용 초음파 영상 생성 외에도, 물질 탄성 영상 등 다양한 분야로 확장 적용이 가능하면서, 나아가 레이더, 사운드(sound) 신호처리 등에도 응용될 수 있는 영상 해상도 향상을 위한 초음파 영상 생성 장치 및 방법이 제공된다.

### 과제의 해결 수단

본 발명의 일측에 따르면, 오브젝트에 초음파 신호를 송신하고 에코 신호를 수신하는 송수신부, 상기 수신된 신호를 지연 및 합 연산하는 빔포밍부, 및 멀티 스케일 레벨 별로 포인트 스프레드 함수(PSF)를 점진적 추정 및 갱신하는 PSF 추정부를 포함하는 초음파 영상 생성 장치가 제공된다.

여기서, 초음파 영상 생성 장치는 상기 포인트 스프레드 함수를 이용하여 초음파 영상의 해상도를 높여서 생성하는 렌더부를 더 포함할 수 있다.

한편, 상기 PSF 추정부는, 축 방향과 측 방향에 대해서 서로 다른 기저를 적용하여 상기 멀티 스케일 레벨 별로 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신할 수 있다.

이 때, 상기 PSF 추정부는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 상기 멀티 스케일 레벨 중 하위 스케일 레벨보다 폭이 좁은 축 방향 기저를 선택하여 상기 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신할 수 있다.

본 발명의 다른 일측에 따르면, 오브젝트에 초음파 신호를 송신하고 에코 신호를 수신하는 송수신부, 상기 수신된 신호를 지연 및 합 연산하는 빔포밍부, 및 축 방향 및 측 방향에 서로 다른 기저를 선택 적용하여 포인트 스프레드 함수(PSF)를 추정하는 PSF 추정부를 포함하는 초음파 영상 생성 장치가 제공된다.

여기서, 상기 초음파 영상 생성 장치는 상기 포인트 스프레드 함수를 이용하여 초음파 영상의 해상도를 요구되는 디스플레이 환경에 대응하여 생성하는 렌더부를 더 포함할 수 있다.

또한, 상기 PSF 추정부는, 멀티 스케일 레벨 별로 포인트 스프레드 함수(PSF)를 점진적 추정 및 갱신할 수 있다.

이 경우, 상기 PSF 추정부는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 상기 멀티 스케일 레벨 중 하위 스케일 레벨보다 폭이 좁은 축 방향 기저를 선택하여 상기 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신할 수 있다.

본 발명의 또 다른 일측에 따르면, 초음파 영상 생성 방법에 있어서, 송수신부가 오브젝트에 초음파 신호를 송신하고 에코 신호를 수신하는 단계, 빔포밍부가 상기 수신된 신호를 지연 및 합 연산하는 빔포밍 단계, 및 PSF 추정부가 멀티 스케일 레벨 별로 포인트 스프레드 함수(PSF)를 점진적 추정 및 갱신하는 PSF 추정 단계를 포함하는 초음파 영상 생성 방법이 제공된다.

이 경우, 상기 방법은 렌더부가 상기 포인트 스프레드 함수를 이용하여 초음파 영상의 해상도를 높여서 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 PSF 추정 단계는, 축 방향과 측 방향에 대해서 서로 다른 기저를 적용하여

상기 멀티 스케일 레벨 별로 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신한다.

또한, 여기서 상기 PSF 추정 단계는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 상기 멀티 스케일 레벨 중 하위 스케일 레벨보다 폭이 좁은 축 방향 기저를 선택하여 상기 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신할 수 있다.

본 발명의 또 다른 일측에 따르면, 초음파 영상 생성 방법에 있어서, 송수신부가 오브젝트에 초음파 신호를 송신하고 에코 신호를 수신하는 단계, 빔포밍부가 상기 수신된 신호를 지연 및 합 연산하는 빔포밍 단계, 및 PSF 추정부가 축 방향 및 측 방향에 서로 다른 기저를 선택 적용하여 포인트 스프레드 함수(PSF)를 추정하는 단계를 포함하는 초음파 영상 생성 방법이 제공된다.

한편, 상기 PSF 추정 단계는, 멀티 스케일 레벨 별로 포인트 스프레드 함수(PSF)를 점진적 추정 및 갱신할 수 있다.

또한, 상기 PSF 추정 단계는, 상기 멀티 스케일 레벨 중 상위 스케일 레벨에서는 상기 멀티 스케일 레벨 중 하위 스케일 레벨보다 폭이 좁은 축 방향 기저를 선택하여 상기 포인트 스프레드 함수를 추정 및 갱신할 수 있다.

### 발명의 효과

초음파 영상의 해상도를 획기적으로 높일 수 있으며, 이 과정에서 축 방향, 측 방향 및 높이 방향에 대해 해상도가 높아질 수 있다.

오브젝트 조직 특성이나 주변 환경에 따라 노이즈가 많은 환경에서도 SNR이 우수한 초음파 영상이 생성될 수 있다.

또한, 의료용 초음파 영상 외에도, 물질 탄성 영상 등 다양한 분야에 적용될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 생성 장치를 도시하는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 생성 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 멀티 스케일 PSF 추정 과정을 설명하기 위한 개념도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 PSF 추정 과정에서 사용되는 기저(basis)들을 설명하기 위한 개념도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하에서, 본 발명의 일부 실시예를, 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 생성 장치(100)를 도시하는 블록도이다.

초음파 영상을 처리(processing)함에 있어서 빔포밍 후 로우파일(Raw File, 이하 RF) 영상 데이터를 얻는 과정에 대해, 초음파 빔의 패턴과, 오브젝트 조직 반사 특성(scatter reflection)간 상호작용 모델은 아래와 같이 모델링될 수 있다.

### 수학식 1

$$g = f * h + w$$

상기 수학식에서,  $g$ 는 트랜스듀서의 초음파 송수신 후 생성된 로우파일(RF) 영상 데이터이고,  $f$ 는 오브젝트의 초음파에 대한 반사 특성을 대표하는 scatter reflection에 대응한다.

그리고, 상기  $h$ 는 초음파 영상 생성 장치가 상기 RF 영상 데이터를 얻기 위해 송신한 빔 패턴(beam pattern)을 나타내고,  $w$ 는 노이즈이다.

즉, RF 영상 데이터를 생성하는 과정은 오브젝트의 반사 특성인  $f$ 와 빔 패턴  $h$ 의 컨볼루션(convolution)에 노이즈

즈  $w$ 가 더해지는 것으로 이해될 수 있다.

이 경우, 상기  $h$ 에 따라 초음파 영상의 해상도가 달라질 수 있는데, 빔 패턴  $h$ 가 공간적으로 넓게 퍼진 것이라면 RF 영상 데이터의 해상도는 낮을 수 있고,  $h$ 가 좁게 집중된 것이라면 RF 영상 데이터의 해상도는 높을 수 있다.

한편, 빔 패턴  $h$ 가 공간 주파수 상 광 대역(broad band spatial frequency)를 가지더라도 빔 패턴이 넓게 퍼져 있으면 RF 영상 데이터는 결과적으로 낮은 해상도를 가진다.

이때 상기  $h$ 를 추정할 수 있다면, RF 영상 데이터  $g$ 에 대해 디컨볼루션(de-convolution)을 거쳐서 조직의 반사 특성  $f$ 를 정확하게 추정 가능하다.

이는, 전기회로(electric circuit)에 임펄스(impulse) 입력을 하면 전달 함수(transfer function)를 구할 수 있는 과정과 유사하게 이해될 수 있다.

이렇게  $h$ 를 추정하면 조직의 반사 특성  $f$ 를 알게 되어, 높은 해상도를 갖는 영상을 렌더링할 수 있다. 이러한 의미에서  $h$ 를 PSF(point spread function)으로 지칭할 수 있다.

한편, 상기한 바와 같이, 해상도를 높이기 위해 PSF인  $h$ 를 추정하고, 이를 디컨볼루션 하여  $f$ 를 구하는 시도는 주파수 도메인 또는 공간 도메인에서 이루어질 수도 있다.

먼저, 주파수 도메인에서  $h$ 를 추정하는 방법은, 위상 정보(Phase)를 제거하고 크기(magnitude) 정보만을 이용하여, 바이너리 필터(wiener filter)를 적용하여 PSF를 먼저 추정하고, 위상 정보는 페이즈 언래핑(phase unwrapping)을 통해 추정하는 방법인데, 이 방법은 후자의 위상 추정 과정에서 오류가 발생할 확률이 커서, 결국 원하는 높은 해상도의 영상을 얻기 힘들다는 점이다.

한편, 공간 도메인에서  $h$ 를 추정하는 방법은, 축 방향(axial direction)으로 최대 유사(Maximum Likelihood) 방법에 의해 1-D(dimensional) PSF 추정을 한 다음, 칼만(Kalman) 방법으로 1-D 디컨볼루션을 수행하는 방법이다.

그러나, 이러한 공간 도메인에서의 추정의 경우, 1-D 디컨볼루션을 수행할 뿐이기 때문에 축 방향으로만 해상도 향상을 기대할 수 있을 뿐, 측 방향(lateral direction)이나 높이 방향(elevation direction)에 대해서는 해상도 향상을 기대하기 어렵다.

또한, PSF 크기(PSF magnitude)를 주파수 도메인에서 획득하고, 위상 정보를 상기한 최대 유사(Maximum Likelihood) 방법에 의해 반복적으로 계산하여 추정하여 PSF를 계산하고, 공간 도메인에서 켄주제이트 그래디언트(conjugate gradient) 방법으로 디컨볼루션을 수행하는 과정도 상정할 수 있으나, 이 역시 상기 주파수 도메인에서 추정 방법과 유사하게 위상 추정 오류로 인한 화질 저하의 우려가 있다.

이러한 방법들은, 공간상에서 2-D 디컨볼루션 수행 시 2-D PSF 추정에서 구해야 하는 미지수(hidden variable) 수가 많으므로, 단순히 1-D PSF 추정에 의존하거나 2-D 주파수 도메인에서 PSF 크기(magnitude)를 계산하여 위상 추정에 활용하는 등에서 오류가 있는 것이다.

따라서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 멀티 레벨(Multi level) 기반의 디컨볼루션을 수행하여, 측 방향에 대해서는 상위 레벨의 디컨볼루션을 수행하고, 하위 레벨로 가면서 측 방향 및 높이방향으로 확장해 가면서 2-D/3-D 디컨볼루션을 수행한다.

도 1에 도시된 초음파 영상 생성 장치(100)의 송수신부(110)는 초음파 영상 생성 장치의 트랜스듀서(transducer)로 이해될 수 있다.

송수신부(110)가 초음파를 오브젝트에 송수신하면, 빔포밍부는 수신된 신호를 딜레이 앤드 썸(Delay and sum)한다. 이 과정은 통상의 초음파 영상 생성 과정에 의해 이해될 수 있다.

본 발명의 일실시예에 따르면, 초음파 영상 생성 장치(100)는 멀티 레벨(multi-level) 별로 단계적 PSF 추정을 수행하는 PSF 추정부(130)를 포함한다.

PSF 추정부(130)에 의해 PSF인 상기 수학식 1의  $h$ 가 정확하게 구해지면, 렌더부(140)는 계산된 PSF 및 이에 수반하는 필터 계산 모듈의 파라미터들을 이용하여 요구되는 디스플레이 설정에 따른 초음파 영상을 생성하는 프로세싱을 수행한다.

본 발명의 일실시예에 따른 PSF 추정부(130)의 동작은 도 2 이하를 참조하여 보다 상세히 후술한다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 생성 방법을 도시하는 흐름도이다.

단계(210)에서 도 1의 송수신부(110)에 의해 오브젝트에 대한 초음파 송신 및 반사 초음파 수신이 이루어진다.

그리고, 빔포밍부(120)은 이 수신 초음파에 의한 신호를 이용하여 빔포밍을 수행하여, 집속(focusing) 과정을 마친다.

그러면, 단계(230) 내지 단계(240)에서, PSF 추정부(130)는 PSF 추정을 위해, 멀티 레벨 스케일에 대하여 순차적으로 디컨벌루션을 수행한다. 단계(230) 및 단계(240)은 본 발명의 실시예들에 따라 다양하게 확장될 수 있다.

단계(230)에서 PSF 추정부(130)는 상위 스케일 레벨(high scale level)에서는 축 방향(axial direction)으로 디컨벌루션을 먼저 수행하여 PSF를 추정한다.

그리고, PSF 추정부(130)는 단계(240)에서 점차적으로 하위 스케일 레벨(low scale level)로 확장하면서 2-D/3-D 디컨벌루션을 수행한다.

한편, 본 발명의 일실시예에 따르면, 이 과정에서 축 방향과 측 방향 등 서로 다른 방향에 대해서는 서로 다른 형태의 기저(basis)를 적용할 수 있다. 이러한 과정은 도 3 내지 도 4를 참조하여 보다 상세히 후술한다.

이러한 하위 스케일 레벨의 디컨벌루션에 의해 측 방향(lateral direction)에 대한 특성을 정확히 반영한 PSF 갱신이 이루어진다.

그러면, 렌더부(140)는 단계(250)에서 추정된 PSF를 이용하여 정확한 오브젝트 반사 특성인 수학식 1의  $f$ 를 알게 되고, 이를 이용하여 RF 영상 데이터의 해상도를 크게 향상시킨 영상을 복원해 낸다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 멀티 스케일 PSF 추정 과정을 설명하기 위한 개념도이다.

우측에 예시적으로 표현된 PSF에 대해, 상위 레벨(1-D 또는 1.5-D)과 하위 레벨(2-D/3-D)을 대비하여 설명한다.

도시된 바와 같이, 상위 레벨에서는 하위 레벨에 비해 측 방향에 대한 축 방향의 폭의 비율이 크다. 즉, 상위 레벨에서는 축 방향에 비해 측 방향이나 높이 방향으로 작은 폭을 가진다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 PSF 추정 과정에서 사용되는 기저(basis)들을 설명하기 위한 개념도이다.

축 방향에 사용되는 기저들을 비교하면, 상위 레벨에서는 폭이 좁은 축 방향 기저가 선택되고, 하위 레벨에서는 폭이 넓은 측 방향 기저가 선택될 수 있다.

그리고, 측 방향 및 크기 방향 각각에 대해서는 측 방향과는 다른 형태의 기저가 선택될 수 있다.

이는 도 3에서 도시되었던 멀티 스케일 레벨 별 PSF 차이에 의해 이해될 수 있다.

본 발명의 실시예들에 따른 PSF 추정부(130)는 이처럼 상위 레벨에서는 원래 PSF 보다 작은 폭의 기저를 축 방향에 대해 선택하고, 하위 레벨로 가면서 점차 PSF를 보다 정확히 구하기 위해 본래의 PSF 폭의 크기로 선택된 기저들을 이용하여 PSF 값을 갱신한다.

따라서, 본 발명의 실시예들에 따르면, 축 방향과 측 방향 및 높이 방향 각각에 대해 서로 다른 기저를 적용하며, 또한 멀티 스케일 레벨 별로 상위 레벨에서는 좁은 폭의 PSF 추정 과정을 통해 PSF를 일차적으로 추정하고, 하위 레벨로 가면서 점차 폭이 큰 PSF를 원 형태로 복원해 낸다.

본 발명의 일실시예에 따르면, 이러한 멀티 레벨 PSF 추정 과정에서, 상위 레벨 PSF 추정 시, PSF 시뮬레이션을 수행한 결과를 초기치로 활용할 수 있다. 그러나 본 발명은 이러한 일부 실시예로 국한되지 않는다.

이를 테면, 본 발명의 다른 일실시예에서는 스캐터(scatter)가 없는 팬텀(phantom)에 금속 재질의 와이어(wire)나 볼(ball)을 삽입하여 실제 환경의 PSF를 측정한 값을 상위 레벨 PSF의 초기치로 활용할 수도 있다.

나아가, 본 발명의 다른 일실시예에서는 화이트 노이즈(white noise) 등을 고려하여 상위 레벨의 PSF 초기치들을 지정할 수도 있다.

따라서, 상위 레벨의 PSF 초기치 지정에 있어서는 본 발명의 다양한 실시예들의 변형이 있을 수 있으며, 이러한 변형들 또한 본 발명의 사상을 벗어나지 않는 범위에서는 본 발명에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

한편, 상기 멀티 레벨 PSF 추정에 있어서, 상위 레벨에서 PSF를 추정하는 경우에는 측 방향만을 고려한 1D(1-

dimensional) PSF 추정만을 수행하고, 하위 레벨들에서는 상기 축 방향 외의 다른 방향들도 고려한 다차원 (multi-dimensional) PSF 추정을 수행할 수도 있다.

이러한 과정을 통해 위상 오류 등의 문제 없이 PSF가 정확하게 추정될 수 있으며, 상기 수학적 식 1에서  $h$ 가 정확하게 구해지므로, 오브젝트 반사 특성인  $f$ 를 정확히 알게 되어 영상의 고해상도화 처리가 가능하다.

또한, 상기한 바에서는 본 발명의 일실시예에 따라 초음파 영상의 PSF를 구하는 과정을 예시적으로 설명하였으나, 이러한 멀티 스케일 레벨 별의 점진적인 PSF 추정 및 복원 과정은 물질 탄성 영상 등 다양한 분야로 확장 적용이 가능하면서, 나아가 레이더 데이터 처리, 사운드 신호처리 등에도 응용될 수 있다.

본 발명의 일실시예에 따른 방법은 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.

이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

## 부호의 설명

100: 초음파 영상 생성 장치

110: 송수신부

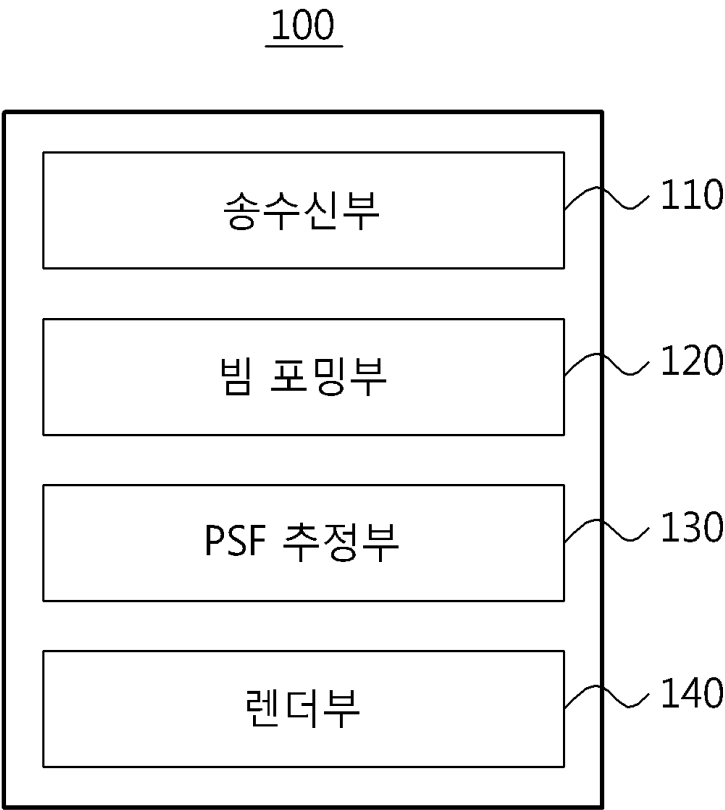
120: 빔포밍부

130: PSF 추정부

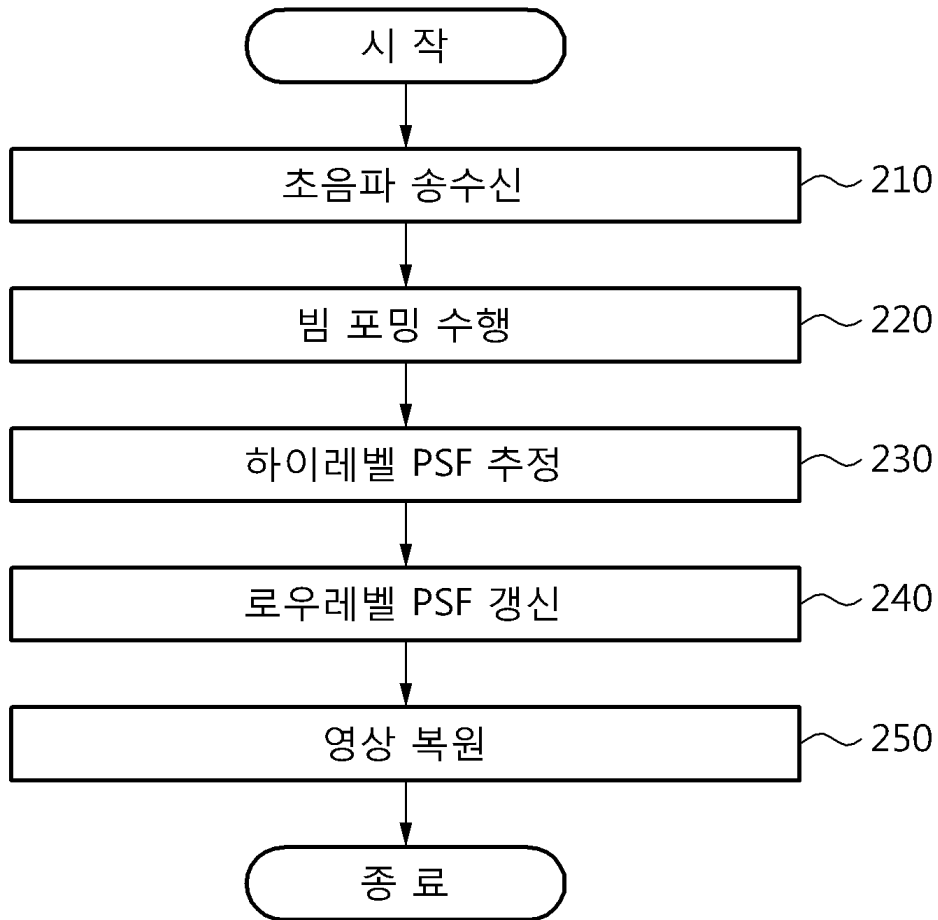
140: 렌더부

도면

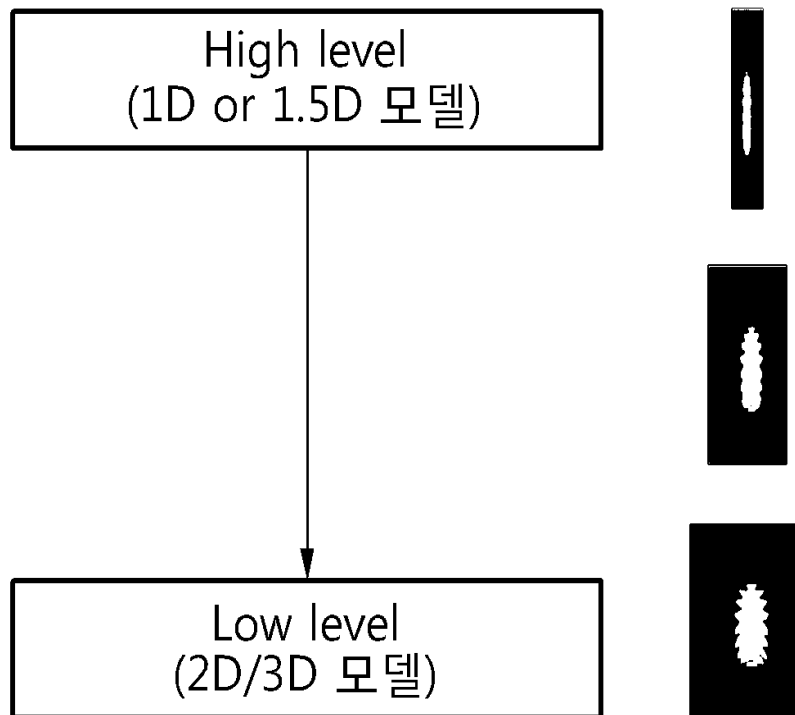
도면1



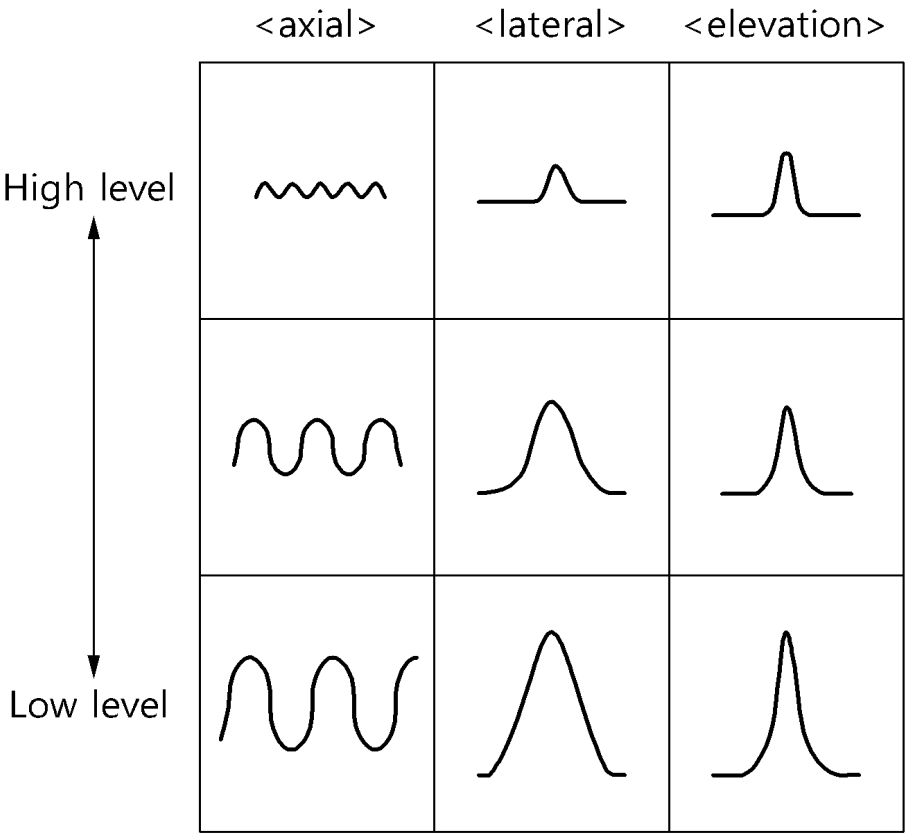
도면2



도면3



도면4



|                |                                                                    |         |            |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 用于产生超声图像的设备和方法                                                     |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">KR101893383B1</a>                                      | 公开(公告)日 | 2018-08-31 |
| 申请号            | KR1020120021976                                                    | 申请日     | 2012-03-02 |
| [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         | PARK SUNG CHAN<br>박성찬<br>KIM JUNG HO<br>김정호<br>KIM KYU HONG<br>김규홍 |         |            |
| 发明人            | 박성찬<br>김정호<br>김규홍                                                  |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/14 G06F19/00                                                 |         |            |
| CPC分类号         | A61B8/5207 A61B8/5269 G01S7/52046 G01S7/52047 G01S15/8977          |         |            |
| 其他公开文献         | KR1020130100607A                                                   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                          |         |            |

#### 摘要(译)

提供了一种超声图像生成设备。该装置的收发器通过延迟和求和通过换能器发送和接收的信号来执行波束成形，然后逐渐估计和更新每个多尺度级别的点扩散函数 ( PSF )。此外，可以在轴向和横向上选择性地施加不同的基部。

