



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월21일  
(11) 등록번호 10-1760346  
(24) 등록일자 2017년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G06T 1/00* (2006.01) *A61B 8/00* (2006.01)  
*G01S 15/89* (2006.01) *G01S 7/52* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-0015223  
(22) 출원일자 2011년02월21일  
심사청구일자 2016년02월22일  
(65) 공개번호 10-2012-0095730  
(43) 공개일자 2012년08월29일

(56) 선행기술조사문헌  
KR1020060046482 A\*  
J.-F. Synnevag 외 2명, IEEE transactions on  
ultrasonics, ferroelectric, vol.54, No.8.  
JP2000152935 A  
KR1020060024336 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
박성찬  
경기도 수원시 영통구 봉영로 1517번길 27,  
벽적골9단지아파트 908동 101호 (영통동)  
김규홍  
경기도 수원시 영통구 봉영로 1744번길 16, 244동  
1202호 (영통동, 쌍용아파트)  
김정호  
경기도 용인시 수지구 삼곡로 16, 금호베스트빌  
1-5단지 503동 903호 (상현동)  
(74) 대리인  
리엔록특허법인

전체 청구항 수 : 총 12 항

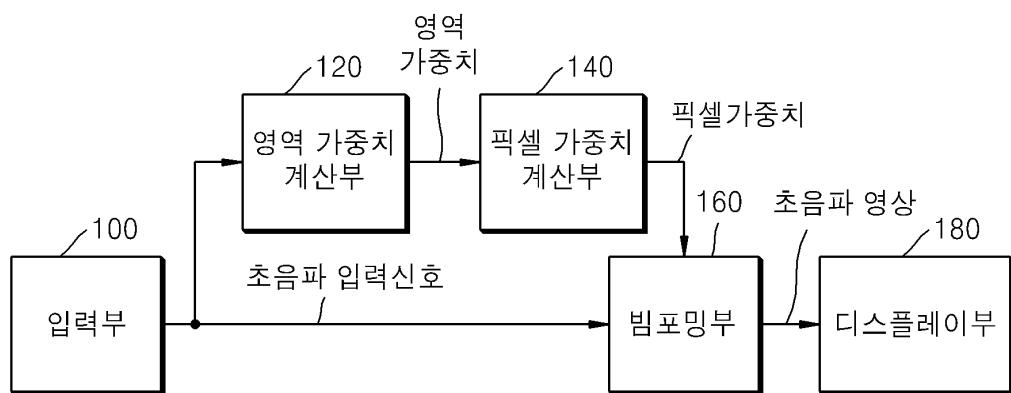
심사관 : 김웅권

(54) 발명의 명칭 초음파 빔포밍 방법 및 장치

**(57) 요 약**

본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 빔포밍 장치는, 초음파 신호를 입력 받는 입력부, 입력된 초음파 신호들에 대해 공간 상에서 복수의 영역들로 분할하고, 분할된 복수의 영역들에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 영역가중치계산부, 영역별 가중치 값을 이용하여 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산하는 픽셀가중치계산부, 및 픽셀 가중치 값을 이용하여 빔포밍 값을 계산하고 계산된 빔포밍 값을 이용하여 초음파 영상을 생성하는 빔포밍부를 포함한다.

**대 표 도** - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

입력된 초음파 신호들에 대해 공간 상에서 복수의 영역들로 분할하는 단계;

상기 복수의 영역들 각각에 대한 영역별 가중치(weight) 값을 계산하는 단계;

상기 영역별 가중치 값을 선형 보간하여, 상기 복수의 영역들을 구성하는 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산하는 단계; 및

상기 픽셀 가중치 값을 이용하여 빔포밍 값을 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 빔포밍 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 입력된 초음파 신호를 복수의 영역들로 분할하는 단계는,

상기 초음파 신호를 서로 겹치지 않는 복수의 블록으로 분할하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 빔포밍 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 입력된 초음파 신호를 복수의 영역들로 분할하는 단계는,

상기 초음파 신호를 일부분이 서로 겹치는 복수의 블록으로 분할하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 빔포밍 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 영역들 각각에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 단계는,

초음파 영상 내의 모든 픽셀들 각각에 대하여 픽셀 공분산(covariance) 값을 계산하는 단계;

상기 복수의 영역들 각각에 대하여 해당 영역에 포함된 모든 픽셀에 대한 픽셀 공분산 값을 더하여 영역 공분산 값을 계산하는 단계; 및

상기 복수의 영역들에 대한 영역 공분산 값을 이용하여 각각의 영역에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 빔포밍 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 복수의 영역들에 대한 영역 공분산 값을 이용하여 각각의 영역에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 단계는,

$$\begin{array}{ccccccc}
 \overline{\mathbf{R}}(j,i) & & \mathbf{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix} & & & & \\
 \text{영역} & \text{공분산} & \text{값} & \text{및} & \text{가} & \text{주어질} & \text{때} \\
 & & & & & & \text{수학식}
 \end{array}$$

$$\overline{\mathbf{w}}(j, i) = \frac{\overline{\mathbf{R}}(j, i)^{-1} \mathbf{a}}{\mathbf{a}^H \overline{\mathbf{R}}(j, i)^{-1} \mathbf{a}}$$

에      의하여      영역별      가중치      값

$$\overline{\mathbf{w}}(i, j)$$

을 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 빔포밍 방법.

## 청구항 6

삭제

## 청구항 7

초음파 신호를 입력 받는 입력부;

입력된 초음파 신호들에 대해 공간 상에서 복수의 영역들로 분할하고, 분할된 복수의 영역들 각각에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 영역가중치계산부;

상기 영역별 가중치 값을 선형 보간하여, 상기 복수의 영역들을 구성하는 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산하는 픽셀가중치계산부; 및

상기 픽셀 가중치 값을 이용하여 빔포밍 값을 계산하고 계산된 빔포밍 값을 이용하여 초음파 영상을 생성하는 빔포밍부를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 빔포밍 장치.

## 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 영역가중치계산부는,

상기 초음파 신호를 서로 겹치지 않은 복수의 블록으로 분할하는 것을 특징으로 하는 초음파 빔포밍 장치.

## 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 영역가중치계산부는,

상기 초음파 신호를 일부분이 서로 겹치는 복수의 블록으로 분할하는 것을 특징으로 하는 초음파 빔포밍 장치.

## 청구항 10

제7항에 있어서,

상기 영역가중치계산부는,

초음파 영상 내의 모든 픽셀들 각각에 대하여 픽셀 공분산 값을 계산하고, 상기 복수의 영역들 각각에 대하여 해당 영역에 포함된 모든 픽셀에 대한 픽셀 공분산 값을 더하여 영역 공분산 값을 계산하고, 상기 복수의 영역들에 대한 영역 공분산 값을 이용하여 각각의 영역에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 것을 특징으로 하는 초음파 빔포밍 장치.

## 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 영역가중치계산부는,

$$\overline{\mathbf{R}}(j, i) \quad \mathbf{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$$

영역      공분산      값      및      가      주어질      때      수학식

$$\overline{\mathbf{w}}(j, i) = \frac{\overline{\mathbf{R}}(j, i)^{-1} \mathbf{a}}{\mathbf{a}^H \overline{\mathbf{R}}(j, i)^{-1} \mathbf{a}}$$

에      의하여      영역별      가중치      값

$\overline{\mathbf{w}}(i, j)$

을 계산하는 것을 특징으로 하는 초음파 범포밍 장치.

#### 청구항 12

삭제

#### 청구항 13

초음파 신호를 입력 받는 입력부;

입력된 초음파 신호들에 대해 공간 상에서 복수의 영역들로 분할하고, 분할된 복수의 영역들 각각에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 영역가중치계산부;

상기 영역별 가중치 값을 선형 보간하여, 상기 복수의 영역들을 구성하는 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산하는 픽셀가중치계산부;

상기 픽셀 가중치 값을 이용하여 범포밍 값을 계산하고 계산된 범포밍 값을 이용하여 초음파 영상을 생성하는 범포밍부; 및

상기 생성된 초음파 영상을 디스플레이하는 디스플레이부를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 시스템.

#### 청구항 14

초음파 범포밍 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 있어서,

상기 초음파 범포밍 방법은,

입력된 초음파 신호들에 대해 공간 상에서 복수의 영역들로 분할하는 단계;

상기 복수의 영역들 각각에 대한 영역별 가중치(weight) 값을 계산하는 단계;

상기 영역별 가중치 값을 선형 보간하여, 상기 복수의 영역들을 구성하는 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산하는 단계; 및

상기 픽셀 가중치 값을 이용하여 범포밍 값을 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 영상 시스템에 관한 것으로서, 특히 고선명 초음파 범포밍 기술에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 초음파 영상은 펄스(pulse)를 출력하고 그 반사 신호를 획득하여 조직 내의 특성을 조사한다. 이 과정에서 초음파 시스템은 원하는 위치의 조직의 반사 특성을 보기 위해서 포커싱(focusing)을 하게 된다. 초음파 시스템은, 포커싱 과정에서 초음파 트랜스듀서(transducer)로 입력되는 신호들을 DAS(delay and sum) 과정을 통하여 하나의 데이터로 만들게 된다.

[0003] 조직 내에 포커싱을 수행할 경우 조직 내 신호의 속도 차이나 굴절 및 반사 효과 등에 의해 정확히 원하는 지점에 포커싱을 하기 어려운 문제가 발생된다. 상기 DAS 수행 시에 트랜스듀서의 구성 요소(element) 별로 입력되는 신호들에 가중치(weight)를 주어서 처리하는 적응적 가중치 범포밍(adaptive weight beamforming) 기법을 생각할 수 있다. 이러한 적응적 가중치 범포밍 기법은 가중치를 조절해 주는 효과에 의해 신호의 잡음(noise)을

최소화하여 분산(variance) 값을 작게 만들 수 있다. 이러한 방식은 단순한 DAS 방식에 비해 고해상도 영상의 획득이 가능하다. 다만, 적응적 가중치 빔포밍 기법을 단순 적용한다면 계산량이 높아지게 될 것이다.

### 발명의 내용

[0004] 본 발명에서는 적응적 가중치 빔포밍 기법에서 계산량을 줄일 수 있는 초음파 빔포밍 방법 및 장치, 초음파 영상 시스템, 그리고 초음파 빔포밍 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제안한다.

[0005] 본 발명의 일 태양에 따른 초음파 빔포밍 방법은, 입력된 초음파 신호들에 대해 공간 상에서 복수의 영역들로 분할하는 단계; 상기 복수의 영역들에 대한 영역별 가중치(weight) 값을 계산하는 단계; 상기 영역별 가중치 값을 이용하여 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산하는 단계; 및 상기 픽셀 가중치 값을 이용하여 빔포밍 값을 계산하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0006] 일 실시예에 있어서, 상기 입력된 초음파 신호를 복수의 영역들로 분할하는 단계는, 상기 초음파 신호를 서로 겹치지 않는 복수의 블록으로 분할하는 단계를 포함할 수 있다.

[0007] 다른 일 실시예에 있어서, 상기 입력된 초음파 신호를 복수의 영역들로 분할하는 단계는, 상기 초음파 신호를 일부분이 서로 겹치는 복수의 블록으로 분할하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 복수의 영역들에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 단계는, 초음파 영상 내의 모든 픽셀들 각각에 대하여 픽셀 공분산(covariance) 값을 계산하는 단계; 상기 복수의 영역 각각에 대하여 해당 영역에 포함된 모든 픽셀에 대한 픽셀 공분산 값을 더하여 영역 공분산 값을 계산하는 단계; 및 상기 복수의 영역들에 대한 영역 공분산 값을 이용하여 각각의 영역에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0009] 상기 복수의 영역들에 대한 영역 공분산 값을 이용하여 각각의 영역에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 단계는, 영역 공분산 값을 및  $\bar{\mathbf{R}}(j, i)$  및  $\mathbf{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$  가 주어질 때 수학식에 의하여 영역별 가중치 값을 계산하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

$$\bar{\mathbf{w}}(j, i) = \frac{\bar{\mathbf{R}}(j, i)^{-1} \mathbf{a}}{\mathbf{a}^H \bar{\mathbf{R}}(j, i)^{-1} \mathbf{a}}$$

$\bar{\mathbf{w}}(i, j)$  을 계산하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0010] 상기 영역별 가중치 값을 이용하여 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산하는 단계는, 상기 영역별 가중치 값을 선형 보간하여 상기 픽셀 가중치 값을 계산하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0011] 본 발명의 다른 일 태양에 따른 초음파 빔포밍 장치는, 초음파 신호를 입력 받는 입력부; 입력된 초음파 신호들에 대해 공간 상에서 복수의 영역들로 분할하고, 분할된 복수의 영역들에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 영역가중치계산부; 상기 영역별 가중치 값을 이용하여 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산하는 픽셀가중치계산부; 및 상기 픽셀 가중치 값을 이용하여 빔포밍 값을 계산하고 계산된 빔포밍 값을 이용하여 초음파 영상을 생성하는 빔포밍부를 포함하는 것이 바람직하다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 영역가중치계산부는, 상기 초음파 신호를 서로 겹치지 않은 복수의 블록으로 분할할 수 있다.

[0013] 다른 일 실시예에 있어서, 상기 영역가중치계산부는, 상기 초음파 신호를 일부분이 서로 겹치는 복수의 블록으로 분할할 수 있다.

[0014] 상기 영역가중치계산부는, 초음파 영상 내의 모든 픽셀들 각각에 대하여 픽셀 공분산 값을 계산하고, 상기 복수의 영역 각각에 대하여 해당 영역에 포함된 모든 픽셀에 대한 픽셀 공분산 값을 더하여 영역 공분산 값을 계산하고, 상기 복수의 영역들에 대한 영역 공분산 값을 이용하여 각각의 영역에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 것이 바람직하다.

$$\bar{\mathbf{R}}(j,i) \quad \mathbf{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$$

또한, 상기 영역가중치계산부는, 영역 공분산 값

## ① 가 주어질 때 수학 및

$$\bar{\mathbf{w}}(j, i) = \frac{\bar{\mathbf{R}}(j, i)^{-1} \mathbf{a}}{\mathbf{a}^H \bar{\mathbf{R}}(j, i)^{-1} \mathbf{a}}$$

식에 의하여 영역별 가중치 값

$\overline{w}(i, j)$  을 계산하는 것이 바람직하다.

상기 픽셀가중치계산부는, 선형 보간에 의하여 영역별 가중치 값들로부터 상기 픽셀 가중치 값을 계산하는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 일 태양에 따른 초음파 영상 시스템은, 초음파 신호를 입력 받는 입력부; 입력된 초음파 신호들에 대해 공간 상에서 복수의 영역들로 분할하고, 분할된 복수의 영역들에 대한 영역별 가중치 값을 계산하는 영역가중치계산부; 상기 영역별 가중치 값을 이용하여 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산하는 픽셀가중치계산부; 상기 픽셀 가중치 값을 이용하여 빔포밍 값을 계산하고 계산된 빔포밍 값을 이용하여 초음파 영상을 생성하는 빔포밍부; 및 상기 생성된 초음파 영상을 디스플레이하는 디스플레이부를 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 일 태양에 따른 초음파 범포밍 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 있어서, 상기 초음파 범포밍 방법은, 입력된 초음파 신호들에 대해 공간 상에서 복수의 영역들로 분할하는 단계; 상기 복수의 영역들에 대한 영역별 가중치(weight) 값을 계산하는 단계; 상기 영역별 가중치 값을 이용하여 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산하는 단계; 및 상기 픽셀 가중치 값을 이용하여 범포밍 값을 계산하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 시스템의 구성의 예를 나타낸 블록도이다.

도 2는 픽셀 단위로 가중치 값을 계산하는 경우와 영역 단위로 가중치 값을 계산하는 경우를 비교하여 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 빔포밍 방법의 예를 나타낸 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 영역 가중치  $\alpha$ 을 계산하는 단계를 더 자세히 나타낸 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 실시예들을 적용하여 얻은 실험 결과를 나타낸 도면이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세히 설명한다.

본 발명은 영역 기반의 가중치 값을 계산하는 고속 뷰포밍 기술에 관한 것이다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 시스템의 구성의 예를 나타낸 블록도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 빔포밍 방법의 예를 나타낸 흐름도이다. 또한, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 영역 가중치 값을 계산하는 단계를 더 자세히 나타낸 흐름도이다.

도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 시스템은 입력부(100), 영역가중치계산부(120), 퍽셀가중치계산부(140), 뷔포밍부(160), 및 디스플레이부(180)를 포함하는 것이 바람직하다.

입력부(100)는 초음파 신호를 입력받는다.

영역가중치계산부(120)는, 입력된 초음파 신호를 복수의 영역들로 분할하고(S100), 분할된 복수의 영역들에 대한 영역 가중치 값을 계산한다(S120). 즉, 영역가중치계산부(120)는 입력 신호를 바탕으로 관측 영역(region)

별로 파라미터(parameter)를 계산하는 모듈이다.

[0026] 더 자세하게는, 상기 영역가중치계산부(120)는, 초음파 영상 내의 모든 픽셀들 각각에 대하여 픽셀 공분산 값을 계산하고(S122), 상기 복수의 영역 각각에 대하여 해당 영역에 포함된 모든 픽셀에 대한 픽셀 공분산 값을 더하여 영역 공분산 값을 계산하고(S124), 상기 복수의 영역들에 대한 영역 공분산 값들을 이용하여 각각의 영역에 대한 영역 가중치 값을 계산한다(S126).

[0027] 픽셀가중치계산부(140)는, 영역 가중치 값을 이용하여 각각의 픽셀에 대한 픽셀 가중치 값을 계산한다(S140). 더 바람직하게는 픽셀가중치계산부(140)는 영역 가중치 값을 보간(interpolation)에 의하여 픽셀 가중치 값을 계산한다.

[0028] 이와 같이 본 발명에서는 입력된 초음파 신호의 각 픽셀에 대하여 직접 가중치 값을 계산하지 않고, 복수의 영역으로 분할하여 각 영역에 대한 영역 가중치 값을 계산한 뒤 영역 가중치 값을 이용하여 픽셀 가중치 값을 계산한다.

[0029] 도 2는 픽셀 단위로 가중치 값을 계산하는 경우와 영역 단위로 가중치 값을 계산하는 경우를 비교하여 나타낸 도면이다.

[0030] 도 2(a)에는 픽셀 단위로 가중치 값을 직접 계산하는 예를 도시하고 있다. 이와 같이 픽셀 단위로 가중치 값을 계산하는 경우 계산량이 많아지게 된다.

[0031] 본 발명에서는 도 2(b)에서와 같이 관측 공간을 영역(region) 단위로 해서 나누어 각 영역마다 DAS(Delay and Sum)에 필요한 대표 가중치 값을 계산하고, 각 픽셀의 가중치는 영역 가중치를 이용하여 계산한다.

[0032] 도 2(b)와 같이 초음파 신호를 서로 겹치지 않는 복수의 블록으로 분할할 수도 있으나, 또한 일부분이 서로 겹치는 복수의 블록으로 분할하는 것도 가능하다. 또한, 블록이 아닌 다른 모양을 가진 영역으로 분할하는 것도 가능하다.

[0033] 빔포밍부(160)는 픽셀 가중치 값을 이용하여 DAS(delay and sum)을 적용하여 빔포밍 값을 계산하고(S160), 계산된 빔포밍 값을 이용하여 초음파 영상을 생성한다.

[0034] 디스플레이부(180)는 생성된 초음파 영상을 디스플레이(출력)한다.

[0035] 이하에서는 도 2(b)와 같이 서로 겹치지 않는 복수의 블록으로 분할하는 경우를 예로 들어, 상기 빔포밍 과정을 수학식을 사용하여 더 상세히 살펴보도록 한다.

[0036] 각 블록의 인덱스(index)를  $(i, j)$ 로 하고, 각 픽셀의 인덱스를  $(x, y)$ 로 할 때, 픽셀 별로 공분산

$$\hat{\mathbf{R}}(x, y)$$

(covariance) 매트릭스

$$\bar{\mathbf{R}}(j, i)$$

, 블록별 영역 공분산 매트릭스

$$\bar{w}(i, j)$$

가중치 값

, 스티어링 벡터(steering vector)

$$\mathbf{a} = \begin{pmatrix} \mathbf{1} \\ \vdots \\ \mathbf{1} \end{pmatrix}$$

, 픽셀 가중치 값

$$w(x, y)$$

가 주어진 경우를 고려한다.

[0037] 입력부(100)에서 초음파 신호를 입력받아, 영역가중치계산부(120)에서 도 2(b)에서와 같이 NxM 블록으로 분할한다.

[0038] 영역가중치계산부(120)는 각 블록 별로 입력된 데이터 값을 바탕으로 평균 또는 합의 공분산 매트릭스(average

$$\hat{\mathbf{R}}(x, y)$$

or summed covariance matrix)를 계산한다. 즉, 각 픽셀마다 픽셀 공분산(S122), 이를 이용하여 MxN 크기의  $(j, i)$  위치의 블록에 대하여 합을 구하여 블록에 대한 영역 공분산 값을

$$\bar{\mathbf{R}}(j, i)$$

를 계산한다(S124).

[0039]

이를 영상 좌표계에서 수행하면 다음 수학식 1과 같다.

### 수학식 1

$$\bar{R}(j, i) = \sum_{m=-M/2}^{M/2} \sum_{n=-N/2}^{N/2} \hat{R}_k(Mj + m, Ni + n)$$

[0040]

[0041] 또한 전체 트랜스듀서의 구성 요소(element)의 개수보다 작은 서브 애퍼처(subaperture)를 설정하는 경우에는 여러 개로 표현되는 서브 애퍼처의 공분산 값들의 합(summation)을 구할 수도 있다. 서브 애퍼처 인덱스 (subaperture index)가 K일 때 이는 다음 수학식 2와 같이 표현된다.

### 수학식 2

$$\bar{R}(j, i) = \sum_{m=-M/2}^{M/2} \sum_{k=-K/2}^{K/2} \hat{R}_k(Mj + m, Ni)$$

[0042]

[0043] 다음으로 영역가중치계산부(120)에서는 다음 수학식 3과 같이 각 블록 별로 영역 가중치 값을 계산한다(S126).

### 수학식 3

$$\bar{\mathbf{w}}(j, i) = \frac{\bar{\mathbf{R}}(j, i)^{-1} \mathbf{a}}{\mathbf{a}^H \bar{\mathbf{R}}(j, i)^{-1} \mathbf{a}}$$

[0044]

[0045] 수학식 3을 참조하면, 가중치 값을 계산하기 위하여는 공분산 R 값의 역행렬을 계산해야 함을 알 수 있다. 만일

픽셀마다 가중치 값을 직접 계산한다면, 상기 식에서  $\bar{\mathbf{R}}(j, i)$  대신  $\hat{\mathbf{R}}(x, y)$  값을 사용해야 한다.

[0046]

P 개의 구성 요소(element)를 가지는 트랜스듀서를 가정할 때, 역행렬의 계산은 PxP 행렬에 대하여  $O(P^3)$ 의 복잡도(complexity)를 가진다. 그러나 역행렬 계산을 NxM 블록에 대하여 수행하게 되면  $1/MN$  배로 계산량을 줄일 수 있다.

[0047]

픽셀가중치계산부(140)는 픽셀 (x, y)마다 쌍선형 보간(bilinear interpolation)에 의하여 픽셀 가중치 값을 계산한다. 이는 다음 수학식 4와 같다.

### 수학식 4

$$w(x, y) = \text{interpolation}(\bar{w}(i, j))$$

[0048]

[0049] 다음으로 뷔포밍부(160)에서 상기 적응적 가중치(adaptive weight) 값을 이용하여 최소 분산 (minimum

variance: MV) 범포밍 값을 계산한 후, 계산된 범포밍 값을 이용하여 초음파 영상 데이터를 생성하여 디스플레이(180)로 출력한다.

[0050] 가중치 값의 보간 계산 및 DAS의 수행에 필요한 계산은 O(P)의 복잡도를 가진다. 따라서 전체 계산에서 가장 계산량이 많은 부분은 상기 가중치의 계산 부분이라고 할 수 있다.

[0051] 따라서, 본 발명에서는 가장 복잡도가 높은 가중치 계산 부분에서 각각의 픽셀 별로 가중치를 직접 계산하는 대신 분할된 영역별로 가중치를 계산함에 의하여 복잡도를 낮추게 된다. 예를 들어, 4x32 크기의 블록으로 분할하는 경우 전체적으로 1/128 배로 계산량 감소를 가져오게 된다.

[0052] 도 5는 본 발명의 실시예들을 적용하여 얻은 실험 결과를 나타낸 도면이다.

[0053] 도 5(a)는 일반적인 DAS(delay and sum)를 적용한 경우이고, 도 5(b)는 각 픽셀별 가중치를 직접 계산하는 경우의 MV 범포밍의 경우이며, 도 5(c)는 본 발명의 실시예에 따라 영역별 가중치를 계산한 뒤 이를 보간하여 픽셀별 가중치를 계산하는 경우의 MV 범포밍의 경우이다.

[0054] 가로축은 각도(angle)를 나타내며, 세로축은 축방향의 거리(axial distance)를 나타낸다.

[0055] 도 5(c)에 표시된 영상을 도 5(a)의 경우와 비교하면 영상의 해상도(resolution)이 향상되었음을 알 수 있다. 또한 도 5(b)의 경우와 비교하여 계산량은 감소하였음에 반하여, 해상도의 차이가 거의 없음을 알 수 있다.

[0056] 이와 같이 본 발명에 따른 범포밍 방식을 적용하면 계산량의 감소를 가져오면서도 각 픽셀별로 가중치를 계산하는 방식과 동일한 화질을 확보하는 것이 가능하다.

[0057] 상기 설명은 실시예 중 하나일 뿐이며, 전체 영상을 복수의 영역으로 분할하여 가중치를 계산하는 여러 가지 다양한 실시예가 가능할 수 있으며, 영역의 모양이나 영역 간의 겹침 여부가 달라질 수 있다. 어느 경우에나 획기적인 계산량의 감소가 가능하다.

[0058] 전체 영상을 복수의 영역으로 분할하여 가중치를 계산하는 실시예로서는, 영역별로 LUT(Look-Up-Table)기반 weight를 계산하는 방법, Capon beamforming, Mean Square Error beamforming, Minimum Variance beamforming, Generalized Sidelobe Canceller, Broad band beamforming 등을 적용할 수 있을 것이다.

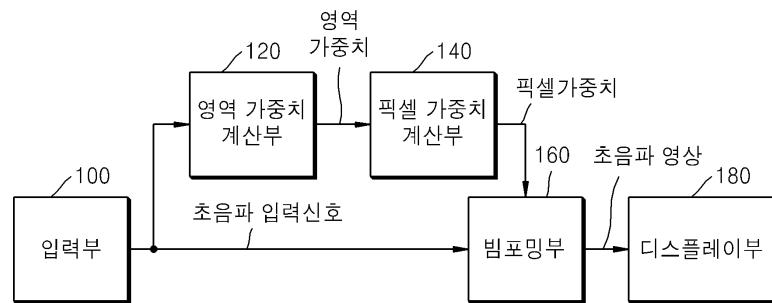
[0059] 이와 같이 본 발명에 따른 초음파 영상 범포밍 기술에 의하면, 입력 영상 데이터를 분석하여 해상도와 컨트라스트(contrast)를 향상 시킬 수 있으며, 영역 별로 가중치를 계산하여 이를 이용하여 각 데이터마다 가중치를 계산함으로써 고화질의 영상을 고속으로 획득할 수 있게 된다. 본 기술은 초음파 영상, 탄성 영상 등의 다양한 초음파 영상 기술에 적용이 가능하며, 더 나아가 레이더, 음향(sound) 신호의 처리에도 확장될 수 있다.

[0060] 본 발명은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터(정보 처리 기능을 갖는 장치를 모두 포함한다)가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 장치의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장 장치 등이 있다.

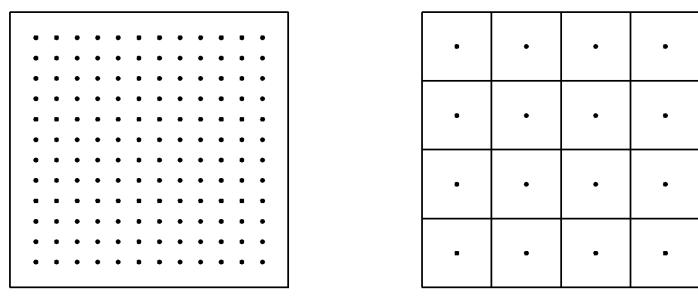
[0061] 비록 상기 설명이 다양한 실시예들에 적용되는 본 발명의 신규한 특징들에 초점을 맞추어 설명되었지만, 본 기술 분야에 속달된 기술을 가진 사람은 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서도 상기 설명된 장치 및 방법의 형태 및 세부 사항에서 다양한 삭제, 대체, 및 변경이 가능함을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 상기 설명에서보다는 첨부된 특허청구범위에 의해 정의된다. 특허청구범위의 균등 범위 안의 모든 변형은 본 발명의 범위에 포함된다.

## 도면

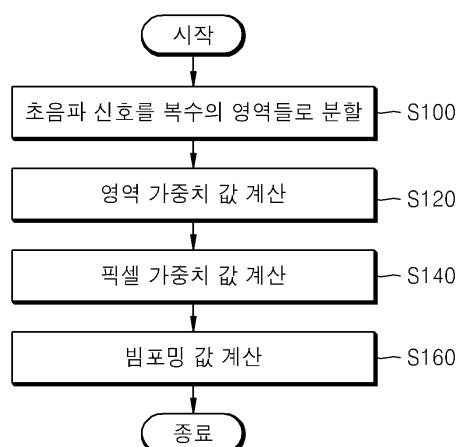
## 도면1



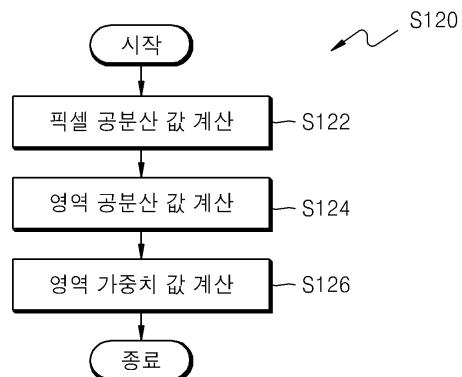
## 도면2



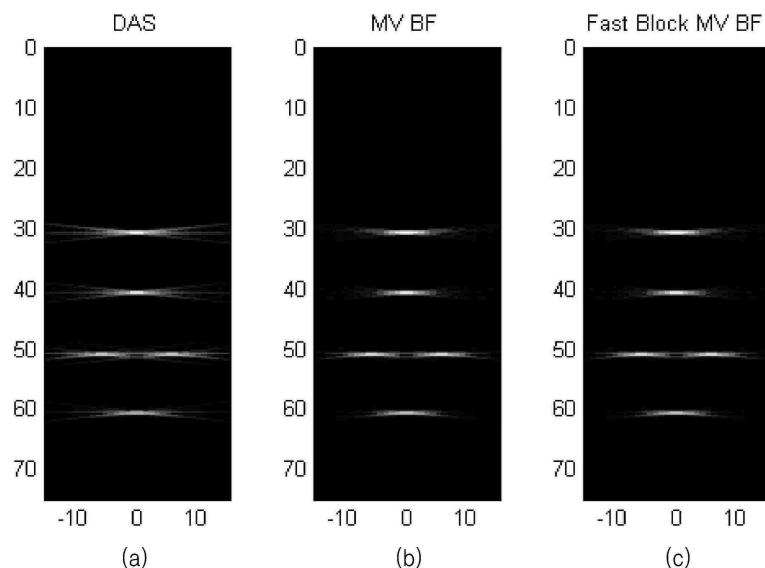
## 도면3



## 도면4



## 도면5



专利名称(译)	标题 : 超声波束形成方法和设备		
公开(公告)号	<a href="#">KR101760346B1</a>	公开(公告)日	2017-07-21
申请号	KR1020110015223	申请日	2011-02-21
[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 박성찬 KIM KYU HONG 김규홍 KIM JUNG HO 김정호		
发明人	박성찬 김규홍 김정호		
IPC分类号	G06T1/00 A61B8/00 G01S15/89 G01S7/52		
CPC分类号	G06T1/00 A61B8/00 G01S15/8977 G01S7/52047		
其他公开文献	KR1020120095730A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

目的 : 提供一种超声波束形成方法及其装置 , 以确保与计算每个像素的重量的方法相同的图像质量 , 并减少计算量。组成 : 区域权重计算器将输入的超声波信号分成多个区域 ( S100 ) 。面积权重计算器计算关于多个划分区域的面积权重值 ( S120 ) 。像素权重计算器通过使用面积权重值来计算每个像素的像素权重值 ( S140 ) 。波束形成单元通过使用像素权重值来应用DAS ( 延迟和和 ) 。波束形成单元计算波束形成值 ( S160 ) .COPYRIGHT KIPO 2012

