



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년08월05일
(11) 등록번호 10-1645590
(24) 등록일자 2016년07월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 15/89 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0109565

(22) 출원일자 2014년08월22일

심사청구일자 2014년08월22일

(65) 공개번호 10-2016-0023325

(43) 공개일자 2016년03월03일

(56) 선행기술조사문헌

JP2002530922 A*

JP2007521720 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국지이초음파 유한회사

경기도 성남시 중원구 순환로214번길 9 (상대원동)

(72) 발명자

김정석

서울특별시 송파구 잠실로 62 329-1402(잠실동, 트리지움)

이종건

경기도 성남시 중원구 순환로214번길 9 (상대원동)

김광주

경기도 성남시 중원구 순환로214번길 9 (상대원동)

(74) 대리인

특허법인추현

전체 청구항 수 : 총 9 항

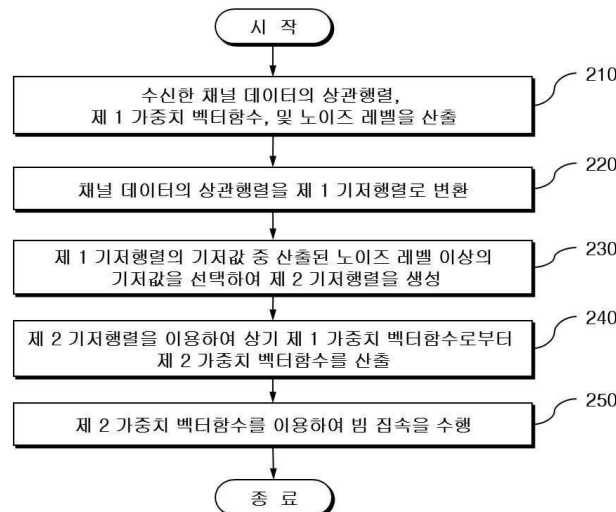
심사관 : 안문환

(54) 발명의 명칭 적응적인 수신 빔 집속 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 적응적인 수신 빔 집속 방법에 관한 것으로 수신한 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출하는 단계, 채널 데이터의 상관행렬을 제 1 기저행렬로 변환하는 단계, 제 1 기저행렬의 기저값 중 산출된 노이즈 레벨이상의 기저값을 선택하여 제 2 기저행렬을 생성하는 단계, 제 2 기저행렬을 이용하여 제 1 가중치 벡터함수로부터 제 2 가중치 벡터함수를 산출하는 단계, 및 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 빔 집속을 수행하는 단계를 포함함으로써, 수신 빔 집속만으로 높은 해상도의 영상을 생성할 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-TD-500409-001

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업진흥원

연구사업명 국제공동기술개발사업

연구과제명 다중모드 생체 이미징 진단 시스템 개발(Development of novel multi-modal in vivo imaging system for animal to human use)

기 여 율 1/1

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2010.10.01 ~ 2015.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

적응적인 수신 빔 집속 방법에 있어서,

수신한 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출하는 단계;

상기 채널 데이터의 상관행렬을 제 1 기저행렬로 변환하는 단계;

상기 제 1 기저행렬의 기저값 중 상기 산출된 노이즈 레벨이상의 기저값을 선택하여 제 2 기저행렬을 생성하는 단계;

상기 제 2 기저행렬을 이용하여 상기 제 1 가중치 벡터함수로부터 제 2 가중치 벡터함수를 산출하는 단계; 및

상기 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 빔 집속을 수행하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 가중치 벡터함수 및 상기 제 2 가중치 벡터함수는 적응적인 벡터함수인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출하는 단계 이전에,

상기 수신한 채널 데이터를 두 배 보간하는 단계를 더 포함하는 적응적인 수신 빔 집속 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

수신 빔 집속만으로 빔 집속을 수행하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 빔 집속을 통해 초음파 영상을 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 7

적응적인 수신 빔 집속 장치에 있어서,

채널 데이터를 수신하는 수신부;

상기 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출하고, 상기 채널 데이터의 상관행렬을 제 1 기저행렬로 변환하여, 상기 제 1 기저행렬의 기저값 중 상기 산출된 노이즈 레벨이상의 기저값을 선택하여 제 2 기저행렬을 생성하며, 상기 제 2 기저행렬을 이용하여 상기 제 1 가중치 벡터함수로부터 제 2 가중치 벡터함수를 산출하는 처리부; 및

상기 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 빔 집속을 수행하는 빔 집속부를 포함하는 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 가중치 벡터함수 및 상기 제 2 가중치 벡터함수는 적응적인 벡터함수인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

수신 빔 집속만으로 빔 집속을 수행하여 초음파 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적응적인 수신 빔 집속 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 기저값 조정을 통해 적응적인 가중치 벡터함수를 산출하여 수신 빔 집속에 이용하는 적응적인 수신 빔 집속 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적인 초음파 수신집속 방법은 각 스캔 라인에 따른 송신집중 과 수신집중으로 이루어져서 빔 집속된 에코신호를 구성하여 영상을 구현한다. 횡탄성 영상 같은 초고속 영상 획득하는 경우나 광음향과 연동 초음파 영상 획득 경우와 같이, 송신 수신을 할 수 없는 경우 단지 수신 집중으로만 스캔 신호를 구성하여 영상을 구현할 경우 영상 해상도가 매우 떨어 현상이 생기는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국공개특허 "초음파 영상 생성 장치 및 방법(공개번호: 10-2013-0100607)"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 기저값 조정을 통해 적응적인 가중치 벡터함수를 산출하여 수신 빔 집속에 이용하는 적응적인 수신 빔 집속 방법을 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 기저값 조정을 통해 적응적인 가중치 벡터함수를 산출하여 수신 빔 집속에 이용하는 적응적인 수신 빔 집속 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 해결하기 위하여, 적응적인 수신 빔 집속 방법에 있어서, 수신한 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출하는 단계; 상기 채널 데이터의 상관행렬을 제 1 기저행렬로 변환하는 단계; 상기 제 1 기저행렬의 기저값 중 상기 산출된 노이즈 레벨이상의 기저값을 선택하여 제 2 기저행렬을 생성하는 단계; 상기 제 2 기저행렬을 이용하여 상기 제 1 가중치 벡터함수로부터 제 2 가중치 벡터함수를 산출하는 단계; 및 상기 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 빔 집속을 수행하는 단계를 포함하는 방법을 제공한다.

[0007] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 제 1 가중치 벡터함수 및 상기 제 2 가중치 벡터함수는 적응적인 벡터함수인 것을 특징으로 하는 방법일 수 있다.

[0008] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 수신한 채널 데이터를 두 배 보간하는 단계를 더 포함하는 적응적인 수신 빔 집속 방법일 수 있다.

[0009] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 수신 빔 집속만으로 빔 집속을 수행하는 것을 특징으로 하거나, 상기 빔 집속을 통해 초음파 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 방법일 수 있다.

[0010] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 해결하기 위하여, 적응적인 수신 빔 집속 장치에 있어서, 채널 데이터를 수신하는 수신부; 상기 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출하고, 상기 채널 데이터의 상관행렬을 제 1 기저행렬로 변환하여, 상기 제 1 기저행렬의 기저값 중 상기 산출된 노이즈 레벨이상의 기저값을 선택하여 제 2 기저행렬을 생성하며, 상기 제 2 기저행렬을 이용하여 상기 제 1 가중치 벡터함수로부터 제 2 가중치 벡터함수를 산출하는 처리부; 및 상기 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 빔 집속을 수행하는 빔 집속부를 포함하는 장치를 제공한다.

[0011] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 제 1 가중치 벡터함수 및 상기 제 2 가중치 벡터함수는 적응적인 벡터함수인 것을 특징으로 하는 장치일 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면, 수신 빔 집속만으로 높은 해상도의 영상을 생성할 수 있다. 기저값을 줄일 수 있어, 연산량이 줄어들어 연산이 빨라지며, 높은 SNR을 갖는 영상을 생성할 수 있다. 또한, 횡탄성 영상과 같은 초고속 영상 획득, 광음향과 연동하는 초음파 영상획득에 매우 유용하다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 적응적인 수신 빔 집속 장치의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 적응적인 수신 빔 집속 방법의 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 적응적인 수신 빔 집속 방법의 흐름도이다.

도 4는 종래 수신 빔 집속 방법에 따른 결과이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 적응적인 수신 빔 집속 방법에 따른 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

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

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 적응적인 수신 빔 집속 방법은 수신한 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출하는 단계, 상기 채널 데이터의 상관행렬을 제 1 기저행렬로 변환하는 단계, 상기 제 1 기저행렬의 기저값 중 상기 산출된 노이즈 레벨이상의 기저값을 선택하여 제 2 기저행렬을 생성하는 단계, 상기 제 2 기저행렬을 이용하여 상기 제 1 가중치 벡터함수로부터 제 2 가중치 벡터함수를 산출하는 단계, 및 상기 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 빔 집속을 수행하는 단계를 포함한다.

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

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

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 적응적인 수신 빔 집속 장치의 블록도이다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 적응적인 수신 빔 집속 장치(100)는 수신부(110), 처리부(120), 및 빔 집속부(130)를 포함한다.

[0020] 수신부(110)는 영상획득 대상으로부터 반사되어 돌아오는 신호의 채널 데이터를 수신한다. 수신된 신호를 아날

로그 디지털 변환을 통해 채널 데이터를 변환할 수 있다.

[0021] 처리부(120)는 상기 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출하고, 상기 채널 데이터의 상관행렬을 제 1 기저행렬로 변환하여, 상기 제 1 기저행렬의 기저값 중 상기 산출된 노이즈 레벨이상의 기저값을 선택하여 제 2 기저행렬을 생성하며, 상기 제 2 기저행렬을 이용하여 상기 제 1 가중치 벡터함수로부터 제 2 가중치 벡터함수를 산출한다.

[0022] 보다 구체적으로, 처리부(120)는 수신 빔 집속만으로 고해상도의 영상생성을 위한 빔 집속을 수행하기 위하여, 적응적인 수신 빔 집속을 수행한다. 이를 위하여, 기저값 조정을 통해 적응적인 가중치 벡터함수를 산출하여 수신 빔 집속에 이용한다.

[0023] 수신한 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출한다. 채널 데이터가 수신되는 위치에 따라 시간 지연이 발생하며, 영상획득 대상 이외의 간섭과 노이즈 등의 영향이 존재하는바, 상기 간섭과 노이즈의 영향을 제거하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 적응적인 수신 빔 집속 장치는 가중치 벡터함수를 이용한다. 상기 가중치 벡터함수는 상기 간섭과 노이즈의 영향을 제거하기 위하여, 채널 데이터에 적용되는 함수로, 가중치 벡터이다. 적응적인 벡터함수인 제 1 가중치 벡터함수를 바로 빔 집속에 적용하지 않고, 기저값 조정을 통해 개선된 가중치 벡터함수인 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 빔 집속을 수행한다. 상기 노이즈 레벨은 채널 노이즈 평가를 통해 산출될 수 있다. 채널에 노이즈가 얼마나 포함되어 있는지에 대해 판단하여, 노이즈 레벨을 산출할 수 있다.

[0024] 상기 제 2 가중치 벡터함수를 산출하기 위하여, 먼저 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출한다. 상기 상관행렬은 SMI(Sample Matrix Inversion) 또는 Loaded Sample Matrix Inversion(LSMI) 등의 방법을 이용하여 산출할 수 있다. 제 1 가중치 벡터함수는 라그랑시론을 이용하여 산출할 수 있다. 노이즈 레벨은 채널 데이터에 포함된 노이즈의 정도를 검출하여 산출할 수 있다.

[0025] 상기 상관행렬 및 제 1 가중치 벡터함수는 다음과 같이 산출할 수 있다.

수학식 1

$$Z(k) = \sum_{m=0}^{M-1} w_m(k)x_m(k) = W(k)^H X(k),$$

$$P(k) = E[|z(k)|^2] = E[W(k)^H R(k)W(k)], (R(k) = E[X(k)X(k)^H]) \\ = \min_{W(k)} \{W(k)^H R(k)W(k)\}, (W(k)^H a = 1)$$

[0026]

[0027] 여기서, W(k)는 가중치 벡터함수, X(k)는 입력신호 벡터함수, Z(k)는 출력신호 벡터함수(수신 빔 집속된 벡터함수), R(k)는 상관행렬 벡터함수이며, P(k)는 출력신호 벡터함수의 자기 상관 값을 이용하여 에너지값을 산출하며, a 벡터는 송신하는 빔의 방향벡터이며, 이때 가장 에너지값이 최소가 되는 조건에서의 가중치 벡터를 라그랑주 상수들을 이용하여 제 1 가중치 벡터함수 W를 다음과 같이 구할 수 있다.

수학식 2

$$\therefore W = \frac{R^{-1}a}{a^H R^{-1}a}$$

[0028]

[0029] 상관행렬을 산출한 이후, 다음과 같이, 제 1 기저행렬로 변환한다.

수학식 3

$$D = \begin{bmatrix} \lambda_1 & & & \\ & \lambda_2 & & \\ & & \lambda_3 & \\ & & & \ddots \\ & & & & \ddots \\ & & & & & \lambda_L \end{bmatrix} \quad V = [V_1 \ V_2 \ V_3 \ \cdots \ V_L]$$

[0030]

[0031]

[0032]

[0033]

[0034]

여기서, D는 기저값의 대각선행렬이고, V는 기저값에 해당하는 기저벡터이다.

제 1 기저행렬의 기저값 중 상기 산출된 노이즈 레벨이상의 기저값을 선택하여 제 2 기저행렬을 생성한다. 즉, 노이즈 레벨보다 작은 기저값 제외하고, 노이즈 레벨보다 큰 기저값만을 이용하여 새로운 기저행렬인 제 2 기저행렬을 생성한다.

채널 데이터 노이즈 레벨(N_o)를 측정하고, 기저행렬의 기저값($\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \cdots \lambda_L$)에서 노이즈 레벨(N_o) 이상의 기저값($\lambda_s \geq N_o$)으로 구성된 기저값에 해당하는 기저벡터($E_s = [V_1 \ V_2 \ V_3 \ \cdots V_s]$)를 구성하여 제 2 기저행렬을 생성한다.

노이즈 레벨 이상의 기저값을 이용하여 기저행렬을 재생성하여 이용함으로써 연산량이 줄어들어 연산이 빨라질 수 있고, 높은 SNR을 갖는 고해상도 영상을 생성할 수 있다. 상기 산출된 제 2 기저행렬을 이용하여 상기 제 1 가중치 벡터함수로부터 제 2 가중치 벡터함수를 산출한다. 즉, 상기 제 2 기저행렬을 제 1 가중치 벡터함수에 투영하여 제 2 가중치 벡터함수를 생성한다. 제 2 집속벡터는 다음과 같이 생성할 수 있다.

수학식 4

$$\therefore W_{EIBMV} = E_s E_s^H W_{MV}$$

[0035]

[0036]

[0037]

빔 집속부(130)는 상기 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 빔 집속을 수행한다.

상기와 같이, 송수신 집속이 아닌 수신 빔 집속만을 수행하여 고해상도의 초음파 영상을 생성할 수 있다.

[0038]

도 2는 본 발명의 일 실시예에 적응적인 수신 빔 집속 방법의 흐름도이다.

[0039]

210 단계는 수신한 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출하는 단계이다.

[0040]

보다 구체적으로, 기저값 조정을 통해 적응적인 가중치 벡터함수를 산출하여 수신 빔 집속만으로 고해상도의 초음파영상을 획득하기 위하여, 우선 수신한 채널 데이터의 상관행렬, 제 1 가중치 벡터함수, 및 노이즈 레벨을 산출한다. 본 발명에 대한 상세한 설명은 도 1의 처리부(120)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1의 처리부(120)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.

[0041]

220 단계는 상기 채널 데이터의 상관행렬을 제 1 기저행렬로 변환하는 단계이다.

[0042]

보다 구체적으로, 채널 데이터로부터 산출되는 기저행렬의 기저값 중 조정을 수행할 기저값을 선택하기 위하여, 채널 데이터의 상관행렬을 제 1 기저행렬로 변환한다. 본 발명에 대한 상세한 설명은 도 1의 처리부(120)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1의 처리부(120)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.

[0043]

230 단계는 상기 제 1 기저행렬의 기저값 중 상기 산출된 노이즈 레벨이상의 기저값을 선택하여 제 2 기저행렬을 생성하는 단계이다.

[0044]

보다 구체적으로, 제 1 기저행렬의 기저값 중 상기 산출된 노이즈 레벨이상의 기저값을 선택하여 기저값을 조정하고, 상기 선택된 기저값을 이용하여 새로운 기저행렬인 제 2 기저행렬을 생성한다. 본 발명에 대한 상세한 설명은 도 1의 처리부(120)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1의 처리부(120)에 대한 상세한 설명으로 대신

한다.

- [0045] 240 단계는 상기 제 2 기저행렬을 이용하여 상기 제 1 가중치 벡터함수로부터 제 2 가중치 벡터함수를 산출하는 단계이다.
- [0046] 보다 구체적으로, 제 2 기저행렬을 제 1 가중치 벡터함수에 투영시켜 제 2 가중치 벡터함수를 산출한다. 제 2 가중치 벡터함수는 제 1 가중치 벡터함수보다 기저값이 노이즈 레벨에 의해 조정된바, 노이즈에 강하고, 고해상도의 초음파영상을 생성할 수 있는 빔 집속이 가능하다. 본 발명에 대한 상세한 설명은 도 1의 처리부(120)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1의 처리부(120)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0047] 250 단계는 상기 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 빔 집속을 수행하는 단계이다.
- [0048] 보다 구체적으로, 기저값 조정을 통해 산출된 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 빔 집속을 수행한다. 상기 제 2 가중치 벡터함수를 이용하여 수신 빔 집속만으로 빔 집속을 수행한다. 나아가, 상기 빔 집속을 통해 고해상도의 초음파 영상을 생성할 수 있다. 본 발명에 대한 상세한 설명은 도 1의 빔 집속부(130)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1의 빔 집속부(130)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0049] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 적응적인 수신 빔 집속 방법의 흐름도이다.
- [0050] 310 단계는 상기 수신한 채널 데이터를 두 배 보간하는 단계이다. 채널 데이터에 대한 제 2 가중치 벡터함수를 산출함에 있어서, 산출 및 빔 집속의 용이를 위하여, 수신한 채널 데이터를 두 배 보간할 수 있다. 보간된 채널 데이터를 이용하여 빔 집속을 수행한다. 본 발명에 대한 상세한 설명은 도 1의 처리부(120)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 1의 처리부(120)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0051] 도 4는 종래 수신 빔 집속 방법에 따른 결과이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 적응적인 수신 빔 집속 방법에 따른 결과이다.
- [0052] 도 4는 송신집속을 하지 않고, 수신 집속만으로 생성되는 영상(plane wave 영상)으로, (a)는 단순 수신집속영상, (b)는 hanning 함수를 이용하여 가중치 함수를 적용한 수신집속영상, (c)는 적응적인 가중치 함수를 적용한 수신집속영상이다.
- [0053] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 적응적인 수신 빔 집속 방법에 따른 결과이다.
- [0054] (d)는 노이즈 레벨에 따른 기저값 조정없이 가중치 함수를 적용한 수신집속영상이고, (e) 내지 (g)는 본 발명의 실시예에 따른 적응적인 수신 빔 집속 방법을 적용한 수신집속영상으로 채널 노이즈 레벨에 따라 재산출된 가중치 벡터함수를 이용한 결과이다. (e)는 노이즈 레벨이 48인 경우로, 49 내지 64 번째 기저값($49^{\text{th}} \sim 64^{\text{th}} \lambda$)을 제외한 결과이고, (f)는 노이즈 레벨이 32인 경우로, 33 내지 64 번째 기저값($33^{\text{th}} \sim 64^{\text{th}} \lambda$)을 제외한 결과이며, (g)는 노이즈 레벨이 10인 경우로, 11 내지 64 번째 기저값($11^{\text{th}} \sim 64^{\text{th}} \lambda$)을 제외한 결과이다. 노이즈 레벨에 따른 기저값 조정을 통한 영상이 기저값 조정없이 생성된 영상에 비해 노이즈가 적다는 것을 확인할 수 있다. 또한, 산출된 노이즈 레벨에 따라 영상의 해상도가 달라짐을 알 수 있다. 다만, 지나치게 노이즈 레벨을 크게 적용하는 경우, 노이즈가 아닌 신호까지 희생될 수 있는바, 정확한 노이즈 레벨을 적용하기 위하여, 채널의 노이즈 레벨을 산출하여 적용하여야 함을 알 수 있다.
- [0055] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를

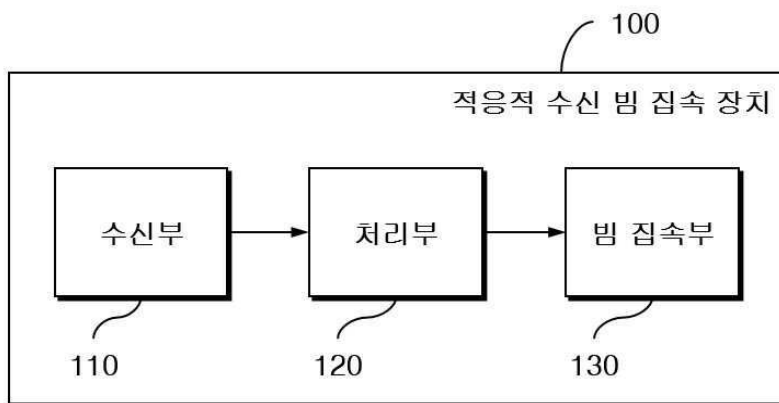
포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0056] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

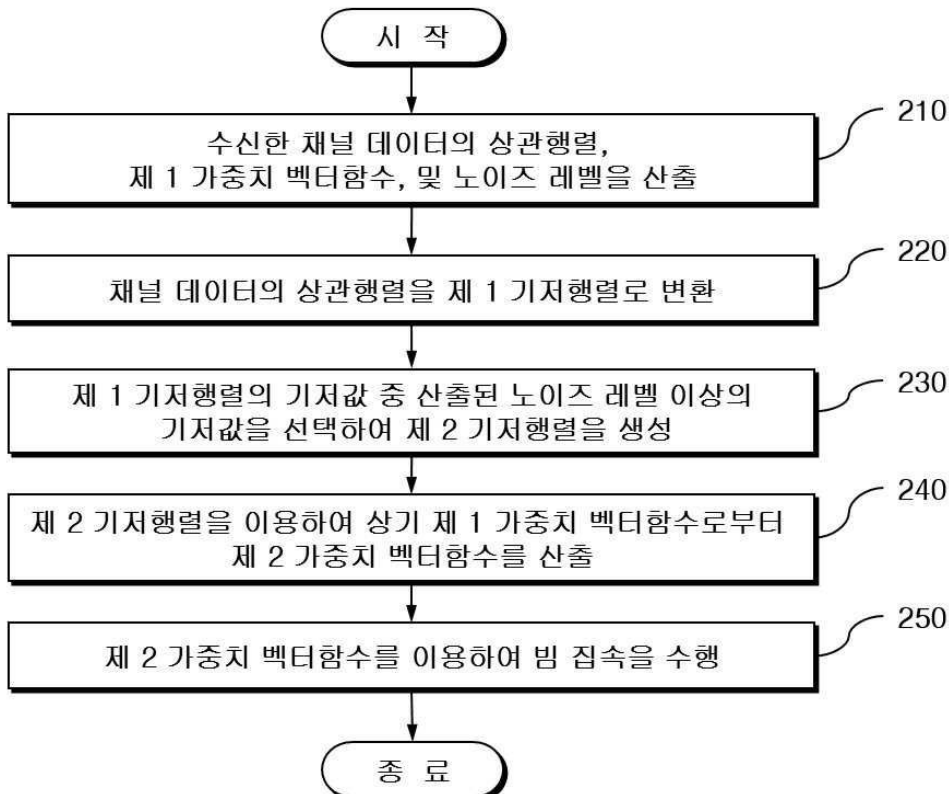
[0057] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

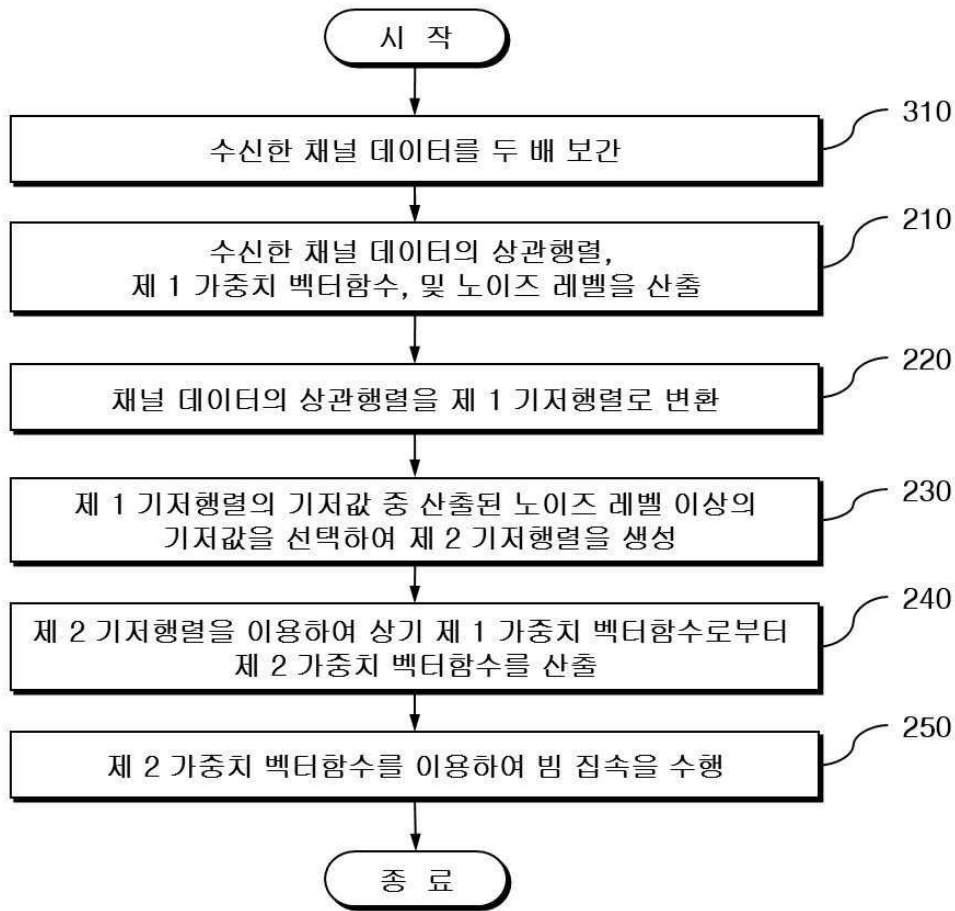
도면1



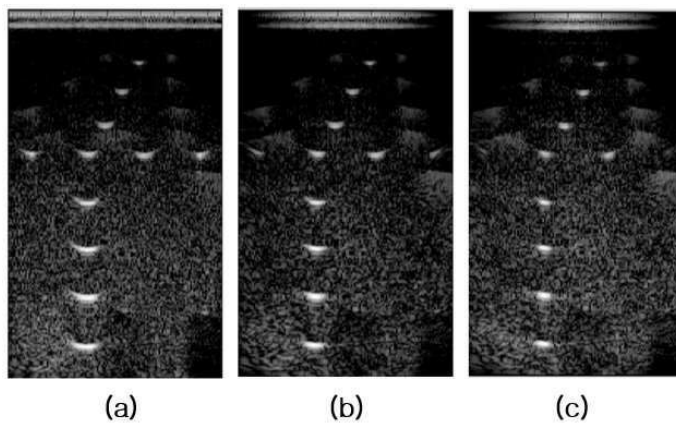
도면2



도면3



도면4



도면5

