



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월23일
(11) 등록번호 10-2023518
(24) 등록일자 2019년09월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2019.01) A61B 8/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0013639
(22) 출원일자 2013년02월06일
심사청구일자 2018년01월24일
(65) 공개번호 10-2014-0100669
(43) 공개일자 2014년08월18일
(56) 선행기술조사문헌
JP2010054356 A*
US06245016 B1*
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*
W02009028366 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

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

전체 청구항 수 : 총 23 항

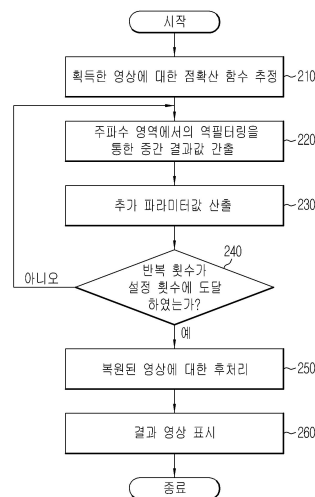
심사관 : 김광식

(54) 발명의 명칭 영상 장치, 초음파 영상 장치, 영상 처리 방법 및 초음파 영상 처리 방법

(57) 요약

획득한 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정 단계; 일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 추정된 점확산 함수를 이용하여 획득한 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원 단계를 포함함으로써, 영상 복원을 고속으로 처리할 수 있으면서도 헤일로 현상(halo effect)의 발생을 방지할 수 있다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

김규홍

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

김정호

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

박수현

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

명세서

청구범위

청구항 1

획득한 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정 단계;

일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 상기 추정된 점확산 함수를 이용하여 상기 획득한 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원 단계를 포함하고,

상기 영상 복원 단계는:

상기 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계;

상기 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 상기 추가 파라미터값을 산출하는 단계를 포함하되,

상기 중간 결과값의 산출 및 상기 추가된 파라미터값의 산출의 반복 횟수가 미리 설정된 횟수에 도달할 때까지 상기 중간 결과값의 산출 및 상기 추가된 파라미터값의 산출을 반복하는 영상 처리 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델은 아래의 [수학식 1]로 표현되는 영상 처리 방법.

[수학식 1]

$$\hat{x} = \arg \min_{x, w} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

(여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y 는 획득한 영상(열화된 영상)이고, h 는 추정된 점확산 함수이고, w 는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응되는 값을 의미한다.)

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 2]에 기초하여 산출하는 것인 영상 처리 방법.

[수학식 2]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\}^* F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

(여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값이다.)

청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 산출하는 것인 영상

처리 방법.

[수학식 3]

$$w^t = \arg \min_w \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

(여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터값이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상수이다.)

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 영상 복원의 결과 영상을 표시하는 단계를 더 포함하는 영상 처리 방법.

청구항 7

획득한 영상을 복수의 영역 영상으로 분할하는 영상 분할 단계;

상기 분할된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정 단계;

일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 상기 추정된 상기 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 이용하여 상기 획득한 영상 데이터에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원 단계를 포함하고,

상기 영상 복원 단계는:

상기 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계;

상기 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 상기 추가 파라미터값을 산출하는 단계를 포함하되,

상기 중간 결과값의 산출 및 상기 추가된 파라미터값의 산출의 반복 횟수가 미리 설정된 횟수에 도달할 때까지 상기 중간 결과값의 산출 및 상기 추가된 파라미터값의 산출을 반복하는 영상 처리 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 일반화된 가우시안 모델에서 파라미터를 부가한 모델은 아래의 [수학식 1]로 표현되는 영상 처리 방법.

[수학식 1]

$$\hat{x} = \arg \min_{x, w} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

(여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y는 획득한 영상(열화한 영상)이고, h는 추정된 점확산 함수이고, w는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응되는 값을 의미한다.)

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 2]에 기초하여 산출하는 것인 영상 처리 방법.

[수학식 2]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\}^* F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

(여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이다.)

청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 산출하는 것인 영상 처리 방법.

[수학식 3]

$$w^t = \arg \min_w \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

(여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터값이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상수이다.)

청구항 12

대상체에 대한 영상 데이터를 획득하는 영상 데이터 획득부;

상기 영상 데이터 획득부에 의해 획득된 상기 영상 데이터를 기초로 2차원 영상 또는 3차원 영상을 형성하는 영상 형성부; 및

일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 상기 형성된 영상에 대한 영상 복원부를 포함하고,

상기 영상 복원부는:

상기 형성된 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정부; 및

상기 추정된 점확산 함수를 이용하여 상기 영상 복원을 수행하는 디컨벌루션부를 포함하고,

상기 디컨벌루션부는:

상기 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 주파수 영역 역필터부; 및

상기 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 상기 추가 파라미터값을 산출하는 추가 파라미터값 산출부를 포함하는 영상 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

제 12 항에 있어서, 상기 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델은 아래의 [수학식 1]로 표현되는 영상 장치.

[수학식 1]

$$\hat{x} = \arg \min_{x,w} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

(여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y 는 획득한 영상(열화한 영상)이고, h 는 추정된 점확산 함수이고, w 는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응되는 값을 의미한다.)

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 주파수 영역 역필터부는 아래의 [수학식 2]에 기초하여 상기 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 영상 장치.

[수학식 2]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\}^* F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

(여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값이다.)

청구항 17

제 15 항에 있어서, 상기 추가 파라미터값 산출부는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 상기 추가 파라미터값을 산출하는 영상 장치.

[수학식 3]

$$w^t = \arg \min_w \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

(여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 추가 파라미터값이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상수이다.)

청구항 18

빔포밍 결과 영상을 복수의 영역 영상으로 분할하는 영상 분할 단계;

상기 분할된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정 단계;

일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 상기 추정된 상기 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 이용하여 상기 빔포밍 결과 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원 단계를 포함하고,

상기 영상 복원 단계는:

상기 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 주파수 영역에서의 역필터링을 통한

상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계;

상기 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 상기 추가 파라미터값을 산출하는 단계를 포함하되,

상기 중간 결과값의 산출 및 상기 추가된 파라미터값의 산출의 반복 횟수가 미리 설정된 횟수에 도달할 때까지 상기 중간 결과값의 산출 및 상기 추가된 파라미터값의 산출을 반복하는 초음파 영상 처리 방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

제 18 항에 있어서, 상기 일반화된 가우시안 모델에서 파라미터를 부가한 모델은 아래의 [수학식 1]로 표현되는 초음파 영상 처리 방법.

[수학식 1]

$$\hat{x} = \arg \min_{x, w} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

(여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y는 획득한 영상(열화한 영상)이고, h는 추정된 점확산 함수이고, w는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응되는 값을 의미한다.)

청구항 21

제 20 항에 있어서, 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 2]에 기초하여 산출하는 것인 초음파 영상 처리 방법.

[수학식 2]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\} * F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

(여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이다.)

청구항 22

제 20 항에 있어서, 상기 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 산출하는 것인 초음파 영상 처리 방법.

[수학식 3]

$$w^t = \arg \min_w \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

(여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터값이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상수이다.)

청구항 23

제 18 항에 있어서,

상기 영상 복원 단계에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠 단계를 더 포함하는 초음파 영상 처리 방법.

청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 상기 , α , β 를 파라미터로 하는 룩업 테이블(lookup table)을 통해 구하는 것인 초음파 영상 처리 방법.

청구항 25

대상체로 초음파를 조사하고 상기 대상체로부터 반사되는 에코 초음파를 수신하는 초음파 프로브;

상기 초음파 프로브를 통해 수신된 에코 초음파를 기초로 빔포밍을 수행하는 빔포밍부;

일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 상기 빔포밍부에 의해 빔포밍된 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원부를 포함하고,

상기 영상 복원부는:

상기 빔포밍된 영상을 복수의 영역 영상으로 분할하는 영상 분할부;

상기 분할된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정부; 및

상기 추정된 점확산 함수를 이용하여 상기 빔포밍된 영상에 대한 상기 영상 복원을 수행하는 디컨벌루션부를 포함하고,

상기 영상 디컨벌루션부는:

상기 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 주파수 영역 역필터부; 및

상기 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 상기 추가 파라미터값을 산출하는 추가 파라미터값 산출부를 포함하는 초음파 영상 장치.

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

제 25 항에 있어서, 상기 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델은 아래의 [수학식 1]로 표현되는 초음파 영상 장치.

[수학식 1]

$$\hat{x} = \argmin_{x,w} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

(여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y는 획득한 영상(열화한 영상)이고, h는 추정된 점확산 함수이고, w는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놴(norm)에 대응되는 값을 의미한다.)

청구항 29

제 28 항에 있어서, 상기 주파수 영역 역필터부는 아래의 [수학식 2]에 기초하여 상기 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 초음파 영상 장치.

[수학식 2]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\}^* F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

(여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이다.)

청구항 30

제 28 항에 있어서, 상기 추가 파라미터값 산출부는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 상기 추가 파라미터값을 산출하는 초음파 영상 장치.

[수학식 3]

$$w^t = \arg \min_w \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

(여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터값이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상수이다.)

발명의 설명

기술 분야

[0001] 영상 장치, 초음파 영상 장치, 영상 처리 방법 및 초음파 영상 처리 방법에 관한 발명이 개시된다.

배경 기술

[0002] 최근 들어 대상체의 외부 또는 내부의 영상을 촬영하기 위해 다양한 영상 장치(imaging apparatus)가 이용되고 있다.

[0003] 다양한 영상 장치의 일례로는 카메라(camera), 디지털 방사선 촬영(Digital Radiography; DR) 장치, 컴퓨터 단층 촬영(Computed Tomography; CT) 장치, 자기 공명 영상(Magnetic Resonance Imaging; MRI) 장치 및 초음파 영상 장치(Ultrasonic Imaging Apparatus) 등을 들 수 있다.

[0004] 이와 같은 영상 장치는 가시광선, 적외선, X선 등과 같은 방사선, 초음파 등을 이용하여 대상체에 대한 각종 데이터를 수집한 후, 이를 이용하여 영상을 생성한다.

[0005] 영상 장치가 수집한 데이터들은 사용자가 직접적으로 해석 및 판독하기 어렵기 때문에, 영상 장치 내의 소정의 영상 처리 수단을 통해 수집한 데이터를 가공하는 등의 소정의 영상 처리를 수행하여 사용자가 시각적으로 볼 수 있는 영상으로 변환하는 과정을 수행하는 것이 일반적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 영상 복원을 주파수 영역에서 수행하되, 다양한 놈(norm)을 지원하는 일반화된 가우시안 모델에 기초하여 영상 복원을 수행함으로써, 영상 복원을 고속으로 처리할 수 있으면서도 헤일로 현상(halo effect)의 발생을 방지할 수 있는 영상 장치, 초음파 영상 장치, 영상 처리 방법 및 초음파 영상 처리 방법을 제안하고자 한다.

[0007] 또한 영상 복원을 주파수 영역에서 수행하되, 다양한 놈(norm)을 지원하는 일반화된 가우시안 모델에 기초하여 영상 복원을 수행함으로써, 놈(norm) 변화에 따른 잡음 민감도 조절이 가능한 영상 장치, 초음파 영상 장치, 영상 처리 방법 및 초음파 영상 처리 방법을 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 영상 처리 방법은 획득한 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정 단계; 일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 추정된 점확산 함수를 이용하여 획득한 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원 단계를 포함한다.

[0009] 또한 영상 복원 단계는: 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계; 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 추가 파라미터값을 산출하는 단계를 포함하되, 간 결과값의 산출 및 추가된 파라미터값의 산출의 반복 횟수가 미리 설정된 횟수에 도달할 때까지 중간 결과값의 산출 및 추가된 파라미터값의 산출을 반복한다.

[0010] 또한 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델은 아래의 [수학식 1]로 표현된다.

[0011] [수학식 1]

$$\hat{x} = \arg \min_{x, w} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

[0013] 여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y 는 획득한 영상(열화한 영상)이고, h 는 추정된 점확산 함수이고, w 는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응되는 값을 의미한다.

[0014] 또한 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 2]에 기초하여 산출하는 것이다.

[0015] [수학식 2]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\} * F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

[0017] 여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값이다.

[0018] 또한 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 산출하는 것이다.

[0019] [수학식 3]

$$w^t = \arg \min_w \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

[0021] 여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 추가 파라미터 값이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상

수이다.

[0022] 또한 영상 복원의 결과 영상을 표시하는 단계를 더 포함한다.

[0023] 영상 처리 방법은 획득한 영상을 복수의 영역 영상으로 분할하는 영상 분할 단계; 분할된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정 단계; 일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 추정된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 이용하여 획득한 영상 데이터에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원 단계를 포함한다.

[0024] 또한 영상 복원 단계는: 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계; 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 추가 파라미터값을 산출하는 단계를 포함하되, 중간 결과값의 산출 및 추가된 파라미터값의 산출의 반복 횟수가 미리 설정된 횟수에 도달할 때까지 중간 결과값의 산출 및 추가된 파라미터값의 산출을 반복한다.

[0025] 또한 생성된 모델은 아래의 [수학식 1]로 표현된다.

[0026] [수학식 1]

$$\hat{x} = \underset{x, w}{\operatorname{argmin}} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

[0028] 여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y는 획득한 영상(열화한 영상)이고, h는 추정된 점확산 함수이고, w는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응되는 값을 의미한다.

[0029] [수학식 2]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\}^* F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

[0031] 여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이다.

[0032] 또한 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 산출하는 것이다.

[0033] 또한 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 산출하는 것이다.

[0034] [수학식 3]

$$w^t = \underset{w}{\operatorname{argmin}} \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

[0036] 여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터 값이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상수이다.

[0037] 영상 장치는 대상체에 대한 영상 데이터를 획득하는 영상 데이터 획득부; 영상 데이터 획득부에 의해 획득된 영상 데이터를 기초로 2차원 영상 또는 3차원 영상을 형성하는 영상 형성부; 및 일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 형성된 영상에 대한 영상 복원부를 포함한다.

[0038] 또한 영상 복원부는: 형성된 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정부; 및 추정된 점확산 함수를 이용하여 영상 복원을 수행하는 디컨벌루션부를 포함한다.

[0039] 또한 디컨벌루션부는: 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 주파수 영역 역필터부; 및 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 추가 파라미터값을 산출하는 추가 파라미터값 산출부를 포함한다.

[0040] 또한 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델은 아래의 [수학식 1]로 표현된다.

[0041] [수학식 1]

$$\hat{x} = \arg \min_{x, w} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

[0043] 여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y는 획득한 영상(열화한 영상)이고, h는 추정된 점확산 함수이고, w는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응되는 값을 의미한다.

[0044] 또한 주파수 영역 역필터부는 아래의 [수학식 2]에 기초하여 상기 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출한다.

[0045] [수학식 2]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\}^* F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

[0047] 여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이다.

[0048] 또한 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 산출하는 것이다.

[0049] 또한 추가 파라미터값 산출부는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 상기 추가 파라미터값을 산출한다.

[0050] [수학식 3]

$$w^t = \arg \min_w \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

[0052] 여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터값이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상수이다.

[0053] 초음파 영상 처리 방법은 빔포밍 결과 영상을 복수의 영역 영상으로 분할하는 영상 분할 단계; 분할된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정 단계; 일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 추정된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 이용하여 빔포밍 결과 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원 단계를 포함한다.

[0054] 또한 영상 복원 단계는: 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계; 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 추가 파라미터값을 산출하는 단계를 포함하되, 중간 결과값의 산출 및 추가된 파라미터값의 산출의 반복 횟수가 미리 설정된 횟수에 도달할 때까지 중간 결과값의 산출 및 추가된 파라미터값의 산출을 반복한다.

[0055] 또한 생성된 모델은 아래의 [수학식 1]로 표현된다.

[0056] [수학식 1]

$$\hat{x} = \arg \min_{x, w} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

[0058] 여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y 는 획득한 영상(열화한 영상)이고, h 는 추정된 점확산 함수이고, w 는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응되는 값을 의미한다.

[0059] 또한 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 2]에 기초하여 산출한다.

[0060] [수학식 2]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\}^* F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

[0062] 여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값이다.

[0063] 또한 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 산출하는 것이다.

[0064] 또한 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 산출하는 것이다.

[0065] [수학식 3]

$$w^t = \arg \min_w \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

[0067] 여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 추가 파라미터값이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상수이다.

[0068] 또한 영상 복원 단계에서 증가된 잡음을 감쇠시키기 위한 잡음 감쇠 단계를 더 포함한다.

[0069] 또한 추가 파라미터값을 산출하는 단계는, α , β 를 파라미터로 하는 룩업 테이블(lookup table)을 통해 구하는 것이다.

[0070] 초음파 영상 장치는 대상체로 초음파를 조사하고 대상체로부터 반사되는 에코 초음파를 수신하는 초음파 프로브; 초음파 프로브를 통해 수신된 에코 초음파를 기초로 빔포밍을 수행하는 빔포밍부; 일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model)을 기초로 빔포밍부에 의해 빔포밍된 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 영상 복원부를 포함한다.

[0071] 또한 영상 복원부는: 빔포밍된 영상을 복수의 영역 영상으로 분할하는 영상 분할부; 분할된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정하는 점확산 함수 추정부; 및 추정된 점확산 함수를 이용하여 빔포밍된 영상에 대한 영상 복원을 수행하는 디컨벌루션부를 포함한다.

[0072] 또한 영상 디컨벌루션부는: 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출하는 주파수 영역 역필터부; 및 추가 파라미터를 부가한 모델에 기초하여 추가 파라미터값을 산출하는 추가 파라미터값 산출부를 포함한다.

[0073] 또한 일반화된 가우시안 모델에 추가 파라미터를 부가한 모델은 아래의 [수학식 1]로 표현된다.

[0074] [수학식 1]

$$\hat{x} = \arg \min_{x, w} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

[0076] 여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y 는 획득한 영상(열화한 영상)이고, h 는 추정된 점확산 함수이고, w 는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응되는 값을 의미한다.

[0077] 또한 주파수 영역 역필터부는 아래의 [수학식 2]에 기초하여 상기 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 상기 영상 복원의 중간 결과값을 산출한다.

[0078] [수학식 2]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\}^* F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

[0080] 여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값이다.

[0081] 또한 추가 파라미터값을 산출하는 단계는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 산출하는 것이다.

[0082] 또한 추가 파라미터값 산출부는 아래의 [수학식 3]에 기초하여 상기 추가 파라미터값을 산출한다.

[0083] [수학식 3]

$$w^t = \arg \min_w \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

[0085] 여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 추가 파라미터값이고, w^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상수이다.

발명의 효과

[0086] 제안된 영상 장치, 초음파 영상 장치, 영상 처리 방법 및 초음파 영상 처리 방법에 의하면, 영상 복원을 주파수 영역에서 수행하되, 다양한 놈(norm)을 지원하는 일반화된 가우시안 모델에 기초하여 영상 복원을 수행함으로써, 영상 복원을 고속으로 처리할 수 있으면서도 헤일로 현상(halo effect)의 발생을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0087] 도 1은 영상 장치의 구성도이다.

도 2는 도 1에 도시된 영상 처리부의 상세 구성도이다.

도 3은 영상 열화 과정 및 영상 복원 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 놈(norm)값이 큰 경우의 복원된 영상의 밝기값의 확률 분포와 놈값이 작은 경우의 복원된 영상의 밝기값의 확률 분포를 비교하기 위한 도면이다.

도 5는 영상 처리 방법을 도시한 흐름도이다.

도 6은 도 1에 도시된 영상 처리부의 상세 구성도이다.

도 7은 분할된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수 추정 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 영상 처리 방법을 도시한 흐름도이다.

도 9는 도 1에 도시된 영상 처리부의 상세 구성도이다.

도 10은 영상 처리 방법을 도시한 흐름도이다.

도 11은 초음파 영상 장치의 외관 사시도이다.

도 12는 초음파 영상 장치의 구성도이다.

도 13은 초음파 영상 처리 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0088] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명하도록 한다.

[0089] 도 1은 영상 장치의 구성도이다.

[0090] 도 1에 도시한 바와 같이, 영상 장치는 대상체(ob)에 대한 영상 생성의 기초가 되는 영상 데이터를 획득하는 영상 데이터 획득부(10) 및 영상 데이터 획득부(10)를 통해 획득된 영상 데이터에 대해 소정의 영상 처리를 수행하여 결과 영상을 생성하는 영상 처리부(100)를 포함한다.

[0091] 영상 데이터 획득부(10)는 대상체(ob)로부터 원천적이고 가공되지 않은 영상 데이터(raw imaging data)를 획득한다.

[0092] 예를 들어, 영상 장치가 초음파 영상 장치인 경우 영상 데이터 획득부(10)는 대상체(ob)로 초음파를 조사하고 대상체(ob)로부터 반사되는 에코 초음파를 수신하는 초음파 프로브(ultrasonic probe)일 수 있다. 또한 영상 장치가 컴퓨터 단층 촬영 장치인 경우 영상 데이터 획득부(10)는 대상체에 엑스선과 같은 방사선을 조사하는 방사선 조사 모듈 및 대상체를 투과하거나 또는 대상체를 투과하지 않고 직접 도달하는 방사선을 검출하는 방사선 검출 모듈 등을 포함할 수 있다. 또한 영상 장치가 자기 공명 영상 장치인 경우 영상 데이터 획득부(10)는 정자장 및 경사자장에 노출된 대상체에 전자파를 인가하고, 인가된 전자파에 따라 대상체 내부의 원자핵의 공명 현상에 의해 발생하는 자기 공명 신호를 수신하는 고주파 코일 및 관련 장치들일 수 있다.

[0093] 영상 처리부(100)는 영상 데이터 획득부(10)에 의해 획득된 대상체에 대한 영상 데이터를 기초로 영상화 즉 2차원(2D) 영상 또는 3차원(3D) 영상을 형성하는 과정을 수행한 다음 영상 복원(image restoration)을 수행하고, 복원된 영상된 영상에 대한 후처리(postprocessing)를 수행하여 최종적인 결과 영상을 생성한다. 영상 처리부(100)는 생성된 결과 영상을 영상 장치와 유무선 통신망을 통해 연결된 외부의 워크 스테이션 등에 설치되거나 영상 장치에 설치된 출력부(102), 예를 들어 스마트폰이나 모니터 장치 등과 같은 표시 수단을 구비한 장치나 프린터 등과 같은 화상 형성 장치 등으로 전달하여 사용자가 결과 영상을 확인할 수 있도록 한다.

[0094] 이때 영상 처리부(100)는 영상 장치와 유무선 통신망을 통해 연결되거나 영상 장치에 설치된 입력부(101)를 통해 사용자로부터 소정의 명령이나 지시를 입력받을 수 있다. 영상 처리부(100)는 입력부(101)를 통해 입력된 소정의 명령이나 지시에 따라 영상 복원을 개시하거나, 입력부(101)를 통해 입력된 소정의 명령이나 지시에 따라 영상 복원에 필요한 각종 설정 조건을 생성 또는 변경한 후 생성 또는 변경된 설정 조건에 따라 영상 복원을 수행할 수도 있다. 여기서 입력부(100)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.

[0095] 도 2는 도 1에 도시된 영상 처리부의 상세 구성도이고, 도 3은 영상 열화 과정 및 영상 복원 과정을 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 노름(norm)값이 큰 경우의 복원된 영상의 밝기값의 확률 분포와 노름값이 작은 경우의 복원된 영상의 밝기값의 확률 분포를 비교하기 위한 도면이다.

[0096] 도 2에 도시한 바와 같이, 영상 처리부(100A)는 영상 형성부(105A), 영상 복원부(110A), 저장부(120A) 및 후처리부(130A)를 포함할 수 있다.

[0097] 영상 형성부(105A)는 영상 데이터 획득부(10)에 의해 획득된 대상체에 대한 영상 데이터를 기초로 2차원 영상 또는 3차원 영상을 형성한다.

- [0098] 영상 복원부(110A)는 영상 형성부(105A)를 통해 형성된 2차원 영상 또는 3차원 영상을 기초로 영상 복원을 수행한다.
- [0099] 영상 복원이란 열화한 영상을 필터를 통하여 잡음을 제거함으로써 선명한 영상으로 개선하는 것을 말한다. 즉, 영상 복원은 열화한 영상의 해상도를 높이기 위한 작업을 의미한다.
- [0100] 먼저, 도 3을 참조하여 영상 열화 과정 및 영상 복원 과정에 대해 설명하기로 한다.
- [0101] 도 3에 도시한 바와 같이, 영상 열화부(도 2에 도시한 영상 형성부(105A)에 대응함)는 원본 영상 x 를 입력받고, 점확산 함수(Point Spread Function; PSF) h 에 따라 열화된 영상 $x*h$ (x 와 h 의 컨벌루션)를 출력할 수 있다. 여기서, 점확산 함수는 점 입력이 이미징 시스템을 통과하였을 때 실제로 상이 맺히는 면에서 얻어지는 밝기 분포를 함수로 나타낸 것을 의미한다.
- [0102] 가산기(107)는 영상 열화부(105A)로부터 출력된 영상 $x*h$ 와 잡음 n 을 합산하여, 열화된 영상 y 를 출력할 수 있다. 가산기(107)는 영상 열화부(105A)로부터 출력된 영상 $x*h$ 에 센서에서 발생하는 잡음이 추가되는 현상이다.
- [0103] 열화된 영상 y 는 아래의 [수학식 1]과 같이 나타낼 수 있다.
- [0104] [수학식 1]
- [0105]
$$y = x * h + n$$
- [0106] 영상 복원부(110A)는 열화된 영상 y 를 입력받고, 점확산 함수 h 의 정보를 이용하여 영상 복원 처리를 함으로써, 복원된 영상 $\hat{x}$ 을 생성한다.
- [0107] 일반적으로, 영상 형성부(105A)를 통해 획득된 영상은 물체(대상체)와 영상 획득 장치의 초점이 맞지 않는 문제 등으로 인해 영상이 흐려지는 블러(blur) 현상이 발생한다. 블러 현상은 원 영상의 한 픽셀의 밝기가 블러의 정도를 나타내는 점확산 함수(Point Spread Function; PSF)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.
- [0108] 고해상도의 영상을 획득하기 위해 추정된 점확산 함수 h 가 주어질 때, 영상 복원 과정을 통해 복원된 영상 $\hat{x}$ 을 구하기 위한 방법으로 주파수 영역(frequency domain)에서의 영상 복원 기술과 공간 영역(spatial domain)에서의 영상 복원 기술이 존재한다. 기존에 주파수 영역에서의 영상 복원 기술은 Wiener filter 방식으로 처리하였는데, 이는 2-놈(norm) 기반 영상 복원 기술로 고속 처리가 가능하다는 장점이 있으나, 특정 주파수 대역에서의 잡음 부스트 업(boost up) 현상 때문에 헤일로 현상(halo effect)을 야기시키고, 해상도 향상이 크지 않다는 문제점이 있다.
- [0109] 한편, 공간 영역에서의 영상 복원 기술은 헤일로 현상이 발생하지 않는다는 장점이 있으나, 반복적으로 수행해야 하는 연산량이 많아 영상 복원의 처리 속도가 느리다는 문제점이 있다.
- [0110] 개시된 발명은 연산량이 많거나, 헤일로 현상 발생 등의 문제점이 있는 기존 방식과는 달리 고속 연산을 위해 주파수 영역에서 연산을 수행하며 다양한 놈(norm)을 지원하는 일반화된 가우시안 모델(Generalized Gaussian Model) 기반 영상 복원 기술에 관한 것이다.
- [0111] 점확산 함수 h 를 이용하여 복원된 영상 $\hat{x}$ 을 구하는 것은 디컨벌루션으로써, 구하고자 하는 해가 많아질 수 있기 때문에 $\hat{x}$ 의 분포 모델(distribution)에 대한 제약 조건을 사용한다.
- [0112] 예를 들어, 영상 장치가 초음파 영상 장치인 경우 $\hat{x}$ 의 분포 모델은 조직 내 임의의(random) 위치와 두께를 가지는 세포막에서 반사가 일어나기 때문에 임의 잡음 분포(random noise distribution)를 가지게 된다. 즉,

$\hat{x}$ 값 자체가 백색 잡음(white noise)와 같은 광대역 스펙트럼을 가지며, 이를 잘 반영하는 모델로 일반화된 가우시안 모델에서 1 norm($\alpha=1$)을 사용한다.

[0113] 이를 디컨벌루션 모델로 반영하면 아래의 [수학식 2]와 같은 일반화된 가우시안 모델 기반 MAP(maximum a posteriori) 모델을 갖게 된다.

[0114] [수학식 2]

$$\hat{x} = \arg \min_x \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + |x|^\alpha \right\}, \quad \alpha \text{ norm}$$

[0116] 여기서, λ 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값을 의미한다.

[0117] 도 4에 도시한 바와 같이, 놈에 대응하는 값 α 가 큰 경우(예: $\alpha=2$)의 복원된 영상의 밝기값의 확률 분포(도 4에서 점선으로 도시됨)는 밝기값이 작은 점들이 큰 분포를 차지하고 밝기값이 큰 점들은 거의 존재하지 않음을 알 수 있다. 이는 복원된 영상의 해상도가 낮다는 것을 의미한다. 반면, 놈값 α 가 작은 경우(예: $\alpha < 2$)의 복원된 영상의 밝기값의 확률 분포(도 4에서 굵은 실선으로 도시됨)는 밝기값이 작은 점들이 밝기값이 고르게 분포하고 있음을 알 수 있다. 이는 복원된 영상의 해상도가 낮다는 것을 의미한다.

[0118] 개시된 발명은 영상 복원을 고속으로 처리하면서도 헤일로 현상의 발생을 방지하기 위해 전술한 [수학식 2]에 추가 파라미터(추가 변수)를 도입하여 아래의 [수학식 3]을 이용하여 복원된 영상을 산출한다. 여기서, x 및 w 에 대해 최소값을 가지면 최적의 해(solution)를 산출할 수 있다.

[0119] [수학식 3]

$$\hat{x} = \arg \min_{x, w} \left\{ \frac{\lambda}{2} (y - x * h)^2 + \frac{\beta}{2} \|x - w\|^2 + |w|^\alpha \right\}$$

[0120]

[0121] 여기서, $\hat{x}$ 는 복원된 영상이고, y 는 획득한 영상(열화한 영상)이고, h 는 추정된 점확산 함수이고, w 는 추가 파라미터이고, λ , β 는 상수이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값을 의미한다.

[0122] 이때, 전술한 [수학식 3]을 아래의 [수학식 4] 및 [수학식 5]와 같이 두 개의 수학식으로 분할할 수 있고, 각각의 수학식을 반복 연산하게 되면 비교적 적은 반복 횟수의 연산으로도 해를 구할 수 있게 된다.

[0123] [수학식 4]

$$x^t = F^{-1} \left[\frac{F(w^{t-1}) + \frac{\lambda}{\beta} \{F(h)\} * F(y)}{1 + \frac{\lambda}{\beta} \|F(h)\|^2} \right]$$

[0124]

[0125] 여기서, x^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 중간 결과값이고, λ , β 는 상수이고, w^{t-1} 는 이전 연산주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값이다.

[0126] [수학식 5]

$$w^t = \arg \min_w \left\{ |w|^\alpha + \frac{\beta}{2} (w - x^{t-1})^2 \right\}$$

[0127]

[0128] 여기서, x^{t-1} 는 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 중간 결과값이고, w^t 는 현재 연산 주기 t 에서의 추가 파라미터 값이고, α 는 놈(norm)에 대응하는 값이고, β 는 상수이다. 또한 전술한 [수학식 3] 내지 [수학식 5]는 놈값 α 가 2보다 작은 경우($\alpha < 2$)에 적용이 가능하다.

- [0129] [수학식 3]에서 다른 값들은 연산 반복 이전에 구해 놓고 w^{t-1} 값만을 주파수 영역에서 산출하여 빠르게 해를 구할 수 있으며, w^t 값은 각각의 항별 스칼라값으로 독립적으로 산출되므로, x^{t-1} , α , β 를 파라미터로 하는 룩업 테이블(lookup table)을 통해 구하거나 간단한 수식에 의해 고속으로 구할 수 있다.
- [0130] 다시 도 2에 대한 설명으로 돌아와, 영상 복원부(110A)는 다시 점확산 함수 추정부(112A), 디컨벌루션부(113A)를 포함할 수 있다.
- [0131] 점확산 함수 추정부(112A)는 영상 형성부(105A)를 통해 형성된 2차원 영상 또는 3차원 영상 y 를 입력받고, 입력받은 영상 y 로부터 점확산 함수를 추정할 수 있다. 점확산 함수 추정부(112A)에서, 입력받은 영상으로부터 점확산 함수를 추정하는 방법은 통상의 기술자에게 널리 알려져 있으며 여기에서는 자세한 설명을 생략한다. 일례로서, 한국공개특허공보 제10-2007-0092357호에 입력받은 영상으로부터 점확산 함수를 추정하는 방법이 개시되어 있다.
- [0132] 디컨벌루션부(113A)는 점확산 함수 추정부(112A)를 통해 추정된 점확산 함수 h 를 이용하여 열화된 영상에 대한 영상 복원을 수행한다. 디컨벌루션부(113A)는 다시 주파수 영역 역필터부(114A) 및 추가 파라미터값 산출부(115A)를 포함할 수 있다.
- [0133] 주파수 영역 역필터부(114A)는 주파수 영역에서의 영상 복원 과정을 이용하여 복원된 영상을 산출하기 위한 중간 결과값을 산출하는 구성부로, 주파수 영역 역필터부(114A)는 전술한 [수학식 4]를 이용하여 현재 연산 주기 t 에서의 복원 영상에 대한 중간 결과값을 산출한다.
- [0134] 추가 파라미터값 산출부(115A)는 일반화된 가우시안 모델 기반 MAP 모델에 추가된 파라미터의 값을 산출하는 구성부로, 추가 파라미터값 산출부(115A)는 전술한 [수학식 5]를 이용하여 현재 연산 주기 t 에서의 추가 파라미터값을 산출한다.
- [0135] 저장부(120A)는 영상 복원을 위해 필요한 설정 조건이나 영상 복원의 중간 결과값 등을 저장하기 위한 구성부로, 저장부(120A)는 추가 파라미터값을 보다 빠르게 산출하기 위해 x^{t-1} , α , β 를 파라미터로 하여 작성된 룩업 테이블(lookup table)이나, 주파수 영역 역필터부(114A)를 통해 산출된 현재 연산 주기 t 에서의 중간 결과값, 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 중간 결과값, 추가 파라미터값 산출부(115A)를 통해 산출된 현재 연산 주기 t 에서의 추가 파라미터값 및 이전 연산 주기 $t-1$ 에서의 추가 파라미터값 등을 저장할 수 있다.
- [0136] 디컨벌루션부(113A)는 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출에 대한 연산의 반복 횟수가 설정 횟수(예: 6~7회)에 도달할 때까지 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출을 수행한다.
- [0137] 후처리부(130A)는 복원된 영상 $\hat{x}$ 에 대해 다양한 후처리(postprocessing), 예를 들면 디컨벌루션부(113A)에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠(noise reduction; NR) 과정 등을 수행할 수 있다. 잡음 감쇠 기법으로는 wavelet 영역에서 계수 저감(wavelet shrinkage)이나 median filter, bilateral filter 등을 수행할 수 있다.
- [0138] 디컨벌루션 영상에서는 기존 베이스밴드(baseband) 신호를 중심 주파수에 맞춰서 복조(demodulation)하는 과정을 필요로 하지 않는다.
- [0139] 그 외에 로그 압축(log compression), DSC(digital scan converter) 등을 수행함으로써 최종적인 결과 영상을 획득한다.
- [0140] 도 5는 영상 처리 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0141] 먼저, 영상 형성부(105A)로부터 2차원 영상 또는 3차원 영상이 전송되면 영상 복원부(110A) 내 점확산 함수 추정부(112A)는 입력받은 2차원 영상 또는 3차원 영상으로부터 점확산 함수를 추정한다(210). 점확산 함수 추정부(112A)는 추정된 점확산 함수를 디컨벌루션부(113A) 내 주파수 영역 역필터부(114A)로 전송한다.
- [0142] 점확산 함수 추정부(112A)로부터 추정된 점확산 함수가 전송되면 주파수 영역 역필터부(114A)는 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값을 산출한다(220). 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값은 전술한

[수학식 4]를 통해 현재 연산 주기 t 에서의 복원 영상에 대한 중간 결과값을 산출한다.

- [0143] 한편, 디컨벌루션부(113A) 내 추가 파라미터값 산출부(115A)는 일반화된 가우시안 모델 기반 MAP 모델에 추가된 파라미터의 값을 산출한다(230). 추가 파라미터값은 전술한 [수학식 5]를 통해 현재 연산 주기 t 에서의 추가 파라미터값을 산출한다.
- [0144] 다음으로, 디컨벌루션부(113A)는 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출의 반복 횟수가 설정 횟수(예: 6~7회)에 도달하였는가 여부를 판단한다(240). 반복 횟수가 설정 횟수에 도달하지 않았으면(240에서의 ‘아니요’) 동작 220으로 돌아가 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출을 반복한다.
- [0145] 한편 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출의 반복 횟수가 설정 횟수에 도달하였으면(240에서의 ‘예’) 열화된 영상에 대한 영상 복원이 완료되었다고 판단하고 복원된 영상을 후처리부(130A)로 전송한다.
- [0146] 이후 후처리부(130A)는 복원된 영상에 대한 후처리, 예를 들면 디컨벌루션부(113A)에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠(noise reduction; NR) 과정 등을 수행할 수 있다. 잡음 감쇠 기법으로는 wavelet 영역에서 계수 저감(wavelet shrinkage)이나 median filter, bilateral filter 등을 수행할 수 있고, 그 외에 로그 압축(log compression), DSC(Digital scan converter) 등을 수행함으로써 최종적인 결과 영상을 획득하고, 획득한 결과 영상을 출력부(102)로 전송한다(250).
- [0147] 다음으로, 후처리부(130A)로부터 결과 영상을 전송받은 출력부(102)는 결과 영상을 표시한다(260).
- [0148] 도 6은 도 1에 도시된 영상 처리부의 상세 구성도이다.
- [0149] 도 6은 도 1에 도시된 영상 처리부의 상세 구성도이고, 도 7은 분할된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수 추정 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- [0150] 도 6에 도시한 바와 같이, 영상 처리부(100B)는 영상 형성부(105B), 영상 복원부(110B), 저장부(120B) 및 후처리부(130C)를 포함할 수 있다.
- [0151] 영상 형성부(105B)는 영상 데이터 획득부(10)에 의해 획득된 대상체에 대한 영상 데이터를 기초로 2차원 영상 또는 3차원 영상을 형성한다.
- [0152] 영상 복원부(110B)는 영상 형성부(105B)를 통해 형성된 2차원 영상 또는 3차원 영상을 기초로 영상 복원을 수행하는 구성부로, 영상 복원부(110B)는 다시 영상 분할부(111B), 영역별 점확산 함수 추정부(112B), 디컨벌루션부(113B) 및 영상 합성부(116B)를 포함할 수 있다.
- [0153] 영상 분할부(111B)는 영상 형성부(105B)를 통해 형성된 2차원 영상 또는 3차원 영상 y 를 복수의 영역으로 분할한다. 예를 들어, 도 7에 도시한 바와 같이, 영상 형성부(105B)로부터 획득된 영상 y 를 네 개의 영역으로 분할할 수 있다. 이 경우, 획득된 영상 y 는 분할된 네 개의 영역 영상 y_1, y_2, y_3, y_4 를 포함하게 된다.
- [0154] 영역별 점확산 함수 추정부(112B)는 영상 분할부(111B)를 통해 분할된 복수의 영역 영상들 y_1, y_2, y_3, y_4 를 입력받고, 입력받은 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정할 수 있다. 예를 들어, 도 7에 도시한 바와 같이, 영역별 점확산 함수 추정부(112B)는 분할된 영역 영상 y_1 에 대한 점확산 함수 h_1 를 추정하고, 분할된 영역 영상 y_2 에 대한 점확산 함수 h_2 를 추정하고, 분할된 영역 영상 y_3 에 대한 점확산 함수 h_3 를 추정하고, 분할된 영역 영상 y_4 에 대한 점확산 함수 h_4 를 추정한다.
- [0155] 디컨벌루션부(113B)는 점확산 함수 추정부(112B)를 통해 추정된 영역별 점확산 함수 $h_1 \sim h_4$ 를 이용하여 열화된 영상에 대한 영상 복원을 수행한다. 디컨벌루션부(113B)는 다시 주파수 영역 역필터부(114B) 및 추가 파라미터값 산출부(115B)를 포함할 수 있다. 여기서, 디컨벌루션부(113B)는 분할된 각 영역 영상에 대한 영상 복원을 순차적으로 수행할 수 있다. 예를 들어, 디컨벌루션부(113B)는 분할된 영역 영상 y_1 에 대해 추정된 점확산 함수 h_1 를 이용하여 분할된 영역 영상 y_1 에 대한 영상 복원을 수행하고, 분할된 영역 영상 y_2 에 대해 추정된 점확산 함수 h_2 를 이용하여 분할된 영역 영상 y_2 에 대한 영상 복원을 수행하고, 분할된 영역 영상 y_3 에 대해 추정된 점확산 함수 h_3 를 이용하여 분할된 영역 영상 y_3 에 대한 영상 복원을 수행하고, 마지막으로 분할된 영역 영상 y_4 에 대해 추정된 점확산 함수 h_4 를 이용하여 분할된 영역 영상 y_4 에 대한 영상 복원을 수행한다..
- [0156] 주파수 영역 역필터부(114B)는 주파수 영역에서의 영상 복원 과정을 이용하여 복원된 영상을 산출하기 위한 중간 결과값을 산출하는 구성부로, 주파수 영역 역필터부(114B)는 전술한 [수학식 4]를 이용하여 현재 연산 주기

t에서의 복원 영상에 대한 중간 결과값을 산출한다.

- [0157] 추가 파라미터값 산출부(115B)는 일반화된 가우시안 모델 기반 MAP 모델에 추가된 파라미터의 값을 산출하는 구성부로, 추가 파라미터값 산출부(115B)는 전술한 [수학식 5]를 이용하여 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터값을 산출한다.
- [0158] 디컨벌루션부(113B)는 분할된 영역 영상 y1에 대한 복원 영상 $\hat{x}_1$, 분할된 영역 영상 y2에 대한 복원 영상 $\hat{x}_2$, 분할된 영역 영상 y3에 대한 복원 영상 $\hat{x}_3$ 및 분할된 영역 영상 y4에 대한 복원 영상 $\hat{x}_4$ 를 순차적으로 획득할 수 있다.
- [0159] 영상 합성부(116B)는 디컨벌루션부(113B)를 통해 순차적으로 획득된 분할된 각 영역에 대한 복원 영상 $\hat{x}_1$, $\hat{x}_2$, $\hat{x}_3$ 및 $\hat{x}_4$ 를 합성하여 획득된 영상 데이터 y에 대한 복원 영상 $\hat{x}$ 을 생성한다.
- [0160] 저장부(120B)는 영상 복원을 위해 필요한 설정 조건이나 영상 복원의 중간 결과값 등을 저장하기 위한 구성부로, 저장부(120B)는 추가 파라미터값을 보다 빠르게 산출하기 위해 x^{t-1} , α , β 를 파라미터로 하여 작성된 룩업 테이블(lookup table)이나, 주파수 영역 역필터부(114B)를 통해 산출된 현재 연산 주기 t에서의 중간 결과값, 이전 연산 주기 t-1에서의 중간 결과값, 추가 파라미터값 산출부(115A)를 통해 산출된 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터값 및 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값, 디컨벌루션부(113B)를 통해 순차적으로 획득된 분할된 각 영역에 대한 복원 영상 $\hat{x}_1$, $\hat{x}_2$, $\hat{x}_3$ 및 $\hat{x}_4$ 등을 저장할 수 있다.
- [0161] 후처리부(130B)는 복원된 영상 $\hat{x}$ 에 대해 다양한 후처리(postprocessing), 예를 들면 디컨벌루션부(113B)에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠(noise reduction; NR) 과정 등을 수행할 수 있다. 잡음 감쇠 기법으로는 wavelet 영역에서 계수 저감(wavelet shrinkage)이나 median filter, bilateral filter 등을 수행할 수 있고, 그 외에 로그 압축(log compression), DSC(Digital scan converter) 등을 수행함으로써 최종적인 결과 영상을 획득한다.
- [0162] 도 8은 영상 처리 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0163] 먼저, 영상 데이터 획득부(10)로부터 획득된 영상 데이터가 전송되면 영상형성부(105B)에서 2차원 영상 또는 3차원 영상을 형성하고 영상 복원부(110B) 내 영상 분할부(111B)는 영상 형성부(105B)를 통해 형성된 2차원 영상 또는 3차원 영상을 복수의 영역으로 분할한다(310). 예를 들어, 도 7에 도시한 바와 같이, 영상 형성부(105B)로부터 획득된 영상 y를 네 개의 영역으로 분할할 수 있다. 이 경우, 획득된 영상 y는 분할된 네 개의 영역 영상 y1, y2, y3, y4를 포함하게 된다.
- [0164] 다음으로, 영상 복원부(110B) 내 영역별 점확산 함수 추정부(112B)는 영상 분할부(111B)를 통해 분할된 복수의 영역 영상들을 입력받고, 입력받은 복수의 영역 영상들 중 하나에 대한 점확산 함수를 추정한다(320).
- [0165] 영역별 점확산 함수 추정부(112B)는 추정된 하나의 영역 영상에 대한 점확산 함수를 디컨벌루션부(113B) 내 주파수 영역 역필터부(114B)로 전송한다.
- [0166] 영역별 점확산 함수 추정부(112B)로부터 추정된 하나의 영역 영상에 대한 점확산 함수가 전송되면 주파수 영역 역필터부(114B)는 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값을 산출한다(330). 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값은 전술한 [수학식 4]를 통해 현재 연산 주기 t에서의 복원 영상에 대한 중간 결과값을 산출한다.
- [0167] 한편, 디컨벌루션부(113B) 내 추가 파라미터값 산출부(115B)는 일반화된 가우시안 모델 기반 MAP 모델에 추가된 파라미터의 값을 산출한다(340). 추가 파라미터값은 전술한 [수학식 5]를 통해 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터값을 산출한다.
- [0168] 다음으로, 디컨벌루션부(113B)는 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출에 대한 연산의 반복 횟수가 설정 횟수(예: 6~7회)에 도달하였는가 여부를 판단한다(350). 반복 횟수가 설정

횃수에 도달하지 않았으면(350에서의 ‘아니요’) 동작 330으로 돌아가 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출을 반복한다.

[0169] 한편, 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출에 대한 연산의 반복 횃수가 설정 횃수에 도달하였으면(350에서의 ‘예’) 디컨벌루션부(113B)는 다시 복수의 영역 영상에 대한 영상 복원이 완료되었는지 여부를 판단한다. 복수의 영역 영상에 대한 영상 복원이 완료되지 않았으면(360에서의 ‘아니요’) 동작 320으로 돌아가 분할된 다른 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정한다.

[0170] 한편, 복수의 영역 영상에 대한 영상 복원이 완료되었으면(360에서의 ‘예’) 각 영역 영상에 대한 복원 영상들을 영상 합성부(116B)로 전송한다. 영상 합성부(116B)는 각 영역 영상에 대해 복원된 영상들을 합성하여 획득된 영상 데이터에 대한 복원 영상을 생성한다(370).

[0171] 이후 후처리부(130B)는 복원된 영상에 대한 후처리, 예를 들어 다양한 후처리, 예를 들면 디컨벌루션부(113A)에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠(noise reduction; NR) 과정 등을 수행할 수 있다. 잡음 감쇠 기법으로는 wavelet 영역에서 계수 저감(wavelet shrinkage)이나 median filter, bilateral filter 등을 수행할 수 있고, 그 외에 로그 압축(log compression), DSC(Digital scan converter) 등을 수행함으로써 최종적인 결과 영상을 획득하고, 획득한 결과 영상을 출력부(102)로 전송한다(380).

[0172] 다음으로, 후처리부(130B)로부터 결과 영상을 전송받은 출력부(102)는 결과 영상을 표시한다(390).

[0173] 도 9는 도 1에 도시된 영상 처리부의 상세 구성도이다.

[0174] 도 6은 영상 복원부(110B) 내에 하나의 디컨벌루션부(113B)가 마련된 경우를 도시하고 있으나, 도 9에 도시된 바와 같이 영상 복원부(110B) 내에 복수의 디컨벌루션부(113C-1~113C-4)가 포함되도록 구성하는 것도 가능하다. 도 9에 도시된 영상 복원부(110B)를 이용하여 획득된 영상에 대한 영상 복원을 수행할 경우 복수의 분할된 영역 영상에 대한 영상 복원은 순차적인 방식이 아니라 병렬적인 방식으로 동시에 수행할 수 있기 때문에 영상 복원을 보다 빠른 속도를 진행할 수 있는 장점이 있다.

[0175] 도 9에 도시된 영상 처리부(100C)의 구성은 도 6에 도시된 영상 처리부(100C)의 구성과 비교해 볼 때, 영상 복원부(110B) 내에 복수의 디컨벌루션부(113C-1~113C-4)가 마련된다는 점에서만 차이가 있고, 그 외의 다른 구성 요소들은 도 6에 도시된 영상 처리부(100C)의 구성 요소들과 동일하므로, 여기서는 자세한 설명을 생략하기로 한다.

[0176] 도 10은 영상 처리 방법을 도시한 흐름도이다.

[0177] 먼저, 영상 데이터 획득부(10)로부터 획득된 영상 데이터가 전송되면 영상형성부(105B)에서 2차원 영상 또는 3차원 영상을 형성하고 영상 복원부(110C) 내 영상 분할부(111C)는 영상 형성부(105C)를 통해 형성된 2차원 영상 또는 3차원 영상을 복수의 영역으로 분할한다(410).

[0178] 다음으로, 영상 복원부(110C) 내 영역별 점확산 함수 추정부(112C)는 영상 분할부(111B)를 통해 분할된 복수의 영역 영상들을 입력받고, 입력받은 복수수의 영역 영상들 각각에 대한 점확산 함수를 추정한다(420).

[0179] 영역별 점확산 함수 추정부(112B)는 추정된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 각 디컨벌루션부(113C-1, 113C-2, 113C-3, 113C-4) 내 주파수 영역 역필터부(114C-1, 114C-2, 114C-3, 114C-4)로 전송한다. 도 7에 도시한 바와 같이, 획득된 영상을 네 개의 영역 영상으로 분할한 경우 영역 영상 y1에 대해 추정된 점확산 함수 h1은 제 1 디컨벌루션부(113C-1) 내 제 1 주파수 영역 역필터부(114C-1)로 전송하고, 영역 영상 y2에 대해 추정된 점확산 함수 h2는 제 2 디컨벌루션부(113C-2) 내 제 1 주파수 영역 역필터부(114C-2)로 전송하고, 영역 영상 y3에 대해 추정된 점확산 함수 h3은 제 3 디컨벌루션부(113C-3) 내 제 1 주파수 영역 역필터부(114C-3)로 전송하고, 영역 영상 y4에 대해 추정된 점확산 함수 h4는 제 4 디컨벌루션부(113C-4) 내 제 4 주파수 영역 역필터부(114C-4)로 전송한다.

[0180] 영역별 점확산 함수 추정부(112C)로부터 추정된 각 영역 영상에 대한 점확산 함수가 전송되면 각 주파수 영역 역필터부(114C-1, 114C-2, 114C-3, 114C-4)는 각 영역 영상에 대한 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값을 산출한다(430). 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값은 전술한 [수학식 4]를 통해 현재 연산 주기 t에서의 복원 영상에 대한 중간 결과값을 산출한다.

[0181] 한편, 각 디컨벌루션부(113C-1~113C-4) 내 각 추가 파라미터값 산출부(115C-1~115C-4)는 일반화된 가우시안 모델 기반 MAP 모델에 추가된 파라미터의 값을 산출한다(440). 추가 파라미터값은 전술한 [수학식 5]를 통해 현재

연산 주기 t 에서의 추가 파라미터값을 산출한다.

- [0182] 다음으로, 각 디컨벌루션부(113C-1~113C-4)는 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출에 대한 연산의 반복 횟수가 설정 횟수(예: 6~7회)에 도달하였는가 여부를 판단한다(450). 반복 횟수가 설정 횟수에 도달하지 않았으면(450에서의 ‘아니요’) 동작 430으로 돌아가 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출을 반복한다.
- [0183] 한편, 모든 영역 영상에 대한 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출에 대한 연산의 반복 횟수가 설정 횟수에 도달하였으면(450에서의 ‘예’) 각 디컨벌루션부(113C-1~113C-4)는 복수의 영역 영상에 대한 영상 복원이 완료되었다고 판단하고 각 영역 영상에 대한 복원 영상들을 영상 합성부(116C)로 전송한다. 영상 합성부(116C)는 각 영역 영상에 대해 복원된 영상들을 합성하여 획득된 영상 데이터에 대한 복원 영상을 생성한다(460).
- [0184] 이후 후처리부(130C)는 복원된 영상에 대한 후처리, 예를 들면 디컨벌루션부(113C-1~113C-4)에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠(noise reduction; NR) 과정 등을 수행할 수 있다. 잡음 감쇠 기법으로는 wavelet 영역에서 계수 저감(wavelet shrinkage)이나 median filter, bilateral filter 등을 수행할 수 있고, 그 외에 로그 압축(log compression), DSC(Digital scan converter) 등을 수행함으로써 최종적인 결과 영상을 획득하고, 획득한 결과 영상을 출력부(102)로 전송한다(470).
- [0185] 다음으로, 후처리부(130C)로부터 결과 영상을 전송받은 출력부(102)는 결과 영상을 표시한다(480).
- [0186] 도 11은 초음파 영상 장치의 외관 사시도이다.
- [0187] 초음파 영상 장치는 대상체(ob), 예를 들어 인체의 표면에서 대상체 내부의 목표 부위를 향하여 초음파를 조사하고, 목표 부위로부터 반사된 초음파(에코 초음파)를 수신한 후, 수신된 초음파 정보를 이용하여 대상체(ob) 내부의 각종 조직이나 구조에 대한 단층 영상을 생성하는 영상 장치이다. 도 10에 도시한 바와 같이, 초음파 영상 장치는 대상체(ob)에 초음파를 조사하고 대상체(ob)로부터 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 복수의 초음파 트랜스듀서(p_1)가 배열되어 있다.
- [0188] 도 11은 초음파 영상 장치의 구성도이다.
- [0189] 도 11에 도시한 바와 같이, 초음파 영상 장치는 초음파 프로브(p), 빔포밍부(500), 영상 처리부(600), 입력부(i) 및 표시부(d)를 포함할 수 있다.
- [0190] 초음파 프로브(p)는 전원(p_2)으로부터 인가된 교류 전류에 따라서 초음파를 생성한 후 대상체로 조사하고, 대상체(ob) 내부의 목표 부위로부터 반사되어 돌아오는 에코 초음파를 수신하여 전기적 신호로 변환하는 복수의 초음파 트랜스듀서(p_1)를 포함한다. 전원(p_2)은 외부의 전원 공급 장치나 또는 초음파 영상 장치 내부의 축전 장치 등일 수 있다. 여기서, 초음파 트랜스듀서(p_1)로는, 예를 들어 자성체의 자왜 효과를 이용하는 자왜 초음파 트랜스듀서(Magnetostrictive Ultrasonic Transducer), 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(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer; cMUT) 등이 이용될 수 있다.
- [0191] 전원(p_2)으로부터 교류 전류가 초음파 트랜스듀서(p_1)에 인가되면, 초음파 트랜스듀서(p_1)의 압전 진동자나 박막 등은 진동하게 되고, 그 결과 초음파가 생성된다. 생성된 초음파는 대상체(ob), 예를 들어 인체 내부로 조사된다. 조사된 초음파는 대상체(ob) 내부의 다양한 깊이에 위치한 적어도 하나의 목표 부위에 의해 반사된다. 초음파 트랜스듀서(p_1)는 이와 같이 목표 부위에서 반사되어 되돌아오는 초음파 에코 신호를 수신하고, 수신된 초음파 에코 신호를 전기적 신호로 변환하여 복수의 수신 신호를 획득한다. 이 복수의 수신 신호는 빔포밍부(500)로 전송된다. 초음파 프로브(p)는 초음파 에코 신호를 복수의 채널을 통해 수신하므로, 변환된 복수의 수신 신호 역시 복수의 채널을 통해 빔포밍부(500)로 전달된다.
- [0192] 빔포밍부(500)는 복수의 수신 신호를 기초로 빔포밍(beam forming)을 수행한다. 빔포밍은 복수의 채널로 입력되는 복수의 수신 신호를 집속하여 대상체(ob) 내부에 대한 적절한 초음파 영상을 획득할 수 있도록 하는 것이다.
- [0193] 빔포밍부(500)는 먼저 각 트랜스듀서와 대상체(ob) 내부의 목표 부위 간의 거리 차이에 기인한 복수의 수신 신호의 시간차를 보정하도록 한다. 그리고 빔포밍부(500)는 특정 채널의 복수의 수신 신호는 강조하고, 다른 채널의 복수의 수신 신호는 상대적으로 감쇠하여 복수의 수신 신호를 집속하도록 한다. 이 경우 빔포밍부(500)는 예

를 들어 각 채널을 통해 입력되는 복수의 수신 신호에 소정의 가중치를 부가하거나 부가하지 않음으로써 특정 수신 신호의 강조 및 감쇠를 수행하도록 할 수 있다.

- [0194] 빔포밍부(500)는 초음파 프로브(p)의 변환 소자의 위치 및 집속점을 고려하여 복수의 프레임 각각마다 초음파 프로브(p)에서 수집된 복수의 수신 신호를 집속하도록 할 수도 있다.
- [0195] 한편, 빔포밍부(500)에 의해 수행되는 빔포밍은, 데이터 독립형 빔포밍(data-independent beamforming) 방식과 적응형 빔포밍(adaptive beamforming) 방식 모두가 이용될 수 있다.
- [0196] 영상 처리부(600)는 빔포밍부(500)에 의해 집속된 신호를 기초로 생성된 대상체(ob)에 대한 초음파 영상(빔포밍 결과 영상)을 기초로 영상 복원(image restoration)을 수행하고, 복원된 영상된 영상에 대한 후처리(postprocessing)를 수행하여 최종적인 결과 영상을 생성한다.
- [0197] 이러한 영상 처리부(600)는 영상 복원부(611), 저장부(620) 및 후처리부(630)를 포함할 수 있다.
- [0198] 영상 복원부(610)는 대상체에 대해 획득한 초음파 영상을 기초로 영상 복원을 수행하는 구성부로, 영상 복원부(610)는 다시 영상 분할부(611), 영역별 점확산 함수 추정부(612), 디컨벌루션부(613) 및 영상 합성부(616)를 포함할 수 있다.
- [0199] 영상 분할부(611)는 획득된 초음파 영상 y 를 복수의 영역으로 분할한다. 예를 들어, 도 7에 도시한 바와 같이, 획득된 초음파 영상 y 를 네 개의 영역으로 분할할 수 있다. 이 경우, 획득된 영상 y 는 분할된 네 개의 영역 영상 y_1, y_2, y_3, y_4 를 포함하게 된다.
- [0200] 영역별 점확산 함수 추정부(612)는 영상 분할부(611)를 통해 분할된 복수의 영역 영상들 y_1, y_2, y_3, y_4 를 입력받고, 입력받은 각 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정할 수 있다. 예를 들어, 도 7에 도시한 바와 같이, 영역별 점확산 함수 추정부(612)는 분할된 영역 영상 y_1 에 대한 점확산 함수 h_1 을 추정하고, 분할된 영역 영상 y_2 에 대한 점확산 함수 h_2 를 추정하고, 분할된 영역 영상 y_3 에 대한 점확산 함수 h_3 을 추정하고, 분할된 영역 영상 y_4 에 대한 점확산 함수 h_4 를 추정한다.
- [0201] 디컨벌루션부(613)는 점확산 함수 추정부(612)를 통해 추정된 영역별 점확산 함수 h_1-h_4 를 이용하여 열화된 초음파 영상에 대한 영상 복원을 수행한다. 디컨벌루션부(613)는 다시 주파수 영역 역필터부(614) 및 추가 파라미터값 산출부(615)를 포함할 수 있다. 여기서, 디컨벌루션부(613)는 분할된 각 영역 영상에 대한 영상 복원을 순차적으로 수행할 수 있다. 예를 들어, 디컨벌루션부(613)는 분할된 영역 영상 y_1 에 대해 추정된 점확산 함수 h_1 을 이용하여 분할된 영역 영상 y_1 에 대한 영상 복원을 수행하고, 분할된 영역 영상 y_2 에 대해 추정된 점확산 함수 h_2 를 이용하여 분할된 영역 영상 y_2 에 대한 영상 복원을 수행하고, 분할된 영역 영상 y_3 에 대해 추정된 점확산 함수 h_3 을 이용하여 분할된 영역 영상 y_3 에 대한 영상 복원을 수행하고, 마지막으로 분할된 영역 영상 y_4 에 대해 추정된 점확산 함수 h_4 를 이용하여 분할된 영역 영상 y_4 에 대한 영상 복원을 수행한다.
- [0202] 주파수 영역 역필터부(614)는 주파수 영역에서의 영상 복원 과정을 이용하여 복원된 영상을 산출하기 위한 중간 결과값을 산출하는 구성부로, 주파수 영역 역필터부(614)는 전술한 [수학식 4]를 이용하여 현재 연산 주기 t 에서의 복원 영상에 대한 중간 결과값을 산출한다.
- [0203] 추가 파라미터값 산출부(615)는 일반화된 가우시안 모델 기반 MAP 모델에 추가된 파라미터의 값을 산출하는 구성부로, 추가 파라미터값 산출부(615)는 전술한 [수학식 5]를 이용하여 현재 연산 주기 t 에서의 추가 파라미터값을 산출한다.
- [0204] 디컨벌루션부(613)는 분할된 영역 영상 y_1 에 대한 복원 영상 $\hat{x}_1$, 분할된 영역 영상 y_2 에 대한 복원 영상 $\hat{x}_2$, 분할된 영역 영상 y_3 에 대한 복원 영상 $\hat{x}_3$ 및 분할된 영역 영상 y_4 에 대한 복원 영상 $\hat{x}_4$ 를 순차적으로 획득할 수 있다.
- [0205] 영상 합성부(616)는 디컨벌루션부(113B)를 통해 순차적으로 획득된 분할된 각 영역에 대한 복원 영상 $\hat{x}_1$, $\hat{x}_2$, $\hat{x}_3$ 및 $\hat{x}_4$ 를 합성하여 획득된 영상 데이터 y 에 대한 복원 영상 $\hat{x}$ 을 생성한다.
- [0206] 저장부(620)는 영상 복원을 위해 필요한 설정 조건이나 영상 복원의 중간 결과값 등을 저장하기 위한 구성부로,

저장부(620)는 추가 파라미터값을 보다 빠르게 산출하기 위해 x^{t-1} , α , β 를 파라미터로 하여 작성된 룩업 테이블(lookup table)이나, 주파수 영역 역필터부(114B)를 통해 산출된 현재 연산 주기 t에서의 중간 결과값, 이전 연산 주기 t-1에서의 중간 결과값, 추가 파라미터값 산출부(615)를 통해 산출된 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터값 및 이전 연산 주기 t-1에서의 추가 파라미터값, 디컨벌루션부(613)를 통해 순차적으로 획득된 분할된 각 영역에 대한 복원 영상 $\hat{x}_1$, $\hat{x}_2$, $\hat{x}_3$ 및 $\hat{x}_4$ 등을 저장할 수 있다.

- [0207] 후처리부(630)는 복원된 영상에 대해 다양한 후처리(postprocessing), 예를 들면 디컨벌루션부(613)에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠(noise reduction; NR) 과정 등을 수행할 수 있다. 잡음 감쇠 기법으로는 wavelet 영역에서 계수 저감(wavelet shrinkage)이나 median filter, bilateral filter 등을 수행할 수 있고, 그 외에 로그 압축(log compression), DSC(Digital scan converter) 등을 수행함으로써 최종적인 결과 영상을 획득한다.
- [0208] 생성된 결과 영상은 초음파 영상 장치에 설치된 표시부(d) 또는 초음파 영상 장치와 유무선 통신망을 통해 연결된 표시 수단, 예를 들어 모니터 장치, 태블릿 PC나 스마트폰 등의 디스플레이 모듈을 통해 표시된다.
- [0209] 도 12는 초음파 영상을 복수의 영역으로 분할하고, 분할된 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정하여 각 영역 영상에 대한 영상 복원을 수행하기 위해 영상 복원부(610) 내에 영상 분할부(611) 및 영역별 점확산 함수 추정부(612)가 마련된 경우를 도시하고 있으나, 예로 들어 설명하였으나, 영상 복원부(610) 내에 영상 분할부(611) 및 영역별 점확산 함수 추정부(612)를 마련하지 않고 획득된 초음파 영상 자체에 대한 점확산 함수를 추정하기 위한 점확산 함수 추정부만을 마련하여 획득된 초음파 영상 자체에 대한 영상 복원을 수행할 수 있도록 구성하는 것도 가능하다.
- [0210] 또한 도 12는 영상 복원부(610) 내에 하나의 디컨벌루션부(613)가 마련된 경우를 도시하고 있으나, 영상 복원부(610) 내에 복수의 디컨벌루션부가 포함되도록 구성하는 것도 가능하다. 복수의 디컨벌루션부를 이용하여 획득된 영상에 대한 영상 복원을 수행할 경우 복수의 분할된 영역 영상에 대한 영상 복원은 순차적인 방식이 아니라 병렬적인 방식으로 동시에 수행할 수 있기 때문에 영상 복원을 보다 빠른 속도를 진행할 수 있는 장점이 있다.
- [0211] 도 13은 초음파 영상 처리 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0212] 먼저, 빔포밍부(500)로부터 빔포밍된 결과 영상이 전송되면 영상 복원부(610) 내 영상 분할부(611)는 획득된 빔포밍 결과 영상을 복수의 영역으로 분할한다(710).
- [0213] 다음으로, 영상 복원부(610) 내 영역별 점확산 함수 추정부(612)는 영상 분할부(611)를 통해 분할된 복수의 영역 영상들을 입력받고, 입력받은 복수의 영역 영상들 중 하나에 대한 점확산 함수를 추정한다(720).
- [0214] 영역별 점확산 함수 추정부(612)는 추정된 하나의 영역 영상에 대한 점확산 함수를 디컨벌루션부(613) 내 주파수 영역 역필터부(614)로 전송한다.
- [0215] 영역별 점확산 함수 추정부(612)로부터 추정된 하나의 영역 영상에 대한 점확산 함수가 전송되면 주파수 영역 역필터부(614)는 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값을 산출한다(730). 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값은 전술한 [수학식 4]를 통해 현재 연산 주기 t에서의 복원 영상에 대한 중간 결과값을 산출한다.
- [0216] 한편, 디컨벌루션부(613) 내 추가 파라미터값 산출부(615)는 일반화된 가우시안 모델 기반 MAP 모델에 추가된 파라미터의 값을 산출한다(740). 추가 파라미터값은 전술한 [수학식 5]를 통해 현재 연산 주기 t에서의 추가 파라미터값을 산출한다.
- [0217] 다음으로, 디컨벌루션부(613)는 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출에 대한 연산의 반복 횟수가 설정 횟수(예: 6~7회)에 도달하였는가 여부를 판단한다(750). 반복 횟수가 설정 횟수에 도달하지 않았으면(750에서의 '아니요') 동작 730으로 돌아가 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출을 반복한다.
- [0218] 한편, 주파수 영역에서의 역필터링을 통한 중간 결과값 산출 및 추가 파라미터값 산출에 대한 연산의 반복 횟수가 설정 횟수에 도달하였으면(750에서의 '예') 디컨벌루션부(613)는 다시 복수의 영역 영상에 대한 영상 복원이 완료되었는지 여부를 판단한다. 복수의 영역 영상에 대한 영상 복원이 완료되지 않았으면(760에서의 '아니

요') 동작 720으로 돌아가 분할된 다른 영역 영상에 대한 점확산 함수를 추정한다.

[0219] 한편, 복수의 영역 영상에 대한 영상 복원이 완료되었으면(760에서의 '예') 각 영역 영상에 대한 복원 영상들을 영상 합성부(616)로 전송한다. 영상 합성부(116B)는 각 영역 영상에 대해 복원된 영상들을 합성하여 획득된 영상 데이터에 대한 복원 영상을 생성한다(670).

[0220] 이후 후처리부(630)는 복원된 영상에 대한 후처리, 예를 들면 디컨벌루션부(613)에서 증가된 잡음을 감소시키기 위한 잡음 감쇠(noise reduction; NR) 과정 등을 수행할 수 있다. 잡음 감쇠 기법으로는 wavelet 영역에서 계수 저감(wavelet shrinkage)이나 median filter, bilateral filter 등을 수행할 수 있고, 그 외에 로그 압축(log compression), DSC(Digital scan converter) 등을 수행함으로써 최종적인 결과 영상을 획득하고, 획득한 결과 영상을 표시부(d)로 전송한다(780).

[0221] 다음으로, 후처리부(630)로부터 결과 영상을 전송받은 표시부(d)는 결과 영상을 표시한다(790).

부호의 설명

[0222] 10 : 영상 데이터 획득부

100, 100A, 100B, 100C, 600 : 영상 처리부

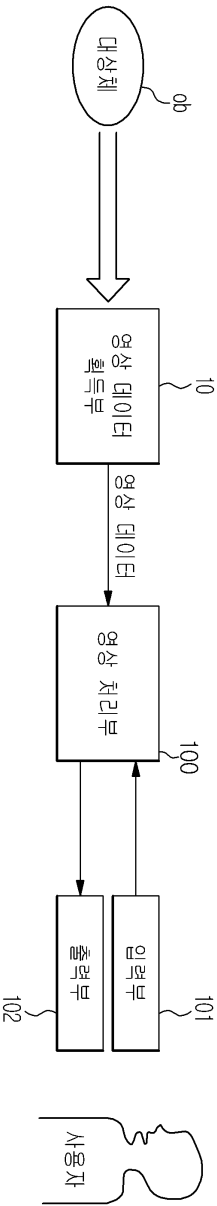
110A, 110B, 110C, 610 : 영상 복원부

120A, 120B, 120C, 620 : 저장부

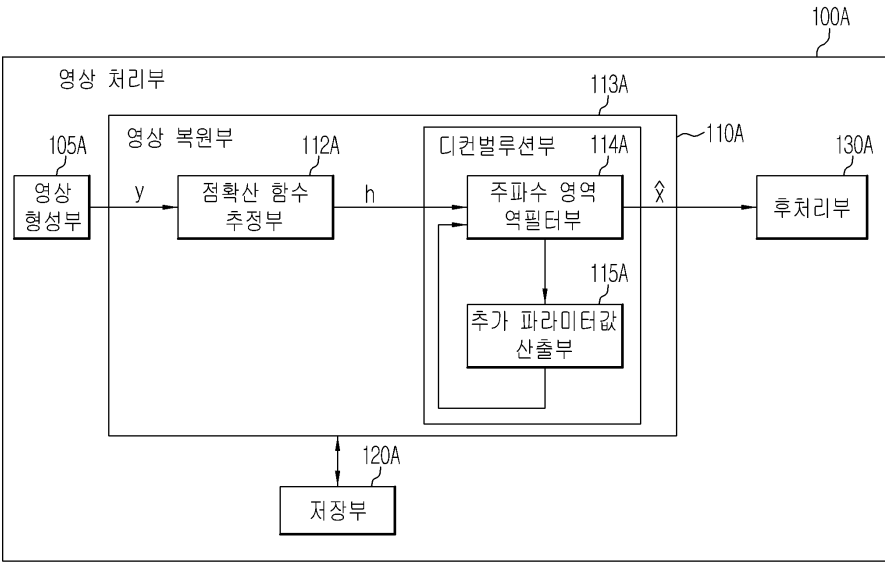
130A, 130B, 130C, 630 : 후처리부

도면

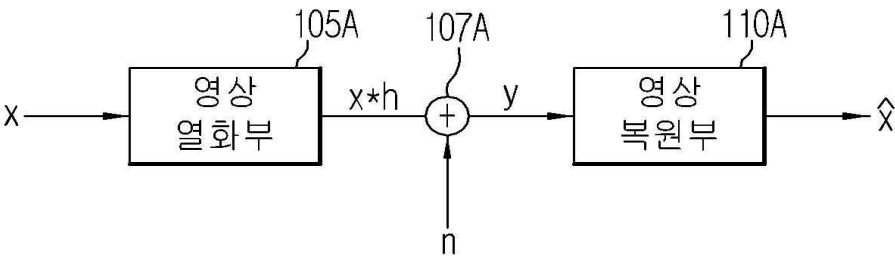
도면1



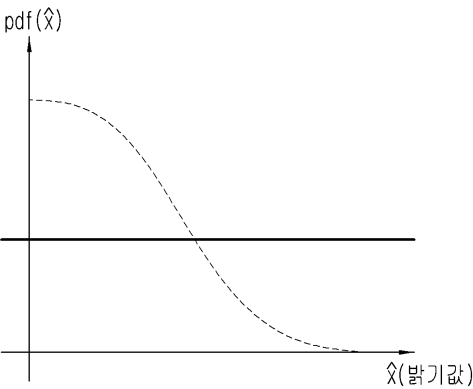
도면2



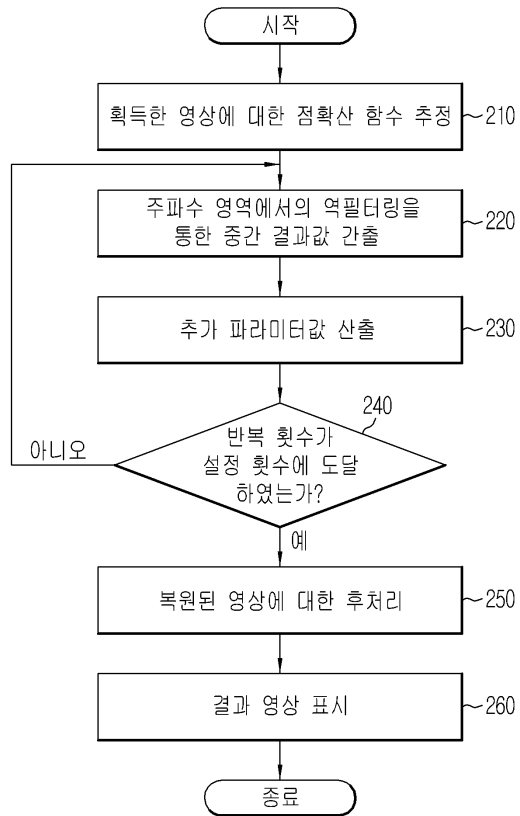
도면3



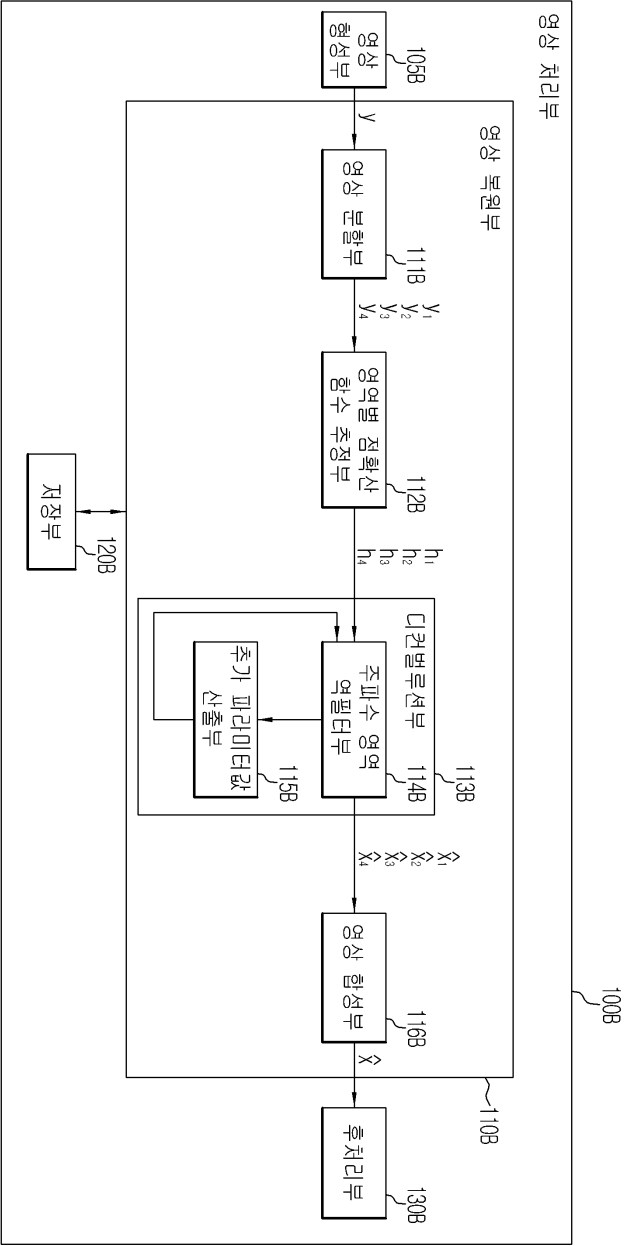
도면4



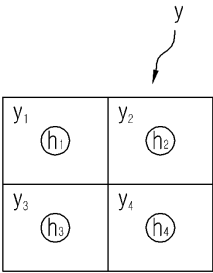
도면5



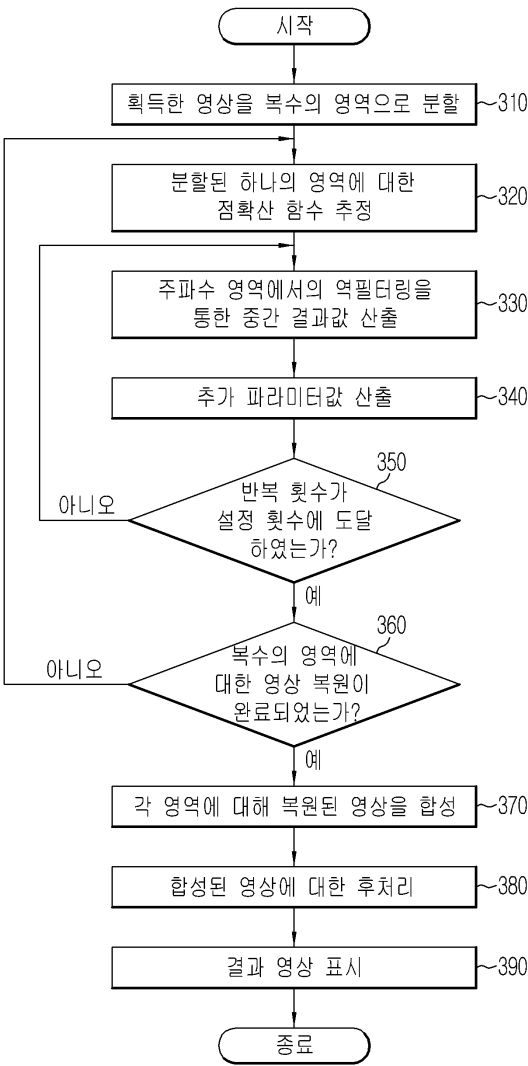
도면6



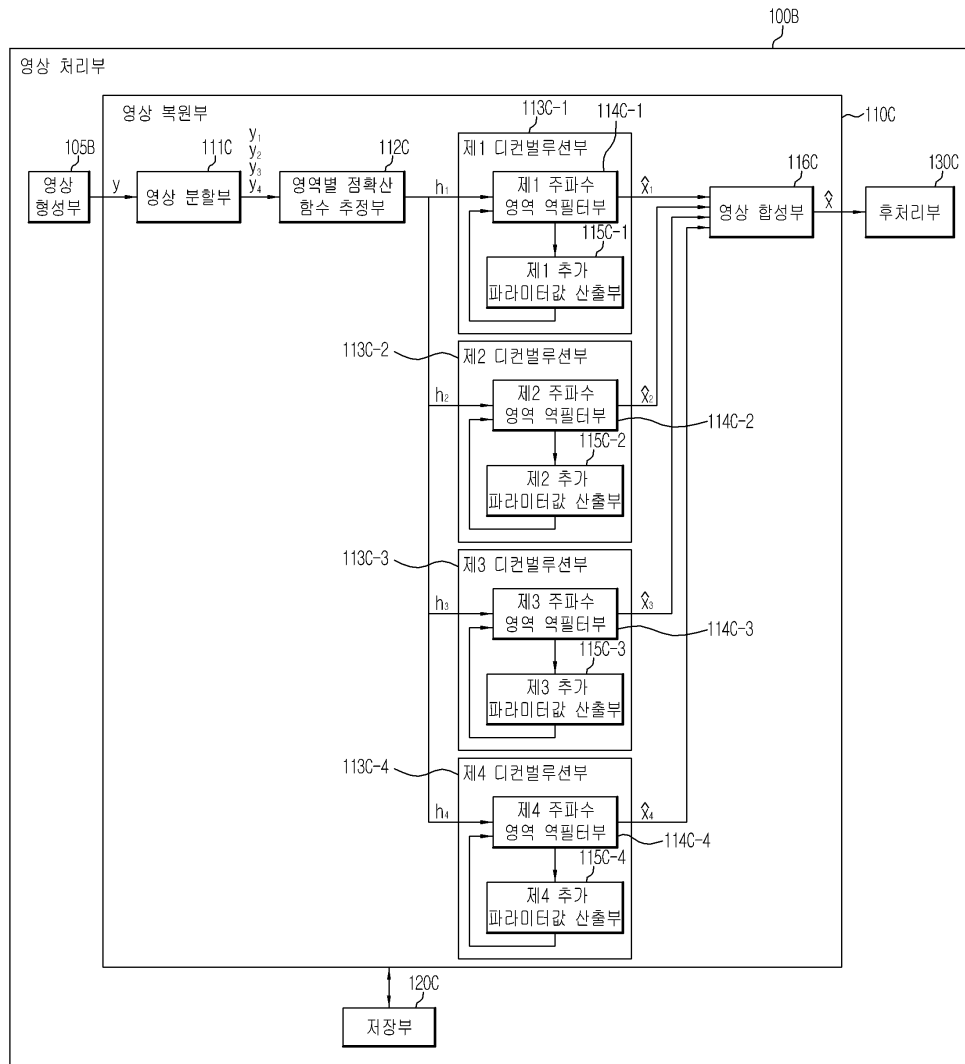
도면7



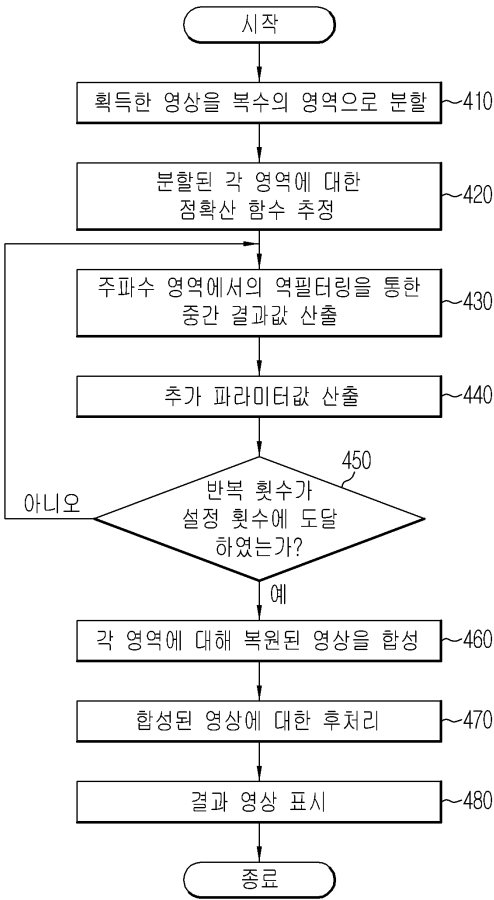
도면8



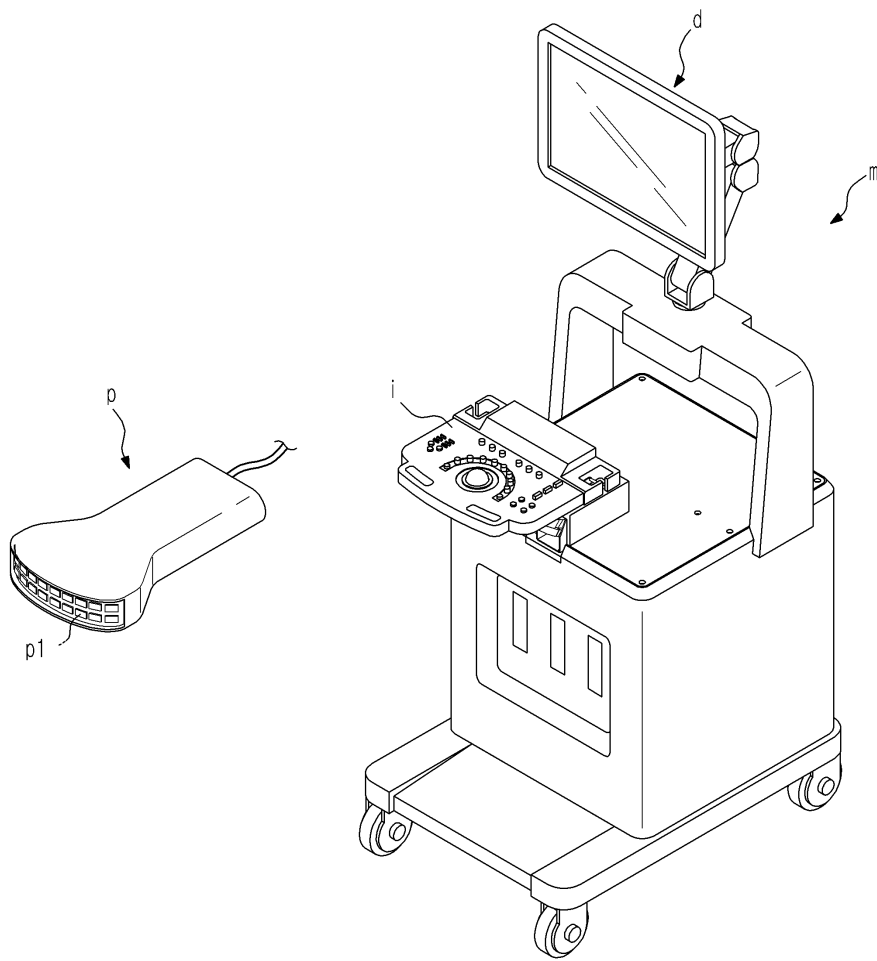
도면9



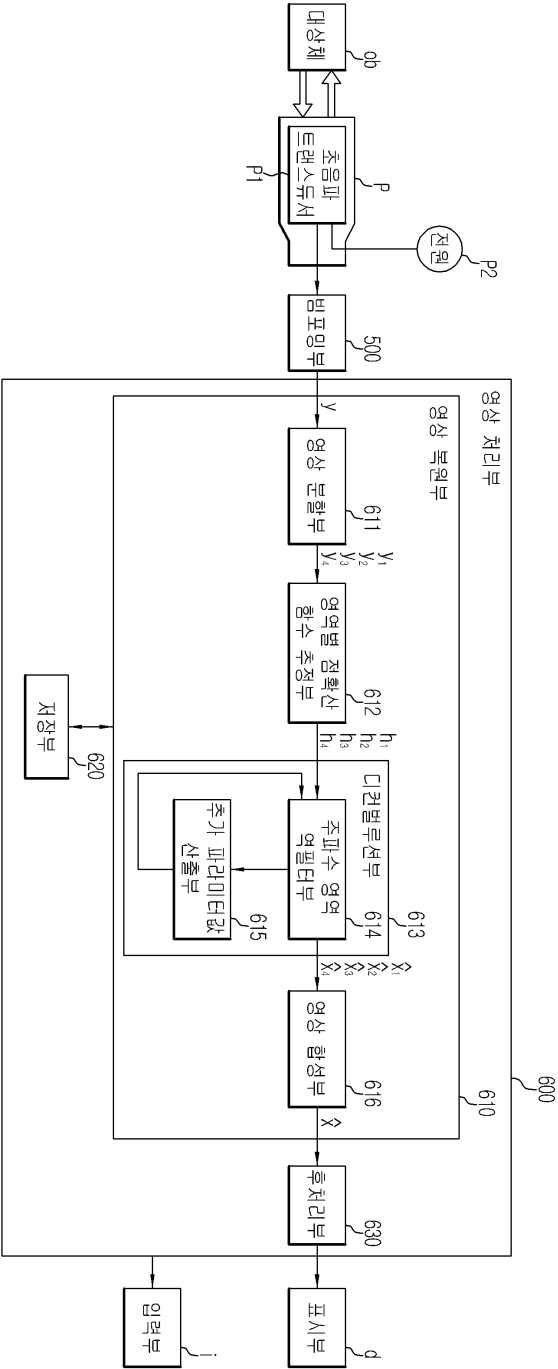
도면10



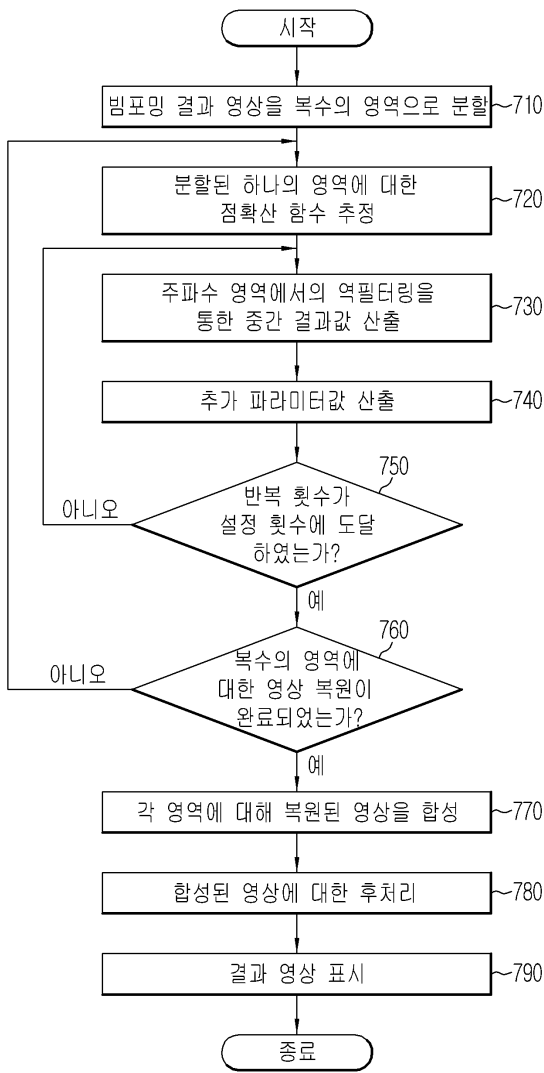
도면11



도면12



도면13



专利名称(译)	成像装置，超声成像装置，图像处理方法和超声图像处理方法		
公开(公告)号	KR102023518B1	公开(公告)日	2019-09-23
申请号	KR1020130013639	申请日	2013-02-06
[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	박성찬 강주영 김규홍 김정호 박수현		
发明人	박성찬 강주영 김규홍 김정호 박수현		
IPC分类号	G06T5/00 A61B8/00		
审查员(译)	Gimgwangsik		
其他公开文献	KR1020140100669A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种处理图像的方法，包括估计所获取的图像的点扩展函数（PSF），以及使用逆滤波器频域基于广义高斯模型，使用所估计的PSF对所获取的图像执行图像恢复，从而执行图像恢复。并防止出现光晕效果。该方法在防止光晕效应的同时提供了高速处理。该设备包括超声成像设备，该超声成像设备包括：超声探头，用于向超声对象照射并接收从对象反射的超声回波。波束形成器，被配置为基于由超声探头接收的超声回波执行波束形成；图像恢复器，被配置为基于广义高斯模型恢复由波束形成器形成的图像光束；后处理器，其配置为抑制在恢复图像的过程中产生的噪声和混叠。

