



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2007년07월09일
A61B 8/13 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0737040
	(24) 등록일자	2007년07월02일

(21) 출원번호	10-2000-0065210	(65) 공개번호	10-2001-0060252
(22) 출원일자	2000년11월03일	(43) 공개일자	2001년07월06일
심사청구일자	2005년11월03일		

(30) 우선권주장      09/434,817      1999년11월05일      미국(US)

(73) 특허권자      제너럴 일렉트릭 캄파니  
미합중국 뉴욕, 셰넥테디, 원 리버 로우드

(72) 발명자      브라워딘더블유  
미국위스콘신주53150머스케고자네스빌로드에스68더블유15091

모래리와이엘  
미국위스콘신주53186와케샤새러도우거로드1707

밀리스티븐씨  
미국위스콘신주53186와케샤어스펜우드레인더블유226엔2572

(74) 대리인      김창세

(56) 선행기술조사문헌  
EP0544328

심사관 : 김태훈

전체 청구항 수 : 총 10 항

## (54) 초음파 촬상 시스템 및 자동 최적화 방법

### (57) 요약

연속적인 이미지 프레임의 픽셀 강도 히스토그램에서의 소정의 변화 회수에 응답하여 초음파 촬상 시스템의 동작 파라미터를 최적화하는 방법 및 장치. 본 방법에서, 연속적인 이미지 프레임의 픽셀 강도 히스토그램의 변화가 감시되고, 검출된 변화가 프로브 운동을 나타낼 때, 동작 파라미터의 재 최적화는 자동으로 트리거된다. 재 최적화 과정에서, 매핑, 압축, 스케일링 또는 빔 형성 파라미터는 시스템 컴퓨터(8)에 의해 결정되는 픽셀 강도 히스토그램 특성에 따라서 조정될 수 있다.

### 대표도

도 1

### 특허청구의 범위

## 청구항 1.

초음파 촬상 시스템의 동작 파라미터 세트를 자동으로 최적화하는 방법에 있어서,

- (a)  $(N+1)$ 개의 가장 최근의 이미지 프레임 각각의 이미지 프레임에 대해 개별적인 픽셀 강도 히스토그램을 계산하는 단계와,
- (b) 제  $N$  번째의 가장 최근의 이미지 프레임과 제  $(N+1)$  번째의 가장 최근의 이미지 프레임이, 적어도 사전 결정된 정도로 상이한 픽셀 강도 히스토그램을 갖는다고 하는 제 1 조건을 만족하는지 여부를 결정하는 단계와,
- (c) 상기 제 1 조건을 만족하면,  $N$ 개의 가장 최근의 이미지 프레임이 사전 결정된 허용도 내에서 픽셀 강도 히스토그램 통계치를 갖는다고 하는 제 2 조건을 만족하는지 여부를 결정하는 단계와,
- (d) 상기 제 1 조건과 상기 제 2 조건을 만족하는 것에 응답하여 동작 파라미터 세트를 최적화하는 단계를 포함하는 자동 최적화 방법.

## 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 동작 파라미터 세트는 그레이 매핑 값을 포함하는 자동 최적화 방법.

## 청구항 3.

삭제

## 청구항 4.

제 2 항에 있어서,

상기 그레이 매핑 값은 사전 결정된 허용도 내에서 히스토그램 통계치를 갖는 적어도 하나의 픽셀 강도 히스토그램의 측정된 특성에 따라 최적화되는 자동 최적화 방법.

## 청구항 5.

제 1 항에 있어서,

하나 이상의 통계적 분포 디스크립터(descriptors)를 이용하여 픽셀 강도 히스토그램을 비교하는 단계를 더 포함하는 자동 최적화 방법.

## 청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 동작 파라미터 세트는 데이터 압축 값, 빔 형성 시간 지연 및 스케일링 값 중 하나를 포함하는 자동 최적화 방법.

청구항 7.

삭제

청구항 8.

삭제

청구항 9.

삭제

청구항 10.

삭제

청구항 11.

삭제

청구항 12.

삭제

청구항 13.

초음파 촬상 시스템으로서,

(a)  $(N+1)$ 개의 가장 최근의 이미지 프레임 각각의 이미지 프레임에 대해 개별적인 픽셀 강도 히스토그램을 계산하는 수단과,

(b) 제  $N$  번째의 가장 최근의 이미지 프레임과 제  $(N+1)$  번째의 가장 최근의 이미지 프레임이, 적어도 사전 결정된 정도로 상이한 픽셀 강도 히스토그램을 갖는다고 하는 제 1 조건을 만족하는지 여부를 결정하는 수단과,

(c)  $N$ 개의 가장 최근의 이미지 프레임이 사전 결정된 허용도 내에서 픽셀 강도 히스토그램 통계치를 갖는다고 하는 제 2 조건을 만족하는지 여부를 결정하는 수단과,

(d) 상기 제 1 조건과 상기 제 2 조건을 만족하는 것에 응답하여 동작 파라미터 세트를 최적화하는 수단

을 포함하는 초음파 촬상 시스템.

청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 동작 파라미터 세트는 그레이 매핑 값을 포함하는 초음파 촬상 시스템.

청구항 15.

삭제

청구항 16.

삭제

청구항 17.

삭제

## 청구항 18.

삭제

## 청구항 19.

삭제

## 청구항 20.

제 14 항에 있어서,

상기 그레이 매핑 값은 사전 결정된 허용도 내에서 히스토그램 통계치를 갖는 적어도 하나의 픽셀 강도 히스토그램의 측정된 특성에 따라 최적화되는 초음파 촬상 시스템.

## 청구항 21.

제 13 항에 있어서,

하나 이상의 통계적 분포 디스크립터를 이용하여 픽셀 강도 히스토그램을 비교하는 수단을 더 포함하는 초음파 촬상 시스템.

## 청구항 22.

삭제

## 청구항 23.

제 13 항에 있어서,

상기 동작 파라미터 세트는 데이터 압축 값, 빔 형성 시간 지연 및 스케일링 값 중 하나를 포함하는 초음파 촬상 시스템.

명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 의학적인 진단 목적의 초음파 촬상에 관한 것이며, 보다 상세하게는 신체내의 관련 스캔 부위로부터 반사된 초음파 에코를 검출함으로써 조직과 혈관을 촬상하는 방법에 관한 것이다.

종래의 초음파 스캐너는 상이한 촬상 모드로 동작할 수 있다. B 모드에서, 스캔 부위 내의 각각의 초점 위치로부터 반환된 에코 신호를 나타내는 개별의 데이터 샘플의 값 또는 진폭으로부터 각각의 디스플레이 픽셀의 휘도가 유추되는 2차원 이미지가 생성될 수 있다.

B 모드의 촬상에서, 초음파 트랜스듀서 어레이는 동작되어, 스캔 평면 내의 각각의 초점 위치에 집속되는 빔을 전도한다. 각각의 송신 파이어링(firing) 후에, 트랜스듀서 어레이 구성 요소에 의해 검출된 에코 신호는 수신기 빔 형성기 (beamformer)의 각각의 수신 채널로 전송되고, 여기서, 수신기 빔 형성기는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시키며, 적당한 수신 초점 시간 지연에 영향을 미치며, 그 지연된 디지털 신호를 합산한다. 각각의 송신 파이어링에 있어서, 생 (raw) 음향 데이터 샘플의 최종 벡터는 연속적인 범위로부터 수신 빔 방향을 따라 반사되는 총 음향 에너지를 나타낸다. 대안으로, 멀티라인 획득에서, 둘 이상의 수신 빔은 각각의 송신 파이어링 다음에 획득될 수 있다.

종래의 B 모드 촬상에서, 생 음향 데이터 샘플의 각각의 벡터는 엔벨루프(envelope) 검출되며, 최종 음향 데이터는 (로그 압축 곡선을 이용하여) 압축된다. 압축된 음향 데이터는 스캔 컨버터로 출력되며, 여기서, 스캔 컨버터는 이 음향 데이터 형태를 종래의 행렬 픽셀 어레이를 가진 모니터 상에 디스플레이하기 적합한 비디오 데이터 형태로 변환시킨다. 본 명세서에서, 이 비디오 데이터를 "생 픽셀 강도 데이터"라고 한다. 생 픽셀 강도 데이터의 프레임은 비디오 디스플레이 그레이 스케일(gray scale)로 매핑된다. 각각의 그레이 스케일(이하, "그레이 스케일 픽셀 강도 데이터")는 디스플레이 용도의 비디오 모니터로 전송된다.

종래의 초음파 촬상 시스템은 그레이 스케일 값을 나타내는 생 픽셀 강도 데이터의 단순한 전달 함수인 다수의 그레이 맵을 사용한다. 픽셀의 강도 범위에 따라서 상이한 맵이 사용될 수 있도록 다수의 그레이 맵이 지원된다. 예를 들어, 주어진 애플리케이션이 주로 낮은 생 픽셀 강도를 생성하는 경향이 있다면, 이러한 범위에서 콘트라스트를 향상시키기 때문에, 보다 많은 그레이 스케일 값을 낮은 생 픽셀 강도 값에 할당하는 그레이 맵이 바람직하다. 그러므로, 애플리케이션에 따라서 상이한 그레이 맵으로 이행하지 않은 것이 일반적이다. 그러나, 사용자가 임의의 애플리케이션에서 인체를 스캔할 수 있고, 음향 데이터는 환자 간에 변하며, 생 픽셀 강도 값은 동적 범위와 같은 다른 시스템 설정치에 의존하기 때문에 항상 효율적이지 않다. 이러한 요인으로 인해, 그레이 맵은 얼마나 많은 그레이 스케일 값이 1차 픽셀 강도 기대 범위에 전용으로 사용되는 지에 대하여 신중한 경향이 있다.

시스템 사용자가 조작자 인터페이스상의 ATO 버튼을 누름으로써 콘트라스트를 조절할 수 있는 "원 터치" 자동 조직 최적화(ATO : auto tissue optimization) 방법이 알려져 있다. 사용자가 대상 인체 위에 프로브를 위치시킬 때, ATO 버튼 방아쇠를 누르면, 초음파 촬상 시스템 내부의 호스트 컴퓨터는 생 픽셀 강도 데이터의 현재의 프레임을 검색하며, 사용자가 지정한 관심 영역(ROI) 내의 픽셀 강도 히스토그램을 분석하며, 상술한 "최적"의 상위 및 하위 그레이 스케일 레벨이 각각 픽셀 강도 히스토그램의 일부 상위 및 하위 경계에 배치하도록, 그레이 매핑(즉, 생 픽셀 강도-그레이 스케일 픽셀 강도 매핑)을 자동으로 스케일링 및/또는 시프팅한다. 픽셀 강도 데이터를 디스플레이하는 이용가능한 그레이 스케일 레벨(8 비트 디스플레이 시스템에 대하여 256 레벨)을 최대한 이용하여 디스플레이 조직 콘트라스트를 향상시키는 것이 최대 목적인다.

그러나, 원 터치 ATO 방법에서, 프로브 또는 ROI가 다른 위치로 이동하게 되면, 사용자는 새로운 조직 데이터에 따라서 그레이 매핑을 다시 최적화하기 위해 ATO 버튼을 다시 누를 필요가 있다. 임상 조사 동안에, 초음파 기사(sonographer)는 루트 주위로 프로브를 이동시켜 다수의 해부학적인 특징을 찾고 연구하는데 종종 필요하고, 혈관 및 외과 적용예와 같은 다수의 임상 적용예에서, 초음파 기사의 양손은 이미 폭주되거나 단종되어 있기 때문에, 이러한 특징부에 대한 보다 충분한 자동 버전이 바람직하다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 연속적인 이미지 프레임의 픽셀 강도 히스토그램에서 소정의 변화가 발생함에 따라서 초음파 촬상 시스템의 동작 파라미터를 최적화하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 재 최적화(re-optimization) 과정에서, 컴퓨터에 의해 결정된 픽셀 강도 히스토그램 특성에 근거하여 매핑, 압축, 스케일링 또는 빔 형성 파라미터가 조정될 수 있다.

바람직한 실시예에 따른 본 발명은 프로브 동작을 표시할 수 있는 연속적인 이미지 프레임의 픽셀 강도 히스토그램의 변화를 감시하는 단계와, 적당할 때, 동작 파라미터의 재 최적화를 자동으로 트리거하는 단계를 포함한다. 이때 다음과 같은 가정이 존재한다. (1) 픽셀 강도 히스토그램이 변하고 (초음파 프로브가 이동하고) 있는 한, 초음파 기사는 일반적인 조사를 행하고 있다는 가정, (2) 픽셀 강도 히스토그램이 사전 설정 시간 동안 새롭고 안정한 형태로 변하게 될 때 (프로브는 다시 정지 상태를 유지), 초음파 기사는 조사하고자 하는 대상을 찾았다는 가정이 존재한다. 이러한 두 개의 조건을 만족하면, 관련 동작 파라미터가 재 최적화된다. 바람직한 일 실시예에 따라서, 압축 곡선 및/또는 그레이 매핑은 자동으로 최적화된다(예를 들어, 디스플레이 이미지의 콘트라스트를 최적화하는 값으로 설정). 다른 바람직한 실시예에 따라서, 빔 형성 파라미터 또는 스케일링 파라미터는 자동으로 조정되어 줌 모드(zoom mode)로 이미지를 디스플레이할 수 있다. 바람직한 실시예에 따라서, 픽셀 강도 히스토그램 분석 및 그 히스토그램 분석 결과에 따른 동작 파라미터의 재 최적화는 초음파 촬상 시스템 내에 내장되어 있는 호스트 컴퓨터에 의해 수행된다.

특히, 프로브가 피부와 양호하게 접촉하고 하부 조직 특성이 상당히 균일하게 발생하는 경우에, 실질적으로, 프로브 동작으로 인해 픽셀 강도 히스토그램이 항상 크게 변하지 않는다는 것을 알아야 한다. 그러나, 픽셀 강도 히스토그램이 상당히 변하였다면, 그것은 상당한 프로브 동작이 발생하였다는 것이다. 따라서, 이미지 최적화를 위한 트리거 메카니즘은 픽셀 강도 히스토그램의 변화에 의존하고 프로브 동작 그 자체는 아니다. 데이터 압축 곡선 및 그레이 매핑의 경우에, 픽셀 강도 히스토그램이 상대적으로 변하지 않은 상태를 유지하는 한, 프로브의 동작과 무관하게 재 최적화의 필요성은 없어진다.

본 발명으로 초음파 촬영 시스템을 용이하게 이용할 수 있다. 매핑 파라미터를 최적화하는데 소비되는 다운 시간이 적어짐으로 인해, 조사 시간이 짧아질 수 있다. 본 발명은 상이한 초음파 기사에 의해 행해지는 조사의 규격화 또는 재생성을 또한 용이하게 할 수 있다. 결론적으로, 본 발명에 의해, 양손이 항상 분주하거나 쓸모가 없는 다른 응용예와 수술 동안의 스캔을 손으로 하지 않아도 ("핸드 프리")된다.

## 발명의 구성

도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 초음파 촬영 시스템은 트랜스듀서 어레이(2), 빔 형성기(4), B 모드 이미지 프로세서(6), 컴퓨터(8) 및 디스플레이 모니터(10)를 포함하고 있다. 트랜스듀서(2)는 빔 형성기(4) 내의 송신기에 의해 동작되어 송신 초점 위치로 집속되는 초음파 빔을 송신하는 다수의 트랜스듀서 구성 요소를 포함하고 있다. 반환 RF 신호는 트랜스듀서 구성 요소에 의해 검출되어 빔 형성기(4) 내의 수신기에 의해 스캔 라인을 따라 연속적인 범위에서 동적으로 집속되어 생 음향 데이터 샘플의 수신 벡터를 형성한다. 각각의 스캔 라인에 대한 빔 형성기의 출력 데이터(I/Q 또는 RF)는 B 모드 이미지 프로세서(6)를 통과하며, 이 B 모드 이미지 프로세서(6)는 디스플레이 모니터(10)에 의해 디스플레이되기 적합한 형태로 생 음향 데이터를 픽셀 이미지 데이터로 처리한다.

조작자 인터페이스(도시 생략)를 통해 조작자의 입력을 수용하고, 획득된 데이터를 분석하고, 조작자의 입력과 데이터 분석 결과를 근거로 하여 여러 서브 시스템을 제어하는 컴퓨터(8) 내의 중앙에 시스템 제어부가 내장되어 있다. 바람직한 실시예에 따라서, 호스트 컴퓨터(8)는 다음과 같은 하나 이상의 기능, 즉, (1) 송신 및 빔 형성 파라미터를 빔 형성기(4)로 제공하고, (2) 새로운 그레이 맵을 B 모드 이미지 프로세서(6)로 제공하고, (3) 메모리로부터 이미지 프레임을 검색하고, 그 이미지 프레임을 재스케일링하고, 줌 모드로 디스플레이하기 위한 디스플레이 모니터로 이러한 재스케일링된 이미지를 전송하는 기능을 수행한다. 바람직하게, 파라미터를 빔 형성하는 그레이 맵과 압축 곡선은 RAM에 저장된 룩업 테이블의 형태로 제공된다. 도 1은 호스트 컴퓨터(8) 간의 통신을 위한 개별 경로를 도시하고 있지만, 이러한 통신은 공용 채널 또는 시스템 버스를 통해 행해진다는 것을 쉽게 알 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따라서, 컴퓨터는 이미지 프로세서(6)로부터 생 픽셀 강도 데이터의 연속적인 이미지 프레임을 검색하여 각각의 이미지 프레임에 대한 각각의 히스토그램을 계산하도록 프로그램화되어 있다. 전형적인 픽셀 강도 히스토그램이 도 2에 도시되어 있다. 히스토그램을 계산하는 단계는 가능한 픽셀 강도값의 범위를 일련의 겹치지 않은 동일 길이 빈으로 분할하는 단계, 이미지 프레임 내의 각각의 픽셀 강도값을 그 값을 가진 각각의 빈에 할당하는 단계, 및 그 이미지 프레임에 대한 각각의 빈내의 픽셀 수를 카운트하는 단계를 포함하고 있다. 도 2는 픽셀 강도 값 함수로서의 발생 횟수의 그래프이다. 연속적인 히스토그램은 컴퓨터(8)의 버퍼 메모리에 저장되어 있다. 컴퓨터는 현재의 히스토그램을 이전 히스토그램과 반복적으로 비교한다. 안정화된 픽셀 강도 히스토그램을 나타내는 소정의 이미지 프레임 수가 수반되는 하나의 히스토그램에서 다음 히스토그램으로 큰 변화가 있다면, 컴퓨터는 매핑 및/또는 압축 파라미터를 자동으로 재 최적화하고, 그 재 최적화된 파라미터를 이미지 프로세서(6)로 전송한다. 이미지 프로세서(6)는 음향 데이터의 다음 이미지 프레임을 처리할 때 이 매핑 파라미터를 이용한다.

B 모드 초음파 촬영 시스템의 신호 경로를 나타내는 본 발명의 다른 바람직한 실시예가 도 3에 도시되어 있다. 빔 형성기(4)에 의해 출력된 수신 RF (또는 등가의 I/Q 쌍) 데이터는 벡터별로 검출기(12)에 의해 엔벨로프 검출된다. 그 검출된 데이터는 데이터 압축 블록(14)에서 압축되어, 디스플레이를 위한 픽셀 값 (전형적으로 8 비트)에 대한 동적 범위를 감소시킨다. 음향 라인 메모리(ALM)(16)는 2차원 이미지를 형성하기 위해, 어레이에 걸친 하나의 스위프에 대한 압축된 음향 데이터 벡터를 축적한다. 스캔 컨버터(18)는 R- $\theta$  또는 X-Y 음향 데이터 형태를 X-Y 픽셀 또는 비디오 데이터 형태로 변환시켜, 픽셀 강도 데이터를 형성한다. 바람직한 실시예에서, 분석되어야 하는 이미지 데이터는 이미 X-Y 형태로 존재한다. 픽셀 강도 데이터는 모니터(10)상에 디스플레이하기 위해 그레이 맵(20)에 의해 그레이 스케일 값으로 매핑된다. 바람직하게, 그레이 매핑은 컴퓨터에 의해 RAM으로 로딩되는 룩업 테이블을 포함하고 있다.

도 4는 바람직한 실시예에 따른 본 발명의 단계의 흐름도를 도시하고 있다. 제 1 단계(22)에서, 새로운 이미지 프레임은 스캔 컨버터(도 3에 도시) 내의 X-Y 디스플레이 메모리로부터 직접 또는 시네(cine) 메모리(도 3에서는 도시 생략)를 통해 시스템 컴퓨터에 의해 판독된다. 제 2 단계(24)에서, 사전 한정된 ROI(예를 들어, 이미지 프레임 내의 큰 센터 ROI) 내의 이미지 픽셀 강도 히스토그램은 각각의 픽셀 값 빈에 해당하는 픽셀 수를 카운트함으로써 계산된다. 8 비트 픽셀 디스플레이를 위해, 최소의 픽셀 값은 0이고, 최대의 픽셀 값은 255이다. 통계적인 변화를 감소시키기 위해, 픽셀 강도 히스토그램의 픽셀 빈 사이즈는 1보다 크게 설정(예를 들어, 5)될 수 있다. 새로운 이미지 프레임의 픽셀 강도 히스토그램은 이전 이미지 프레임에 대한 픽셀 강도 히스토그램을 사전 저장하는 버퍼 메모리에 저장되어 있다(단계 26).

본 프로세스의 다음 단계는 새로운 이미지 프레임의 히스토그램을 적어도 하나의 이전 이미지 프레임과 비교하는 단계이다(단계 28). 이러한 단계는 평균, 표준 편차, 비대칭도, 및 첨도를 포함한 표준 통계적 분포 디스크립터 중 하나를 이용하여 실행된다. 픽셀 강도 히스토그램의 제  $p$ 의 백분위수의 점은, 프로브가 피부에서 떨어질 때 발생하는 이미지 데이터 드롭아웃(즉, 다수의 픽셀이 0이 된다)에 매우 민감할 수 있다. 일반적으로, 상이한 히스토그램 디스크립터의 조합이 사용될 수 있거나, 또는, 전체적인 히스토그램은, 적어도 하나의 이전 이미지 프레임의 픽셀 강도 히스토그램(PIH)과 새로운 이미지 프레임의 픽셀 강도 히스토그램 사이에 소정의 변화가 발생될 때 검출하는데 사용될 수 있다(단계 30). 선택된 히스토그램 속성(예를 들어, 제 5 및 제 90의 백분위수의 점)의 변화치가 일부 소정의 임계치를 초과하지 않았다면, 루틴이 단계(22)로 되돌아가 본 프로세스가 다음 이미지 프레임에 대한 일련의 단계를 재개한다. 선택된 히스토그램 속성내의 변화치가 소정의 임계치를 초과하면, 이미지는 대상 인체와 프로브의 상대적인 동작으로 인해 변화한다고 생각된다. 이것은 이미지 픽셀 강도 히스토그램이 다시 안정화되고 있을 때(즉, 프로브 동작이 진정) 검출하는 것에 초점을 둔 일련의 다음 단계(도 4의 단계(32)에 시작)를 개시한다.

단계(32)에서, 새로운 이미지 프레임은 시스템 컴퓨터에 의해 판독된다. 소정의 ROI내에 존재하는 이미지 픽셀 강도 히스토그램은 단계(24)를 기준으로 앞서 설명된 방식으로 다시 계산된다(단계 34). 다시, 최종 픽셀 강도 히스토그램은 버퍼 메모리에 저장된다(단계 36). 이러한 히스토그램은 단계(28)를 기준으로 앞서 설명된 기술중 하나를 이용하여, 단계(38)의 이전 이미지 프레임의 히스토그램과 비교된다. 상이한 히스토그램 디스크립터의 조합은 새로운 이미지 프레임의 픽셀 강도 히스토그램이 주요 드롭 아웃이 없이 이전 이미지 프레임의 픽셀 강도 히스토그램에 대하여 안정화될 때 검출하는데 사용될 수 있다(단계 40). 선택된 히스토그램 속성(예를 들어, 제 5 및 제 90의 백분위수의 점)의 변화치가 일부 소정의 허용도(바람직하게 단계(30)에서 사용된 임계치와 다른)에 해당한다면, 루틴은 단계(32)로 되돌아가고, 본 프로세스는 다음 이미지 프레임에 대한 다음 순서의 단계를 재개한다. 선택된 히스토그램 속성의 변화치가 소정의 허용도 내에 해당하면, 프로브가 움직이지 않는 지를 결정하기 위해 단계(42)가 수행된다.

단계(42)에 사용된 이미지 재 최적화를 트리거하는 기준은  $N$ 개의 최근 프레임 모두( $N$ 은 2보다 큰 정수)가 일부 소정의 허용도 내에서 동일 픽셀 강도 히스토그램 통계치를 나타낸다는 것이다.  $N$ 의 값은 프레임 속도와 소정의 시간(예를 들어, 2 초)을 근거로 할 수 있다. 안정화 기준을 만족하면, 그레이 매핑 함수의 재 최적화가 실행된다. 예를 들어, 그레이 맵은 픽셀 강도 히스토그램의 상위 및 하위 경계를 일부 최적의 상위 및 하위 그레이 레벨로 각각 매핑하도록 스케일링/시프팅될 수 있다. 이러한 그레이 맵 조정은 기본적으로 공지되어 있지만, 목적 달성을 위해 이하에 상세히 설명될 것이다.

또한, 매핑 함수는 블록(14)에서 각각의 데이터 벡터에 적용되는 데이터 압축 곡선을 포함할 수 있다(도 3 참조). 전형적으로, 이 함수는 로그 함수이다. 예를 들어, 픽셀 강도 히스토그램의 제 90의 백분위수 점이 255에 접근하는 것으로 발견되면, 이미지 디스플레이는 블루밍 백색 픽셀로 포화될 수 있다. 이러한 경우에, 압축 곡선의 입력 동적 범위는 다른 그레이 맵 조정이 행해지기 전에 큰 픽셀 값을 수용하도록 자동으로 증가될 수 있다.

도 5는 전형적인 그레이 맵이 겹쳐진 생 데이터 히스토그램(지그재그 실선으로 표시)을 도시하고 있다. 이러한 전형적인 그레이 맵은 입력 값과 같은 그레이 스케일 값을 출력한다. 생 데이터와 그레이 맵이 도 5에 도시된 바와 같이, 256개(0 내지 255)의 그레이 스케일 값 중 대략 171개(20 내지 190)의 그레이 스케일 값이 사용된다. 이러한 예에서, 그레이 스케일의 67%가 사용된다. ATO 함수는 이러한 상황에서 보다 최적의 그레이 매핑을 제공하도록 설계된다.

바람직한 실시예에 따라서, ATO 함수는 전술한 조건을 만족하는 일련의 픽셀 강도 히스토그램을 검출하는 것에 응답하여 컴퓨터에 의해 자동으로 수행된다. ATO가 인에이블될 때, 그레이 매핑은 하나 이상의 픽셀 강도 히스토그램의 특정 특성에 따라서 재 최적화된다. 생 픽셀 강도 데이터는 각각의 값을 재 최적화 매핑에 의해 설정된 대응 그레이 스케일 값으로 변환시킴으로써 콘트라스트 조정된다. 새로운 그레이 맵 입력 범위 외의 생 픽셀 강도 값은 최소 0 또는 최대 255의 그레이 스케일 값으로 매핑된다. 결과적으로, 최대 관심의 생 픽셀 강도 데이터의 콘트라스트는 증가한다.

전술한 내용을 얻기 위해서, 컴퓨터(8)는 도 4에 도시된 알고리즘을 실행할 때 계산되는 최종  $M$ 개( $M$ 은 자연수)의 픽셀 강도 히스토그램을 이용할 수 있다. 대안으로, 컴퓨터는 새로운 이미지 프레임의 픽셀 강도 데이터에 따라서 새로운 픽셀 강도 히스토그램을 생성할 수 있다. 그 다음, 컴퓨터는 각각의 검출치를 조사하여 히스토그램의 끝점을 결정한다. 끝점 사이의 생 픽셀 강도 값의 범위는 맵 입력 범위이다. 그 다음, 컴퓨터는 새로운 맵 입력 범위에 맞도록 현재의 그레이 맵을 압축(또는 확장), 예를 들어, 그레이 스케일 값 범위의 끝점(0과 255)은 맵 입력 범위의 끝점과 관련되어 있다. 각각의 생 픽셀 강도 값은 새롭게 생성된 그레이 맵에 따라서 그레이 스케일 값을 할당한다. 대안으로, 각각의 방향으로부터의 절대 끝점(0이 아닌 제 1 입력 빈)을 조사하기보다는, 각각의 끝점으로부터의 조사는 일부 퍼센트의 생 픽셀 강도 데이터가 발견될 때까지 계속된다. 하위 끝점과 상위 끝점에서 상이한 기준이 사용되면, 최하위 및 최상위 값을 가진 생 픽셀 강도 데이터를 클립(clip)할 수 있다. 다른 변수에 따라서, 히스토그램의 끝점은 데이터의 표준 편차를 계산하고 특정 표준 편차의 수와 연



관된 끝점을 찾아서 설정될 수 있다. 새로운 맵 입력 범위의 끝점을 이용하여 오래된 맵을 새로운 맵으로 변경시키기 보다는, 새로운 맵의 입력 범위의 끝점 사이에 전체적으로 새로운 맵을 생성하는 것이 가능하다 대안으로, 다수의 그레이 맵 메모리에 저장될 수 있고, 컴퓨터는 저장된 맵 중 가장 적합한 맵을 선택하여 그 맵을 그레이 스케일 매핑을 수행하는 프로세서로 전송한다.

전술한 바와 같이, 새로운 그레이 맵은 입력값과 출력값의 테이블을 포함하는 오래된 그레이 맵을 변경함으로써 생성될 수 있다. 오래된 맵이 선형 함수인 경우에(도 6에서 점선으로 표시), 새로운 맵은 또한 선형 함수일 수 있다(도 6에서 실선으로 표시). 대안으로, 오래된 맵이 비 선형 함수이면, 오래된 맵으로부터 생성된 새로운 맵은 또한 비 선형 함수일 수 있다. 예를 들어, 오래된 그레이 맵이 비선형 함수이면, 맵 변환 알고리즘은 새로운 맵의 입력 범위, 예를 들어, 도 6에서 A에서 B까지의 범위 내에서 적합하도록 그 비선형 함수를 압축(또는 확장)하는데 사용된다.

보다 상세하게, 새로운 맵의 각각의 입력 값( $X_{new}$ )은 대응하는 새로운 맵의 출력 값( $y_{new}$ )로 도달하도록 처리된다. 컴퓨터는 다음과 같은 단계를 수행한다.

$X_{new} < A$ 이면,  $y_{new} = 0$ 이다.

$X_{new} > A$ 이면,  $y_{new} = 255$ 이다.

$A \leq X_{new} \leq B$ 이면,  $y_{new} = y_{old}(I)$ 이다.

여기서, I는 다음과 같은 수학적 식 1에 따라서 계산된 지수이다.

$$(1 + \frac{256 - (B - A)}{B - A})(x_{new} - A) = I$$

여기서, 숫자 256은 오래된 맵의 입력 범위를 나타내고, (B-A)는 새로운 맵의 입력 범위이다. 새로운 맵의 출력 값( $y_{new}$ )은 대응하는 오래된 맵의 출력 값을 얻기 위해서, 지수(I)를 오래된 그레이 맵에 입력함으로써 얻게 된다. 대응하는 오래된 맵의 출력값은 새로운 맵으로 전송된다. 본 프로세스는 끝점 값(A, B)사이의 새로운 맵의 출력 값 모두에 대한 출력 값이 오래된 맵으로부터 생성될 때까지 반복된다. 이러한 기술을 이용하여, 오래된 맵은 생 데이터 히스토그램으로부터 결정된 새로운 맵의 입력 범위에 해당하도록 압축(또는 확장)될 수 있다.

각각의 방향으로부터의 절대 끝점(0이 아닌 제 1 입력 빈)을 조사하기보다는, 일부 퍼센트의 생 데이터가 발견될 때까지 각각의 끝점으로부터의 조사가 계속된다. 상이한 기준이 하위 및 상위 끝점에 사용되면, 예를 들어, 최하위 5%의 생 데이터와 최상위 0.3%의 생 데이터를 클립할 수 있다. 이러한 기술은 오래된 그레이 맵의 변환(전술한 맵 변환 알고리즘을 이용)에 또는 새로운 그레이 맵의 생성에 적용될 수 있다.

대안으로, 끝점은 생 데이터의 표준 편차를 계산하고 특정 수의 표준 편차와 연관된 끝점을 찾아서 설정될 수 있다. 동일 기준이 각각의 끝점에 사용되는 것은 제한되지 않는다.

바람직한 실시예가 호스트 컴퓨터에 의한 그레이 맵 생성을 기준으로 설명되었지만, 당업자는 대안으로 새로운 그레이 맵이 전용 하드웨어에 의해 생성될 수 있다는 것을 알 수 있다.

다른 바람직한 실시예에 따라서, 데이터 압축 곡선은 자동으로 최적화된다(예를 들어, 디스플레이 이미지의 콘트라스트를 최적화하는 값으로 설정). 바람직하게, 이러한 과정은 데이터 압축 블록에서 새로운 데이터 압축 룩업 테이블을 RAM에 기록함으로써 얻게 된다. 호스트 컴퓨터는 다수의 기저장 테이블로부터 하나의 적합한 데이터 압축 룩업 테이블을 선택할 수 있거나, 새로운 데이터 압축 룩업 테이블을 생성할 수 있다. 데이터 압축 곡선은 자체적으로 또는 그레이 스케일 매핑 함수의 최적화와 결합하여 최적화될 수 있다.

## 발명의 효과

그러나, 본 발명은 프로브 안정화를 수반하는 프로브 운동의 검출에 응답하여 매핑 또는 데이터 압축 파라미터의 최적화를 제한하지 않는다. 촬상 모드는 이러한 방식으로 또한 제어될 수 있다. 예를 들어, 픽셀 강도 히스토그램이 프로브가 안정화



되었음을 나타낼 때마다 줌 모드가 개시될 수 있다. 안정화는 초음파 기사가 대상의 인체 영역을 찾았음을 의미한다. 프로브 안정화의 검출에 응답하여, 호스트 컴퓨터는 송신 파라미터를 사용할 수 있어서, 축소된 대상 영역이 예를 들어 벡터 밀도를 증가 및/또는 대상 영역 내의 단위 깊이당 송신 초점 영역의 수를 증가시키고, 그 대상 영역의 외부를 스캔하지 않으므로써 스캔된다. 컴퓨터는 프로브 운동이 재개될 때 시스템을 비 줌 모드로 자동으로 반환하도록 프로그램화될 수 있다. 대안으로, 이미지 프레임의 대상 영역을 스케일링함으로써 줌 효과를 얻을 수 있다.

본 발명은 바람직한 실시예를 기준으로 설명되었지만, 당업자는 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 범위에서 여러 변경이 가능하다는 것을 알 수 있다. 또한, 본 발명의 기본적인 범위를 벗어나지 않고 본 발명의 교시에 특정 상황을 사용하여 다양하게 수정될 수 있다. 따라서, 본 발명은 본 발명을 실행할 때 고려한 최선의 모드로서 개시된 특정 실시예로 제한하지 않고, 본 발명은 첨부한 청구범위에 해당하는 모든 실시예를 포함하고자 한다.

청구항에 사용된 바와 같이, 용어 "(N+1)개의 가장 최근의 이미지 프레임"은 시간적으로 연속하여 얻어진 (N+1)개의 이미지 프레임을 의미하고, 가장 오래된 이미지 프레임이 제 (N+1) 번째의 가장 최근의 이미지 프레임이고, 가장 최근의 이미지 프레임이 제 1 번째의 가장 최근의 이미지 프레임이다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 초음파 촬상 시스템을 일반적으로 도시하는 블록도,

도 2는 픽셀 강도 값이 수평축을 따라 그려져 있고, 각각의 빈(bin)내의 발생 횟수가 수직 축을 따라 그려진 픽셀 강도 히스토그램을 나타내는 그래프,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 초음파 촬상 시스템을 보다 상세하게 도시한 블록도,

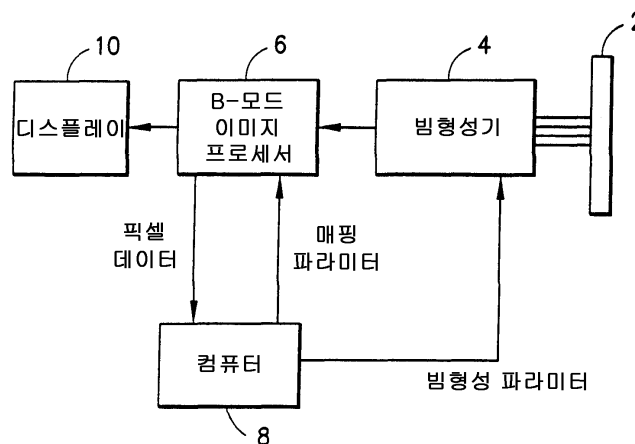
도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 동적 이미지 최적화 알고리즘의 단계를 나타내는 흐름도,

도 5는 도 2의 픽셀 강도 히스토그램상에 겹쳐진 종래의 그레이 맵을 도시하는 그래프,

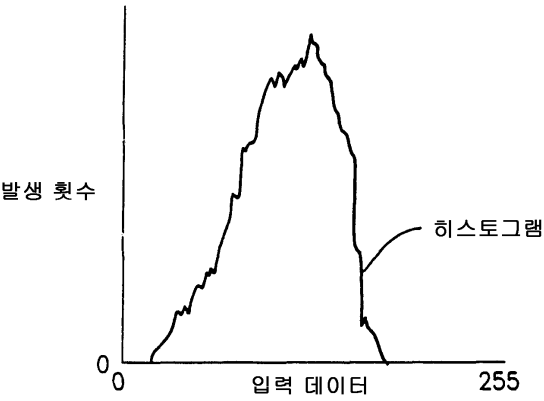
도 6은 동일 픽셀 강도 히스토그램상에 겹쳐진 적합하게 생성된 그레이 맵을 도시하는 도면.

### 도면

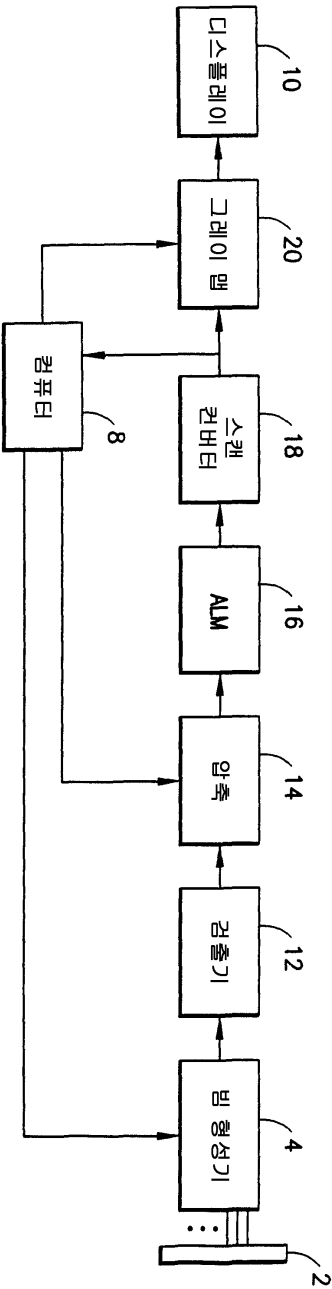
도면1



도면2



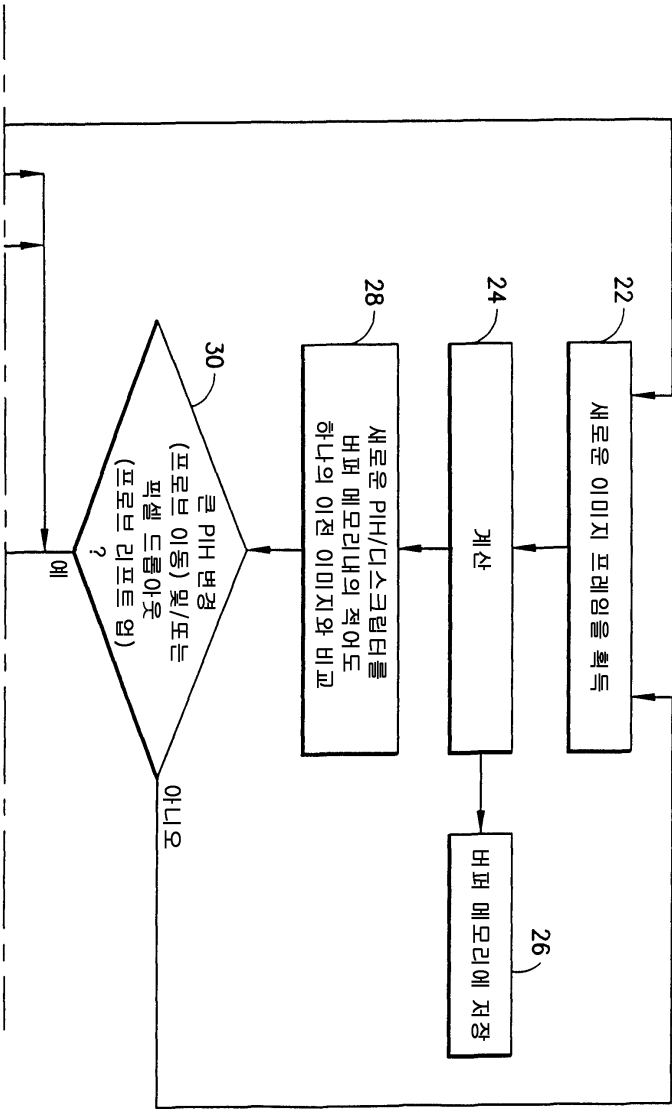
도면3



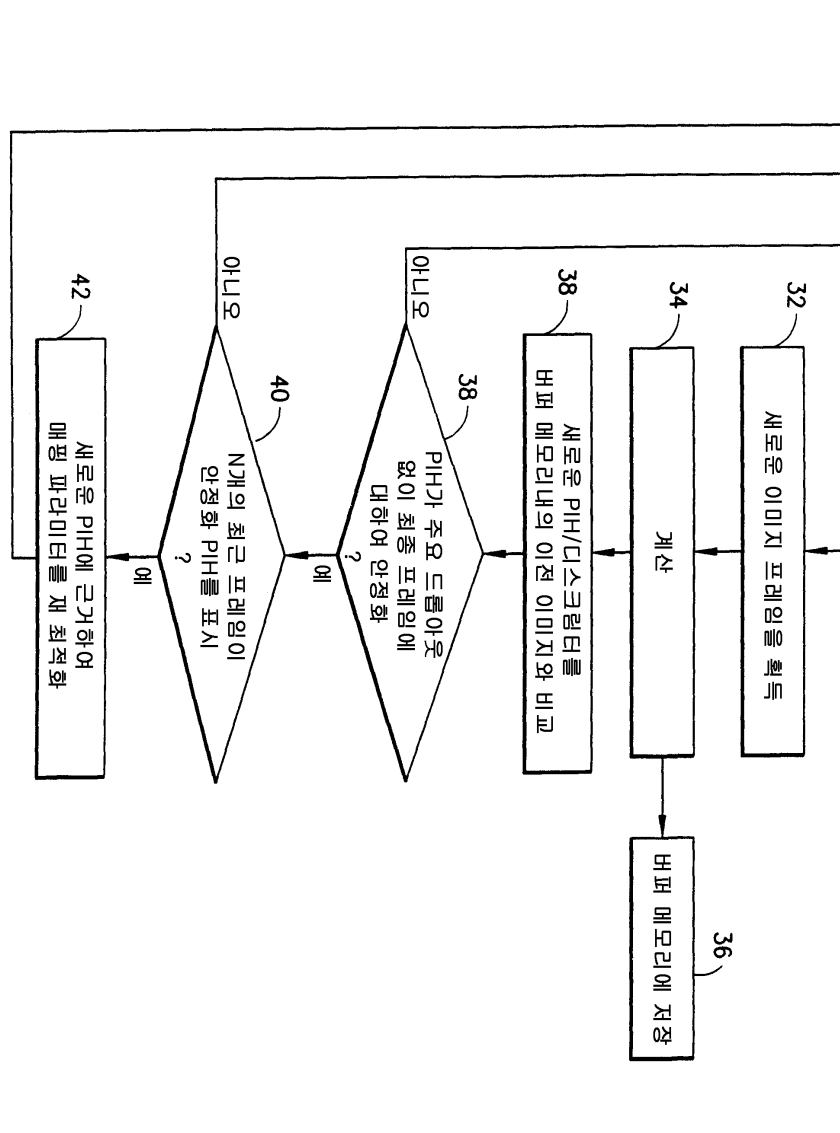
도면4

도 4a
도 4b

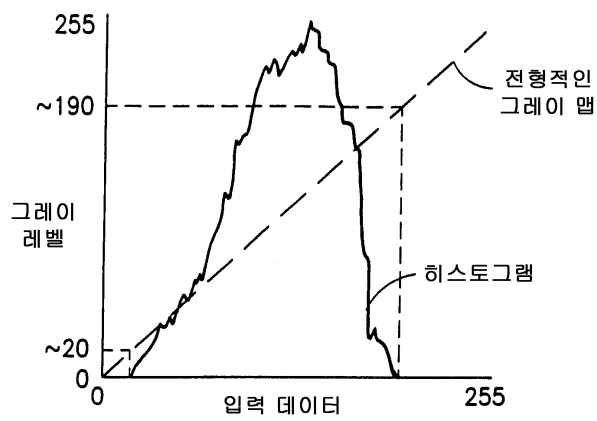
도면4a



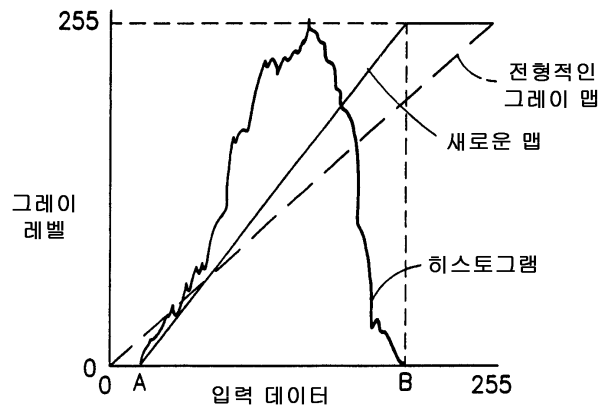
도면4b



도면5



도면6



专利名称(译)	超声成像系统及自动优化方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR100737040B1</a>	公开(公告)日	2007-07-09
申请号	KR1020000065210	申请日	2000-11-03
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	BROUWER DEANW 브라워딘더블유 MO LARRY L 모래리와이엘 MILLER STEVENC 밀러스티븐씨		
发明人	브라워딘더블유 모래리와이엘 밀러스티븐씨		
IPC分类号	A61B8/13 A61B8/14 A61B8/06 G01S7/52 G06T1/00 G06T3/40		
CPC分类号	G06T2207/30004 A61B8/13 G06T2207/10016 G01S7/5206 G06T2207/10132 G06T5/009 A61B8/06 G06T5/40		
代理人(译)	KIM, CHANG SE		
优先权	09/434817 1999-11-05 US		
其他公开文献	KR1020010060252A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

目的：提供一种基于像素强度直方图调整成像系统操作的方法和装置，以响应超声成像系统中连续图像帧的像素强度直方图中预定变化的发生而优化操作参数。

